
**Corrosion des métaux et alliages —
Évaluation de la corrosion sélective
des alliages de cuivre et des fontes
grises dans les composants des
centrales électriques par examen
visuel et mesure de la dureté**

iTeh STANDARD PREVIEW

*Corrosion of metals and alloys — Evaluation of selective corrosion
of Cu alloys and grey cast iron for power plant components by visual
inspection and hardness measurement*

ISO 17918:2015

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/e8f368d4-ac5f-4976-adf8-1f80986b5331/iso-17918-2015>



iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 17918:2015

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/e8f368d4-ac5f-4976-adf8-1f80986b5331/iso-17918-2015>



DOCUMENT PROTÉGÉ PAR COPYRIGHT

© ISO 2015

Droits de reproduction réservés. Sauf indication contraire, 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, l'affichage sur l'internet ou sur un Intranet, sans autorisation écrite préalable. Les demandes d'autorisation peuvent être adressées à l'ISO à l'adresse ci-après ou au 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
Web www.iso.org

Publié en Suisse

Sommaire

Page

Avant-propos	iv
Introduction	v
1 Domaine d'application	1
2 Termes et définitions	1
3 Principe	2
4 Modes opératoires	2
4.1 Choix des composants sensibles à la corrosion sélective et composants requis pour l'essai.....	2
4.1.1 Composants sensibles à la corrosion sélective des alliages.....	3
4.1.2 Choix des composants soumis à l'essai de corrosion sélective.....	3
4.2 Examen visuel et essai de dureté pour évaluer la corrosion sélective des alliages.....	3
4.3 Mode opératoire de l'examen visuel visant à évaluer la corrosion sélective des alliages.....	3
4.4 Mode opératoire de l'essai de dureté visant à évaluer la corrosion sélective des alliages.....	4
4.4.2 Appareillage.....	4
4.4.17 Précision et erreur de justesse.....	5
5 Responsabilité	6
6 Critères d'évaluation et actions correctives	6
6.1 Critères d'évaluation.....	6
6.2 Actions correctives en cas de résultats non satisfaisants.....	7
Annexe A (informative) Fiche technique d'examen visuel pour évaluer la corrosion sélective des alliages	8
Annexe B (informative) Fiche descriptive d'une zone endommagée pour évaluer la corrosion sélective des alliages	9
Annexe C (informative) Fiche d'évaluation des résultats de l'essai de dureté pour évaluer la corrosion sélective des alliages	10
Annexe D (informative) Fiche technique d'essai de dureté pour évaluer la corrosion sélective des alliages (exemple)	11
Annexe E (informative) Base photographique de cas antérieurs de corrosion sélective	12
Bibliographie	21

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 (IEC) en ce qui concerne la normalisation électrotechnique.

Les procédures utilisées pour élaborer le présent document et celles destinées à sa mise à jour sont décrites dans les Directives ISO/IEC, Partie 1. Il convient, en particulier de prendre note des différents critères d'approbation requis pour les différents types de documents ISO. Le présent document a été rédigé conformément aux règles de rédaction données dans les Directives ISO/IEC, Partie 2 (voir www.iso.org/directives).

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. Les détails concernant les références aux droits de propriété intellectuelle ou autres droits analogues identifiés lors de l'élaboration du document sont indiqués dans l'Introduction et/ou dans la liste des déclarations de brevets reçues par l'ISO (voir www.iso.org/brevets).

Les appellations commerciales éventuellement mentionnées dans le présent document sont données pour information, par souci de commodité, à l'intention des utilisateurs et ne sauraient constituer un engagement.

Pour une explication de la signification des termes et expressions spécifiques de l'ISO liés à l'évaluation de la conformité, ou pour toute information au sujet de l'adhésion de l'ISO aux principes de l'OMC concernant les obstacles techniques au commerce (OTC), voir le lien suivant: [Avant-propos — Informations supplémentaires](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/c81568d4-ac51-4976-ad18-1f80986b5331/iso-17918-2015).

Le comité chargé de l'élaboration du présent document est l'ISO/TC 156, *Corrosion des métaux et alliages*.

Introduction

Le phénomène de corrosion sélective survient lorsque certains alliages, tels que le laiton, le bronze ou la fonte, restent en contact prolongé avec des solutions stagnantes. Les matériaux sujets à la corrosion sélective peuvent présenter différents signes de détérioration tels que des zones poreuses localisées (granulaires et fragiles), une décoloration, un changement de teinte et ainsi de suite.

Ce type de corrosion apparaît lorsque l'un des éléments d'alliage est dissous à partir de la matrice en raison des différences de potentiel avec les autres éléments de l'alliage. Les types de corrosion sélective les plus courants sont la dézincification du laiton et la graphitisation de la fonte grise. La corrosion sélective est un processus très lent et difficilement perceptible. Une fois qu'il apparaît, il peut avoir un effet préjudiciable pour l'intégrité des composants et structures de l'industrie. Il est donc nécessaire de distinguer les symptômes et d'évaluer sur le terrain la santé des composants et structures susceptibles d'être atteints de corrosion sélective avant de les soumettre à des examens plus approfondis.

La présente Norme internationale spécifie les exigences relatives à l'examen visuel et à l'essai de dureté des pièces en fonte grise et en laiton non inhibé contenant plus de 15 % de zinc, etc. dans les systèmes et composants sensibles à la corrosion sélective. Les matériaux sensibles, les températures élevées, les milieux stagnants et les environnements corrosifs, tels que les solutions acides pour les laitons à haute teneur en zinc et l'oxygène dissous, sont les facteurs d'une corrosion sélective. Les composants peuvent être des tuyauteries, des corps et des chapeaux de robinetterie, des corps de pompes et des organes d'échangeurs de chaleur sensibles à la corrosion sélective. Ces composants peuvent être exposés à de l'eau brute, de l'eau traitée, de l'eau de refroidissement en circuit fermé, de l'eau souterraine, de l'huile contaminée par de l'eau ou du fioul contaminé par de l'eau.

La présente Norme internationale suggère soit de continuer à utiliser en continu les matériaux sujets à corrosion sélective, soit de les soumettre à une évaluation technique en vue d'un examen complémentaire approfondi. Les symptômes de corrosion sélective et le degré de détérioration peuvent être déterminés en appliquant les modes opératoires suivants:

- choix des composants sensibles à la corrosion sélective et composants requis pour l'essai (échantillonnage);
- examen visuel destiné à détecter la corrosion sélective des alliages;
- essai de dureté destiné à déterminer le degré de corrosion sélective des alliages.

La présente Norme internationale fournit des exemples de fiches techniques qui permettent de décrire et de consigner les informations concernant les matériaux dont l'examen visuel a décelé des signes de corrosion sélective. Les photos de référence de cas antérieurs peuvent servir de base de comparaison pour les matériaux réellement endommagés sur site. Une fiche descriptive et une fiche d'évaluation de la corrosion sélective sont également données en exemple pour l'essai de dureté.

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 17918:2015

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/e8f368d4-ac5f-4976-adf8-1f80986b5331/iso-17918-2015>

Corrosion des métaux et alliages — Évaluation de la corrosion sélective des alliages de cuivre et des fontes grises dans les composants des centrales électriques par examen visuel et mesure de la dureté

1 Domaine d'application

La présente Norme internationale spécifie des modes opératoires de détection sur site et d'évaluation destinés à déterminer les effets de la détérioration des matériaux, tels que la perte de matière des composants et structures sensibles à la corrosion sélective dans les installations industrielles, y compris les centrales nucléaires.

Cette méthodologie implique un examen visuel et des mesurages de dureté in situ, complétés par un prélèvement d'échantillon. Ces modes opératoires incluent respectivement (a) l'échantillonnage représentatif des composants sensibles à la corrosion sélective, (b) l'examen visuel et (c) l'essai de dureté. Pour une analyse exacte, il est recommandé de procéder à des essais complémentaires en laboratoire.

Cette méthodologie est particulièrement adaptée aux fontes grises et aux alliages de cuivre contenant plus de 15 % de zinc. L'extension à d'autres alliages nécessite des preuves complémentaires pour validation.

Les critères d'évaluation orientés vers l'application aux centrales nucléaires au cours des 5 dernières années précédant la fin de l'exploitation prolongée définissent la nécessité d'une évaluation technique complémentaire et d'actions telles que, par exemple, un échantillonnage supplémentaire, une augmentation de la fréquence d'examen et une réparation ou un échange de composant.

Cette spécification n'est pas applicable aux composants utilisés lorsque la représentativité de l'échantillonnage des surfaces en contact avec le fluide n'est pas visiblement détectable ou lorsque la détection ne s'effectue pas au moyen d'un duromètre portatif. De plus, cette spécification n'est pas applicable en cas de choix de composants non représentatifs tels dans les applications HVAC ou les installations techniques. Pour les composants non utilisés dans les centrales nucléaires, les critères d'évaluation doivent faire l'objet d'un accord entre les parties. Le critère d'évaluation de l'essai de dureté seul n'est pas applicable à l'évaluation de l'intégrité structurale des alliages Al-bronze, NAB et Cu-Ni.

2 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions suivants s'appliquent.

2.1

corrosion sélective

corrosion d'un alliage dont les différents constituants réagissent en proportions différentes de leurs teneurs dans l'alliage

Note 1 à l'article: Il s'agit d'un phénomène au cours duquel l'un des éléments d'alliage est électrochimiquement actif et sensible à la corrosion qui engendre son élimination sélective et l'augmentation relative des concentrations des autres éléments dans les alliages tels que le bronze, le laiton et les fontes grises.

EXEMPLE Dézincification, graphitisation

[SOURCE: ISO 8044:1999, 3.20]

2.1.1

dézincification

corrosion sélective du laiton conduisant à une élimination préférentielle du zinc

Note 1 à l'article: Il s'agit d'un phénomène au cours duquel le zinc électrochimiquement plus actif est préférentiellement dissous à partir des alliages cuivre-zinc avec une fraction massique de zinc supérieure à 15 %, en créant une couche de cuivre poreux dont les propriétés mécaniques diminuent.

[SOURCE: ISO 8044:1999, 3.21]

2.1.2

graphitisation

corrosion sélective de la fonte grise éliminant partiellement les constituants métalliques et laissant subsister le graphite

Note 1 à l'article: Il s'agit d'un processus de corrosion au cours duquel le fer est sélectivement dissous à partir de la fonte grise en engendrant un graphite résiduel poreux vulnérable.

[SOURCE: ISO 8044:1999, 3.22]

2.2

examen visuel

l'un des essais non destructifs sous conditions surveillées, au cours duquel l'examineur observe directement les matériaux, productions ou structures afin de déterminer la présence ou l'absence de défauts de surface sur les corps soumis à essai

2.3

essai de dureté

essai de pénétration au duromètre destiné à mesurer la dureté d'un matériau

Note 1 à l'article: La dureté est la résistance locale d'une surface à l'application d'un pénétrateur soumis à une charge spécifique afin de déterminer la robustesse et la souplesse des matériaux. La méthode de mesure de la dureté Brinell avec un pénétrateur peut être utilisée. Il peut être utile de calculer, à titre d'information, d'autres types de dureté (Rockwell, Vickers, etc.).

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

3 Principe

Le résultat d'une détérioration due à la corrosion sélective est la perte de matière suivie d'une perte des propriétés mécaniques aboutissant à une défaillance.

La perte de matière, qui peut être la cause de défaillance, peut être déterminée par l'examen visuel et le mesurage de dureté. L'examen visuel identifie la corrosion, la décoloration, le changement de teinte et la porosité locale alors que l'essai de dureté révèle les changements de propriétés mécaniques dus au processus de corrosion à la surface du matériau soumis à essai.

4 Modes opératoires

4.1 Choix des composants sensibles à la corrosion sélective et composants requis pour l'essai

Le choix des systèmes et composants candidats à l'essai et les échantillons sont entièrement spécifiques au site, compte tenu des caractéristiques opératoires, de la sensibilité des matériaux à la dégradation, ainsi que de l'accessibilité. Pour les composants uniquement présents en petit nombre dans l'installation, il est recommandé de procéder à un échantillonnage à 100 %, alors que les composants en plus grand nombre (petites vannes et brides, par exemple) seront soumis à un échantillonnage aléatoire. Dans ce cas, il est recommandé que le taux d'échantillonnage soit supérieur à 10 % de l'ensemble des composants.

NOTE L'expression «en plus grand nombre» désigne la quantité que les examinateurs ne peuvent pas traiter sur une période d'examen limitée telle qu'une période de révision ou d'examen en service, et vice versa pour «en petit nombre». La décision doit être de la responsabilité des ingénieurs du site.

4.1.1 Composants sensibles à la corrosion sélective des alliages

Les composants sensibles à la corrosion sélective sont principalement constitués d'alliages de cuivre, d'alliages d'aluminium-cuivre, d'alliages de cuivre-nickel et de fontes grises, par exemple:

- a) échangeurs de chaleur dans les systèmes d'eau de refroidissement des auxiliaires, la robinetterie dans les systèmes d'eau de mer de refroidissement des auxiliaires, les pompes et les vannes dans les systèmes de protection incendie et les composants dans des conditions similaires;
- b) tuyauteries et raccords enterrés en fonte grise;
- c) une exemption à l'essai peut être admise pour les composants périodiquement soumis à des essais non destructifs.

4.1.2 Choix des composants soumis à l'essai de corrosion sélective

4.1.2.1 En principe, il convient de soumettre les composants à un examen par échantillonnage à 100 % afin d'évaluer la corrosion sélective, même si des composants constitués des mêmes matériaux sont soumis à un environnement et des conditions opératoires identiques. Il convient de réaliser l'examen visuel et l'essai de dureté sur les surfaces des composants concernés qui ont été en contact avec le milieu corrosif.

4.1.2.2 Lorsque l'échantillonnage à 100 % est impossible en raison de la présence de nombreux composants potentiellement sensibles à la corrosion sélective, un échantillonnage aléatoire peut être admis pour ces composants. Il convient de soumettre les échantillons sélectionnés à l'examen visuel et à l'essai de dureté.

(standards.iteh.ai)

4.1.2.3 En cas de sélection d'échantillons parmi la totalité des composants concernés, il convient de choisir au préalable les composants représentatifs des types de matériaux listés tels que le laiton et la fonte grise.

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/e8f368d4-ac5f-4976-adf8-1f80986b5331/iso-17918-2015>

4.1.2.4 En cas de composants différents constitués des mêmes matériaux dans le même système, il convient de choisir d'abord en tant qu'échantillon d'essai celui exposé au milieu corrosif présentant le débit le plus faible, celui qui est le plus endommagé ou celui qui est soumis aux conditions les plus sévères en termes de pression et de température, etc. (exemple de priorité: un composant ancien plutôt qu'un récent, fonctionnant dans de l'eau de mer plutôt que dans de l'eau pure, dans un milieu stagnant plutôt que dans un milieu en mouvement, soumis à une pression élevée plutôt que basse, à une température élevée plutôt que basse).

4.1.2.5 Parmi les échantillons plus que nécessaires choisis selon les principes susmentionnés, les échantillons peuvent être finalement triés pour ne conserver que les composants accessibles sur le terrain et faciles à déposer et assembler.

4.2 Examen visuel et essai de dureté pour évaluer la corrosion sélective des alliages

4.2.1 À l'issue de l'examen visuel, l'essai de dureté doit être réalisé sur les échantillons choisis.

4.2.2 L'examen visuel et l'essai de dureté doivent se focaliser sur l'intérieur des composants tels qu'un corps de vanne et un carter de pompe, qui sont en contact avec le milieu corrosif.

4.3 Mode opératoire de l'examen visuel visant à évaluer la corrosion sélective des alliages

4.3.1 L'examen visuel visant à évaluer la corrosion et la porosité de la surface interne des composants doit être réalisé conformément à la réglementation nationale.

4.3.2 En cas de détection de signes de corrosion sélective, il est recommandé de comparer la zone détériorée aux photos de l'[Annexe E](#) afin de déterminer si la détérioration présente des similitudes avec certains cas antérieurs. Il convient de prendre des photos rapprochées de la morphologie de la surface de la zone endommagée à l'aide d'un appareil photo numérique (résolution supérieure à 600 dpi).

4.3.3 Les résultats de l'examen visuel doivent être consignés sur la base d'un formulaire d'échantillonnage de l'[Annexe A](#). De plus, les photos de la zone endommagée doivent être jointes au formulaire d'échantillonnage de l'[Annexe B](#) sur laquelle il est recommandé de consigner les détails de la comparaison avec l'[Annexe E](#).

4.4 Mode opératoire de l'essai de dureté visant à évaluer la corrosion sélective des alliages

4.4.1 Des duromètres portatifs doivent être utilisés, les résultats étant en principe indiqués en échelle de dureté Brinell.

4.4.2 Appareillage

4.4.2.1 Les duromètres portatifs sont conçus de manière à éliminer l'effet majorant ou limitant de leur poids propre sur la force de pénétration et permettre ainsi leur transport et l'application des forces de pénétration dans toutes les directions.

4.4.2.2 La force de pénétration peut être appliquée au moyen d'un vérin hydraulique équipé d'un manomètre indiquant l'amplitude de la force. Le vérin hydraulique peut également être équipé d'une soupape de surpression à ressort destinée à fixer l'amplitude de la force. La force de pénétration peut également être appliquée par une vis traversant un ressort calibré muni d'un comparateur à cadran ou d'un autre dispositif prévu pour mesurer la compression du ressort et indiquer l'amplitude de la force.

<https://standards.itech.ai/catalog/standards/sist/e8f368d4-ac5f-4976-adf8-88d918801010>

4.4.2.3 Les duromètres portatifs sont généralement munis de différents dispositifs pour maintenir le pénétrateur en contact avec la surface à soumettre à essai. Les duromètres peuvent être serrés sur l'objet à soumettre à essai, attachés à un objet fixe adjacent ou fixés à la surface à soumettre à essai par l'intermédiaire d'un aimant. Pour les essais à l'intérieur d'une cavité, le duromètre peut être placé contre une paroi de la cavité afin d'effectuer un essai sur la paroi opposée.

4.4.3 Quel que soit le dispositif utilisé pour maintenir le duromètre sur la pièce soumise à essai, vérifier l'absence de mouvement relatif entre le duromètre et la pièce lorsque la force est appliquée. Cette exigence s'applique notamment au duromètre portatif de type Rockwell. Monter le duromètre dans une position telle que l'axe du pénétrateur est normal à la surface à soumettre à essai.

4.4.4 Parmi les types d'essais de dureté, l'essai au duromètre Brinell portatif est principalement utilisé pour l'évaluation de la corrosion sélective. Les duromètres Brinell portatifs appliquent généralement la force au moyen d'un vérin hydraulique équipé d'un manomètre et d'une soupape de surpression à ressort. Cette configuration empêche tout maintien de la force pendant quelque durée que ce soit lorsque la soupape de surpression s'ouvre. Par conséquent, elle évite d'appliquer la force plusieurs fois jusqu'au moment où la pression est déchargée. On a déterminé que pour un acier soumis à un essai de dureté HBW 10/3 000, une triple application de la force revient à maintenir cette force pendant 15 s tel que requis dans la méthode normalisée. Pour les autres matériaux et forces, réaliser des essais comparatifs pour déterminer le nombre d'applications requises pour obtenir des résultats équivalents à celui de la méthode normalisée. Augmenter progressivement la force à chaque application, sans à-coups.

NOTE 1 La dureté apparente dépendra de la force appliquée et de la profondeur de la porosité superficielle. Une faible charge sera plus sensible aux premiers stades de la dégradation, alors qu'une force importante engendrant une profondeur d'empreinte significative sera moins sensible. Cependant, une faible charge crée une empreinte peu profonde conduisant à la dispersion des données due à une variation spatiale locale de la microstructure. Dans tous les essais, il convient d'appliquer la force de manière homogène et de la choisir en fonction du degré de sensibilité requis.

NOTE 2 Il est recommandé d'utiliser des charges d'essai élevées pour les matériaux moins homogènes. Par exemple, il convient d'utiliser HBW \times |3 000 pour la fonte, et HBW \times |10 ou HBW \times |5 pour le laiton (\times = diamètre de la bille).

4.4.5 Les duromètres portatifs doivent être uniquement utilisés en appliquant les forces avec lesquelles le dispositif de mesure a été étalonné.

4.4.6 Les duromètres portatifs doivent également être contrôlés périodiquement par la méthode comparative ou en utilisant des blocs d'essai conformément à la description du manuel du fabricant.

4.4.7 La totalité ou une partie de la zone des composants de l'échantillon doit présenter une surface rectifiée avec un papier SiC (n° 600) afin de réduire les erreurs de mesurage dues à la rugosité de surface avant la mesure. Les oxydes et les contaminants incluant notamment l'huile et les lubrifiants, doivent être éliminés à l'aide d'un solvant organique tel que de l'alcool éthylique, de l'acétone, etc. Une finition de la surface des échantillons peut être admise afin de monter correctement le pénétrateur sur la surface soumise à essai. Après élimination des autres contaminants à l'eau distillée et séchage de la surface, les duromètres doivent être mis en contact avec cette surface et étalonnés.

4.4.8 Si la rugosité de surface est trop importante, les résultats de dureté ont tendance à paraître inférieurs aux valeurs réelles et les écarts peuvent varier à chaque essai.

4.4.9 Le mesurage doit être réalisé à des températures comprises entre 10 °C et 35 °C.

4.4.10 Les matériaux composant les objets à soumettre à essai doivent être identifiés.

4.4.11 L'échelle de dureté et l'orientation de la mesure par rapport aux objets à soumettre à essai doivent être déterminées.

ISO 17918:2015

4.4.12 Le duromètre doit être monté dans une position telle que l'axe du pénétrateur est normal à la surface à soumettre à essai.

4.4.13 Au moins cinq mesurages uniformément répartis sur la surface endommagée doivent être effectués et leur valeur moyenne déterminée.

4.4.14 Les données mesurées sur l'afficheur à cristaux liquides des duromètres portatifs doivent être relevées pour chaque zone endommagée sur les composants de l'échantillon.

4.4.15 Les résultats de l'évaluation et les valeurs de dureté mesurées doivent être respectivement consignés dans les formulaires des [Annexes C](#) et [D](#).

4.4.16 Les duretés Brinell mesurées peuvent être converties dans d'autres échelles de dureté conformément à l'ISO 18265, et doivent également être consignées.

HV: dureté Vickers (ISO 6507), HR: dureté Rockwell (ISO 6508).

4.4.17 Précision et erreur de justesse

4.4.17.1 Précision

La précision de cette méthode d'essai n'a pas été établie en raison de la très grande diversité des duromètres portatifs et des métaux pour lesquels elle est utilisée. Si requises, des tolérances de dureté pour des applications spécifiques peuvent être déterminées par voie empirique pour un essai au duromètre portatif donné, en utilisant des blocs de dureté de référence normalisés. La précision d'un essai au duromètre portatif donné, qu'il implique un seul ou plusieurs opérateurs ou sites, peut être établie par des méthodes statistiques.