

NORME  
INTERNATIONALE

ISO  
23780-1

Première édition  
2023-05

---

---

**Navires et technologie maritime —  
Méthode de contrôle des  
performances des capteurs de TRO de  
surveillance continue utilisés à bord  
des navires —**

Partie 1:  
**Capteurs à la DPD**

*Ships and marine technology — Procedure for testing the  
performance of continuous monitoring TRO sensors used in ships —*

*Part 1: DPD sensors*

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/d1114df3-55ed-4bd3-a550-d0c69c31f71c/iso-23780-1-2023>



Numéro de référence  
ISO 23780-1:2023(F)

© ISO 2023

iTeh STANDARD PREVIEW  
(standards.iteh.ai)

ISO 23780-1:2023

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/d11f4df3-55ed-4bd3-a550-d0c69c31f71c/iso-23780-1-2023>



**DOCUMENT PROTÉGÉ PAR COPYRIGHT**

© ISO 2023

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>iv</b>
<b>Introduction</b> .....	<b>v</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>1</b>
<b>4 Détermination du mode opératoire de mesure</b> .....	<b>3</b>
<b>5 Préparation de l'essai</b> .....	<b>4</b>
5.1 Confirmation de la concentration efficace en chlore .....	4
5.2 Préparation de la solution d'étalon chlorée .....	5
5.3 Vérification de la solution étalon .....	5
5.4 Interférences .....	5
5.4.1 Généralités .....	5
5.4.2 Salinité .....	5
5.4.3 Composés de manganèse .....	5
5.4.4 Couleur et turbidité .....	5
5.4.5 Oxygène dissous .....	6
5.4.6 Température .....	6
5.5 Modes opératoires pour déterminer l'impact sur les interférences .....	6
5.5.1 Généralités .....	6
5.5.2 Salinité .....	6
5.5.3 Température .....	6
5.5.4 Turbidité (facultative) .....	6
5.6 Équipement et appareillage d'essai .....	7
<b>6 Essai préliminaire (liste de contrôle et méthode/spécifications)</b> .....	<b>8</b>
6.1 Généralités .....	8
6.2 Essai du niveau d'eau anormal .....	8
6.3 Essai de température de l'échantillon .....	8
<b>7 Modes opératoires d'essai</b> .....	<b>9</b>
7.1 Essai principal .....	9
7.1.1 Généralités .....	9
7.1.2 Essai de linéarité .....	9
7.1.3 Essai de dérive au zéro .....	10
7.1.4 Essai LDM (limite de détection de la méthode) .....	10
7.1.5 Essai de répétabilité et de dérive au point d'échelle .....	11
7.1.6 Essai du temps de réponse .....	12
7.1.7 Essai de performance totale .....	13
7.1.8 Essai de validité du réactif .....	13
7.2 Essai d'environnement de l'unité à capteur de TRO .....	14
7.2.1 Généralités .....	14
7.2.2 Éléments d'essai .....	14
7.2.3 Essai IP .....	14
7.2.4 Essai d'explosion .....	14
7.3 Rapport d'essai .....	14
<b>Annexe A (normative) Installations du banc d'essai</b> .....	<b>16</b>
<b>Annexe B (normative) Informations à fournir par le fabricant</b> .....	<b>18</b>
<b>Annexe C (normative) Fiche technique de la concentration en chlore</b> .....	<b>19</b>
<b>Bibliographie</b> .....	<b>20</b>

## 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'attention est attirée 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](http://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 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](http://www.iso.org/iso/fr/avant-propos).

Le présent document a été élaboré par le comité technique ISO/TC 8, *Navires et technologie maritime*.

Une liste de toutes les parties de la série ISO 23780 se trouve sur le site web de l'ISO.

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).

## Introduction

L'Organisation maritime internationale (OMI) a adopté la Convention internationale pour le contrôle et la gestion des eaux de ballast et sédiments des navires (Convention BWM) en 2004.<sup>[1]</sup> Cette Convention est entrée en vigueur en septembre 2017 et impose que des systèmes de gestion des eaux de ballast (BWMS) soient installés à bord des navires suivant un calendrier de mise en œuvre au cours des années suivantes. La Convention exige que l'utilisation de substances actives par les BWMS soit évaluée en appliquant la *Procédure d'approbation des systèmes de gestion des eaux de ballast qui utilisent des substances actives* (Procédure G9 de la Convention)<sup>[2]</sup> afin de s'assurer que l'utilisation du BWMS n'entraîne pas de risque inacceptable pour l'environnement, la santé humaine, les biens ou les ressources. Les oxydants sont une substance active importante associée à certains systèmes de traitement. L'oxydant résiduel total (TRO) est un paramètre critique de contrôle du processus de traitement par les technologies utilisant des oxydants, lors de la prise et du rejet. Des capteurs de TRO sont également utilisés pour la surveillance de la conformité (concentration maximale autorisée des rejets) des rejets d'un navire.

Les capteurs qui surveillent le TRO sont utilisés dans le traitement des eaux de ballast afin de contrôler à la fois la dose d'oxydant lors de la prise d'eau de ballast, et la neutralisation de l'oxydant lors du rejet d'eau de ballast. Au cours de la prise, le capteur de TRO sert à surveiller et contrôler l'ajout d'oxydant. Lequel variera en fonction de la demande en oxydant (en raison de la matière organique) de l'eau en cours de traitement. Pendant le rejet, le capteur de TRO surveille et contrôle la neutralisation de tout oxydant résiduel avant le rejet en mer, en cohérence avec l'approbation du Comité de protection du milieu marin (MEPC) de l'OMI. Par conséquent, le capteur de TRO est censé assurer un contrôle fiable en temps réel.

La N,N-diéthyl-*p*-phénylènediamine (DPD) est utilisée pour l'analyse colorimétrique du chlore total et du chlore libre (Cl<sub>2</sub>) car elle réagit avec l'acide hypochloreux et les ions hypochlorite. La plupart des méthodes conventionnelles d'analyse du TRO s'appliquent au traitement de l'eau potable et de l'eau à faible salinité dans les installations terrestres. L'utilisation de ces méthodes permet de réaliser la majorité des mesurages de TRO dans des conditions d'environnement stables, par exemple en matière de débit continu et de propriétés de l'eau. En revanche, les mesures de TRO des BWMS doivent tenir compte de la variabilité des conditions. Plusieurs facteurs affectent les mesurages de TRO. Par exemple, les sels et autres ions présents dans l'eau de mer peuvent affecter le développement d'une couleur spécifique qui est quantitativement liée à la concentration de TRO dans l'eau. Le pH et la température de l'eau peuvent également affecter le potentiel d'oxydation du Cl<sub>2</sub> dans l'eau, ce qui interfère sur le mesurage du TRO. La production d'une couleur relativement faible peut résulter des effets d'ombre des particules ou de la matière organique dans l'eau.

Le contrôle des performances des capteurs de TRO dans l'eau s'effectue actuellement conformément à l'ISO 7393-3. Cette méthode convient pour l'eau potable et les autres eaux lorsque des halogènes supplémentaires tels que le brome, l'iode et d'autres agents oxydants sont présents en quantités pratiquement négligeables. L'eau de mer et les eaux contenant des bromures et des iodures comprennent un groupe qui nécessite la mise en œuvre de modes opératoires spéciaux. Les capteurs de TRO sont désormais utilisés sur les navires, qui naviguent souvent dans des eaux marines, et aucune méthode ne permet actuellement d'évaluer les substances qui peuvent potentiellement affecter les eaux à bord des navires et les eaux marines.



# Navires et technologie maritime — Méthode de contrôle des performances des capteurs de TRO de surveillance continue utilisés à bord des navires —

## Partie 1: Capteurs à la DPD

### 1 Domaine d'application

Le présent document spécifie une méthode qui permet de s'assurer des performances des capteurs de TRO de surveillance continue qui peuvent être installés dans un BWMS ou à un autre endroit d'un navire, en tenant compte des facteurs environnementaux associés aux conditions à bord du navire, des variations d'humidité et de température ainsi que de l'état prévisible de la mer. Le présent document est destiné à être utilisé par les fabricants de BWMS, les fabricants de capteurs, les organismes d'essai et les armateurs afin de vérifier les performances d'une unité à capteur de TRO.

Le présent document est destiné à fournir des exigences et des recommandations pour les capteurs de TRO qui utilisent la méthode à la N,N-diéthyl-1,4-phénylènediamine (DPD). Ces exigences et recommandations sont applicables aux essais des unités à capteur de TRO en laboratoire, avant l'installation. Le présent document identifie:

- les caractéristiques de performance à définir par les fabricants de capteurs de TRO utilisés dans l'environnement de traitement à bord des navires (gamme de salinité, par exemple);
- les modes opératoires de pré-qualification et de contrôle des performances pour produire une documentation sur les capacités des instruments;
- les modes opératoires de contrôle des performances à utiliser dans différentes conditions d'environnement.

### 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).

IACS UR E10, *Test specification for type approval (disponible en anglais seulement)*.

ISO 7393-2, *Qualité de l'eau — Dosage du chlore libre et du chlore total — Partie 2: Méthode colorimétrique à la N,N-dialkylphénylène-1,4 diamine destinée aux contrôles de routine*

IEC 60529, *Degrés de protection procurés par les enveloppes (code IP)*

IEC 60079 (toutes les parties), *Atmosphères explosives*

ISO/IEC 17025, *Exigences générales concernant la compétence des laboratoires d'étalonnages et d'essais*

### 3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions 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

#### **niveau d'eau anormal**

niveau d'eau minimal qui peut être mesuré dans une cellule de mesure

### 3.2

#### **substance active**

##### **SA**

substance ou organisme, y compris un virus ou un champignon, qui agit de manière générale ou spécifique sur ou contre des organismes aquatiques nuisibles et des agents pathogènes

[SOURCE: OMI, Résolution MEPC.169(57):2008, 2.1]

### 3.3

#### **solution d'étalonnage**

solution contenant une substance ou un mélange de substances donnant une valeur définie de la *caractéristique à déterminer* (3.4) et utilisée pour l'étalonnage du *capteur d'oxydant résiduel total* (3.11)

### 3.4

#### **caractéristique à déterminer**

propriété ou substance qu'il faut mesurer et qui doit être présente dans la *solution d'étalonnage* (3.3) ou que cette dernière doit refléter

[SOURCE: ISO 15839:2003, 3.13]

### 3.5

#### **essai de validité du réactif**

essai de stabilité de la solution tampon et du réactif indicateur requis pour le mesurage de l'*oxydant résiduel total* (3.10)

### 3.6

#### **temps de réponse**

intervalle de temps entre l'instant où le *capteur d'oxydant résiduel total* (3.11) est soumis à une *solution zéro* (3.14) de la valeur de la *caractéristique à déterminer* (3.4) et l'instant où les lectures franchissent une bande définie par la *solution au point d'échelle* (3.8) à 90 %

### 3.7

#### **dérive au point d'échelle**

variation de la valeur indiquée pour le point d'échelle du dispositif de mesure pendant une certaine période

### 3.8

#### **solution au point d'échelle**

solution ayant un certain pourcentage de concentration d'analyte sur la plage de mesure spécifiée pour l'instrument

### 3.9

#### **solution étalon**

ensemble de solutions de référence simples ou synthétiques ayant différentes concentrations d'analyte

Note 1 à l'article: La solution zéro est, en principe, la solution ayant une concentration d'analyte nulle.

**3.10****oxydant résiduel total****TRO (Total Residual Oxidant)**

quantité totale de composés oxydants présents dans l'eau, y compris les composés biocides ajoutés par injection chimique, électrolyse ou ozonation, tels que le chlore gazeux, le dioxyde de chlore (ClO<sub>2</sub>), l'ozone (O<sub>3</sub>) ou les produits chimiques rapidement convertis en hypochlorite de sodium

Note 1 à l'article: Les TRO comprennent également les composés issus de réactions avec des oxydants primaires, tels que les hypohalogénures, les acides hypohalogéneux, les chloramines, les bromamines et les composés à liaison N-Cl.

Note 2 à l'article: Il convient que le fabricant du système de gestion des eaux de ballast (BWMS) définisse les substances actives qu'il y a lieu de contrôler comme prévu par une évaluation des risques du BWMS. Un BWMS avec une substance active définie par le fabricant serait ensuite évalué avec un potentiel d'oxydation équivalent de TRO. Par conséquent, le terme TRO dans cette application des BWMS revêt un caractère plutôt conceptuel. Même certaines substances potentielles présentes dans l'eau traitée telles que le chlore gazeux, les chloramines et autres sous-produits de désinfection, ne sont pas prises en compte et proposées comme substance active ou TRO par le fabricant.

**3.11****capteur d'oxydant résiduel total****capteur de TRO**

capteur mesurant la concentration en *oxydant résiduel total* ([3.10](#))

**3.12****unité à capteur de TRO****TSU (TRO Sensor Unit)**

dispositif conçu pour des processus qui nécessitent un contrôle direct des niveaux d'*oxydant résiduel total* (TRO) ([3.10](#))

Note 1 à l'article: Cette unité contrôle les niveaux de concentration en TRO pendant le ballastage et le déballastage.

Note 2 à l'article: Il convient qu'elle se compose d'une solution tampon, d'un indicateur et d'une cellule de mesure d'échantillon séparée.

**3.13****dérive au zéro**

variation de la valeur indiquée pour le zéro du dispositif de mesure sur une période de temps spécifiée

**3.14****solution zéro**

solution sans oxydant résiduel, telle que de l'eau purifiée, qui peut être utilisée en tant que solution au point zéro

**4 Détermination du mode opératoire de mesure**

L'essai de laboratoire est conçu pour démontrer les caractéristiques de performance du capteur de TRO qui sera installé dans les systèmes de gestion des eaux de ballast.

Le fabricant doit vérifier les exigences générales de l'unité à capteur de TRO (TSU) conformément à l'[Annexe A](#). Le fabricant doit également communiquer à l'organisme d'essai, tel que spécifié à l'[Annexe B](#), les informations permettant de réaliser l'évaluation des performances de la TSU en laboratoire. Les installations du banc d'essai (voir l'[Annexe A](#)) peuvent être légèrement différentes pour chaque environnement d'essai. Cependant, les conditions suivantes doivent être appliquées dans tous les instruments.

Les installations du banc d'essai doivent satisfaire aux exigences spécifiées par le fabricant des instruments. Les installations doivent donner la possibilité d'enregistrer (manuellement ou automatiquement) les lectures de l'équipement du capteur sous une forme analogique ou numérique.

Le cas échéant, il doit être possible de changer la valeur de la caractéristique à déterminer de la solution d'étalonnage qui est mesurée par l'instrument, sur un intervalle de temps inférieur à 10 % du temps de réponse déclaré par le fabricant. La détermination de la turbidité et de la conductivité électrique sont des exemples types de cas où cette modification n'est pas appropriée. Les installations doivent comprendre des instruments de laboratoire permettant l'analyse de la ou des caractéristiques à déterminer. Les méthodes utilisées et les résultats d'essai doivent être consignés (voir 7.3).

Après confirmation des performances relatives aux interférences avec le capteur de TRO (voir 5.4 et 5.5), il convient que le fabricant les communique à l'organisme d'essai et il convient que ce dernier vérifie ensuite les performances indiquées par le fabricant.

La Figure 1 est un schéma du mode opératoire d'essai.

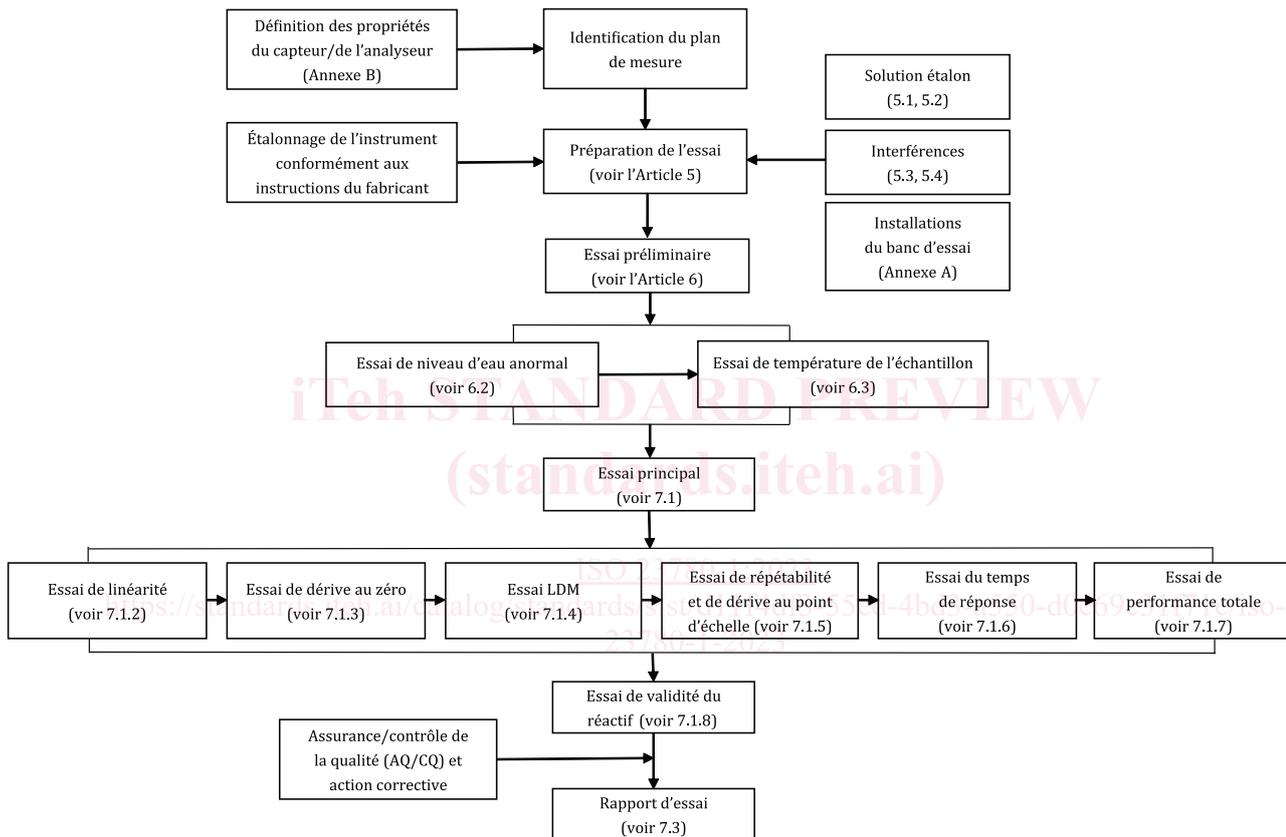


Figure 1 — Schéma du mode opératoire d'essai

## 5 Préparation de l'essai

### 5.1 Confirmation de la concentration efficace en chlore

Il existe deux méthodes pour préparer une solution étalon chlorée: solide et liquide. Quelle que soit la méthode utilisée, il est nécessaire de déterminer la concentration efficace en chlore avant de préparer la solution étalon. Les étapes pour la détermination de la concentration efficace en chlore doivent s'effectuer conformément à l'Annexe C.

## 5.2 Préparation de la solution d'étalon chlorée

La solution étalon doit être préparée au moment de l'essai et être vérifiée conformément à l'ISO 7393-2, en utilisant le mode opératoire suivant:

- a) solution étalon mère (1 000 mg/l): Dissoudre la quantité obtenue en [5.3](#) ou le réactif liquide quantifié et compléter à 1 000 ml avec de l'eau distillée;
- b) verser 100 ml de la solution étalon mère (hypochlorite de calcium) dans 9,9 l d'eau distillée mesurée dans un contenant (= 10 mg/l);
- c) pour le résultat de cette analyse, il convient de diluer l'échantillon et de procéder à une nouvelle analyse si la valeur mesurée est en dehors de la spécification de l'instrument.

## 5.3 Vérification de la solution étalon

- a) Vérifier que la solution étalon n'est pas arrivée à expiration, en mesurant deux fois les valeurs de la solution d'eau de mer au point d'échelle à 50 %, juste après la préparation de la solution puis en laissant s'écouler un certain laps de temps.
- b) Une nouvelle solution étalon liquide doit être préparée à partir d'hypochlorite de calcium solide juste avant chaque essai. Elle doit être directement mise au rebut après la fin de l'essai.

## 5.4 Interférences

### 5.4.1 Généralités

Le présent paragraphe identifie les potentielles sources d'interférences pour les mesurages. Au cours de cet essai, un mode opératoire de mesure est proposé pour tenir compte de l'effet de ces interférences.

La méthode à la N,N-diéthyl-1,4-phénylènediamine (DPD) détecte les oxydants utilisés comme désinfectants: le chlore ( $\text{Cl}_2$ ), le dioxyde de chlore ( $\text{ClO}_2$ ), l'ozone ( $\text{O}_3$ ), le brome ( $\text{Br}_2$ ) et les sous-produits de désinfection tels que les chlorites, les chlorates, les bromites et les bromates.

Selon l'équipement du capteur de TRO et les conditions ambiantes de l'essai, l'organisme d'essai doit préparer le banc d'essai, contrôler l'équipement et le soumettre à essai conformément aux [Annexes A](#) et [B](#).

L'essai d'étalonnage du capteur de TRO doit être réalisé en tenant compte de la turbidité, de la salinité et de la température.

### 5.4.2 Salinité

Les ions halogénures des solutions salines peuvent entraîner une réaction colorée relativement faible, ce qui affecte les mesurages de TRO dans l'eau de mer.

### 5.4.3 Composés de manganèse

L'état d'oxydation du manganèse peut varier de +2 à +7. Les états d'oxydation plus élevés, en général de +3 à +7, affecteront la méthode à la DPD. Le chlore libre réagit pour oxyder les composés de manganèse solubles.

### 5.4.4 Couleur et turbidité

L'interférence due à la turbidité et à la couleur de l'eau constitue un problème critique lors de l'application des modes opératoires colorimétriques. Pour certains paramètres, une filtration préliminaire peut être effectuée afin d'éliminer la matière particulaire de l'échantillon sans aucune modification du potentiel de l'oxydant ni aucun temps de latence pour la mesure. La couleur résiduelle de l'échantillon est « remise à zéro » à la longueur d'onde de mesure.