

---

---

**Qualité de l'eau — Évaluation de la  
biodégradabilité aérobie des composés  
organiques présents en faibles  
concentrations —**

Partie 2:

**Modèle de cours d'eau à courant continu  
avec biomasse associée**

*Water quality — Evaluation of the aerobic biodegradability of organic  
compounds at low concentrations —  
Part 2: Continuous flow river model with attached biomass*



**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 14592-2:2002](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/57f8aff9-8e11-4057-9c27-b87155283429/iso-14592-2-2002)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/57f8aff9-8e11-4057-9c27-b87155283429/iso-14592-2-2002>

© ISO 2002

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](mailto:copyright@iso.org)  
Web [www.iso.org](http://www.iso.org)

Version française parue en 2003

Publié en Suisse

## Sommaire

Page

Avant-propos .....	iv
Introduction .....	v
1 <b>Domaine d'application</b> .....	1
2 <b>Référence normative</b> .....	2
3 <b>Termes, définitions et symboles</b> .....	2
4 <b>Principe</b> .....	5
5 <b>Réactifs et milieux</b> .....	5
6 <b>Appareillage</b> .....	6
7 <b>Environnement d'essai</b> .....	7
8 <b>Mode opératoire</b> .....	7
9 <b>Calculs</b> .....	10
10 <b>Validité de l'essai</b> .....	13
11 <b>Rapport d'essai</b> .....	13
<b>Annexe A</b> (informative) <b>Exemple d'expression des résultats</b> .....	14
<b>Bibliographie</b> .....	17

[ISO 14592-2:2002](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/57f8aff9-8e11-4057-9c27-b87155283429/iso-14592-2-2002)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/57f8aff9-8e11-4057-9c27-b87155283429/iso-14592-2-2002>

## 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.

L'attention est appelée sur le fait que certains des éléments de la présente partie de l'ISO 14592 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.

La Norme internationale ISO 14592-2 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 147, *Qualité de l'eau*, sous-comité SC 5, *Méthodes biologiques*.

L'ISO 14592 comprend les parties suivantes, présentées sous le titre général *Qualité de l'eau — Évaluation de la biodégradabilité aérobie des composés organiques présents en faibles concentrations*:

- *Partie 1: Essai en lots de flacons agités avec des eaux de surface ou des suspensions eaux de surface/sédiments*
- *Partie 2: Modèle de cours d'eau à courant continu avec biomasse associée*

L'annexe A est donnée uniquement à titre d'information.

## Introduction

La présente Norme internationale comprend deux parties. La Partie 1 décrit un essai de disparition par lots avec des eaux de surface avec ou sans suspension de sédiments, simulant soit un environnement aquatique pélagique, soit une interface eau/sédiment. La Partie 2 décrit un système à courant continu simulant un cours d'eau avec une biomasse associée à des surfaces stationnaires.

L'essai a été spécifiquement mis au point pour fournir des informations sur le comportement de biodégradation et les cinétiques de dégradation de composés d'essai présents en faibles concentrations, c'est-à-dire suffisamment basses pour assurer qu'elles simulent des cinétiques de biodégradation que l'on rencontrerait dans des systèmes environnementaux naturels.

La méthode de la présente norme vise à déterminer la biodégradation primaire dans un système d'essai en mode continu simulant un cours d'eau. Des informations sur le comportement de biodégradabilité du composé d'essai (par exemple à des concentrations d'essai usuelles pour les essais de biodégradation normalisés) et, si possible, des informations sur la dégradabilité abiotique ou l'élimination (photolyse, adsorption ou élimination par exemple) dans des conditions comparables à celles du modèle de cours d'eau, ainsi que les données physico-chimiques correspondantes (par exemple solubilité dans l'eau, coefficient d'adsorption  $K_{oc}$ ) doivent être disponibles avant de procéder à l'essai afin de planifier l'expérience et d'interpréter les résultats convenablement.

## iTeh STANDARD PREVIEW (standards.iteh.ai)

[ISO 14592-2:2002](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/57f8aff9-8e11-4057-9c27-b87155283429/iso-14592-2-2002)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/57f8aff9-8e11-4057-9c27-b87155283429/iso-14592-2-2002>

**iTeh STANDARD PREVIEW**  
**(standards.iteh.ai)**

ISO 14592-2:2002

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/57f8aff9-8e11-4057-9c27-b87155283429/iso-14592-2-2002>

# Qualité de l'eau — Évaluation de la biodégradabilité aérobie des composés organiques présents en faibles concentrations —

## Partie 2:

### Modèle de cours d'eau à courant continu avec biomasse associée

**AVERTISSEMENT ET PRÉCAUTIONS DE SÉCURITÉ** — Les boues activées, les eaux usées et les effluents contiennent des organismes potentiellement pathogènes. C'est pourquoi il convient de prendre les mesures de précaution appropriées lors de leur manipulation. Il est recommandé de faire preuve de prudence lors de la manipulation de composés d'essai toxiques et dangereux et de ceux dont les propriétés sont inconnues. Il convient de respecter les règles et réglementations en vigueur en cas de manipulation de composés radio-marqués.

## 1 Domaine d'application

La présente partie de l'ISO 14592 spécifie une méthode pour l'évaluation de la biodégradabilité de composés d'essai organiques par des micro-organismes aérobies dans les eaux naturelles au moyen d'un modèle de cours d'eau à courant continu avec biomasse associée.

La présente partie de l'ISO 14592 s'applique aux composés d'essai organiques présents en concentrations plus faibles que celles des substrats carbonés naturels également présents dans le système. Dans ces conditions, les composés d'essai ont la fonction de substrat secondaire, et il est attendu que la cinétique de biodégradation soit du premier ordre (cinétique «sans croissance»).

La présente partie de l'ISO 14592 s'applique aux composés d'essai organiques qui, dans les conditions d'essai et à la concentration choisie pour l'essai, sont

- solubles dans l'eau;
- détectables quantitativement par des méthodes d'analyse appropriées ou disponibles sous forme radio-marquée;
- non volatils en solution aqueuse (par exemple, constante de Henry  $< 1 \text{ Pa}\cdot\text{m}^3/\text{mole}$ );
- non adsorbés de manière significative;
- non photolysés;
- non inhibiteurs pour les micro-organismes du système d'essai.

L'utilisation de cette méthode d'essai n'est pas recommandée comme preuve de la biodégradation ultime (minéralisation), qui peut s'évaluer de manière plus fiable en utilisant d'autres essais normalisés (voir l'ISO/TR 15462).

## 2 Référence normative

Le document normatif suivant contient des dispositions qui, par suite de la référence qui y est faite, constituent des dispositions valables pour la présente partie de l'ISO 14592. Pour les références datées, les amendements ultérieurs ou les révisions de ces publications ne s'appliquent pas. Toutefois, les parties prenantes aux accords fondés sur la présente partie de l'ISO 14592 sont invitées à rechercher la possibilité d'appliquer l'édition la plus récente du document normatif indiqué ci-après. Pour les références non datées, la dernière édition du document normatif en référence s'applique. Les membres de l'ISO et de la CEI possèdent le registre des Normes internationales en vigueur.

ISO/TR 15462 *Qualité de l'eau — Sélection d'essais de biodégradabilité*

## 3 Termes, définitions et symboles

### 3.1 Termes et définitions

Pour les besoins de la présente partie de l'ISO 14592, les termes et définitions suivants s'appliquent.

#### 3.1.1

##### **biodégradation aérobie ultime**

décomposition d'un composé chimique ou d'une matière organique par des micro-organismes en présence d'oxygène, en dioxyde de carbone, eau et sels minéraux des autres éléments éventuellement présents (minéralisation), et production d'une nouvelle biomasse

NOTE La minéralisation totale peut être différente de la biodégradation aérobie ultime car la minéralisation totale inclut la minéralisation secondaire des produits de biosynthèse. En conséquence, la cinétique peut dévier de la cinétique du premier ordre, en particulier vers la fin de l'essai. Dans la présente partie de l'ISO 14592, la biodégradation aérobie primaire est déterminée lorsqu'une analyse spécifique de la substance est utilisée, et la minéralisation totale est déterminée lorsque des composés radio-marqués sont utilisés.

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/57f8aff9-8e11-4057-9c27-b87155283429/iso-14592-2-2002>

#### 3.1.2

##### **biodégradation primaire**

modification structurale (transformation) d'un composé chimique par des micro-organismes résultant en la perte d'une propriété spécifique de ce composé

#### 3.1.3

##### **demande biochimique en oxygène**

##### **DBO**

concentration massique d'oxygène dissous consommé dans des conditions déterminées par l'oxydation biologique aérobie d'un composé chimique ou d'une matière organique dans l'eau

NOTE Elle est, dans ce cas, exprimée en milligrammes d'oxygène absorbé par milligramme ou gramme de composé d'essai.

#### 3.1.4

##### **carbone organique dissous**

##### **COD**

partie du carbone organique présent dans un échantillon d'eau qui ne peut être éliminée par une séparation spécifiée des phases

NOTE La séparation des phases peut être obtenue, par exemple, par centrifugation de l'échantillon d'eau à 40 000 m/s<sup>2</sup> pendant 15 min ou par filtration sur membrane dont le diamètre des pores est de 0,45 µm.



### 3.1.5 phase de latence

$t_{\text{latence}}$

(système d'essai à circulation continue) période entre le début d'un essai et le moment où une dégradation significative (environ 10 % du niveau maximal de dégradation) peut être mesurée

NOTE La phase de latence est exprimée en jours (j).

### 3.1.6 degré de biodégradation

(système d'essai à circulation continue) quantité biodégradée moyenne d'un composé d'essai, calculée à partir des concentrations mesurées à l'entrée et la sortie du système

NOTE Le degré de biodégradation est déterminé lorsque aucune dégradation ne peut plus être mesurée et est exprimé en pourcentage.

### 3.1.7 état permanent

(système d'essai à circulation continue avec alimentation constante) état où la concentration d'un composé d'essai reste constante en tout lieu et à tout moment

### 3.1.8 substrat primaire

source majeure de carbone et d'énergie essentielle à la croissance ou au maintien des micro-organismes

### 3.1.9 substrat secondaire

élément de substrat présent à des concentrations si faibles que, par sa dégradation, seules des quantités insignifiantes de carbone et d'énergie sont fournies aux micro-organismes, par comparaison avec le carbone et l'énergie fournis par la dégradation des substrats primaires

### 3.1.10 constante de vitesse de dégradation

$k$

constante de vitesse pour cinétique de premier ordre ou de pseudo-premier ordre, qui indique la vitesse des processus de dégradation

NOTE 1 La constante de vitesse de dégradation est exprimée en inverse de jours ( $j^{-1}$ ).

NOTE 2 Dans le cadre d'une expérience par lots,  $k$  est estimée à partir de la partie initiale de la courbe de dégradation obtenue après la fin de la phase de latence. Dans le cadre de systèmes d'essai fonctionnant en continu,  $k$  peut être estimée à partir d'un bilan massique sur le réacteur en utilisant les données recueillies en conditions d'état permanent.

### 3.1.11 demi-vie de dégradation

$T_{1/2}$

caractéristique de la vitesse d'une réaction du premier ordre: intervalle de temps nécessaire à une réduction de la concentration par un facteur de deux

NOTE 1 La demi-vie de dégradation est exprimée en jours (j).

NOTE 2 La demi-vie de dégradation et la constante de vitesse de dégradation sont liées par l'équation suivante:

$$T_{1/2} = \ln 2 / k$$

NOTE 3 Il convient de ne pas confondre la demi-vie de dégradation  $T_{1/2}$  pour les réactions du premier ordre avec la durée de demi-vie,  $T_{50}$ , qui est souvent utilisée pour décrire le comportement environnemental des pesticides, et qui correspond simplement au temps nécessaire pour atteindre 50 % de la biodégradation totale. La durée de demi-vie  $T_{50}$  peut être dérivée de courbes de dégradation sans faire d'hypothèses sur les cinétiques.

### 3.2 Symboles

Symbole	Description	Unité
$b$	largeur d'un plateau	mètres (m)
$c^1)$	concentration molaire résiduelle du composé d'essai	micromoles par litre ( $\mu\text{mol/l}$ )
$c_0$	concentration molaire initiale du composé d'essai à l'entrée du plateau 1	micromoles par litre ( $\mu\text{mol/l}$ )
$c_n$	concentration molaire finale du composé d'essai à la sortie du plateau $n$	micromoles par litre ( $\mu\text{mol/l}$ )
$D_s$	degré de biodégradation	pourcentage
$d$	profondeur de la couche d'eau au-dessus des billes de verre	mètres (m)
$r_d$	vitesse de biodégradation	microgrammes par litre par jour [ $\mu\text{g}/(\text{l}\cdot\text{j})$ ]
$k_{\text{eff}}$	constante de vitesse de biodégradation	inverse de jours ( $\text{j}^{-1}$ )
$n$	numéro du dernier plateau	
$S$	section d'écoulement libre d'un plateau	mètres carrés ( $\text{m}^2$ )
$T_{1/2}$	demi-vie de dégradation	jours (j)
$q_V$	débit	mètres cubes par jour ( $\text{m}^3/\text{j}$ )
$v_x$	vitesse d'écoulement axial	mètres par jour (m/j)
$x_n$	distance entre le plateau 1 et le plateau $n$	mètres (m)
$\rho^1)$	concentration massique résiduelle du composé d'essai	microgrammes par litre ( $\mu\text{g/l}$ )
$\rho_b$	concentration massique de la biomasse	microgrammes par litre ( $\mu\text{g/l}$ )
$\rho_0$	concentration massique initiale du composé d'essai à l'entrée du plateau 1	microgrammes par litre ( $\mu\text{g/l}$ )
$\rho_n$	concentration massique finale du composé d'essai à la sortie du plateau $n$	microgrammes par litre ( $\mu\text{g/l}$ )
$\rho_s$	concentration massique du substrat	microgrammes par litre ( $\mu\text{g/l}$ )

1) Dans l'ISO 31-8-13:1992,  $c$  est défini comme le symbole pour la «concentration molaire», exprimée en moles par litre, et dans l'ISO 31-8-11.2:1992,  $\rho$  est défini comme le symbole pour la «concentration massique», exprimée en kilogrammes par litre. On remarque que dans l'ISO 31, la «concentration» du composé d'essai dans la solution est exprimée de deux manières:

- « $\rho$ » est la masse du composé d'essai par unité de volume;
- « $c$ » est utilisé spécifiquement pour le nombre de moles du composé d'essai par unité de volume.

## 4 Principe

Le système d'essai consiste en une ou plusieurs unités d'essai (cascades) contenant chacune sept plateaux. Une cascade à action continue fonctionne sur la base d'un temps de rétention hydraulique moyen de l'eau d'essai de 24 h. L'eau d'essai contenant du carbone organique est employée comme source principale de carbone et d'énergie (substrat primaire) pour les micro-organismes. Le composé d'essai organique ou la substance de référence est ajouté à l'influent des cascades comme substrat secondaire, de préférence à la plus faible concentration possible, après le développement d'une biomasse suffisante. La concentration massique d'essai est dépendante des cinétiques du premier ordre escomptées et des outils d'analyse (analyses spécifiques de la substance ou composés d'essai radio-marqués) employés. Il convient qu'elle ne dépasse pas 200 µg/l. Les dosages du COD ne sont pas appropriés pour la détermination de la biodégradation car les concentrations d'essai nécessaires sont trop élevées. L'eau d'essai est échantillonnée à intervalles réguliers, et la concentration du composé d'essai ou de la substance de référence est mesurée. Dans des conditions d'état permanent, la différence entre les concentrations en entrée et en sortie de la cascade est utilisée pour déterminer le degré de biodégradation et pour tracer des courbes de dégradation (voir l'annexe A). Dans ce système d'essai, la constante de vitesse de dégradation et la demi-vie de dégradation du composé d'essai et de la substance de référence sont calculées en utilisant les mesures dérivées en conditions d'état permanent. Ces données, les courbes de dégradation et toute autre information disponible sont utilisées pour évaluer la biodégradabilité du composé d'essai.

## 5 Réactifs et milieux

### 5.1 Réactifs

Utiliser exclusivement des réactifs de qualité analytique reconnue et des composés radio-marqués de grande pureté radiochimique.

**5.1.1 Eau déionisée**, contenant moins de 1 mg/l de COD.

**5.1.2 Bicarbonate de sodium** ( $\text{NaHCO}_3$ ) ou tout autre tampon approprié (facultatif), pour tamponner l'eau d'essai. (Une concentration massique de 50 mg/l s'est révélée appropriée.)

**5.1.3 Chlorure mercurique** ( $\text{HgCl}_2$ ) (facultatif), à une concentration massique de 10 g/l, dont 20 ml/l est ajouté à l'échantillon d'eau contenant le composé d'essai ou la substance de référence afin de stopper toute activité biologique.

**5.1.4 Azoture de sodium** ( $\text{NaN}_3$ ), (facultatif), ajouté à une concentration massique comprise entre 10 g/l et 20 g/l à l'échantillon d'eau contenant le composé d'essai ou la substance de référence afin de stopper toute activité biologique.

### 5.2 Eau d'essai

Prélever un échantillon d'eau de distribution ou d'eau de surface (provenant d'étangs ou de rivières, par exemple) et en déterminer la dureté (6.2.11), l'alcalinité (6.2.6), le COD (6.2.3), l'azote ammoniacal (6.2.9) et le phosphore (6.2.10). Il convient que cette eau d'essai ait une concentration massique en COD comprise entre 3 mg/l et 5 mg/l, et des concentrations massiques en azote ammoniacal ( $\text{NH}_4\text{-N}$ ) et en phosphore (P) < 1 mg/l chacune. De l'eau de surface appropriée peut être utilisée directement.

En cas d'utilisation d'eau de distribution, ou si la concentration en COD de l'eau de surface est trop faible, il est nécessaire d'ajouter un milieu organique pour atteindre la concentration requise en COD. Se procurer le milieu organique à partir d'un effluent d'une station d'épuration municipale ou d'une station de traitement en laboratoire (pour la composition, voir par exemple l'ISO 11733 [1]). Remplir un récipient de stockage avec l'effluent provenant du clarificateur secondaire de cette station. Ajouter la quantité correcte d'effluent du récipient de stockage dans les cascades. Ne pas utiliser un effluent qui aurait pu être préadapté au composé d'essai (provenant d'une station d'épuration industrielle, par exemple). Mesurer la teneur en COD du milieu organique à intervalles appropriés ou à chaque nouveau lot.