
**Méthodes d'essai de corrosion
des revêtements métalliques et
inorganiques sur substrats métalliques —
Cotation des éprouvettes et des articles
manufacturés soumis aux essais de
corrosion**

iTeh STANDARD PREVIEW

*Methods for corrosion testing of metallic and other inorganic coatings on
metallic substrates — Rating of test specimens and manufactures articles
subjected to corrosion tests*

ISO 10289:1999

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/b77d67b5-b35b-4e0e-9cbf-244f5a6cea94/iso-10289-1999>



Sommaire	Page
1 Domaine d'application	1
2 Termes et définitions.....	1
3 Principe.....	2
4 Types de défauts.....	2
5 Méthode de contrôle.....	3
6 Attribution des classes	3
7 Rapport d'essai	6
Annexe A (informative) Images-types et photographies couleur des revêtements cathodiques par rapport au métal de base	7
Annexe B (informative) Images-types de revêtements anodiques par rapport au métal de base	17
Bibliographie.....	23

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

[ISO 10289:1999](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/b77d67b5-b35b-4e0e-9cbf-244f5a6cea94/iso-10289-1999)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/b77d67b5-b35b-4e0e-9cbf-244f5a6cea94/iso-10289-1999>

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.

La Norme internationale ISO 10289 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 107, *Revêtements métalliques et autres revêtements inorganiques*, sous-comité SC 7, *Essais de corrosion*.

Cette première édition annule et remplace l'ISO 1462:1973, l'ISO 4540:1980 et l'ISO 8403:1991.

Les annexes A et B de la présente Norme internationale sont données uniquement à titre d'information.

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

[ISO 10289:1999](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/b77d67b5-b35b-4e0e-9cbf-244f5a6cca94/iso-10289-1999)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/b77d67b5-b35b-4e0e-9cbf-244f5a6cca94/iso-10289-1999>

Introduction

La méthode de cotation que décrit la présente Norme internationale est basée sur le fait que les revêtements décoratifs ou protecteurs, métalliques et inorganiques, sur des substrats métalliques peuvent être anodiques ou cathodiques par rapport au métal de base. La cotation de ces revêtements par rapport aux effets de la corrosion, se fait selon

- l'aptitude du revêtement à protéger le métal de base contre la corrosion et à empêcher ainsi sa dégradation;
- l'aptitude du revêtement à conserver son intégrité et à garder ainsi un aspect satisfaisant.

Même s'il peut s'avérer difficile de distinguer entre ces deux fonctions, elles peuvent être évaluées séparément par

- une cotation de la protection (R_p), qui tient compte de la corrosion du métal de base;
- une cotation de l'aspect (R_A), qui tient compte de la détérioration du revêtement.

La cotation de la protection (R_p) consiste à attribuer une valeur numérique au revêtement en fonction de sa capacité à protéger le métal de base contre la corrosion.

La cotation de l'aspect (R_A) consiste à attribuer un code alphanumérique à l'aspect général de l'échantillon, en tenant compte de toute détérioration due à l'essai de corrosion ou à l'environnement.

NOTE 1 Il convient de repérer toutes les imperfections d'un panneau ou d'un article avant de procéder à l'exposition, et de leur accorder toute l'attention nécessaire au moment d'évaluer les résultats du contrôle. Dans le cadre du programme d'essai, il est possible d'introduire délibérément des imperfections.

Si ce type de cotation est retenu, il est nécessaire de connaître le système de revêtement et de le consigner dans un rapport. Il est essentiel de savoir si le revêtement est anodique ou cathodique par rapport au métal de base.

NOTE 2 Les mécanismes de corrosion anodique ou cathodique peuvent, dans certain cas, s'avérer extrêmement difficiles à déterminer (chromatage au zinc sur acier ou couches multiples). Pour les besoins du présent document il n'est pas nécessaire de connaître ces mécanismes.

Méthodes d'essai de corrosion des revêtements métalliques et inorganiques sur substrats métalliques — Cotation des éprouvettes et des articles manufacturés soumis aux essais de corrosion

1 Domaine d'application

La présente Norme internationale propose une méthode d'évaluation de l'état des panneaux ou articles recouverts d'un revêtement métallique et inorganique décoratif et protecteur, et qui dans le cadre d'un essai ou dans d'autres circonstances, ont été exposés à des environnements corrosifs.

Elle est applicable aux panneaux ou articles d'essai exposés à des atmosphères naturelles, dans des conditions mobiles ou statiques ou soumis à des essais de corrosion accélérée.

NOTE 1 Des exemples de ces essais sont donnés parmi les normes citées en bibliographie.

La présente Norme internationale s'appuie sur le fait que la cotation de la protection peut être évaluée sur des critères relativement objectifs conformément à l'article 6. Cependant, l'évaluation de l'aspect fait intervenir de nombreux facteurs subjectifs (voir 6.2).

NOTE 2 Il est possible de protéger les rives des panneaux ou composants à essayer, au moyen, par exemple, de ruban adhésif ou de cire (paraffine), à condition que cela ait fait l'objet d'un accord entre les parties et ait été consigné dans le rapport d'essai. Ceci est particulièrement important pour les éprouvettes découpées dans des panneaux, et qui comportent de ce fait des rives non revêtues.

2 Termes et définitions

2.1

cotation de protection

R_p

valeur numérique (voir Tableau 1) correspondant à la capacité du revêtement à protéger le métal de base de la corrosion

2.2

défauts de protection

défaut pris en compte pour la cotation de protection, comme les cratères, les piqûres, les taches dues à la corrosion du substrat, les cloques et tout autre défaut affectant le métal de base

NOTE La présence de cloques sur les moulages sous pression en alliage de zinc et d'aluminium revêtus par dépôt électrolytique signifie en général que le métal de base est corrodé, mais c'est à l'examineur de juger si, à l'interface substrat-revêtement, on peut parler de cloque ou non.

2.3

cotation d'aspect

R_A

valeur et symbole (voir Tableau 2) attribués, dans le cadre de la cotation, pour décrire l'aspect général de l'échantillon, en tenant compte de tous les défauts dus à l'exposition

2.4

défaut d'aspect

tout défaut qui détériore l'aspect de l'éprouvette (voir Tableau 2)

2.5

cotation des performances

combinaison de la valeur numérique correspondant à la protection (R_p) et de la valeur numérique correspondant à l'aspect (R_A), séparées par une barre oblique, soit: R_p/R_A

2.6

système de protection

série particulière de dépôts appliqués au métal de base, en tenant compte de l'épaisseur, du type des couches dans les dépôts multicouches et des traitements

2.7

surface caractéristique

partie de la surface, considérée comme essentielle du point de vue de l'aspect et de l'aptitude à l'emploi de l'article, et qui doit être revêtue ou qui est déjà revêtue (voir article 5)

3 Principe

La présente Norme internationale établit un système de cotation permettant d'évaluer la détérioration du revêtement et du métal de base par la corrosion. La méthode de cotation décrite dans la présente Norme internationale est appliquée à l'évaluation de l'aspect du revêtement, ainsi qu'à l'étendue de la corrosion sur les panneaux d'essai ou les surfaces significatives des composants soumis aux essais de performance.

Le résultat de l'inspection d'une surface, appelé cotation des performances, doit être enregistré sous forme de deux cotations séparées, la cotation de protection (R_p) et la cotation d'aspect (R_A).

En marge de la cotation d'une surface, le(s) type(s) et la gravité du (des) défaut(s) qui justifient cette cotation doivent être indiqués sur demande. Ces informations sont enregistrées sous forme de symboles convenus correspondants au type et à la gravité des défauts.

Lorsque seule une cotation de protection (R_p) est demandée, on peut passer outre la cotation d'aspect (R_A). Cependant il convient, en pareil cas, de faire suivre par un tiret la barre oblique qui suit la cotation de protection, afin d'indiquer que la cotation d'aspect a été délibérément omise.

4 Types de défauts

Il est possible que certains défauts affectent à la fois la cotation de protection (R_p) et la cotation d'aspect (R_A). Dans ce système de cotation, la cotation de protection se borne à l'attribution d'une valeur numérique alors qu'il est possible d'inclure, dans la cotation d'aspect, des défauts spécifiques, ainsi qu'une cotation numérique correspondant à leur degré de gravité.

Une liste des défauts est donnée dans le Tableau 2. Il est possible de la modifier en ajoutant, le cas échéant, des défauts spécifiques.

On entend par défaut les cratères, les piqûres, la corrosion du revêtement en général, les produits de corrosion, les cloques ainsi que tout autre défaut affectant le revêtement. Certains défauts, tels que les cloques, peuvent être associés au revêtement, au métal de base, à l'interface du revêtement et du métal de base ou à l'interface des différentes couches du revêtement.

D'autres défauts, comme les taches, le ternissement, les fissures, etc., peuvent correspondre à un faible degré de corrosion mais affecter l'aspect de façon significative.

Les défauts présents à la surface du métal de base tels que les rayures, les pores, les inclusions de métaux non conducteurs, les marques de laminage ou d'estampage, les criques ou tapures de tension ainsi que les fissures, peuvent affecter les performances des revêtements appliqués, et ce quel que soit la qualité du savoir-faire en matière de finition. Ces défauts doivent être consignés dans un rapport et faire l'objet d'une cotation individuelle.

Veiller à consigner le système de revêtement dans le rapport, la signification de certains défauts pouvant être fonction de la nature de l'oxydation — anodique ou cathodique — du revêtement par rapport au métal de base.

Noter les défauts qui se développent à l'exposition, par exemple l'écaillage du revêtement, et révèlent une préparation insuffisante du métal de base ou un manque de savoir-faire pour l'application du revêtement.

5 Méthode de contrôle

Pour indiquer la surface caractéristique, utiliser un dessin de la pièce ou un échantillon sur lequel figurent les repères nécessaires.

Avant d'effectuer un essai d'environnement, il peut parfois s'avérer nécessaire ou judicieux de procéder à une exposition du matériau, jugé défectueux selon certains critères. Dans ces cas-là, procéder, avant d'essayer les échantillons, à un contrôle dont les conclusions doivent être consignées dans le rapport.

Si l'on endommage délibérément la surface, enregistrer le défaut qui en résulte avant de soumettre les échantillons à essai, et de consigner le tout dans le rapport. Il convient que la ou les zone(s) de l'éprouvette qui a (ont) été délibérément déformée(s) fasse(nt) l'objet d'une cotation séparée.

Les matériaux peuvent être examinés sur les étagères ou dans un endroit mieux adapté. Veiller à ce que l'éclairage soit le plus uniforme possible pendant le contrôle ; éviter toute réflexion directe du soleil ou des nuages. Le contrôle doit être effectué sous plusieurs angles afin de s'assurer que tous les défauts ont bien été repérés.

À la fin de l'essai, si l'état des échantillons le permet, ils doivent être contrôlés avant d'être nettoyés. Si des salissures, des dépôts de sels etc. masquent les défauts et compliquent le contrôle, il est possible les éponger avec une eau légèrement savonneuse, et de les rincer ensuite à l'eau. Cependant, ce nettoyage doit être effectué sans exercer aucune pression, car ceci pourrait enlever les produits de corrosion et ainsi améliorer la cotation. Il convient de vérifier la compatibilité des solutions utilisées pour le nettoyage avec le revêtement, afin qu'elles ne contribuent pas à sa dégradation. S'agissant de contrôles intermédiaires périodiques, laisser les échantillons tels quels sans les nettoyer.

Laisser sécher les surfaces avant de les contrôler.

Seuls les défauts visibles à l'œil nu ou appareil doivent être enregistrés et pris en compte lors de la cotation des surfaces.

NOTE 1 Il est possible d'utiliser des moyens optiques pour étudier les défauts, une fois ceux-ci révélés à l'œil nu.

Les défauts apparaissant dans une zone de 5 mm de largeur à partir des rives de l'éprouvette, peuvent être indiqués dans le rapport, mais ne doivent normalement pas être pris en compte dans l'attribution du numéro de classe. De même, les marques de contact, ainsi que celles laissées par les étagères ou les trous de montage, etc., ne doivent pas être prises en compte.

NOTE 2 Il peut s'avérer difficile d'évaluer les défauts apparaissant sur les rives des éprouvettes réalisées dans un matériau déjà travaillé par filetage, alésage, etc. Il peut se révéler nécessaire, dans ces cas-là, de déterminer, par accord entre l'acheteur et le fournisseur, l'étendue exacte de la zone défectueuse à prendre en compte.

Lorsque le revêtement est anodique par rapport au métal de base, les produits de corrosion blancs qui se forment à partir des bords de l'échantillon ne doivent pas être considérés comme un défaut.

Il peut s'avérer souhaitable de nettoyer la surface de l'éprouvette par frottement, polissage, décapage à l'acide, etc., pour en faciliter l'étude. Ce procédé doit cependant se limiter au minimum strictement nécessaire à cette fin, et la surface concernée ne doit, de préférence, pas dépasser 100 mm² pour une surface de 100 mm × 150 mm. Consigner cette surface pour les cotations ultérieures.

6 Attribution des classes

6.1 Attribution d'une classe de protection (R_p)

Le système de cotation numérique concerne la zone du substrat couverte par la corrosion, suivant la formule

$$R_p = 3(2 - \log_{10} A) \quad (1)$$

où

A est le pourcentage de l'aire totale présentant une corrosion du métal de base;

R_p est le numéro de classe de protection, arrondi au nombre entier le plus proche, ce qui conduit aux valeurs indiquées dans le Tableau 1.

NOTE 1 Dans certains cas, il peut s'avérer difficile de calculer avec exactitude la surface concernée sur des éprouvettes travaillées par filetage, alésage, etc. Dans ces cas-là, l'examineur peut avoir à évaluer cette surface de la façon la plus exacte possible.

La stricte application de l'équation (1) conduit à attribuer des valeurs supérieures à 10 à des échantillons présentant des zones défectueuses extrêmement réduites. C'est pourquoi elle n'est définie que pour des zones $A > 0,046\ 416\ %$. En conséquence, une classe de 10 correspond arbitrairement à une surface ne présentant pas de corrosion du métal de base.

Si on le désire, des classes intermédiaires peuvent être intercalées entre les cotations données dans le Tableau 1.

NOTE 2 Lorsque des systèmes de revêtement anodiques par rapport au métal de base sont utilisés, il peut s'avérer impossible d'attribuer une classe de protection, en raison du volume très important de produits de corrosion formés par le revêtement. Du fait de leur capacité à être absorbés par le substrat, ces produits de corrosion ont tendance à cacher la véritable zone de corrosion du substrat. Citons pour exemple le cas d'un revêtement en zinc sur de l'acier exposé à un brouillard salin. Bien que la présente Norme internationale puisse être utilisée pour coter les performances d'un revêtement de zinc sur de l'acier, il peut s'avérer difficile, dans certains environnements, de définir une classe de protection.

Pour des défauts très localisés, on peut utiliser des étalons sous forme d'images-types ou de photographies, telles que celles qui figurent dans les annexes A et B. Il est également possible d'avoir recours, pour évaluer la zone corrodée, à des repères souples quadrillés sous les 1 mm, 2 mm ou 5 mm.

Pour contrôler un grand nombre d'échantillons en même temps, il est recommandé de les évaluer individuellement en utilisant l'équation (1). Une fois l'ensemble évalué, il convient de revoir, par rapport à l'ensemble des éprouvettes, les cotations attribuées individuellement afin de vérifier que chacune des cotations attribuées correspond bien à l'étendue des défauts. Cette révision permet de contrôler chacune des cotations attribuées individuellement et de vérifier, par rapport à l'ensemble, que le jugement de l'examineur ou le cadre de référence n'a pas changé en cours d'examen, en raison de la fatigue ou du changement des conditions d'éclairage.

Pour améliorer le contrôle,

- sortir les éprouvettes de l'étagère et les comparer avec d'autres échantillons;
- présenter les échantillons en allant du moins corrodé au plus corrodé.

Tableau 1 — Classes de protection (R_p) et d'aspect (R_A)

Surface comportant des défauts, A (%)	Cotation R_p ou R_A
Aucun défaut	10
$0 < A \leq 0,1$	9
$0,1 < A \leq 0,25$	8
$0,25 < A \leq 0,5$	7
$0,5 < A \leq 1,0$	6
$1,0 < A \leq 2,5$	5
$2,5 < A \leq 5,0$	4
$5,0 < A \leq 10$	3
$10 < A \leq 25$	2
$25 < A \leq 50$	1
$50 < A$	0

Exemples d'attribution d'une classe de protection (R_p) suivant cette méthode

- a) légère corrosion affectant 1 % de la surface 5/–;
- b) aucun défaut visible 10/–.

6.2 Attribution d'une classe d'aspect (R_A)

La classe d'aspect doit tenir compte

- a) du type de défaut, suivant le Tableau 2;
- b) de la surface affectée par un défaut particulier sur une échelle de 10 à 0, comme décrit dans le Tableau 1;
- c) de l'évaluation subjective du degré de détérioration, par exemple:

vs = très faible;

s = faible;

m = moyen;

x = sévère.

Tableau 2 — Classification des différents types de détérioration du revêtement

A	Taches et/ou changement de couleur dû à une détérioration du revêtement (autre que celle due aux produits de corrosion du métal de base)
B	Ternissement avec peu ou pas de corrosion du revêtement
C	Produits de corrosion d'un revêtement anodique
D	Produits de corrosion d'un revêtement cathodique
E	Piqûres de surface (piqûres de corrosion n'atteignant probablement pas le métal de base)
F	Écaillage, décollement
G	Cloquage
H	Fissuration
I	Faïençage
J	Pattes d'oise et défauts en étoile

Exemples d'attribution d'une classe d'aspect (R_A) suivant cette méthode

- a) taché de façon modérée sur 20 % de la surface: –/2 m A;
- b) légère corrosion du revêtement (anodique) affectant 1 % de la surface: –/5 s C;
- c) léger ternissement affectant toute la surface dû à de légères piqûres superficielles: –/0 s B, vs E.

NOTE Si la cotation d'aspect (R_A) concerne plusieurs défauts d'aspects, chacun d'eux doit être consigné dans le rapport [voir l'exemple donné en 6.3 c)].

6.3 Attribution des cotations des performances

Comme indiqué en 2.5, la cotation des performances associe une cotation de protection (R_p), suivie d'une cotation d'aspect (R_A), séparées par une barre oblique. Les cotations de performances doivent être consignées sur le modèle des exemples suivants:

- a) éprouvettes sur lesquelles la corrosion du métal de base affecte 0,1 % de la surface totale, et dont 20 % de la surface restante est modérément tachée: 9/2 m A;
- b) éprouvettes dont le métal de base ne présente pas de corrosion mais dont le revêtement anodique présente une légère corrosion, affectant moins de 1,0 % de la surface totale: 10/6 s C;
- c) éprouvettes dont le métal de base est corrodé sur une surface correspondant à 0,3 % de la surface totale ($R_p = 7$) et présentant également des produits de corrosion formés par un revêtement anodique, sur une surface correspondant à 0,15 % de la surface totale, ainsi qu'un très léger cloquage de la couche supérieure obtenue par dépôt électrolytique, affectant une surface correspondant à 0,75 % de la surface totale (mais qui ne s'étend pas au métal de base): 7/8 vs C, 6 m G.

7 Rapport d'essai

Sauf spécification contraire, le rapport d'essai doit comporter les informations suivantes:

- a) les conditions d'essai, par exemple celles d'une Norme internationale;
- b) la période d'exposition, connue ou estimée;
- c) la description du système de revêtement (et du métal de base ou celle du produit essayé);
- d) la consignation de toute difficulté à apprécier R_p ;
- e) la forme et les dimensions de l'éprouvette ou de l'article soumis à l'essai;
- f) la méthode de préparation de la surface évaluée, y compris le traitement de nettoyage éventuellement appliqué, ainsi que toute protection éventuelle des rives ou de toutes autres aires particulières et tout dommage causé délibérément avant l'essai;
- g) le nombre des éprouvettes ou articles soumis à l'essai, correspondant à chaque revêtement ou produit;
- h) le cas échéant, la méthode utilisée pour nettoyer l'éprouvette ou l'article pendant ou après l'essai, mais avant l'évaluation;
- i) les résultats de l'évaluation de la cotation de protection (R_p) exprimée suivant 6.1 et de la cotation d'aspect (R_A) exprimée suivant 6.2, pour chaque éprouvette ou article (cotation des performances, 2.5).

Annexe A (informative)

Images-types et photographies couleur des revêtements cathodiques par rapport au métal de base¹⁾

A.1 Généralités

Ces images et photographies représentent le degré maximal de corrosion du métal de base admissible pour une cotation donnée. Il existe une image ou une photographie pour chaque classe de 1 à 9. Attribuer la classe 0 à toute éprouvette dont l'état est moins bon que celui présenté sur l'image ou la photographie correspondant à la classe 1, à moins qu'il n'existe une classe intermédiaire entre 0 et 1.

A.2 Utilisation des images-types

Il est recommandé, en utilisant les images-types ou photographies, de placer l'image ou la photo correspondante à côté de la surface à examiner. La correspondance entre défauts et cotation doit être aussi étroite que possible. Si l'état de la surface à examiner est meilleur que celui correspondant à la classe (X) mais pas aussi bon que celui correspondant à la classe ($X + 1$), le classer (X); au contraire, si l'état de la surface est un peu moins bon que celui correspondant à la classe (X) mais pas aussi mauvais que celui correspondant à la classe ($X - 1$), le classer ($X - 1$).

Les différents types de défauts de corrosion rencontrés peuvent varier en fonction du type d'exposition atmosphérique et du type de revêtement soumis à essai. Ainsi, dans certains cas, il est préférable d'utiliser des images-types, alors que, dans d'autres, des photographies conviennent mieux. Cependant, dans certaines circonstances, il peut s'avérer utile d'évaluer les zones affectées par mesurage direct.

En général, les images-types conviennent à l'évaluation de l'étendue de la corrosion due aux atmosphères industrielles, alors que les photographies conviennent mieux à celle de la corrosion due aux atmosphères marines.

Les six carrés représentant chacune des 10 classes ou zones corrodées, donnent une description picturale du nombre de taches de corrosion en fonction de leurs tailles respectives.

¹⁾ Les images-types et photographies ont été fournies par l'American Society for Testing and Materials (ASTM), 100 Barr Harbor Drive, West Conshohocken, Pennsylvanie 19428-2951.