



Norme  
internationale

**ISO 16784-1**

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

Partie 1:  
**Lignes directrices et exigences pour  
l'évaluation pilote des additifs anti-  
corrosion et anti-encrassement  
pour circuits de refroidissement à  
eau à recirculation ouverts**

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

*Part 1: Guidelines and requirements for conducting pilot-scale  
evaluation of corrosion and fouling control additives for open  
recirculating cooling water systems*

**Deuxième édition  
2024-12**

iTeh Standards  
(<https://standards.iteh.ai>)  
Document Preview

[ISO 16784-1:2024](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/iso/e9eeef95-dcec-4fd0-9bf2-dbedeb38892e/iso-16784-1-2024)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/iso/e9eeef95-dcec-4fd0-9bf2-dbedeb38892e/iso-16784-1-2024>



**DOCUMENT PROTÉGÉ PAR COPYRIGHT**

© ISO 2024

Tous droits réservés. Sauf prescription différente ou nécessité dans le contexte de sa mise en œuvre, 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, ou la diffusion sur l'internet ou sur un intranet, sans autorisation écrite préalable. Une autorisation peut être demandée 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 401 • Ch. de Blandonnet 8  
CH-1214 Vernier, Genève  
Tél.: +41 22 749 01 11  
E-mail: [copyright@iso.org](mailto:copyright@iso.org)  
Web: [www.iso.org](http://www.iso.org)

Publié en Suisse

# Sommaire

	Page
<b>Avant-propos</b> .....	<b>v</b>
<b>Introduction</b> .....	<b>vii</b>
<b>1 Domaine d'application</b> .....	<b>1</b>
<b>2 Références normatives</b> .....	<b>1</b>
<b>3 Termes et définitions</b> .....	<b>2</b>
<b>4 Exigences et recommandations générales</b> .....	<b>2</b>
4.1 Sélection des méthodes d'essai .....	2
4.1.1 Essai en laboratoire et hors site .....	2
4.1.2 Essai sur site .....	2
4.1.3 Essai en ligne .....	2
4.2 Analyse des coûts .....	3
<b>5 Paramètres de conception de l'unité de réception</b> .....	<b>3</b>
5.1 Généralités .....	3
5.2 Matériaux de construction .....	3
5.2.1 Tours de refroidissement .....	3
5.2.2 Film de garnissage .....	4
5.2.3 Surfaces métalliques de transfert non thermique .....	4
5.2.4 Échangeurs de chaleur .....	4
5.3 Instrument de mesure .....	5
5.4 Autres dispositifs de simulation .....	5
<b>6 Paramètres d'exploitation</b> .....	<b>6</b>
6.1 Généralités .....	6
6.2 Température de peau .....	6
6.3 Vitesse de l'eau .....	6
6.4 Temps de séjour .....	6
<b>7 Qualité de l'eau et contamination</b> .....	<b>7</b>
7.1 Généralités .....	7
7.2 Ressources en eau naturelle ou ressources en eau synthétique .....	7
7.3 Eau de différentes sources .....	7
7.3.1 Eau douce .....	7
7.3.2 Eau de mer et eau saumâtre .....	7
7.3.3 Eau recyclée/réutilisée .....	8
7.3.4 Circuits d'appoint doubles et combinés .....	8
7.4 Contamination .....	8
7.4.1 Généralités .....	8
7.4.2 Fuites .....	8
7.4.3 Matières d'origine biologique .....	8
7.4.4 Matières solides en suspension dans l'air et gaz .....	9
<b>8 Paramètres à évaluer dans les unités pilotes</b> .....	<b>9</b>
8.1 Corrosion .....	9
8.1.1 Généralités .....	9
8.1.2 Critères pour les évaluations de la corrosion .....	9
8.1.3 Différents types de corrosion .....	9
8.1.4 Corrosion influencée par les micro-organismes .....	9
8.1.5 Méthodes pour évaluer la corrosion dans les unités pilotes .....	10
8.2 Encrassement .....	10
8.2.1 Commentaire général .....	10
8.2.2 Types d'encrassement côté eau .....	11
8.2.3 Méthodes pour l'évaluation de l'encrassement à l'échelle pilote (voir aussi l'ISO 16784-2) .....	11
8.3 Additifs de traitement de l'eau .....	11
8.3.1 Essais en combinaison .....	11

## ISO 16784-1:2024(fr)

8.3.2	Compatibilité des additifs .....	11
<b>9</b>	<b>Conception des installations d'essai de performances pilotes</b> .....	<b>12</b>
9.1	Objectifs .....	12
9.2	Importance de la simulation de process et d'environnements d'application spécifiques .....	12
9.3	Compromis nécessaires lors des essais de performances pilotes .....	12
9.3.1	Source de chaleur, rendement thermique et température .....	12
9.3.2	Composition chimique de l'eau .....	13
<b>10</b>	<b>Exploitation de l'installation pilote</b> .....	<b>14</b>
10.1	Documentation relative à la conception .....	14
10.1.1	Commentaires généraux .....	14
10.1.2	Équipement .....	14
10.1.3	Traitement de l'eau .....	14
10.2	Répétabilité des résultats et comparaison avec les performances sur le terrain .....	14
10.3	Tenue des registres et rapports .....	15
<b>Annexe A (informative)</b>	<b>Sélection de la méthode de traitement de l'eau de refroidissement en circulation</b> .....	<b>16</b>
<b>Bibliographie</b>	.....	<b>17</b>

# iTeh Standards (<https://standards.iteh.ai>) Document Preview

[ISO 16784-1:2024](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/iso/e9eeef95-dcec-4fd0-9bf2-dbedeb38892e/iso-16784-1-2024)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/iso/e9eeef95-dcec-4fd0-9bf2-dbedeb38892e/iso-16784-1-2024>

## 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](http://www.iso.org/directives)).

L'ISO attire l'attention sur le fait que la mise en application du présent document peut entraîner l'utilisation d'un ou de plusieurs brevets. L'ISO ne prend pas position quant à la preuve, à la validité et à l'applicabilité de tout droit de propriété revendiqué à cet égard. À la date de publication du présent document, l'ISO n'avait pas reçu notification qu'un ou plusieurs brevets pouvaient être nécessaires à sa mise en application. Toutefois, il y a lieu d'avertir les responsables de la mise en application du présent document que des informations plus récentes sont susceptibles de figurer dans la base de données de brevets, disponible à l'adresse [www.iso.org/brevets](http://www.iso.org/brevets). L'ISO ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié tout ou partie de tels droits de brevet.

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 nature volontaire des normes, 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'Organisation mondiale du commerce (OMC) concernant les obstacles techniques au commerce (OTC), voir [www.iso.org/iso/fr/avant-propos.html](http://www.iso.org/iso/fr/avant-propos.html).

Le présent document a été élaboré par le comité technique ISO/TC 156, *Corrosion des métaux et alliages*, en collaboration avec le comité technique CEN/TC 262, *Revêtements métalliques et inorganiques, incluant ceux pour la protection contre la corrosion et les essais de corrosion des métaux et alliages*, du Comité européen de normalisation (CEN) dans le cadre de l'Accord de coopération technique entre l'ISO et le CEN (Accord de Vienne).

Cette seconde édition annule et remplace la première édition (ISO 16784-1:2006), qui a fait l'objet d'une révision technique.

Les principales modifications sont les suivantes:

- l'Introduction a été modifiée;
- des références normatives ont été ajoutées;
- l'[Article 3](#) a été modifié;
- l'[Article 4](#) a été modifié: le titre «Types d'essai» a été remplacé par «Exigences et recommandations générales» et les dernières exigences en matière de protection de l'environnement ont été ajoutées;
- les [Articles 7](#) et [8](#) ont été fusionnés et du contenu relatif aux nouvelles méthodes de traitement de l'eau a été ajouté;
- la Bibliographie a été modifiée.

Une liste de toutes les parties de la série ISO 16784 peut être consultée sur le site web de l'ISO.

## ISO 16784-1:2024(fr)

Il convient que l'utilisateur adresse tout retour d'information ou toute question concernant le présent document à l'organisme national de normalisation de son pays. Une liste exhaustive desdits organismes se trouve à l'adresse [www.iso.org/fr/members.html](http://www.iso.org/fr/members.html).

# iTeh Standards (<https://standards.itih.ai>) Document Preview

[ISO 16784-1:2024](https://standards.itih.ai/catalog/standards/iso/e9eeef95-dcec-4fd0-9bf2-dbedeb38892e/iso-16784-1-2024)

<https://standards.itih.ai/catalog/standards/iso/e9eeef95-dcec-4fd0-9bf2-dbedeb38892e/iso-16784-1-2024>

## Introduction

De nombreux changements se sont produits dans le contexte de développement des entreprises du secteur industriel, au plan mondial, y compris des progrès dans les technologies associées. Alors que l'industrie se développe et que la concurrence s'intensifie, que dans le même temps des exigences plus strictes en matière de pollution sont introduites et que l'eau se raréfie, les entreprises sont tenues de travailler de façon plus sûre, plus écologique et plus économique. Dans de nombreux cas, la qualité de l'eau de refroidissement se dégrade, ce qui entraîne des taux de concentration plus élevés, une corrosion plus importante et une plus grande sensibilité à l'entartrage.

Les technologies de traitement de l'eau de refroidissement ont évolué et leur utilisation est en plein essor. La pollution de l'eau due aux additifs utilisés dans les circuits de refroidissement ayant attiré l'attention du grand public, les additifs écologiques de protection de l'environnement constituent désormais une nouvelle tendance en cours de développement. Les usines doivent parvenir à éliminer tout rejet d'eaux résiduelles. Les traitements de l'eau de refroidissement constituent des moyens efficaces pour maintenir le meilleur rendement d'exploitation possible, préserver la durée de vie des équipements, éliminer la corrosion ainsi que pour éviter l'entartrage, la pollution microbienne et les dépôts sur différentes surfaces de transfert thermique.

# iTeh Standards (<https://standards.iteh.ai>) Document Preview

[ISO 16784-1:2024](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/iso/e9eeef95-dcec-4fd0-9bf2-dbedeb38892e/iso-16784-1-2024)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/iso/e9eeef95-dcec-4fd0-9bf2-dbedeb38892e/iso-16784-1-2024>



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

Partie 1:

## Lignes directrices et exigences pour l'évaluation pilote des additifs anti-corrosion et anti-encrassement pour circuits de refroidissement à eau à recirculation ouverts

### 1 Domaine d'application

Le présent document spécifie des exigences générales et des paramètres pour l'évaluation pilote des additifs antitartre et anti-corrosion dans les circuits de refroidissement à eau à recirculation ouverts. Le présent document couvre des paramètres tels que la conception et l'exploitation de l'unité de réception, la qualité et la contamination de l'eau. Il couvre également la conception et l'exploitation des dispositifs d'essai pilotes ainsi que des paramètres à évaluer dans les unités d'essais pilotes.

Le présent document couvre les critères utilisés dans les programmes d'essais pilotes afin de sélectionner les programmes de traitement de l'eau employés pour des circuits de refroidissement à eau à recirculation ouverts spécifiques.

Le présent document n'est applicable qu'aux circuits de refroidissement à eau à recirculation ouverts. Il ne s'applique pas aux circuits de refroidissement fermés et aux circuits de refroidissement à eau non recyclée.

Le présent document s'applique uniquement aux circuits qui intègrent des échangeurs de chaleur avec tubes et calandre à tubes lisses non revêtus et eau de refroidissement côté tubes. Le présent document ne s'applique pas aux échangeurs de chaleur avec eau côté calandre, aux échangeurs de chaleur à plaques et à joints et/ou aux échangeurs spirales, ainsi qu'aux autres dispositifs d'échange de chaleur. Cependant, lorsque les conditions d'essai sont correctement établies pour simuler la température de peau et la contrainte de cisaillement dans des dispositifs de transfert thermique plus complexes, les résultats d'essai peuvent permettre d'anticiper les résultats obtenus pour ces types d'échangeurs de chaleur en service.

Les critères d'essai établis dans le présent document n'ont pas pour objectif d'imposer le type particulier d'essai au banc et à l'échelle pilote habituellement effectué par les entreprises de traitement des eaux dans le cadre de leurs programmes de développement de produits brevetés. Les entreprises de traitement des eaux peuvent néanmoins utiliser les critères du présent document comme lignes directrices pour créer leurs propres modes opératoires d'essai pour le développement de produits.

### 2 Références normatives

Les documents suivants sont cités dans le texte de sorte qu'ils constituent, pour tout ou partie de leur contenu, des exigences 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 8044, *Corrosion des métaux et alliages — Termes principaux et définitions*

### 3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions de l'ISO 8044 ainsi que les suivants s'appliquent.

L'ISO et l'IEC tiennent à jour des bases de données terminologiques destinées à être utilisées en normalisation, consultables aux adresses suivantes:

- ISO Online browsing platform: disponible à l'adresse <https://www.iso.org/obp>
- IEC Electropedia: disponible à l'adresse <https://www.electropedia.org/>

#### 3.1

##### **encrassement**

dépôt d'une matière quelconque sur une surface de transfert thermique

#### 3.2

##### **rapport entre surface et volume**

rapport S/V

rapport entre la surface totale du métal exposée à l'eau du circuit de refroidissement et le volume total d'eau dans le circuit

### 4 Exigences et recommandations générales

#### 4.1 Sélection des méthodes d'essai

##### 4.1.1 Essai en laboratoire et hors site

Un essai en laboratoire ou un essai en d'autres endroits hors site peut, dans certains cas, se révéler nécessaire pour la sélection des programmes de traitement chimique des eaux de refroidissement. Ce type d'essai peut être employé pour les programmes de mise en service de nouvelles constructions, dans les cas où les circuits en service ne sont pas disponibles ou pour l'évaluation d'autres programmes de traitement. Dans ces cas, il convient d'inclure dans l'évaluation les critères de conception propres au site et les réglementations environnementales concernant le circuit de refroidissement à eau. Il convient d'utiliser les ressources en eau spécifiques du site, chaque fois que cela est possible. Il convient également de respecter autant que possible tous les critères du présent document relatifs aux compositions de l'eau, aux méthodes de traitement de l'eau (voir l'[Annexe A](#)), à la configuration de l'unité de réception, à la conception de l'échangeur de chaleur et aux conditions d'exploitation.

Aucun programme d'essai en laboratoire ou hors site ne peut reproduire intégralement les conditions de l'installation. Certains facteurs spécifiques du site (par exemple fuites, développement microbologique, produits de corrosion, contamination aérienne) peuvent influencer sur le fonctionnement des circuits de refroidissement à eau et sur les performances des programmes de traitement chimique et annuler les résultats de laboratoire ou des programmes d'essai hors site.

##### 4.1.2 Essai sur site

Il convient de procéder autant que possible à l'évaluation sur site des programmes de traitement de l'eau, en utilisant les ressources en eau, la configuration de circuit et les conditions d'exploitation réelles de l'installation et, notamment, celles qui ne peuvent être reproduites en laboratoire.

##### 4.1.3 Essai en ligne

Il convient, chaque fois que cela est possible, de valider tous les essais pilotes hors site, en laboratoire et sur site, en contrôlant les résultats de performances réels en ligne. Les unités pilotes peuvent être adaptées pour le travail en ligne, en utilisant comme alimentation un conduit secondaire provenant du circuit d'eau de refroidissement en circulation de l'installation, court-circuitant la tour de refroidissement de l'unité pilote. Ce type d'essai en ligne valide les essais hors ligne ou en laboratoire. Les circuits de refroidissement peuvent être évalués en ligne; cependant, les données obtenues résulteront de la combinaison du traitement déjà