
**Corrosion des métaux et alliages —
Corrosion et entartrage des circuits de
refroidissement à eau industriels —**

Partie 2:

**Évaluation des performances des
programmes de traitement d'eau de
refroidissement sur banc d'essai pilote**

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

*Corrosion of metals and alloys — Corrosion and fouling in industrial
cooling water systems —*

[https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/1b916ad2-6605-4610-8bbc-](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/1b916ad2-6605-4610-8bbc-574652661042/iso-16784-2:2006)

*Part 2: Evaluation of the performance of cooling water treatment
programmes using a pilot scale test rig*



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 16784-2:2006](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/1b916ad2-6605-4610-8bbc-5144c55b6c01/iso-16784-2-2006)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/1b916ad2-6605-4610-8bbc-5144c55b6c01/iso-16784-2-2006>

© ISO 2006

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
Web www.iso.org

Publié en Suisse

Sommaire

Page

Avant-propos.....	iv
Introduction	v
1 Domaine d'application	1
2 Références normatives	1
3 Termes et définitions	1
4 Principe	3
5 Réactifs et matériaux	3
5.1 Caractéristiques de l'eau	4
5.2 Préparation des eaux d'essai de synthèse à partir de solutions mères	4
6 Appareillage	5
6.1 Mesurage de la température	5
6.2 Dispositif de contrôle de la vitesse de circulation	5
6.3 Mesurage de l'appoint, de l'évaporation et de la purge	5
6.4 Tour de refroidissement	5
7 Méthode d'essai	6
7.1 Mode opératoire	6
7.1.1 Nettoyage du montage d'essai	6
7.1.2 Préparation des tubes d'essai et prétraitement	6
7.1.3 Teneur en eau du système	6
7.1.4 Mode opératoire de remplissage du circuit de refroidissement	6
7.1.5 Chauffage des tubes d'essai	7
7.1.6 Débit	7
7.1.7 Purge et demi-vie	8
7.1.8 Traitement des biocides	8
7.1.9 Eau d'appoint à utiliser avec une tour de refroidissement	8
7.2 Détermination des paramètres d'analyse et de contrôle	9
7.3 Fiche de données d'essai	9
7.4 Achèvement de l'essai	9
8 Évaluation des résultats	9
8.1 Enregistrement de la qualité de l'eau de refroidissement	9
8.2 Traitement des tubes d'essai	9
8.3 Évaluation des résultats relatifs au dépôt et à l'entartrage biologique	10
8.4 Évaluation des résultats relatifs à la corrosion	11
9 Rapport d'essai	11
Annexe A (informative) Fiche technique d'essai des performances des programmes de traitement de l'eau de refroidissement	13
Annexe B (informative) Informations complémentaires relatives à certaines méthodes de mesure et d'essai	16
Bibliographie	20

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 16784-2 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 156, *Corrosion des métaux et alliages*.

L'ISO 16784 comprend les parties suivantes, présentées sous le titre général *Corrosion des métaux et alliages — Corrosion et entartrage des circuits de refroidissement à eau industriels*:

- *Partie 1: Lignes directrices pour l'évaluation pilote des additifs anticorrosion et antitartre pour circuits de refroidissement à eau à recirculation ouverts*
- *Partie 2: Évaluation des performances des programmes de traitement d'eau de refroidissement sur banc d'essai pilote*

Introduction

Des exigences plus sévères en matière d'environnement et l'augmentation croissante des coûts de l'eau rendent nécessaires au niveau industriel l'amélioration de la sécurité, de la fiabilité et de la rentabilité des circuits de refroidissement à recirculation ouverts. En conséquence, il importe d'établir un cadre normatif pour évaluer les performances des programmes de traitement de l'eau de refroidissement. Le but est de fournir aux utilisateurs des systèmes de refroidissement à eau et aux vendeurs de matériels de traitement destinés à ces systèmes un mode opératoire permettant d'effectuer des évaluations pilotes cohérentes des programmes de traitement de l'eau de refroidissement.

iTeh STANDARD PREVIEW (standards.iteh.ai)

ISO 16784-2:2006

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/1b916ad2-6605-4610-8bbc-5144c55b6c01/iso-16784-2-2006>

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 16784-2:2006

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/1b916ad2-6605-4610-8bbc-5144c55b6c01/iso-16784-2-2006>

Corrosion des métaux et alliages — Corrosion et entartrage des circuits de refroidissement à eau industriels —

Partie 2:

Évaluation des performances des programmes de traitement d'eau de refroidissement sur banc d'essai pilote

1 Domaine d'application

La présente partie de l'ISO 16784 s'applique à la corrosion et à l'entartrage des circuits de refroidissement à eau industriels

La présente partie de l'ISO 16784 décrit une méthode d'évaluation préalable des performances des programmes de traitement destinés aux circuits de refroidissement à eau à recirculation ouverts. Elle repose principalement sur des essais en laboratoire, mais l'installation d'essai d'échangeur thermique peut également servir à une évaluation sur site. La présente partie de l'ISO 16784 ne traite pas des échangeurs thermiques dans lesquels l'eau est côté virole (c'est-à-dire externe aux tubes).

2 Références normatives

ISO 16784-2:2006

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/1b916ad2-6605-4610-8bbc-f14b5f161d18/iso-16784-2-2006>

Les documents de référence suivants sont indispensables pour l'application du présent document. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

ISO 3696:1987, *Eau pour laboratoire à usage analytique — Spécification et méthodes d'essai*

ISO 8407:1991, *Métaux et alliages — Élimination des produits de corrosion sur les éprouvettes d'essai de corrosion*

ISO 8501-1:1988, *Préparation des subjectiles d'acier avant application de peintures et de produits assimilés — Évaluation visuelle de la propreté d'un subjectile — Partie 1: Degrés de rouille et degrés de préparation des subjectiles d'acier non recouverts et des subjectiles d'acier après décapage sur toute la surface des revêtements précédents*

ISO 11463:1995, *Corrosion des métaux et alliages — Évaluation de la corrosion par piqûres*

3 Termes et définitions

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

3.1

ATP

adénosine triphosphate

molécule chimique active, présente dans les bactéries vivantes

NOTE Les concentrations en ATP peuvent être mesurées indirectement et servent d'indicateur de la présence d'une activité biologique dans l'eau de refroidissement.

3.2

purge

décharge d'eau du circuit de refroidissement, exprimée en vitesse de décharge

3.3

UFC

unités formant colonie

unité de mesure de la quantité de bactéries dans l'eau de refroidissement

3.4

tour de refroidissement

tour destinée au refroidissement par évaporation de l'eau en circulation, généralement en bois, en matière plastique, en métal galvanisé ou en céramique

3.5

traitement de l'eau de refroidissement

ajustement de la composition chimique de l'eau de refroidissement, permettant de contrôler la corrosion et l'entartrage biologique

3.6

cycles de concentration

rapport de la concentration en ions spécifiques de l'eau en circulation à la concentration en ions identiques de l'eau d'appoint

3.7

capacité de rejet de chaleur

quantité de chaleur pouvant être rejetée par une tour de refroidissement

3.8

demi-vie

temps nécessaire pour réduire la concentration initiale en composé non dégradable et/ou non précipitable à 50 % de sa concentration dans l'eau de refroidissement

3.9

eau d'appoint

totalité de la masse d'eau par unité de temps, ajoutée au système pour compenser la perte d'eau due à l'évaporation, à la purge, aux fuites et à la perte par dérive

3.10

nombre de Reynolds

expression sans dimension, $\frac{LV\rho}{\eta}$, proportionnelle au rapport de la force d'inertie à la force visqueuse dans un système d'écoulement

où:

L est la dimension caractéristique du système d'écoulement, exprimée en mètre (m);

V est la vitesse linéaire, exprimée en mètre par seconde (m/s);

ρ est la masse volumique du fluide, exprimée en kilogramme par mètre cube (kg/m³);

η est la viscosité du fluide, exprimée en kilogramme par mètre seconde (kg/ms).

3.11

température de surface

température de l'interface entre le film d'eau de refroidissement et la surface de transfert thermique, que cette surface soit la paroi du tube ou la surface externe d'un dépôt d'entartrage biologique

3.12**COT**

carbone organique total

3.13**garnissage de la tour**

portion d'une tour de refroidissement constituant sa principale surface de transfert thermique sur laquelle l'eau s'écoule au moment de l'évaporation

3.14**contrainte de cisaillement à la paroi**

contrainte de cisaillement du film de fluide au voisinage immédiat de la paroi du tube

NOTE Elle est exprimée en (N/m²).

3.15**température de paroi**

température captée par un thermocouple placé entre l'élément chauffant et l'intérieur de la paroi du tube de transfert thermique, de préférence le plus près possible de la paroi du tube

4 Principe

Un montage d'essai constitué de tubes d'essai métalliques est soumis pendant un laps de temps spécifié à une circulation d'eau de refroidissement dans des conditions de transfert thermique. Celui-ci peut être directement relié au circuit de refroidissement sur site pour être représentatif des conditions de service. Pour les essais en laboratoire, la composition de l'eau de refroidissement est conçue pour refléter la composition chimique en service, en étant toutefois modifiée par le programme de traitement approprié étudié. L'adoption de la composition chimique synthétique dans les essais de laboratoire peut être effective à des fins de comparaison, telles que lors d'essais de débroussaillage, mais n'est pas représentative des conditions de service. L'effet de la circulation de l'eau de refroidissement et du programme de traitement sur la corrosion et l'entartrage biologique des tubes d'essai est évalué à l'aide d'un certain nombre de paramètres de mesure.

5 Réactifs et matériaux

Il convient que la composition de l'eau de refroidissement d'essai reflète la composition probable en service. Pour les essais en laboratoire utilisant de l'eau de synthèse, seuls des réactifs de qualité analytique reconnue et de l'eau conforme aux exigences minimales de l'ISO 3696:1987, qualité 3, doivent être utilisés.

Il existe deux principaux environnements de service qui peuvent être adoptés. Le premier consiste à utiliser l'eau d'appoint telle qu'elle est employée dans le système de refroidissement spécifique sur site (une variante consiste à utiliser de l'eau d'appoint de synthèse) et à la concentrer au nombre de cycles requis dans le système d'essai. L'Annexe A présente des fiches recommandées pour l'enregistrement des conditions d'essai, des compositions de l'eau d'appoint et de l'eau de recirculation et des résultats d'essai.

La seconde approche implique l'utilisation d'eau de synthèse simulant l'eau en circulation sur le site après le nombre de cycles requis. L'utilisation d'eau de circulation de synthèse dispense d'avoir à concentrer l'eau de synthèse pour obtenir les cycles de concentration voulus. Cette approche simplifie l'essai en évitant d'utiliser la tour de refroidissement pilote.

L'eau de circulation de synthèse contiendra généralement une plus grande proportion de solides ioniques dissous que l'eau naturelle correspondante, rendant ainsi l'eau de synthèse plus corrosive.

5.1 Caractéristiques de l'eau

Il convient que les caractéristiques de l'eau naturelle ou de synthèse employée soient celles spécifiées dans le Tableau 1. Il convient d'utiliser ce tableau pour enregistrer la composition de l'eau en circulation ainsi que celle de l'eau d'appoint éventuellement utilisée. De plus, il est uniquement nécessaire de mesurer la turbidité, la silice totale, les bactéries et l'ATP pour les eaux sur site.

Tableau 1 — Composition de l'eau d'appoint et de l'eau de refroidissement en circulation

N°	Composant	Valeur	Unités
1	pH		Unités de pH
2	Conductivité		µS/cm
3	Dureté totale		a
4	Alcalinité – p		a
5	Alcalinité – m		a
6	Ca ²⁺		mg/l
7	Mg ²⁺		mg/l
8	Na ⁺		mg/l
9	K ⁺		mg/l
10	NH ₄ ⁺		mg/l
11	Fe ²⁺		mg/l
12	Cu ²⁺		mg/l
13	Al ³⁺		mg/l
14	CO ₃ ²⁻		mg/l
15	HCO ₃ ⁻		mg/l
16	Cl ⁻		mg/l
17	SO ₄ ²⁻		mg/l
18	NO ₃ ⁻		mg/l
19	PO ₄ ³⁻		mg/l
20	SiO ₂		mg/l
21	Cl ₂		mg/l
22	Turbidité		FTU ou NTU
23	Matières en suspension		mg/l
24	Bactéries		UFC/ml ou UFC/l
25	ATP		RLU

^a L'unité de mesure dépendra de la méthode d'essai.

5.2 Préparation des eaux d'essai de synthèse à partir de solutions mères

Les eaux d'essai de synthèse sont normalement préparées en laboratoire au moment de l'utilisation en mélangeant des solutions mères. Une solution mère contient l'alcalinité et l'autre la dureté ainsi que d'autres sels nécessaires pour constituer l'eau d'essai. La composition de ces deux solutions est calculée de manière à préparer soit l'eau d'essai en circulation, soit une eau d'appoint appropriée une fois qu'elles ont été mélangées en proportion adéquate. Des solutions mères types sont présentées en B.1. Les solutions mères peuvent également être préparées sous forme de concentrés et diluées ultérieurement avec de l'eau déminéralisée.

6 Appareillage

La section échangeur thermique (décrite plus en détail de 6.1 à 6.4) constitue la base du montage d'essai. Le montage d'essai se compose de deux ou de plusieurs tubes métalliques de transfert thermique, fabriqués à partir d'un alliage approprié utilisé dans l'échangeur thermique sur le site, montés en série (Figure B.1) ou en parallèle (Figure B.2). La chaleur générée électriquement est transmise par conduction et convection à l'eau de refroidissement en circulation, en traversant la paroi du tube de transfert thermique. Les matériaux constituant le montage d'essai doivent être choisis de manière à ne pas influencer sur la composition de l'eau d'essai. Du verre ou du plastique [par exemple le polychlorure de vinyle (PVC), le polychlorure de vinyle chloré (CPVC) ou le polyfluorure de vinyle (PVDF)] sont couramment utilisés.

L'eau de refroidissement est pompée depuis le réservoir vers la section d'échange thermique à un débit contrôlé. Un seul régulateur de débit est nécessaire si les tubes de transfert thermique sont montés en série. S'ils sont montés en parallèle, un régulateur de débit est nécessaire pour chaque tube. La chaleur absorbée est ensuite libérée dans l'atmosphère par évaporation partielle de l'eau d'une tour de refroidissement (6.4). Sinon, si une tour de refroidissement n'est pas requise pour concentrer l'eau d'appoint, une boucle fermée de refroidissement pour extraire la chaleur est utilisée. Afin de déterminer les vitesses de corrosion sur des surfaces sans transfert thermique, il convient d'utiliser des échantillons de métaux appropriés (montés à fleur du tube) dans le système.

Si les tubes d'échange thermique sont montés en parallèle, des essais simultanés peuvent être effectués avec différentes combinaisons de température superficielle et de débit pour chaque tube d'échange thermique. Toutefois, il est vivement recommandé d'utiliser des tubes de transfert thermique ayant tous la même composition métallurgique.

6.1 Mesurage de la température

Il convient de mesurer la température des parois des tubes métalliques à l'aide d'un thermocouple placé entre l'élément chauffant et l'intérieur de la paroi du tube de transfert thermique, de préférence le plus près possible de cette paroi. Du fait des gradients de température, ce mesurage ne sera pas parfaitement exact et sera seulement indicatif. Une détermination plus précise nécessiterait trois thermocouples montés à des distances variables de la paroi du tube, le gradient de température étant utilisé pour déterminer la température au niveau de la paroi.

6.2 Dispositif de contrôle de la vitesse de circulation

La vitesse de circulation peut être mesurée à l'aide d'un débitmètre placé dans le flux en amont ou en aval des tubes d'échange thermique.

6.3 Mesurage de l'appoint, de l'évaporation et de la purge

Un dispositif de mesurage du débit massique de l'eau d'appoint, d'évaporation et de purge, y compris les valeurs minimales, moyennes et maximales, doit être prévu et mentionné dans le rapport d'essai. Fondamentalement, les vitesses de purge et d'appoint peuvent être mesurées à l'aide de compteurs d'eau et il est alors possible de déduire la vitesse d'évaporation. Le dosage des réactifs peut reposer sur la purge ou sur l'appoint. La purge est normalement contrôlée sur la base de la conductivité de l'eau en circulation, l'appoint étant contrôlé à l'aide d'un régulateur de niveau dans le bassin de la tour de refroidissement.

6.4 Tour de refroidissement

La conception et la capacité de rejet de chaleur de la tour de refroidissement et du garnissage de la tour sont facultatifs mais doivent être consignés dans le rapport. Il peut se produire un dépôt de sels dans la tour de refroidissement en fonction de la conception du système. Un exemple d'appareillage est décrit en B.2. Il est conseillé de procéder à un contrôle visuel de l'intérieur de la tour de refroidissement à l'issue de l'essai.