NORME INTERNATIONALE

ISO 16198

Première édition
2015-01-15

Qualité du sol — Test végétal pour l'évaluation de la biodisponibilité environnementale des éléments traces pour les végétaux

Soil quality — Plant-based test to assess the environmental bioavailability of trace elements to plants

Numéro de référence
ISO 16198:2015(F)

© ISO 2015



DOCUMENT PROTÉGÉ PAR COPYRIGHT

© ISO 2015

Droits de reproduction réservés. Sauf indication contraire, 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, l'affichage sur l'internet ou sur un Intranet, sans autorisation écrite préalable. Les demandes d'autorisation peuvent être adressées 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 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 ..... **v**

Introduction ..... **vi**

1 Domaine d'application **1**

2 Références normatives **1**

3 Termes et définitions **2**

4 Principe **3**

5 Appareillage de laboratoire **5**

6 Réactifs **5**
6.1 Généralités 5

7 Matériel biologique et de croissance **6**
7.1 Espèces végétales 6
7.2 Matériel pour le biotest 7
7.3 Composition des solutions nutritives 9
7.4 Conditions climatiques dans la chambre de culture 10

8 Prétraitement et analyse de l'échantillon de sol ou de matériau du sol **10**
8.1 Taille de l'échantillon et réduction granulométrique 10
8.2 Analyses 10

9 Mode opératoire expérimental et analytique **11**
9.1 Vue d'ensemble du mode opératoire 11
9.2 Sélection et préparation des semences 11
9.3 Période de préculture: germination et pré-croissance en hydroponie 11
9.4 Préparation et incubation du sol ou du matériau du sol 12
9.5 Période de culture test: croissance des plantes en contact avec le sol ou le matériau du sol 13
9.6 Récoltes des plantes 13
9.7 Broyage et minéralisation des parties aériennes et racinaires 13
9.8 Dosage analytique 14

10 Critères de validité **14**

11 Évaluation des résultats **15**
11.1 Détermination des concentrations en éléments traces et des flux de prélèvement dans les végétaux 15
11.2 Présentation des données 16
11.3 Expression des résultats 16

12 Analyse statistique **17**
12.1 Généralités 17
12.2 Biomasses des végétaux 17
12.3 Paramètres d'évaluation de la biodisponibilité 17

13 Rapport d'essai **17**

Annexe A (informative) **Espèces végétales adaptées au mode opératoire du biotest** **19**

Annexe B (informative) **Dessins industriels des différentes pièces du biotest** **21**

Annexe C (informative) **Sélection et densité des semences dans les pots pour une gamme d'espèces végétales soumises à essai avec le mode opératoire expérimental normalisé** **24**

Annexe D (informative) **Minéralisation et analyse des échantillons de végétaux** **26**

Annexe E (informative) **Gamme de biomasses et de quantités d'éléments traces dans les pots témoins** **28**

Annexe F (informative) **Essai circulaire** **29**

© ISO 2015 – Tous droits réservés

Bibliographie **43**

 © ISO 2015 – Tous droits réservés

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 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. 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 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'OMC concernant les obstacles techniques au commerce (OTC), voir le lien suivant: Avant-propos — Informations supplémentaires.

Le comité chargé de l'élaboration du présent document est ISO/TC 190, *Qualité du sol*, sous-comité SC 7, *Évaluation des sols et des sites*.

© ISO 2015 – Tous droits réservés

Introduction

L'un des principaux objectifs de l'ISO 17402 est de définir un cadre conceptuel de la biodisponibilité des contaminants dans le sol et les matériaux du sol et de fournir une ligne directrice pour la sélection de méthodes pouvant être normalisées pour mesurer la biodisponibilité. La biodisponibilité a donc été définie sous la forme des trois étapes successives suivantes:

a) la «disponibilité environnementale»;

b) la «biodisponibilité environnementale»;

c) la «biodisponibilité toxicologique».

La biodisponibilité environnementale constitue donc une condition préalable à l'évaluation de la biodisponibilité toxicologique et est directement liée à l'impact des polluants sur les fonctions principales du sol dans l'écosystème et plus particulièrement des fonctions d'habitat et de rétention.

La biodisponibilité environnementale peut être estimée à l'aide de méthodes chimiques ou biologiques. Dans le cas des éléments traces, les méthodes chimiques sont généralement les moins onéreuses. Elles sont faciles à réaliser et certaines sont déjà normalisées au niveau national ou international (par exemple l'ISO 19730). Il est néanmoins nécessaire d'établir une corrélation entre les méthodes chimiques qui, à proprement parler, mesurent la disponibilité environnementale dans le sol et les mesures biologiques avant de les utiliser comme indicateurs de la biodisponibilité environnementale. Quelle que soit la méthode chimique employée, aucune n'est intrinsèquement conçue pour tenir compte de la diversité des réponses observées dans diverses espèces végétales ou diverses variétés, ce qui peut être attribué: a) au comportement de prélèvement des végétaux (c'est-à-dire un comportement sensible, tolérant, accumulateur ou hyper-accumulateur d'éléments traces) et/ou b) à la capacité des végétaux à modifier les propriétés biologiques, physiques et physico-chimiques de leur «zone bio-influencée» au niveau de l'interface sol-racine, c'est-à-dire la rhizosphère. Il pourrait également être suggéré d'appliquer les méthodes chimiques directement sur la rhizosphère mais l'échantillonnage de la rhizosphère est incontestablement trop fastidieux pour être réalisé en routine.

Pour les méthodes biologiques, quatre biotests normalisés rendent compte des processus rhizosphériques car ils sont basés sur des végétaux qui poussent dans le sol (ISO 11269-1, ISO 11269-2, ISO 17126, et ISO 22030). Toutefois, ces méthodes ont uniquement été conçues pour prédire la phytotoxicité des éléments traces, c'est-à-dire la biodisponibilité toxicologique. Dans ces biotests, les racines poussent directement dans le sol, ce qui exige donc la mise en place d'un mode opératoire de lavage fastidieux pour obtenir des mesures fiables des éléments traces accumulés dans les racines. En effet, la quantité d'éléments traces accumulés dans les parties aériennes d'espèces végétales non accumulatrices n'est pas suffisamment sensible pour être utilisée dans l'évaluation de la biodisponibilité environnementale des éléments traces par rapport à la quantité accumulée dans la plante entière (racines comprises). En conséquence, il reste nécessaire de développer des méthodes biologiques rendant compte des processus rhizosphériques et permettant d'inclure le compartiment racinaire en vue d'estimer correctement la biodisponibilité environnementale des éléments traces pour les végétaux.

La présente Norme internationale concerne par conséquent un biotest basé sur la croissance des racines au contact du sol mais sans pénétration des racines dans le sol. Bien que ce dispositif expérimental soit en partie artificiel, il permet d'établir une comparaison non biaisée de la biodisponibilité des éléments traces entre les sols soumis à essai. En outre, le paramètre mesuré peut être lié plus directement à la mesure de la disponibilité environnementale que tout autre paramètre fondé sur la mesure de la toxicité.

 © ISO 2015 – Tous droits réservés

Qualité du sol — Test végétal pour l'évaluation de la biodisponibilité environnementale des éléments traces pour les végétaux

1 Domaine d'application

La présente Norme internationale spécifie le test végétal, ci-après dénommé «biotest». Il permet d'estimer la biodisponibilité environnementale des éléments traces pour les végétaux, soit simplement sous la forme de concentrations dans les parties aériennes et racinaires, soit de façon plus globale sous forme de flux de prélèvement net dans les végétaux. Le mode opératoire du biotest comprend deux étapes successives: (i) une phase de pré-croissance des végétaux en hydroponie et (ii) une phase de croissance des végétaux en contact avec des échantillons de sol. La concentration dans les parties aériennes et racinaires ainsi que le flux de prélèvement d'éléments traces dans les végétaux sont déterminés à l'issue de la seconde étape du mode opératoire du biotest.

Le présent biotest s'applique à l'évaluation de la biodisponibilité environnementale des éléments traces pour les végétaux, plus particulièrement pour les plantes cultivées, dans les sols ou les matériaux du sol en conditions oxydantes, en considérant que:

— trois espèces végétales (chou, *Brassica oleracea*; fétuque élevée, *Festuca arundinacea*; tomate, *Lycopersicon esculentum*; 7.1) sont conseillées dans le mode opératoire normalisé du biotest, mais il est également possible d'utiliser des espèces végétales cibles supplémentaires (7.1, Annexe A), et

— le mode opératoire normalisé du biotest est validé pour une gamme d'éléments traces incluant l'arsenic (As), le cadmium (Cd), le chrome (Cr), le cobalt (Co), le cuivre (Cu), le nickel (Ni), le plomb (Pb), et le zinc (Zn). Des éléments traces supplémentaires peuvent néanmoins être pris en compte (voir Annexe A).

Le biotest peut être appliqué aux sols et aux matériaux du sol, y compris les sols ayant reçu avant ou après l'échantillonnage sur le terrain des apports de compost, de boues, d'eaux usées et d'autres produits résiduaires organiques ou inorganiques.

NOTE 1 Le présent biotest n'est pas conçu pour évaluer la biodisponibilité environnementale des éléments traces fortement volatils ou résultant d'un processus de prélèvement qui se produit au niveau des parties aériennes des végétaux suite, par exemple, à des retombées atmosphériques.

NOTE 2 Le présent biotest n'est pas conçu pour évaluer la biodisponibilité environnementale des contaminants organiques pour les végétaux. Un mode opératoire similaire pourrait être utilisé, mais il est nécessaire d'adapter la séparation physique entre les racines des végétaux et le sol réalisée au moyen d'une toile en polyamide pour éviter la sorption des contaminants organiques sur la toile.

2 Références normatives

Les documents ci-après, dans leur intégralité ou non, sont des références normatives indispensables à 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, *Eau pour laboratoire à usage analytique — Spécification et méthodes d'essai*

ISO 10390, *Qualité du sol — Détermination du pH*

ISO 10694, *Qualité du sol — Dosage du carbone organique et du carbone total après combustion sèche (analyse élémentaire)*

© ISO 2015 – Tous droits réservés

ISO 11269-2, *Qualité du sol — Détermination des effets des polluants sur la flore du sol — Partie 2: Effets des sols contaminés sur l'émergence et la croissance des végétaux supérieurs*

ISO 11277, *Qualité du sol — Détermination de la répartition granulométrique de la matière minérale des sols — Méthode par tamisage et sédimentation*

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

3 Termes et définitions

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

3.1
contaminant
substance ou agent présent(e) dans le sol du fait de l'activité humaine

[SOURCE: ISO 11074:2005, 3.5.1]

Note 1 à l'article: La présente définition ne présuppose pas l'existence d'un danger dû à la présence du contaminant

3.2
disponibilité environnementale
fraction du contaminant potentiellement disponible pour des organismes et qui résulte de processus physico-chimiques de désorption

[SOURCE: ISO 17402:2008, 3.4]

3.3
biodisponibilité environnementale
fraction du composé disponible dans le sol qu'un organisme absorbe par des processus physiologiques

[SOURCE: ISO 17402:2008, 3.5]

3.4
fonction d'habitat
capacité des sols/matériaux du sol à servir d'habitat aux micro-organismes, aux végétaux et aux animaux vivant dans le sol et à leurs interactions (biocénose)

[SOURCE: ISO 11074:2005, 3.4.3]

3.5
élément trace
élément chimique présent dans le sol à une concentration généralement inférieure à 100 mg kg^{-1}

Note 1 à l'article: Définition donnée conformément à la Référence [16].

3.6
fonction de rétention
capacité des sols/matériaux du sol à adsorber les contaminants de sorte qu'ils ne puissent pas être entraînés par lixiviation ni transférés à la chaîne alimentaire terrestre

[SOURCE: ISO 11074:2005, 3.4.13]

3.7
rhizosphère
volume de sol autour des racines vivantes influencé par les activités racinaires

Note 1 à l'article: Définition donnée conformément à la Référence [17].

© ISO 2015 – Tous droits réservés