

---

---

**Projection thermique — Caractérisation  
et essais des revêtements obtenus par  
projection thermique**

*Thermal spraying — Characterization and testing of thermally sprayed  
coatings*

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

ISO 14923:2003

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/e2fd9f82-6e1d-41fa-bbfa-c2cb5411ebff/iso-14923-2003>



**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 14923:2003](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/e2fd9f82-6e1d-41fa-bbfa-c2cb5411ebff/iso-14923-2003)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/e2fd9f82-6e1d-41fa-bbfa-c2cb5411ebff/iso-14923-2003>

© ISO 2003

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 22 749 09 47  
E-mail [copyright@iso.org](mailto:copyright@iso.org)  
Web [www.iso.org](http://www.iso.org)

Publié en Suisse

## 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 2.

La tâche principale des comités techniques est d'élaborer les Normes internationales. 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 du présent document 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.

L'ISO 14923 a été élaborée par le Comité européen de normalisation (CEN) en collaboration avec le comité technique ISO/TC 107, *Revêtements métalliques et autres revêtements inorganiques*, conformément à l'Accord de coopération technique entre l'ISO et le CEN (Accord de Vienne).

Tout au long du texte du présent document, lire « la présente Norme européenne ... » avec le sens de « ... la présente Norme internationale ... ».

## Sommaire

|   | Page |
|---|------|
| Avant-propos .....                                      | v    |
| 1 <b>Domaine d'application</b> .....                    | 1    |
| 2 <b>Références normatives</b> .....                    | 1    |
| 3 <b>Termes et définitions</b> .....                    | 3    |
| 4 <b>Production du revêtement</b> .....                 | 4    |
| 4.1 <b>Généralités</b> .....                            | 4    |
| 4.2 <b>Matériaux de revêtement</b> .....                | 4    |
| 4.3 <b>Propriétés des revêtements</b> .....             | 5    |
| 4.4 <b>Propriétés technologiques et physiques</b> ..... | 5    |
| 5 <b>Essais</b> .....                                   | 7    |
| 5.1 <b>Généralités</b> .....                            | 7    |
| 5.2 <b>Méthodes de contrôle non destructif</b> .....    | 8    |
| 5.3 <b>Méthodes de contrôle destructif</b> .....        | 9    |

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

ISO 14923:2003

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/e2fd9f82-6e1d-41fa-bbfa-c2cb5411ebff/iso-14923-2003>

## Avant-propos

Le présent document EN ISO 14923:2003 a été élaboré par le Comité Technique CEN/TC 240 "Projection thermique", dont le secrétariat est assuré par le DIN, en collaboration avec le Comité Technique ISO/TC 107 "Revêtements métalliques et autres revêtements inorganiques".

Cette Norme européenne devra recevoir le statut de norme nationale, soit par publication d'un texte identique, soit par entérinement, au plus tard en janvier 2004, et toutes les normes nationales en contradiction devront être retirées au plus tard en janvier 2004.

Selon le Règlement Intérieur du CEN/CENELEC, les instituts de normalisation nationaux des pays suivants sont tenus de mettre cette Norme européenne en application : Allemagne, Autriche, Belgique, Danemark, Espagne, Finlande, France, Grèce, Hongrie, Irlande, Islande, Italie, Luxembourg, Malte, Norvège, Pays-Bas, Portugal, République Tchèque, Royaume-Uni, Slovaquie, Suède et Suisse.

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

[ISO 14923:2003](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/e2fd9f82-6e1d-41fa-bbfa-c2cb5411ebff/iso-14923-2003)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/e2fd9f82-6e1d-41fa-bbfa-c2cb5411ebff/iso-14923-2003>

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

ISO 14923:2003

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/e2fd9f82-6e1d-41fa-bbfa-c2cb5411ebff/iso-14923-2003>

## 1 Domaine d'application

La présente norme donne des recommandations sur les caractérisations des revêtements obtenus par projection thermique. Etant donné que tous les matériaux susceptibles d'être fondus peuvent être traités par projection thermique et qu'il existe une grande variété de procédés de projection thermique, le présent document ne permet pas de détailler les divers et nombreux types de revêtements.

Les essais cités correspondent aux modes opératoires et aux critères d'essai qui sont généralement utilisés dans le cas des revêtements obtenus par projection thermique. Les méthodes d'essai non mentionnées dans la présente norme ne sont utilisées que dans des cas particuliers ou dans des conditions de laboratoire.

NOTE La présente norme ne peut être considérée comme exhaustive en raison des développements et des améliorations techniques constants.

## 2 Références normatives

Cette norme européenne comporte, par référence datée ou non datée, des dispositions d'autres publications. Ces références normatives sont citées aux endroits appropriés dans le texte et les publications sont énumérées ci-après. Pour les références datées, les amendements ou révisions ultérieurs de l'une quelconque de ces publications ne s'appliquent à cette norme européenne que s'ils y ont été incorporés par amendement ou révision. Pour les références non datées, la dernière édition de la publication à laquelle il est fait référence s'applique (y compris les amendements).

EN 571-1, *Essais non destructifs - Examen par ressuage - Partie 1 : Principes généraux* (identique à l'ISO/DIS 3452-1:1996).

EN 582, *Projection thermique - Mesure de l'adhérence par essais de traction.*

EN 623-2, *Céramiques techniques avancées - Céramiques monolithiques - Propriétés générales et texturales - Partie 2 : Détermination de la masse volumique et de la porosité.*

EN 657, *Projection thermique - Terminologie, classification.*

EN 821-2, *Céramiques techniques avancées - Céramiques monolithiques - Propriétés thermo-physiques - Partie 2 : Détermination de la diffusivité thermique par la méthode flash laser (ou impulsion de chaleur).*

EN 993-14, *Méthodes d'essai des produits réfractaires façonnés denses - Partie 14 : Détermination de la conductivité thermique par la méthode du fil chaud (croisillon).*

ENV 1071-1, *Céramiques techniques avancées - Méthodes d'essai pour revêtements céramiques - Partie 1 : Détermination de l'épaisseur du revêtement par profilomètre à contact.*

EN 1071-2, *Céramiques techniques avancées - Méthodes d'essai pour revêtements céramiques - Partie 2 : Détermination de l'épaisseur du revêtement par la méthode d'abrasion d'une calotte sphérique.*

ENV 1071-3, *Céramiques techniques avancées - Méthodes d'essai pour revêtements céramiques - Partie 3 : Détermination de l'adhérence par essai de rayure.*

ENV 1159-2, *Céramiques techniques avancées - Céramiques composites - propriétés thermophysiques - Partie 2 : Détermination de la diffusivité thermique.*

EN 1274, *Projection thermique - Poudres - Composition - Conditions techniques de livraison.*

EN 24624, *Peintures et vernis - Essai de traction (ISO 4624:1978).*

EN ISO 1463, *Revêtements métalliques et couches d'oxyde - Mesurage de l'épaisseur - Méthode par coupe micrographique (ISO 1463:1982).*

EN ISO 2064, *Revêtements métalliques et autres revêtements non organiques – Définitions et principes concernant le mesurage de l'épaisseur (ISO 2064:1996).*

EN ISO 2178, *Revêtements métalliques non magnétiques sur métal de base magnétique – Mesurage de l'épaisseur du revêtement – Méthode magnétique (ISO 2178:1982).*

EN ISO 2360, *Revêtements non conducteurs sur métal de base non magnétique – Mesurage de l'épaisseur – Méthode des courants de Foucault (ISO 2360:1982).*

EN ISO 3543, *Revêtements métalliques et non métalliques – Mesurage de l'épaisseur – Méthode par rétrodiffusion des rayons bêta (ISO 3543:2000).*

EN ISO 3868, *Revêtements métalliques et autres revêtements non organiques – Mesurage de l'épaisseur – Méthode basée sur le principe de Fizeau d'interférométrie à faisceaux multiples (ISO 3868:1976).*

EN ISO 3882, *Revêtements métalliques et autres revêtements non organiques – Vue d'ensemble sur les méthodes de mesurage de l'épaisseur (ISO 3882:1986).*

EN ISO 4518, *Revêtements métalliques – Mesurage profilométrique (ISO 4518:1980).*

EN ISO 4541, *Revêtements métalliques et autres revêtements non organiques – Essai de corrosion Corrodokote (essai CORR) (ISO 4541:1978).*

EN ISO 6507-1, *Matériaux métalliques – Essai de dureté Vickers – Partie 1 : Méthode d'essai (ISO 6507-1:1997)*

EN ISO 6507-2, *Matériaux métalliques – Essai de dureté Vickers – Partie 2 : Vérification des machines d'essai (ISO 6507-2:1997)*

EN ISO 6507-3, *Matériaux métalliques – Essai de dureté – Partie 3 : Etalonnage des blocs de référence (ISO 6507-3:1997)*

EN ISO 6508-1, *Matériaux métalliques – Essai de dureté Rockwell – Partie 1: Méthode d'essai (échelles A, B, C, D, E, F, G, H, K, N, T) (ISO 6508-1:1999).*

EN ISO 6988, *Revêtements métalliques et autres revêtements non organiques – Essais au dioxyde de soufre avec condensation générales de l'humidité (ISO 6988:1985).*

EN ISO 9220, *Revêtements métalliques – Mesurage de l'épaisseur de revêtement – Méthode au microscope électronique à balayage (ISO 9220:1988).*

EN ISO 14919, *Projection thermique – Fils, baguettes et cordons pour projection thermique à l'arc et au pistolet dans une flamme – Classification – Conditions techniques d'approvisionnement (ISO 14919:2001).*

EN ISO 14922-1, *Projection thermique – Exigences qualité des constructions obtenues par projection thermique – Partie 1 : Lignes directrices pour leur sélection et utilisation (ISO 14922-1:1999).*

EN ISO 14922-2, *Projection thermique – Exigences qualité des constructions obtenues par projection thermique – Partie 2 : Exigences qualité complètes (ISO 14922-2:1999).*

EN ISO 14922-3, *Projection thermique – Exigences qualité des constructions obtenues par projection thermique – Partie 3 : Exigences qualité standard (ISO 14922-3:1999).*

EN ISO 14922-4, *Projection thermique – Exigences qualité des constructions obtenues par projection thermique – Partie 4 : Exigences qualité élémentaires (ISOS 14922-4:1999).*

CEI 60093, *Méthodes pour la mesure de la résistivité transversale et de la résistivité superficielle des matériaux isolants électriques solides.*

CEI 60167, *Méthodes d'essai pour la détermination de la résistance d'isolement des isolants solides.*

CEI 60345, *Méthode d'essai pour la résistance d'isolement et la résistivité transversale des matériaux isolants à des températures élevées.*

CEI 60468, *Méthode de mesure de la résistivité des matériaux métalliques.*

ISO 2063, *Revêtements métalliques et inorganiques – Projection thermique – Zinc, aluminium et alliages de ces métaux.*

ISO 3274, *Spécification géométrique des produits (GPS) – Etat de surface : Méthode du profil – Caractéristiques nominales des appareils à contact (palpeur).*

ISO 4287, *Spécification géométriques des produits (GPS) – Etat de surface : Méthode du profil – Termes, définitions et paramètres d'état de surface.*

ISO 4516, *Revêtements métalliques – Essais de microdureté Vickers et Knoop*

ISO 8301, *Isolation thermique – Détermination de la résistance thermique et des propriétés connexes en régime stationnaire – Méthode fluxmétrique.*

ISO 8894-1, *Matériaux réfractaires – Détermination de la conductivité thermique – Partie 1 : Méthode du fil chaud (croisillon).*

ISO 9227, *Essais de corrosion en atmosphères artificielles – Essais aux brouillards salins.*

ISO 13565-1, *Spécification géométrique des produits (GPS) – Etat de surface – Méthode du profil – Surfaces ayant des propriétés fonctionnelles différentes suivant les niveaux – Partie 1 : Filtrage et conditions générales de mesure.*

ISO 13565-2, *Spécification géométrique des produits (GPS) – Etat de surface – Méthode du profil – Surfaces ayant des propriétés fonctionnelles différentes suivant les niveaux – Partie 2 : Caractérisation des hauteurs par la courbe de taux de longueur portante.*

ISO 14577-1, *Matériaux métalliques - Essai de pénétration instrumenté pour la détermination de la dureté et de paramètres des matériaux –Partie 1 : Méthode d'essai.*

ISO 14577-2, *Matériaux métalliques - Essai de pénétration instrumenté pour la détermination de la dureté et de paramètres des matériaux –Partie 2 : Vérification et étalonnage des machines d'essai.*

ISO 14577-3, *Matériaux métalliques - Essai de pénétration instrumenté pour la détermination de la dureté et de paramètres des matériaux – Partie 3 : Étalonnage des blocs de référence.*

### 3 Termes et définitions

Pour les besoins de la présente Norme européenne, les termes et définitions donnés dans l'EN 657 ainsi que les suivants s'appliquent.

#### 3.1

##### structure du revêtement

une couche projetée se compose de lamelles. Les facteurs propres au procédé, tels que les matériaux (matériaux auxiliaires), le type de matériau et les paramètres de projection, influent sur la structure du revêtement. Le type et la taille des lamelles, la structure, les fissures, la segmentation, ainsi que toutes autres caractéristiques similaires doivent être différenciés

#### 3.2

##### fissure

division de la structure du revêtement ou séparation des particules projetées, les unes par rapport aux autres ou au sein d'une même particule

NOTE Ces fissures apparaissent verticalement et/ou parallèlement à la surface du substrat sous forme de macrofissures ou de microfissures, ou des deux à la fois.

**3.3**  
**écaillage**

surface détachée du revêtement en raison d'une cohésion insuffisante due à des charges externes (thermiques et/ou mécaniques) ou internes (contraintes internes dues au procédé de projection)

**3.4**  
**inclusion d'un matériau de nature identique ou différente**

particule qui n'a pas fondu ou qui s'est solidifiée avant d'entrer en contact avec la surface du revêtement

NOTE Il peut également s'agir d'inclusions de matériaux de décapage, de résidus de combustion de la buse/l'électrode, de particules de poudre étrangères ou encore d'inclusions de poussières.

**3.5**  
**microstructure**

coupe de la structure cristalline de couches projetées à une seule composante et/ou à deux composantes de type matériau, visible au microscope par rectification, polissage ou décapage

**3.6**  
**nodule, boursoufflure**

augmentation locale de l'épaisseur du revêtement

NOTE Ils peuvent être dus au recouvrement d'une cavité, à des particules de projection non fondues ou agglomérées, éventuellement mélangées aux déchets évacués par la buse sous l'action de la projection. Le jointoiement des nodules ou boursoufflures au revêtement adjacent est généralement déficient.

**3.7**  
**oxyde**

particule de projection non oxydée qui, lors de sa projection, volontairement ou non, a réagi à l'oxygène au contact de l'atmosphère pour former des oxydes

NOTE Ces oxydes apparaissent fréquemment sous forme de stries et/ou d'agglomérats.

**3.8**  
**pelage**

couches qui se détachent du matériau de base en raison d'une adhérence insuffisante due à des charges externes (thermiques et/ou mécaniques) ou internes (contraintes internes dues à la projection)

**3.9**  
**pores**

cavités de formes et de tailles différentes qui apparaissent dans la couche projetée, dues au procédé utilisé

## 4 Production du revêtement

### 4.1 Généralités

Les procédés et les catégories propres à la production des revêtements obtenus par projection thermique sont spécifiés dans l'ISO 14917.

### 4.2 Matériaux de revêtement

#### 4.2.1 Matériaux

Le revêtement est obtenu par la projection de matériaux de revêtement, qui peuvent être un métal pulvérisé, du fil, une barre ou un cordon. Les conditions techniques d'approvisionnement en matériaux d'apport de projection sont spécifiées ci-dessous :

- métal pulvérisé : dans l'EN 1274 ,
- fil : dans l'EN ISO 14919 ;

- barre : dans l'EN ISO 14919 ;
- cordon : dans l'EN ISO 14919.

#### 4.2.2 Composition chimique

Les compositions types sont définies dans l'EN 1274 pour les métaux pulvérisés et dans l'EN ISO 14919 pour les fils, barres et cordons. Les compositions sont données en pourcentage de fraction massique. D'autres compositions peuvent faire l'objet d'un accord entre les utilisateurs, les fabricants et les fournisseurs des produits.

### 4.3 Propriétés des revêtements

#### 4.3.1 Généralités

Les revêtements obtenus par projection thermique sont plus ou moins hétérogènes, anisotropes, microporeux et comportent des microfissures, indépendamment de la méthode de projection employée et des matériaux utilisés. La liaison complète par diffusion du produit projeté et du matériau de base ne peut être obtenue. L'adhésion des particules projetées s'opère généralement par adhérence mécanique et par ancrage au fur et à mesure que celles-ci se refroidissent et se rétractent, ainsi que par des processus d'adhérence physique. La liaison par fusion ou diffusion de la couche projetée et du matériau de base peut être obtenue, par exemple à l'aide d'un alliage auto-fondant ou d'une couche projetée sous vide, dès réalisation de la fusion ou du traitement thermique par diffusion du revêtement pendant ou après la projection.

#### 4.3.2 Description des caractéristiques

La qualité des couches projetées se caractérise principalement par la structure du revêtement, par la distribution et par la taille, par exemple, des phases, pores, oxydes, inclusions de matériaux identiques ou différents, ségrégations et fissures, qui sont évalués dans des microsections transversales ayant été décapées ou non. Dans la mesure où il est difficile de quantifier ces variables, l'évaluation s'effectue par comparaison à une série de référence du revêtement.

ISO 14923:2003

[https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/e2fd9f82-6e1d-41fa-bbfa-](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/e2fd9f82-6e1d-41fa-bbfa-c2cb5411ebff/iso-14923-2003)

#### 4.3.3 Caractéristiques externes

[c2cb5411ebff/iso-14923-2003](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/e2fd9f82-6e1d-41fa-bbfa-c2cb5411ebff/iso-14923-2003)

Les caractéristiques externes sont les suivantes : irrégularité de surface, rugosité ou texture superficielle, avec, en général, une coloration et un aspect uniformes. Les propriétés du revêtement sont influencées de manière significative par les fissures, les nodules, l'écaillage, le pelage ainsi que par l'épaisseur du revêtement.

#### 4.3.4 Caractéristiques internes

Les caractéristiques internes sont, par exemple, la formation et la structure du revêtement (adhérence mécanique ou liaison métallurgique) et, en fonction de la méthode de fabrication, les inclusions d'oxydes, les pores et les inclusions de matériaux identiques ou différents. Les matériaux de revêtement qui sont fonction du procédé et des paramètres de projection influent sur les structures des revêtements. Ces caractéristiques sont normalement détectées par des méthodes d'analyse métallographique.

### 4.4 Propriétés technologiques et physiques

#### 4.4.1 Propriétés technologiques

##### 4.4.1.1 Résistance à l'usure

La résistance à l'usure d'un matériau correspond à l'aptitude de ce dernier à résister à son élimination mécanique progressive due à un mouvement relatif au niveau de la zone limite entre un corps solide et un autre corps solide, liquide ou gazeux.

L'usure, les termes relatifs à l'usure ainsi que l'analyse systématique des processus d'usure sont décrits dans les normes nationales.