
**Qualité du sol — Détermination des effets
des polluants sur la flore du sol —**

Partie 1:

**Méthode de mesurage de l'inhibition de la
croissance des racines**

*Soil quality — Determination of the effects of pollutants on soil flora —
Part 1: Method for the measurement of inhibition of root growth*
iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

[ISO 11269-1:2012](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/31a785e2-c4a2-4d00-8bd4-3c2e5562e857/iso-11269-1-2012)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/31a785e2-c4a2-4d00-8bd4-3c2e5562e857/iso-11269-1-2012>



iTeh STANDARD PREVIEW (standards.iteh.ai)

ISO 11269-1:2012

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/31a785e2-c4a2-4d00-8bd4-3c2e5562e857/iso-11269-1-2012>



DOCUMENT PROTÉGÉ PAR COPYRIGHT

© ISO 2012

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
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 Végétaux d'essai | 3 |
| 6 Matériels | 3 |
| 6.1 Récipients d'essai | 3 |
| 6.2 Sol | 3 |
| 7 Appareillage | 5 |
| 8 Substance de référence | 5 |
| 9 Mode opératoire | 6 |
| 9.1 Dispositif expérimental | 6 |
| 9.2 Préparation des pots | 6 |
| 9.3 Prégermination des semences | 6 |
| 9.4 Conditions de croissance | 6 |
| 9.5 Durée de l'essai | 7 |
| 9.6 Mesurages | 7 |
| 10 Expression des résultats et données | 7 |
| 11 Critères de validité | 8 |
| 12 Rapport d'essai | 8 |
| Annexe A (informative) Méthode recommandée pour le mesurage de la capacité de rétention en eau du sol | 9 |
| Annexe B (informative) Résultats d'essais effectués sur les substances de référence | 10 |
| Annexe C (informative) Exemple de résultats obtenus avec l'acide borique en utilisant le sable comme substrat | 11 |
| Annexe D (informative) Méthodes recommandées pour incorporer une substance chimique dans un sol | 12 |
| Annexe E (informative) Méthodes recommandées pour incorporer un compost, une boue ou un déchet dans un sol | 13 |
| Annexe F (informative) Exemple de plants d'orge d'hiver recueillis à la fin de l'essai après leur retrait du sol artificiel | 15 |
| Bibliographie | 16 |

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 2.

La tâche principale des comités techniques est d'élaborer les Normes internationales. 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 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.

L'ISO 11269-1 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 190, *Qualité du sol*, sous-comité SC 4, *Méthodes biologiques*.

Cette deuxième édition annule et remplace la première édition (ISO 11269-1:1993), qui a fait l'objet d'une révision technique.

L'ISO 11269 comprend les parties suivantes, présentées sous le titre général *Qualité du sol — Détermination des effets des polluants sur la flore du sol*:

- *Partie 1: Méthode de mesurage de l'inhibition de la croissance des racines*
- *Partie 2: Effets des sols contaminés sur l'émergence et la croissance des végétaux supérieurs*

ISO 11269-1:2012
<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/31a785e2-c4a2-4d00-8bd4-3c2e5562e857/iso-11269-1-2012>

Introduction

L'analyse chimique des échantillons de sol ou de déchets destinés à être épandus sur le sol, associée aux essais toxicologiques, fournit des preuves tangibles de la capacité du sol à la production agricole ou des informations sur le risque environnemental potentiel résultant du dépôt, sur les terres agricoles, de déchets tels que les boues d'épuration. Par ailleurs, il existe un besoin d'évaluer la qualité du sol après la réhabilitation de sites industriels ou de terrils ou le recouvrement de décharges par des terres de remblai. Comme le critère principal est la capacité du sol à permettre la croissance végétale, un essai de croissance rapide, basé sur le développement de plantules dans des conditions environnementales contrôlées, a été mis au point.

Deux préalables majeurs d'un essai de phytotoxicité sont, d'une part, de fournir des résultats toujours fiables et, d'autre part, de pouvoir être réalisé à tout moment de l'année. Il est donc essentiel de cultiver les semences dans un environnement contrôlé de manière à assurer des conditions de croissance optimales susceptibles d'être maintenues quel que soit le nombre d'essais et de donner des résultats reproductibles sur une période prolongée.

La méthode d'essai décrite dans la présente partie de l'ISO 11269 peut être utilisée pour comparer des sols, contrôler les modifications de leur activité ou déterminer les effets de substances chimiques ou de matériaux (composts, boues, déchets) ajoutés.

iTeh STANDARD PREVIEW (standards.iteh.ai)

[ISO 11269-1:2012](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/31a785e2-c4a2-4d00-8bd4-3c2e5562e857/iso-11269-1-2012)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/31a785e2-c4a2-4d00-8bd4-3c2e5562e857/iso-11269-1-2012>

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 11269-1:2012

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/31a785e2-c4a2-4d00-8bd4-3c2e5562e857/iso-11269-1-2012>

Qualité du sol — Détermination des effets des polluants sur la flore du sol —

Partie 1:

Méthode de mesurage de l'inhibition de la croissance des racines

1 Domaine d'application

La présente partie de l'ISO 11269 décrit une méthode de détermination des effets de sols contaminés ou d'échantillons contaminés sur l'allongement des racines de végétaux terrestres.

Cette méthode est applicable aux sols et matériaux assimilés ainsi qu'aux composts, boues, déchets ou substances chimiques. Elle est applicable à la comparaison de sols de qualité connue et inconnue et au mesurage des effets de matériaux (composts, boues, déchets) ou de substances chimiques délibérément ajoutés au sol.

Cette méthode n'est pas destinée à être utilisée pour mesurer la capacité du sol à permettre la croissance assistée de végétaux.

2 Références normatives

Les documents de référence suivants sont indispensables pour 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 10381-6, *Qualité du sol — Échantillonnage — Partie 6: Lignes directrices pour la collecte, la manipulation et la conservation, dans des conditions aérobies, de sols destinés à l'évaluation en laboratoire des processus, de la biomasse et de la diversité microbiens*

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 10930, *Qualité du sol — Mesure de la stabilité d'agrégats de sols soumis à l'action de l'eau*

ISO 11260, *Qualité du sol — Détermination de la capacité d'échange cationique effective et du taux de saturation en bases échangeables à l'aide d'une solution de chlorure de baryum*

ISO 11268-1, *Qualité du sol — Effets des polluants vis-à-vis des vers de terre — Partie 1: Détermination de la toxicité aiguë vis-à-vis de Eisenia fetida/Eisenia andrei*

ISO 11268-2, *Qualité du sol — Effets des polluants vis-à-vis des vers de terre — Partie 2: Détermination des effets sur la reproduction de Eisenia fetida/Eisenia andrei*

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*

ISO/TS 20281, *Qualité de l'eau — Lignes directrices relatives à l'interprétation statistique de données écotoxicologiques*

3 Termes et définitions

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

- 3.1 contaminant**
substance ou agent présent dans le sol à la suite d'une activité humaine
- 3.2 mélange d'essai**
mélange composé de sol d'essai ou de matériau d'essai (compost, boue, déchet ou substance chimique) et de sol témoin
- 3.3 radicule**
partie de l'embryon végétal qui se développe en racine primaire
- 3.4 hypocotyle**
partie de l'axe d'un embryon ou d'une plantule située entre les cotylédons (feuilles primordiales) et la radicule
- 3.5 sol de référence**
sol non contaminé d'un site spécifique (par exemple collecté dans le voisinage d'un site contaminé) avec des propriétés similaires (concentrations nutritives, pH, teneur en carbone organique et texture) à celles du sol d'essai
- 3.6 sol standard**
sol prélevé sur le terrain ou sol artificiel dont les principales propriétés (par exemple pH, texture, teneur en matières organiques) se situent dans une gamme connue
- EXEMPLE Euro-Soils^[1], sol artificiel^[2], LUFA soils^[1]
- NOTE Les propriétés du sol standard peuvent différer de celles du sol d'essai.
- 3.7 sol témoin**
sol de référence ou sol standard utilisé comme contrôle et comme milieu pour préparer les séries de dilution avec le sol d'essai ou le matériau d'essai (par exemple compost, boue, déchet, substance chimique)
- NOTE La concentration effective (CE_x) et la concentration sans effet observé (CSEO) sont toutes deux exprimées en milligrammes de substance d'essai par kilogramme (de masse sèche) de substrat d'essai. Les mélanges de sol sont exprimés en pourcentage de masse sèche.
- 3.8 concentration effective**
 CE_x
concentration effective (dilution) du sol d'essai ou du matériau d'essai (par exemple compost, boue, déchet, substance chimique), à laquelle l'allongement des racines est réduit de x % par rapport à celui obtenu avec le témoin

4 Principe

La présente méthode permet de comparer l'allongement des racines de végétaux terrestres observé dans un sol d'essai et/ou une gamme de dilutions avec celui observé dans un sol témoin. Cette méthode peut également être utilisée pour soumettre à essai des composts, boues, déchets ou substances chimiques en appliquant à un sol témoin différentes concentrations du matériau soumis à essai.

1) Les Euro-Soils, le sol artificiel et les LUFA soils sont des exemples de produits appropriés disponibles sur le marché. Cette information est donnée à l'intention des utilisateurs du présent document et ne signifie nullement que l'ISO approuve ou recommande l'emploi exclusif des produits ainsi désignés.

Des semences prégermées sont exposées au matériau d'essai dans des conditions contrôlées. Après la période de croissance, la longueur des racines des végétaux d'essai est comparée à la longueur des racines des végétaux témoins. Les différences statistiquement significatives entre la longueur des racines de plantules cultivées dans un milieu d'essai, quel qu'il soit, et celle des témoins sont indicatives d'un effet.

NOTE La hauteur des pousses est également un paramètre utile et peut être mesurée en relation avec la longueur des racines pour fournir des données supplémentaires ou corroboratives.

5 Végétaux d'essai

L'orge d'hiver (*Hordeum vulgare* L.), l'avoine cultivée (*Avena sativa* L.) et le blé tendre (*Triticum aestivum* L.) sont les espèces recommandées. Il est possible de choisir d'autres espèces de plantes monocotylédones, par exemple des végétaux ayant une importance écologique ou économique dans certaines régions du monde, à condition que les racines de ces végétaux poussent librement dans le sable et dans le sol témoin dans les conditions spécifiées. Il convient de sélectionner uniquement des végétaux qui tolèrent les propriétés des sols d'essai et les conditions d'essai (contamination chimique mise à part). Par exemple, il convient de ne pas utiliser une espèce sensible aux faibles pH pour tester des sols forestiers acides.

Il convient de ne pas utiliser de semences traitées aux insecticides et/ou fongicides.

NOTE La méthodologie du présent essai peut être adaptée pour une utilisation avec des espèces dicotylédones dotées de racines droites, facilement mesurables.

6 Matériels

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

6.1 Récipients d'essai

Les récipients d'essai doivent être cylindriques et mesurer au moins 8 cm de diamètre et 11 cm de hauteur, et leurs parois doivent être parallèles de sorte que les racines des plantules ne soient pas entravées et ne rencontrent pas des parois latérales biseautées. La base des pots doit être perforée et recouverte de papier filtre.

NOTE Lorsqu'ils sont remplis jusqu'à une hauteur de 10 cm, les pots contiennent environ 500 g de sable, 400 g de sol séché à l'air et 250 g de sol artificiel.

6.2 Sol

6.2.1 Sol d'essai

Certaines caractéristiques physiques du sol d'essai peuvent perturber l'allongement des racines, par exemple si le sol est hétérogène avec de grosses particules ou argileux avec un taux d'humidité élevé. Par conséquent, le sol soumis à essai doit être tamisé avec un tamis à ouverture de maille carrée de 2 mm pour éliminer les fragments grossiers. Il convient en outre que les particules fines (< 20 µm conformément à l'ISO 11277) ne représentent pas plus de 20 % de la masse sèche.

Avant l'essai, le sol est conservé conformément à l'ISO 10381-6.

Pour chaque sol, il convient de déterminer les caractéristiques suivantes:

- a) la classification de la texture du sol;
- b) le pH (KCl) conformément à l'ISO 10390;
- c) le taux d'humidité conformément à l'ISO 11465;
- d) la capacité de rétention en eau conformément à l'Annexe A;
- e) la capacité d'échange cationique conformément à l'ISO 11260;
- f) la teneur en matière organique conformément à l'ISO 10694.

6.2.2 Sol témoin

Le sol témoin peut être soit un sol de référence, soit un sol standard.

Lorsque l'essai vise à comparer l'allongement des racines dans des sols de qualité connue et inconnue, il convient que le sol témoin et le sol soumis à essai soient de même classe de texture et qu'ils soient aussi semblables que possible pour tous les aspects autres que la présence de la substance chimique ou du contaminant étudié. En effet, des différences substantielles au niveau des caractéristiques des sols autres que la présence du contaminant peuvent entraîner des différences de longueur de racines et induire des faux positifs.

6.2.2.1 Sol de référence

Si un sol de référence provenant de zones non contaminées proches d'un site contaminé est disponible, il convient de le traiter et de le caractériser de la même manière que le sol d'essai (6.2.1). S'il n'est pas possible d'exclure une contamination toxique ou des propriétés pédologiques inhabituelles, il convient de lui préférer un sol témoin standard.

6.2.2.2 Sol standard

Il convient que le sol standard soit un sol naturel non contaminé, à faible teneur en éléments nutritifs, ou un sol artificiel. Si un sol naturel est utilisé, il convient que sa teneur en matière organique ne dépasse pas 5 %. Il convient que les particules fines (< 20 µm conformément à l'ISO 11277) ne dépassent pas 20 %.

Une autre solution consiste à utiliser un sol artificiel conformément à l'ISO 11268-1 et l'ISO 11268-2, même si sa teneur en matière organique est plus élevée. Il convient toutefois que les teneurs en matière organique du sol d'essai et du sol témoin soient aussi proches que possible.

NOTE 1 Un sol artificiel peut être utilisé pour évaluer les effets de composts, boues, déchets ou substances chimiques délibérément ajoutés au sol.

Le substrat appelé «sol artificiel» a la composition suivante (Tableau 1).

ISO 11269-1:2012
<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/31a785e2-c4a2-4d00-8bd4-3c2e5562e857/iso-11269-1-2012>

Tableau 1 — Composition du sol artificiel

| Constituants | Expression en pourcentage de masse sèche |
|--|--|
| Tourbe de sphaignes, séchée à l'air, finement broyée et exempte de résidus végétaux visibles | 10 % |
| Argile kaolinite contenant au minimum 30 % de kaolinite | 20 % |
| Sable de quartz industriel (sable fin dominant contenant plus de 50 % de grains de taille comprise entre 0,05 mm et 0,20 mm) | 70 % |

Du carbonate de calcium (CaCO₃, pulvérisé, de qualité analytique) est nécessaire pour amener le pH (KCl) du substrat humidifié à 6,0 ± 0,5 (généralement entre 0,3 % et 1,0 % de la masse des ingrédients secs).

NOTE 2 Compte tenu des propriétés des substances fortement non polaires (log P_{O/W} > 2) ou des substances ionisantes, un pourcentage de 5 % de tourbe s'avère suffisant pour que le sol artificiel conserve la structure désirée. Dans ce cas, les pourcentages respectifs des constituants sont modifiés comme suit: tourbe, 5 %; argile, 20 %; sable, 75 %.

Pour préparer le sol artificiel, mélanger parfaitement les constituants secs énumérés ci-dessus dans un mélangeur de laboratoire de grande capacité (7.4). La quantité de carbonate de calcium nécessaire peut varier en fonction des propriétés d'un lot donné (principalement la tourbe); il convient par conséquent de déterminer cette quantité en effectuant des mesurages sur des sous-échantillons juste avant l'essai.

Le sol artificiel, une fois mélangé, est conservé à température ambiante. Pour déterminer le pH et la capacité de rétention en eau totale, pré-humidifier le sol artificiel sec au moins deux jours avant le début de l'essai en ajoutant de l'eau déionisée pour que le taux d'humidité soit égal à la moitié du taux final requis, qui correspond à (70 ± 5) % de la capacité de rétention en eau totale. La capacité de rétention en eau et le pH (KCl) sont déterminés respectivement conformément à l'Annexe A et à l'ISO 10390. Si le pH mesuré n'est pas dans

l'intervalle requis, une quantité suffisante de CaCO_3 doit être ajoutée ou un nouveau lot de sol artificiel doit être préparé.

6.2.3 Témoin sable

Pour démontrer l'uniformité des conditions d'essai en laboratoire, trois pots remplis de sable sont inclus dans chaque essai d'inhibition de la croissance des racines.

La longueur des racines est liée aux espèces et variétés utilisées, mais également aux conditions de croissance. Le Tableau 2 fournit des exemples de résultats avec le témoin sable, obtenus avec les trois espèces recommandées. Il convient que les laboratoires établissent une carte de contrôle pour chaque espèce sélectionnée. Une fois les données collectées en quantité suffisante (c'est-à-dire 10 valeurs d'allongement des racines dans le témoin sable), l'intervalle acceptable (valeur moyenne $\pm 2 s$, où s est l'écart-type) est calculé et utilisé pour déterminer si les résultats s'écartent au maximum de $\pm 2 s$ des valeurs respectives obtenues au cours des essais précédents. L'intervalle acceptable est actualisé à chaque fois que de nouvelles données sont obtenues avec le témoin sable.

Tableau 2 — Résultats avec le témoin sable, obtenus avec les trois espèces recommandées

| Espèce | Nombre d'essais | Valeurs min. – max. | Moyenne | Moyenne $\pm 2 s$ |
|--|-----------------|---------------------|---------|-------------------|
| Orge d'hiver (variété «Platine») | 12 | 112,7 – 146,6 | 131,9 | 114,2 – 149,7 |
| Avoine cultivée (variété «Fringante») | 9 | 97,8 – 119,0 | 112,8 | 100,4 – 124,8 |
| Blé tendre (variété «Rosario») | 10 | 84,0 – 109,9 | 91,4 | 77,8 – 105,7 |

Le sable est un sable industriel lavé ou tout autre sable pur similaire dont la répartition granulométrique est la suivante: 10 % > 0,6 mm, 80 % entre 0,2 mm et 0,6 mm, 10 % < 0,2 mm.

NOTE Il est également possible d'utiliser du sable à la place du sol témoin pour évaluer les effets de composts, boues, déchets ou substances chimiques délibérément ajoutés au sol.

7 Appareillage

Appareillage de laboratoire courant, ainsi que ce qui suit.

7.1 Enceinte à environnement contrôlé, phytotron, chambre de croissance des végétaux ou serre, capable d'assurer le maintien des conditions spécifiées.

7.2 Balance, permettant de peser à 0,1 g près.

7.3 Sacs en polyéthylène refermables (36 cm × 18 cm).

7.4 Mélangeur de laboratoire de grande capacité, pour la préparation du sol artificiel.

7.5 Tamis, en acier inoxydable, d'ouverture de maille égale à 2 mm.

8 Substance de référence

Il est recommandé d'effectuer régulièrement des essais avec une substance chimique de référence afin de démontrer l'uniformité des conditions d'essai en laboratoire. Le sulfate de nickel ($\text{NiSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$) et l'acide borique (H_3BO_3) sont des substances de référence appropriées.

Des données de référence sont fournies dans les Annexes B et C.