
**Qualité du sol — Disponibilité
environnementale des composés
organiques non polaires —
Détermination de la fraction
potentiellement biodisponible et de la
fraction non biodisponible en utilisant
un agent adsorbant fort ou un agent
complexant**

*Soil quality — Environmental availability of non-polar organic
compounds — Determination of the potential bioavailable fraction
and the non-bioavailable fraction using a strong adsorbent or
complexing agent*



iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

[ISO/TS 16751:2018](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/6ea3b651-98c7-4837-99c2-bc1f90a6bd40/iso-ts-16751-2018)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/6ea3b651-98c7-4837-99c2-bc1f90a6bd40/iso-ts-16751-2018>



DOCUMENT PROTÉGÉ PAR COPYRIGHT

© ISO 2018

Tous droits réservés. Sauf prescription différente ou nécessité dans le contexte de sa mise en oeuvre, 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, Geneva
Tél.: +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	2
4 Principe	2
5 Réactifs	3
6 Appareillage	4
7 Mode opératoire	4
7.1 Préparation de l'échantillon.....	4
7.2 Détermination de la teneur en eau.....	5
7.3 Méthode A: cyclodextrine.....	5
7.3.1 Extraction de l'échantillon.....	5
7.3.2 Séparation des phases.....	5
7.3.3 Extraction à partir de la phase réceptrice.....	6
7.4 Méthode B: Tenax®.....	6
7.4.1 Extraction de l'échantillon.....	6
7.4.2 Séparation des phases.....	6
7.4.3 Extraction à partir de la phase réceptrice.....	7
7.5 Mesurage.....	7
7.5.1 Fraction potentiellement biodisponible.....	7
7.5.2 Fraction non biodisponible.....	8
7.6 Essai à blanc.....	8
8 Calculs	8
8.1 Fraction potentiellement biodisponible.....	8
8.2 Fraction non biodisponible.....	9
9 Expression des résultats	9
10 Validation	9
11 Rapport d'essai	9
Annexe A (informative) Préparation et régénération du Tenax®	10
Annexe B (informative) Illustrations	11
Annexe C (informative) Validation	14
Bibliographie	15

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 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).

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 le lien suivant: www.iso.org/avant-propos.

Le présent document a été élaboré par le comité technique ISO/TC 190, *Qualité du sol*, sous-comité SC 7, *Évaluation des sols et des sites*.

Introduction

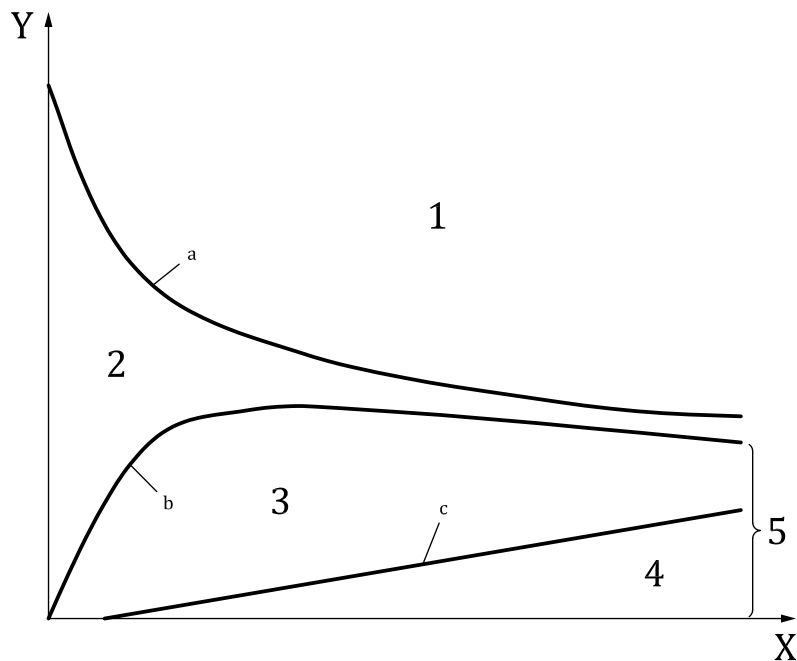
La solubilité de la plupart des contaminants organiques non polaires est limitée et ils sont sorbés sur la matrice sol. Ils peuvent se désorber et devenir disponibles pour les organismes, ce qui peut avoir des conséquences (toxicité, dégradation ou bioaccumulation). Les contaminants sorbés (adsorbés et absorbés) ne vont pas tous se désorber et devenir disponibles.

Les extractions réalisées dans le cadre d'analyses chimiques pour mesurer la concentration totale libèrent plus de contaminants du sol qu'il n'y en a de disponibles. Cependant, il peut arriver également que des contaminants soient si fortement liés par le sol qu'ils ne sont pas libérés par l'extraction chimique. Cette forte sorption peut également être causée par l'incorporation du contaminant (ou d'un produit de dégradation ou de réaction du contaminant) dans la structure organique du sol. La répartition des contaminants sur des sites de sorption à force de sorption variable n'est pas constante dans le temps; à mesure que le temps de contact augmente, les contaminants se déplacent vers des sites où la sorption est plus forte.

La [Figure 1](#) représente de manière schématique la différenciation établie entre:

- les résidus extractibles qui sont également biodisponibles (c'est-à-dire la fraction potentiellement biodisponible),
- les résidus qui peuvent être extraits par des méthodes d'extraction plus agressives mais qui ne sont pas biodisponibles,
- les résidus qui ne sont ni extractibles, ni biodisponibles.

Lorsqu'une substance dégradable entre dans un sol, une partie de cette substance se dégrade au fil du temps (courbe a). La zone située entre la courbe a et la courbe c représente la partie extractible par des procédés chimiques d'extraction exhaustive. Du point de vue de l'appréciation des risques, cette partie est considérée comme la «concentration totale», pour laquelle des valeurs sont définies dans de nombreux règlements. Cependant, une partie seulement de cette quantité est biodisponible. La zone située entre la courbe a et la courbe b représente la fraction biodisponible et la zone située entre la courbe b et la courbe c représente la fraction non biodisponible. La méthode décrite dans le présent document permet de mesurer la fraction potentiellement biodisponible et la fraction non biodisponible d'un contaminant dans le sol.



Légende

X temps

Y concentration en contaminant

1 dégradable

2 biodisponible

3 extractible, non biodisponible

4 non extractible: résidus persistants

5 fraction non disponible

iTeH STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

[ISO/TS 16751:2018](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/6ea3b651-98c7-4837-99c2-bc1f90a6bd40/iso-ts-16751-2018)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/6ea3b651-98c7-4837-99c2-bc1f90a6bd40/iso-ts-16751-2018>

NOTE Pour les courbes a, b et c, voir la description dans le texte ci-dessus.

Figure 1 — Variations temporelles des fractions extractible/biodisponible, extractible/non biodisponible et non extractible/non biodisponible d'un contaminant organique non polaire (modifié par rapport à [1])

En matière de recherche scientifique sur la biodisponibilité, il est fait usage d'un grand nombre de définitions et de concepts, qui sont une illustration du débat qui anime le monde scientifique. Cependant, pour répondre aux exigences réglementaire, une approche plus claire et plus simple est nécessaire. D'un point de vue réglementaire, les contaminants organiques sont soit biodisponibles, soit non biodisponibles. Pour aider à la prise de décision, il convient que les deux puissent être mesurés. Par conséquent, le présent document suit l'approche proposée par Ortega-Calvo et al. (2015), [2] illustrée à la Figure 2. Selon cette approche, toutes les fractions définies sont mesurables, comme expliqué en détail dans l'Article 4.

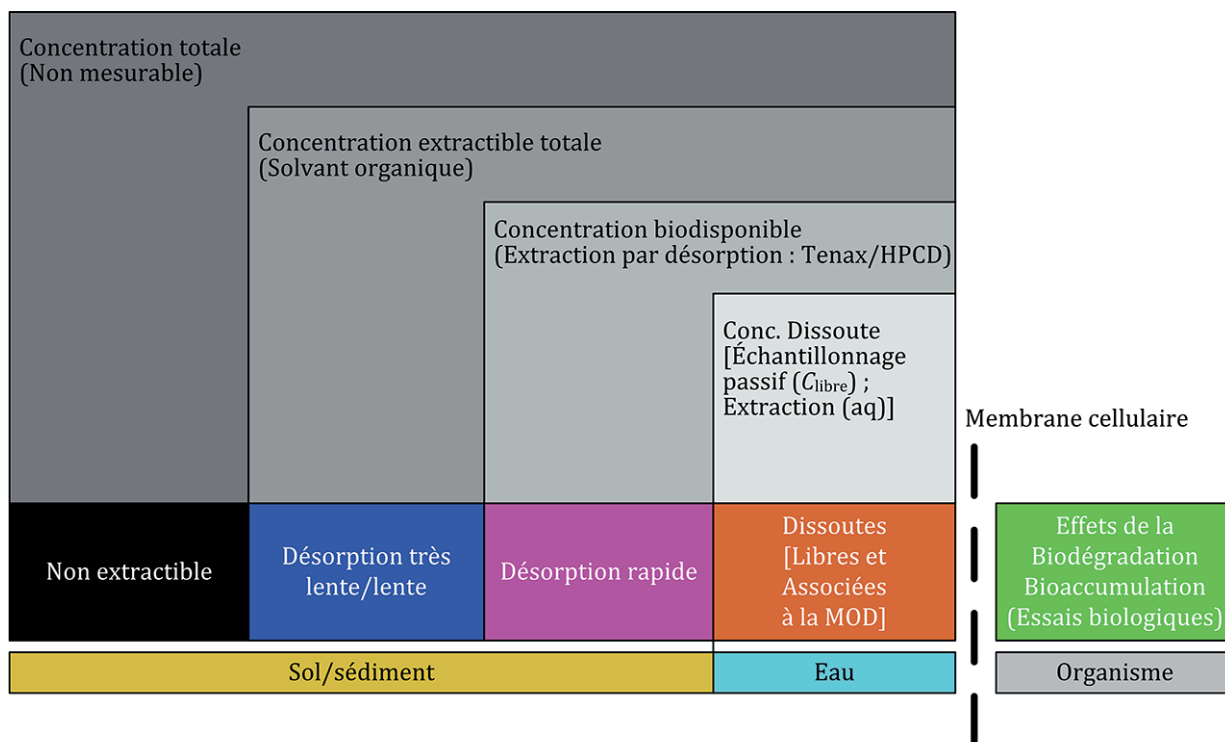


Figure 2 — Mesurage de la biodisponibilité de substances chimiques organiques: modèle simplifié destiné à être utilisé dans le cadre réglementaire [Source: Ortega-Calvo et al. (2015)]

Les cases en couleur situées à gauche de la membrane biologique représentent la répartition des molécules de polluants en quatre classes (non extractibles, à désorption très lente, à désorption rapide et dissoutes dans l'eau) dans les sols et les sédiments. Dans le modèle de la Figure 2, la fraction de substances chimiques biodisponibles est représentée par les substances à désorption rapide et les concentrations dissoutes. Les méthodes chimiques permettant de mesurer le polluant présent dans chaque fraction spécifique sont indiquées dans les cases en gris. La case en vert à droite de la membrane cellulaire représente les processus qui se déroulent à l'intérieur de l'organisme exposé au polluant. Ces processus biologiques peuvent également servir de base aux méthodes normalisées utilisées pour le mesurage de la biodisponibilité.

Comme le montre la Figure 2, la fraction biodisponible peut être mesurée à l'aide de la méthode décrite dans le présent document.

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO/TS 16751:2018

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/6ea3b651-98c7-4837-99c2-bc1f90a6bd40/iso-ts-16751-2018>

Qualité du sol — Disponibilité environnementale des composés organiques non polaires — Détermination de la fraction potentiellement biodisponible et de la fraction non biodisponible en utilisant un agent adsorbant fort ou un agent complexant

1 Domaine d'application

Le présent document spécifie une méthode d'extraction pour déterminer la fraction biodisponible (disponibilité potentielle et environnementale) et la fraction non biodisponible d'un contaminant dans le sol en utilisant une «phase réceptrice» pour un contaminant organique, phase à fortes propriétés sorbantes ou à propriétés complexantes, par exemple, le Tenax®¹⁾ ou la cyclodextrine, respectivement.

NOTE 1 La fraction biodisponible correspond à la définition de la disponibilité environnementale dans l'ISO 17402.

Cette méthode est applicable aux contaminants organiques non polaires dont la solubilité dans l'eau est inférieure à 100 mg/l. Elle s'applique au sol et matériau assimilable au sol incluant des sédiments (matériau de dragage).

NOTE 2 Cette méthode est en théorie applicable aux contaminants organiques non polaires dont la solubilité dans l'eau est de 1 000 mg/l. Elle a souvent été appliquée pour des composés de solubilité beaucoup plus faible ($K_{ow} > 3$), moins fréquemment pour des composés de solubilité plus grande. L'applicabilité est donc définie pour des composés dont la solubilité dans l'eau est inférieure à 100 mg/l.

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/6ea3b651-98c7-4837-99c2-bc1f90a6bd40/iso-ts-16751-2018>

2 Références normatives

Les documents suivants sont référencés dans le texte de telle manière qu'une partie ou tout leur contenu constitue 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 (y compris les éventuels amendements) s'applique.

ISO 11074, *Qualité du sol — Vocabulaire*

ISO 11465, *Qualité du sol — Détermination de la teneur pondérale en matière sèche et en eau — Méthode gravimétrique*

ISO 14507, *Qualité du sol — Prétraitement des échantillons pour la détermination des contaminants organiques*

ISO 17402, *Qualité du sol — Lignes directrices pour la sélection et l'application des méthodes d'évaluation de la biodisponibilité des contaminants dans le sol et les matériaux du sol*

ISO 18512, *Qualité du sol — Lignes directrices relatives au stockage des échantillons de sol à long et à court termes*

1) Le Tenax® est un exemple de produit adéquat disponible dans le commerce. Cette information est donnée par souci de commodité à l'intention des utilisateurs du présent document et ne saurait constituer un engagement de l'ISO à l'égard de ce produit.

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions donnés dans l'ISO 11074, l'ISO 17402 ainsi que le suivant 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 <http://www.electropedia.org/>

3.1 fraction potentiellement biodisponible
quantité de contaminant présent dans la matrice pouvant être libérée de la phase solide vers la phase aqueuse dans un mélange de sol et d'eau bien homogène et en présence d'une phase réceptrice, dans un laps de temps de 20 h

Note 1 à l'article: Le terme «bioaccessibilité» est utilisé dans l'ISO 17924; il fait référence à la fraction d'une substance dans un sol ou dans une matrice sol, libérée dans les sucs gastro-intestinaux (humains) et donc disponible pour absorption. Le présent document ne fait pas de distinction entre la biodisponibilité et la bioaccessibilité et utilise le terme général «biodisponibilité». Le concept de biodisponibilité suivi dans le présent document est décrit dans l'introduction du présent document.

4 Principe

La présente méthode donne une estimation de la fraction potentiellement biodisponible et de la fraction non biodisponible de contaminants organiques, c'est-à-dire la quantité de contaminant présent dans la matrice potentiellement échangeable avec la phase aqueuse, en particulier celle qui est adsorbée/complexée par le Tenax®/la cyclodextrine. [ISO/TS 16751:2018](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/6ea3b651-98c7-4837-99c2-bc1190a6b449/iso-ts-16751-2018)

La fraction non biodisponible extractible du contaminant restée dans l'échantillon suite à l'action de Tenax®/de la cyclodextrine peut être ensuite mesurée à l'aide d'une technique d'extraction exhaustive/agressive (conçue pour mesurer la concentration totale), la fraction non biodisponible du contaminant étant évaluée de cette manière.

Ainsi, du point de vue quantitatif, la concentration totale de contaminant dans un échantillon est la somme de la concentration biodisponible (déterminée en utilisant un sorbant fort ou un agent complexant) et de la concentration non biodisponible (déterminée à l'aide d'une méthode d'extraction agressive mise en œuvre ultérieurement sur le résidu resté dans la matrice après l'extraction au moyen d'un sorbant fort ou d'un agent complexant):

$$c_{\text{tot,cont}} = c_{\text{bio}} + c_{\text{non-bio}} \quad (1)$$

où

$c_{\text{tot,cont}}$ est la concentration totale de contaminant;

c_{bio} est la concentration biodisponible;

$c_{\text{non-bio}}$ est la concentration non biodisponible.

L'échantillon de sol, de matériau assimilable au sol ou de sédiments de granulométrie inférieure à 2 mm est soumis à une extraction avec de l'eau contenant une «phase réceptrice» pour les contaminants organiques. Cette phase est soit un agent complexant (cyclodextrine), soit un adsorbant fort [Tenax®]. La solubilité des composés non polaires est limitée et, dans cette méthode, la phase réceptrice agit comme un «puits infini». La quantité mesurée, qui est la quantité se désorbant du matériau du sol pendant 20 h, rend compte de la fraction de contaminant pouvant avoir des effets sur les systèmes biotiques et pouvant devenir mobile.

Dans l'étape suivante, les contaminants adsorbés sont extraits de la phase réceptrice et mesurés par des méthodes d'analyse appropriées. La quantité de contaminant restée dans le résidu de sol, la fraction non biodisponible, peut être mesurée à l'aide d'une extraction agressive/exhaustive ultérieure conçue pour mesurer la concentration totale. La [Formule \(1\)](#) peut ensuite être utilisée pour déterminer la concentration totale de contaminant dans l'échantillon (si on le souhaite).

NOTE 1 L'ISO 13859 et l'ISO 13876 sont des exemples de mesure de la concentration totale de HAP et de PCB, respectivement, dans les matériaux du sol et les matériaux assimilables au sol.

NOTE 2 La [Formule \(1\)](#) montre la relation entre la «concentration totale de contaminant», la «concentration biodisponible» et la «concentration non biodisponible». Si deux des concentrations sont connues, la troisième concentration peut être calculée à l'aide de la [Formule \(1\)](#). Par exemple, mesurer la «concentration totale» et la «concentration non biodisponible» permet de calculer la «concentration biodisponible». Ce calcul est possible avec des matériaux homogènes. Lorsqu'on ne sait pas si un matériau est homogène ou non, et si la concentration biodisponible est la concentration étudiée, c'est elle qui doit être mesurée.

5 Réactifs

Les réactifs utilisés doivent être de qualité appropriée (qualité analytique ou supérieure, sauf spécification contraire). La valeur du blanc des réactifs (y compris l'eau) doit être négligeable par rapport à la concentration minimale de contaminants organiques à déterminer.

5.1 Eau, ultrapure ou nanopure.

Si l'on doit s'attendre à une biodégradation des composés cibles, ajouter de l'azoture de sodium ([5.2](#)) à l'eau jusqu'à une concentration finale de 0,2 g/l, ce qui inhibera la dégradation biologique des composés cibles. Dans le cas contraire, l'ajout d'azoture de sodium n'est pas nécessaire; c'est le cas pour certains composés cibles persistants, par exemple les PCB.

NOTE Pour certains échantillons de sol, il peut être difficile d'obtenir une séparation correcte entre le sol, la phase aqueuse et le Tenax®. Remplacez l'eau par une solution de CaCl_2 ([5.9](#)) à 0,001 mol/l ou 0,01 mol/l peut améliorer cette séparation.

5.2 Azoture de sodium, [n° CAS 26628-22-8], NaN_3 .

AVERTISSEMENT — L'attention est appelée sur le danger résultant de l'utilisation de l'azoture de sodium, qui est extrêmement toxique.

5.3 Cyclodextrine, (hydroxypropyl- β -cyclodextrine) de pureté supérieure à 97 %, de qualité alimentaire, médicale ou pharmaceutique.

NOTE La cyclodextrine de qualité analytique est très onéreuse. Pour cette méthode, une qualité alimentaire s'est avérée adaptée à l'utilisation prévue.

5.4 Solution de cyclodextrine pour l'extraction, dissoudre 100 mmol (= 146 g) de cyclodextrine ([5.3](#)) par litre d'eau ([5.1](#)).

NOTE Si l'on doit s'attendre à une biodégradation des composés cibles, ajouter de l'azoture de sodium ([5.2](#)) à cette solution jusqu'à une concentration finale de 0,2 g/l, ce qui inhibera la dégradation biologique des composés cibles. Dans le cas contraire, l'ajout d'azoture de sodium n'est pas nécessaire; c'est le cas pour certains composés cibles persistants, par exemple les PCB.

5.5 Résine polymérique d'oxyde de 2,6-diphénylène (Tenax® TA), taille de maille 60 mesh à 80 mesh. Voir l'[Annexe A](#) pour la préparation et la régénération du Tenax®.

5.6 Éther de pétrole, [n° CAS 8032-32-4], domaine d'ébullition 40 °C à 60 °C.

5.7 Éthanol, [n° CAS 64-17-5], $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$.