

---

---

**Qualité du sol — Lignes directrices  
relatives à la caractérisation  
écotoxicologique des sols et des  
matériaux du sol**

*Soil quality — Guidance on the ecotoxicological characterization of  
soils and soil materials*

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

[ISO 15799:2019](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/22efb62a-98e4-4f61-b2ac-6aab392edfac/iso-15799-2019)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/22efb62a-98e4-4f61-b2ac-6aab392edfac/iso-15799-2019>



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

ISO 15799:2019

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/22efb62a-98e4-4f61-b2ac-6aab392edfac/iso-15799-2019>



### DOCUMENT PROTÉGÉ PAR COPYRIGHT

© ISO 2019

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  
Fax: +41 22 749 09 47  
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</b> <b>Domaine d'application</b> .....  | <b>1</b>  |
| <b>2</b> <b>Références normatives</b> .....  | <b>1</b>  |
| <b>3</b> <b>Termes et définitions</b> .....  | <b>1</b>  |
| 3.1   Types des sols et autres matériaux du sol.....   | 1         |
| 3.2   Termes relatifs aux caractéristiques du sol.....   | 2         |
| 3.3   Terrain et sites.....  | 3         |
| <b>4</b> <b>Applications des essais écotoxicologiques</b> .....  | <b>3</b>  |
| 4.1   Sols et domaines d'utilisation des sols où il convient d'envisager des essais d'écotoxicité.....                                       | 3         |
| 4.2   Sols et domaines d'utilisation des sols où les essais écotoxicologiques ne sont pas nécessaires.....                                   | 3         |
| <b>5</b> <b>Choix des essais suivant l'utilisation/la réutilisation des sols et des matériaux du sol et selon les fonctions du sol</b> ..... | <b>4</b>  |
| 5.1   Utilisation d'essais d'écotoxicité.....  | 4         |
| 5.2   Critères généraux pour le choix des essais.....  | 4         |
| 5.3   Considérations relatives à l'examen des fonctions du sol.....  | 5         |
| 5.3.1   Fonction de rétention.....   | 5         |
| 5.3.2   Fonction d'habitat.....  | 5         |
| <b>6</b> <b>Échantillonnage, transport, stockage et préparation des échantillons</b> .....   | <b>8</b>  |
| <b>7</b> <b>Limites des essais biologiques proposés pour les sols/matériaux du sol</b> .....   | <b>8</b>  |
| <b>Annexe A (informative) Formulaires normalisés des systèmes d'essai recommandés</b> .....  | <b>9</b>  |
| <b>Bibliographie</b> .....   | <b>49</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 le lien suivant: [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 190, *Qualité du sol*, sous-comité SC 4, *Caractérisation biologique*.

Cette deuxième édition annule et remplace la première édition (ISO 15799:2003), qui a fait l'objet d'une révision technique. Les principales modifications par rapport à l'édition précédente sont les suivantes:

- les formulaires normalisés des systèmes d'essai recommandés dans l'[Annexe A](#) ont été modifiés et mis à jour (par exemple ISO 20963 supprimé et ISO 18311, ISO 18187 ajoutés).

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

La plupart des méthodes d'essais écotoxicologiques existantes (essais biologiques) en cours d'harmonisation sur le plan international ont été mises au point pour décrire le potentiel écotoxique d'une substance d'essai lorsqu'on l'ajoute à un sol/matériau du sol. Ces méthodes peuvent être utilisées, sous réserve de quelques modifications, pour la caractérisation écotoxicologique des sols/matériaux du sol pour ce qui concerne leur fonction, suivant l'utilisation prévue. Les essais biologiques complètent les analyses chimiques classiques pour les substances ayant des propriétés se traduisant par des effets toxiques. Les résultats d'une analyse chimique peuvent être utilisés pour effectuer des évaluations écotoxicologiques à partir de données relatives aux substances identifiées, y compris les propriétés des produits chimiques telles que leur potentiel de bioaccumulation. Ces données sont souvent rares (pour autant qu'elles existent) et ne comprennent pas les éventuelles interactions (synergie/antagonisme) entre les produits chimiques et la matrice complexe du sol. En outre, une identification et une quantification exhaustives des substances sont irréalisables. C'est pourquoi les essais écotoxicologiques peuvent être utilisés pour étudier l'éventuelle toxicité de mélanges chimiques complexes dans les sols. L'extrapolation des essais de laboratoire aux conditions de terrain nécessite une prise en compte adéquate des facteurs environnementaux essentiels dans les conditions d'essai ainsi que le choix de critères d'effet écotoxicologique appropriés.

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

[ISO 15799:2019](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/22efb62a-98e4-4f61-b2ac-6aab392edfac/iso-15799-2019)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/22efb62a-98e4-4f61-b2ac-6aab392edfac/iso-15799-2019>

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

ISO 15799:2019

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/22efb62a-98e4-4f61-b2ac-6aab392edfac/iso-15799-2019>

# Qualité du sol — Lignes directrices relatives à la caractérisation écotoxicologique des sols et des matériaux du sol

## 1 Domaine d'application

Le présent document fait partie d'une famille de Normes internationales fournissant des lignes directrices sur les sols et les matériaux du sol en relation avec certaines fonctions et utilisations, y compris la préservation de la biodiversité. Il s'applique conjointement avec ces autres normes. Il fournit des lignes directrices relatives à la sélection des méthodes expérimentales permettant l'évaluation du potentiel écotoxique des sols et des matériaux du sol (par exemple terres excavées ayant fait l'objet d'une remédiation, remblais, talus) par rapport à leur utilisation prévue et aux effets éventuellement défavorables pour les organismes vivant dans l'eau et le sol.

**NOTE** Il est le reflet du maintien des fonctions d'habitat et de rétention du sol. En fait, les méthodes énumérées dans le présent document sont adaptées à une utilisation dans l'approche TRIADE, c'est-à-dire pour une évaluation écologique des sols potentiellement contaminés (voir l'ISO 19204).

Le présent document ne traite pas des essais relatifs à la bioaccumulation.

L'évaluation écologique des sols non pollués en vue d'une utilisation naturelle, agricole ou horticole ne relève pas du domaine d'application du présent document. De tels sols peuvent être intéressants s'ils peuvent servir de référence pour l'évaluation de sols provenant de sites pollués.

L'interprétation des résultats obtenus selon les méthodes proposées ne relève pas du domaine d'application du présent document.

## 2 Références normatives

Le présent document ne contient aucune référence normative.

## 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 <http://www.electropedia.org/>.

### 3.1 Types des sols et autres matériaux du sol

#### 3.1.1

##### sol

couche supérieure de la croûte terrestre composée de particules minérales, de matière organique, d'eau, d'air et d'organismes

[SOURCE: ISO 11074:2015, 2.1.11, modifiée — La définition a été légèrement modifiée et la Note 1 à l'article a été supprimée.]

### 3.1.2

#### **matériau du sol**

comprend les *terres excavées* (3.1.3), les matériaux de dragage, les matériaux artificiels, les sols traités et les matériaux de remblai

### 3.1.3

#### **terre excavée**

tout type de matériau naturel extrait du sol, y compris l'horizon superficiel, le sous-sol, la roche mère altérée et la roche mère elle-même

Note 1 à l'article: La terre excavée est généralement mise à jour lors de chantiers.

[SOURCE: ISO 15176:2002, 3.1.5]

### 3.1.4

#### **sol standard**

sol prélevé sur le terrain dont les principales propriétés (par exemple pH, texture, teneur en matières organiques) se situent dans une gamme connue

Note 1 à l'article: Les « Euro-sols » (voir Référence[28]) sont un exemple de sols standard.

## 3.2 Termes relatifs aux caractéristiques du sol

### 3.2.1

#### **fonction d'habitat**

aptitude des *sols* (3.1.1)/des *matériaux du sol* (3.1.2) à servir d'habitat aux microorganismes, aux végétaux et aux animaux vivant dans le sol, et à permettre leurs interactions (biocénose)

### 3.2.2

#### **fonction de rétention**

capacité des *sols* (3.1.1)/des *matériaux du sol* (3.1.2) à adsorber des *polluants* (3.2.3) de sorte qu'ils ne puissent pas être entraînés par le mouvement de l'eau ni transférés à la chaîne alimentaire

Note 1 à l'article: Les fonctions d'habitat et de rétention comprennent les fonctions du sol suivantes conformément à l'ISO 11074:2015:

- le contrôle des cycles des substances et de l'énergie en tant que composantes des écosystèmes;
- le support vital pour les plantes, les animaux et l'homme;
- la constitution d'une réserve génétique;
- la base pour la production agricole;
- la constitution d'un « tampon » régulant la pénétration dans les eaux souterraines de l'eau, des polluants et autres agents.

### 3.2.3

#### **polluant**

substance qui, du fait de leurs propriétés, de leur quantité ou de leur concentration, ont des effets préjudiciables sur la fonction ou l'utilisation du sol

Note 1 à l'article: Voir aussi *contaminant* (3.2.4) et *substance potentiellement dangereuse* (3.2.5).

[SOURCE: ISO 11074:2015, 3.4.18, modifiée — La formulation a été légèrement modifiée et la Note 1 à l'article a été ajoutée.]

### 3.2.4

#### **contaminant**

substance ou agent présent dans le *sol* (3.1.1) et résultant de l'activité humaine

Note 1 à l'article: Cette définition n'implique nullement que la présence de contaminant a un effet négatif: voir aussi *polluant* (3.2.3) et *substance potentiellement dangereuse* (3.2.5).



[SOURCE: ISO 15176:2002, définition 3.2.6, modifiée — La formulation de la Note 1 à l'article a été légèrement modifiée.]

### 3.2.5

#### **substance potentiellement dangereuse**

substance pouvant être dangereuse pour les êtres humains ou l'environnement lorsqu'elle est présente en quantité ou concentration suffisante

Note 1 à l'article: Elle peut être due à l'activité humaine [*contaminant* (3.2.4)] ou à une cause naturelle.

[SOURCE: ISO 15176:2002, 3.2.8, modifiée — Une Note 1 à l'article a été ajoutée.]

## 3.3 Terrain et sites

### 3.3.1

#### **réutilisation**

utilisation sans risque et avec profit des matériaux du sol

Note 1 à l'article: Dans le cadre de la présente Norme internationale, le terme « réutilisation » signifie le transfert des matériaux du sol vers d'autres lieux pour une utilisation dans l'agriculture, l'horticulture, l'exploitation forestière, les jardins, les zones de loisirs et les chantiers de construction.

[SOURCE: ISO 15176:2002, 3.4.1]

## 4 Applications des essais écotoxicologiques

### 4.1 Sols et domaines d'utilisation des sols où il convient d'envisager des essais d'écotoxicité

Il convient d'envisager des essais d'écotoxicité pour les sols et domaines d'utilisation des sols suivants:

- évaluation de l'aptitude d'un sol à supporter la biocénose naturelle ou l'agriculture;
- évaluation de l'écotoxicité cumulée de tous les polluants biodisponibles présents dans les sols ou les matériaux du sol;
- évaluation de l'écotoxicité des substances potentiellement dangereuses dans les cas où le sol/les matériaux du sol peuvent affecter les eaux souterraines et de surface;
- identification des sols ou des matériaux du sol (remblais, talus) faiblement pollués (généralement jusqu'à une profondeur de 1 m) qui peuvent demeurer sur le site sans traitement supplémentaire;
- détection de l'écotoxicité potentielle n'ayant pu être identifiée par une analyse chimique;
- surveillance et contrôle de la réussite du traitement d'un sol (hors site, sur site);
- surveillance et contrôle des sols/matériaux du sol dépollués et devant être mis en place sous forme de sols redispesés en surface.

### 4.2 Sols et domaines d'utilisation des sols où les essais écotoxicologiques ne sont pas nécessaires

Sous réserve de pouvoir exclure une pollution des eaux souterraines, les essais écotoxicologiques ne sont pas nécessaires dans les cas suivants:

- sols pollués classés comme déchets dangereux ou pouvant être clairement caractérisés par des paramètres chimiques/analytiques. Dans de tels cas, les essais écotoxicologiques peuvent être utiles en vue d'une vérification finale après remédiation et pour le contrôle du procédé pendant la remédiation biologique;

- zones à usage commercial/industriel sans perspective d'utilisation horticole/agricole;
- matériaux du sol ou matériaux de remblai sur un terrain qui devra être rendu imperméable car il sera recouvert de bâtiments ou de toute autre forme de revêtement à faible perméabilité comme le béton, le macadam ou l'asphalte.

## 5 Choix des essais suivant l'utilisation/la réutilisation des sols et des matériaux du sol et selon les fonctions du sol

### 5.1 Utilisation d'essais d'écotoxicité

Les toxiques peuvent altérer différentes espèces (et dans certains cas, les génotypes) présentes dans les écosystèmes à diverses concentrations. L'approche idéale pour effectuer une caractérisation écotoxicologique précise de la toxicité du sol consiste à utiliser une batterie d'essais faisant intervenir plusieurs espèces appartenant à différents groupes taxonomiques et trophiques afin d'éviter des résultats négatifs erronés dus à une adaptation d'un système d'essai (changement génotypique) à un polluant spécifique par comparaison avec des sols non pollués. Des études de terrain ou en conditions semi-naturelles sont rarement effectuées et peuvent s'avérer très onéreuses.

Le schéma idéal peut être facilité par l'adoption de stratégies d'essai plus simples et par l'application de facteurs de sécurité aux résultats obtenus. Cependant, la diversité de la sensibilité des espèces aux toxiques est telle qu'elle engendre un degré élevé d'incertitude si les essais ne portent que sur une seule espèce ou fonction. Il est donc recommandé de réaliser des essais sur au moins un processus microbien, une espèce du règne végétal et une du règne animal, généralement une espèce saprophyte/détritivore. Si plusieurs espèces animales font l'objet d'essais, il convient d'inclure une espèce prédatrice dans la batterie d'essais. Le nombre minimal d'espèces à étudier dépend des réglementations auxquelles la stratégie d'essai doit satisfaire. Le présent document n'indique que les principes de base en vue de leur utilisation. D'autres considérations relatives au choix d'essais utilisant des organismes vivants dans le sol sont données en [5.3](#).

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/22efb62a-98e4-4f61-b2ac-6aab392edfac/iso-15799-2019>

### 5.2 Critères généraux pour le choix des essais

Les critères de choix des essais d'écotoxicité ont été établis dans le contexte de l'évaluation des dangers et de la classification des produits chimiques. Ces critères devraient également s'appliquer à la caractérisation écotoxicologique des sols pollués. Les critères étudiés sont la validité scientifique, l'importance écologique, la faisabilité et l'acceptabilité (voir Références[27] et[28]).

Les exigences fondamentales que les protocoles d'essai doivent satisfaire afin d'être intégrés dans des Normes internationales comprennent la reproductibilité, la validité statistique, l'acceptation générale et les performances.

L'importance d'un critère est spécifique à chaque situation. Selon le cas, des règles de sélection des critères les plus importants doivent être déterminées, de même que doivent être définis les essais qui nécessitent des ajustements en fonction de considérations pratiques telles que la facilité d'élevage des organismes d'essai au laboratoire, ou la disponibilité continue des stades de développement appropriés à la réalisation des essais tout au long de l'année.

Les méthodes d'essai recommandées dans le présent document (voir l'[Annexe A](#)) ont été conçues initialement pour l'évaluation des dangers des produits chimiques et ont été, dans la plupart des cas, harmonisées au niveau international, par exemple par l'OCDE, l'UE ou l'ISO. Dans la plupart d'entre elles, des dispositions ont été prises pour adapter le dispositif expérimental aux besoins énoncés dans le domaine d'application du présent document. En outre, le choix des méthodes d'essais écotoxicologiques pour l'évaluation des sols/matériaux du sol dépend de l'utilisation/de la réutilisation prévue et des fonctions du sol à protéger, en particulier ses fonctions de rétention et d'habitat.

Le [Tableau 1](#) donne un exemple de schéma décisionnel selon la fonction concernée.

**Tableau 1 — Pertinence des essais écotoxicologiques en fonction de la réutilisation du sol prévue**

| Réutilisation des sols  | Fonction du sol                  |                         |                  |
|---|----------------------------------|-------------------------|------------------|
|   | Fonction de rétention            | Fonction d'habitat      |                  |
|   | Organismes aquatiques            | Croissance des végétaux | Biocénose du sol |
|   | Détection des effets biologiques |                         |                  |
| Sous des zones imperméables                                       | faible <sup>a</sup>              | faible                  | faible           |
| Dans des zones non imperméables, à usage commercial et industriel | élevée                           | faible                  | faible           |
| Couverture de décharge  | élevée                           | élevée                  | faible           |
| Zones vertes, parcs et zones de loisirs                           | élevée                           | élevée                  | élevée           |
| Zones utilisées en horticulture ou agriculture                    | élevée                           | élevée                  | élevée           |
| a S'applique uniquement à la zone non saturée du sol.             |                                  |                         |                  |

### 5.3 Considérations relatives à l'examen des fonctions du sol

#### 5.3.1 Fonction de rétention

Le transfert de fractions solubles, colloïdales ou particulières par l'eau joue un rôle prédominant dans l'évaluation des risques induits par les sols pollués. En effet, non seulement l'eau peut mobiliser les polluants, mais ces derniers et leurs métabolites dans la phase aqueuse peuvent avoir de graves effets sur les microorganismes, les plantes et la faune du sol.

Les éluats aqueux (pour la préparation, voir l'Article 6, l'ISO 18776, l'EN 14735) sont utiles pour déterminer les effets écotoxiques sur les organismes exposés du fait d'un transfert par l'eau. Il convient de tenir compte, d'une part, du fait que les substances mobilisées par l'eau peuvent être soumises à différents types de modifications, telles que la métabolisation ou l'hydrolyse, lorsqu'elles sont transportées vers les eaux souterraines ou les eaux de surface, et d'autre part, du fait que leur concentration peut également diminuer au cours du temps par dilution. De plus, des substances peuvent être mobilisées dans le temps en raison de variations environnementales (par exemple pH, transformations chimique et biologique). Les éluats peuvent être utiles comme indicateurs précoces de la pollution des eaux interstitielles et souterraines avant que celle-ci n'atteigne les eaux de surface et les eaux potables.

Au vu de ces considérations, l'étude des eaux souterraines et des éluats est de la plus haute importance, quelle que soit l'utilisation prévue du sol.

Pour les essais écotoxicologiques réalisés avec des extraits aqueux de sol et des organismes d'essai aquatiques, il faut tenir compte du fait que les ions et composés nutritifs se dissolvent facilement dans l'eau (plus facilement du moins que les polluants hydrophobes) et peuvent interférer de manière significative pendant l'essai.

#### 5.3.2 Fonction d'habitat

##### 5.3.2.1 Généralités

La meilleure façon d'étudier l'aptitude d'un sol à héberger des organismes vivants consiste à mettre en œuvre des méthodes d'essai comprenant des organismes et des processus représentatifs des différents groupes taxonomiques et écologiques.

### 5.3.2.2 Matériaux du sol utilisés comme témoins pour les essais biologiques effectués sur des matrices solides

En tant que principe général de tous les essais écotoxicologiques, chaque critère d'effet mesuré lors d'un traitement est comparé à celui mesuré sur le ou les témoins.

Pour évaluer l'aptitude du sol à héberger des organismes vivants, la condition préalable est de comparer le sol ou les matériaux du sol pollués avec un matériau témoin qui peut également servir à préparer les séries de dilution avec l'échantillon pollué.

Il est possible d'utiliser différents types de matériaux témoins:

- un sol non pollué ayant des propriétés pédologiques comparables à celles de l'échantillon étudié;
- un matériau inerte (par exemple, du sable de quartz);
- un sol naturel certifié (par exemple un sol standard);
- un sol artificiel normalisé (voir l'ISO 11268-1, l'ISO 11268-2 et l'ISO 11267).

Le choix entre ces matériaux témoins dépend entièrement des objectifs de l'évaluation écotoxicologique, du type d'essai biologique effectué et des besoins de l'organisme d'essai. Cette recommandation ne peut pas être généralisée à tous les essais biologiques. L'ajout de sable à un sol ou à des matériaux du sol peut créer un mélange compact qui est incompatible avec le développement et la croissance de nombreux organismes (par exemple des essais de croissance de plantes). Il est préférable d'utiliser un matériau témoin plus complexe (tel que du sol artificiel) pour la dilution, si cela peut offrir l'avantage de reproduire de manière plus fidèle l'environnement naturel des organismes, même s'il peut interagir avec les polluants. L'introduction d'un organisme dans un milieu qui ne correspond pas aux principales caractéristiques de son habitat naturel peut engendrer un stress.

- Si une courbe dose-réponse est requise, il est permis d'utiliser l'un des matériaux témoins susmentionnés pour diluer le substrat pollué.
- Si l'objectif est de classer chaque échantillon de sol ou de matériaux du sol en termes de danger écotoxicologique, il est préférable d'utiliser un matériau inerte (par exemple du sable de quartz) qui n'interagira pas avec les polluants présents dans l'échantillon et dont la composition et la granulométrie peuvent être rigoureusement normalisées.

Les exigences relatives au matériau témoin doivent tenir compte des différentes utilisations du sol ainsi que de son type et de son origine (par exemple sol non remanié, matériau de remblai, terre excavée, sol ayant fait l'objet d'une remédiation). Une carence en nutriments, de même que des conditions physiques inadaptées, peuvent engendrer des différences de croissance entre les végétaux et des différences de comportement entre les animaux qui ne sont pas nécessairement dues à la situation liée aux polluants et au potentiel de danger.

- Si l'objectif est d'évaluer l'écotoxicité d'un échantillon de sol ou de matériaux du sol, prélevé sur un site pollué, il serait préférable d'utiliser un matériau témoin non pollué similaire à l'échantillon étudié.
- Si l'objectif est d'évaluer l'écotoxicité de sols ou de matériaux du sol pouvant être réemployés pour certaines utilisations spécifiques, il serait préférable d'utiliser comme matériau témoin tout matériau apte à être ultérieurement mélangé avec le sol ou les matériaux du sol en question.

### 5.3.2.3 Sol utilisé comme substrat (milieu) pour les microorganismes présents dans le sol

La microflore du sol représente en moyenne 80 % de la masse des organismes qui vivent dans le sol. En combinaison avec la microfaune, les principales fonctions de la microflore sont la décomposition et la dégradation des substances organiques complexes en nutriments facilement disponibles, maintenant ainsi les cycles naturels des substances carbonées, azotées, phosphorées et soufrées.

La respiration induite par le substrat fournit un indicateur de la densité de la population microbienne.

Les bactéries nitrifiantes, qui sont responsables de l'oxydation de l'ammonium en nitrites et des nitrites en nitrates, constituent un groupe très sensible de microorganismes. Une réduction de la nitrification ne conduit pas nécessairement à des changements significatifs dans l'écosystème. Toutefois, elle peut être utilisée comme un indicateur sensible de l'inhibition d'un processus essentiel du sol.

La détermination de la biomasse microbienne ou de tout autre processus microbien dans les sols a pour objet de permettre l'évaluation du maintien en continu de la fertilité du sol, de l'aptitude potentielle à dégrader les composés organiques et des effets induits par les matériaux ajoutés sur la communauté microbienne des sols.

#### 5.3.2.4 Sol utilisé comme substrat pour la croissance de végétaux

Après les microorganismes, les racines des plantes représentent la plus grande surface biologique dans le sol. Leur surface de contact avec les particules du sol est accrue par la présence d'un chevelu racinaire et d'associations mycorhiziennes (mycorhizes à vésicules et arbuscules avec les plantes cultivées et ectomycorhizes supplémentaires avec les plantes ligneuses).

Comme dans le cas des autres essais biologiques proposés, les essais effectués avec des plantes supérieures sont conçus pour permettre l'évaluation de la biodisponibilité et des effets des polluants, respectivement décelés ou non par analyse chimique. En retenant une période d'essai d'au moins 14 jours, les modifications à court terme produites dans le sol par la plante soumise à essai elle-même sont prises en compte.

L'accumulation des polluants dans les plantes, leur métabolisme et leurs effets sur les consommateurs ne sont pas étudiés dans le cadre de ces essais. Ceux-ci ne s'appliquent pas à l'évaluation de la fertilité et de la productivité du sol.

#### 5.3.2.5 Sol utilisé comme substrat pour la faune vivant dans le sol

La faune du sol remplit généralement les quatre fonctions suivantes:

- activités mécaniques (drainage, aération, mélange, fragmentation mécanique);
- modifications chimiques (augmentation de la disponibilité des nitrates et phosphates provenant des excréments et formation accélérée de complexes argilo-humiques une fois que le substrat est passé dans l'intestin);
- modifications biologiques (répartition des microorganismes dans la matrice du sol, effets synergiques par stimulation de l'activité microbienne et décomposition de la matière organique);
- maillons significatifs de la chaîne alimentaire.

Des essais à court et long terme sont disponibles pour examiner les effets des polluants sur la faune du sol. Pour évaluer la fonction d'habitat, il est particulièrement recommandé de procéder à une caractérisation au moyen de paramètres d'essai sublétaux.

Il convient d'utiliser une batterie d'essais car une seule méthode d'essai ne peut représenter correctement la multitude des invertébrés extrêmement différents. Lors du choix d'une espèce particulière pour essai, il convient de prendre en compte les critères suivants:

- niveau trophique: il convient d'inclure, par exemple, les espèces saprophages et prédatrices;
- groupes taxonomiques/physiologiques: il faut au moins choisir des représentants des annélides et des arthropodes afin de couvrir la biodiversité des communautés du sol;
- classe de taille/voie d'exposition: les espèces de la micro-, méso- et macro-faune ne représentent pas seulement diverses classes de tailles, mais également des styles de vie différents et donc des voies d'exposition différentes (par exemple eau interstitielle par rapport à la consommation d'aliments);
- rôle écologique: il est important de prendre au moins en compte les espèces vivant dans le sol et celles vivant dans la litière.

Il convient d'appliquer uniquement des méthodes normalisées au niveau international.

## 6 Échantillonnage, transport, stockage et préparation des échantillons

Avant de pouvoir évaluer la qualité du sol selon l'une des méthodes proposées, il est nécessaire de prélever des échantillons de sol sur le site étudié (voir l'ISO 23611-6). Il convient que l'échantillonnage du sol soit effectué par du personnel compétent, ayant une connaissance suffisante de l'échantillonnage, de la manipulation des échantillons et des mesures de sécurité sur les sites pollués et les zones d'échantillonnage. Il convient que la stratégie d'échantillonnage et la manipulation soient déterminées par les caractéristiques du site à étudier, le type de pollution et les contraintes des essais biologiques (par exemple les quantités d'échantillons de sol peuvent varier entre 100 g et 100 kg, en fonction des essais choisis).

Enregistrer toutes les données relatives à l'échantillonnage, au transport et à la préparation des échantillons. L'ISO 18400-206 donne des instructions concernant la conception des programmes d'échantillonnage, les techniques d'échantillonnage, la sécurité, l'étude des sites naturels, cultivés, urbains et industriels, ainsi que la collecte, la manipulation et le stockage du sol pour l'évaluation des paramètres biologiques fonctionnels et structurels en laboratoire. Pour la préparation des éluats destinés à l'évaluation de la fonction de rétention en utilisant des méthodes d'essai aquatiques, l'ISO 18772 et l'EN 14735 sont recommandées.

## 7 Limites des essais biologiques proposés pour les sols/matériaux du sol

Les systèmes d'essais biologiques ne sont que très partiellement adaptés aux polluants volatils. Il convient de développer d'autres méthodes à ces fins. De même, il se peut que l'impact des polluants organiques, facilement dégradables dans des conditions aérobies, soit incomplètement décelé au moyen des méthodes décrites. Dans ce cas, il convient d'appliquer d'autres méthodes d'échantillonnage et de préparation des échantillons.

ISO 15799:2019

Les méthodes d'essai terrestres et aquatiques proposées en A.1 et A.2 ont été mises au point pour évaluer le potentiel écotoxique des produits chimiques. La caractérisation des sols ou des éluats de sol n'était pas leur objectif premier. De ce fait, ces méthodes doivent être adaptées aux exigences spécifiques de l'évaluation du sol et du site.



## Annexe A (informative)

### Formulaires normalisés des systèmes d'essai recommandés

#### A.1 Méthodes d'essai terrestres

##### A.1.1 Faune du sol

##### A.1.1.1 Collemboles — Effets sur la reproduction

|     |   |  |
|-----|---|--|
| 1.  | <b>Titre de l'essai:</b>                                    | Qualité du sol — Inhibition de la reproduction de Collembola ( <i>Folsomia candida</i> ) par des contaminants du sol |
| 2.  | <b>Harmonisation</b>  | Internationale   |
| 3.  | <b>Références</b>   | ISO 11267  |
| 4.  | <b>Principe</b>   | Détermination de l'effet sur la reproduction des collemboles incubés pendant une période d'essai de quatre semaines  |
| 5.  | <b>Type d'essai</b>   | Statique subchronique  |
| 6.  | <b>Organisme d'essai</b>                                    | Collemboles  |
|     | Souche  | <i>Folsomia candida</i> Willem 1902  |
|     | Âge   | 10 j à 12 j  |
|     | Alimentation  | Levure sèche   |
| 7.  | <b>Substrat d'essai</b>                                     | Sol artificiel, sol pollué   |
|     | Volume  | 30 g (masse humide)/récipient  |
| 8.  | <b>Conditions d'essai</b>                                   |  |
|     | Enceinte d'essai  | Enceinte thermostatée  |
|     | Température   | 20 °C ± 2 °C   |
|     | pH  | 6 ± 0,5. Ne pas ajuster le pH pour soumettre à essai des sols pollués  |
|     | Qualité/intensité lumineuse                                 | Entre 400 lx et 800 lx   |
|     | Durée d'illumination  | 12 h: 12 h ou 16 h: 8 h  |
|     | Humidité du sol   | Entre 40 % et 60 % de la capacité de rétention d'eau totale  |
| 9.  | <b>Nombre de réplicats</b>                                  | Au moins 4   |
| 10. | <b>Durée d'essai/incubation</b>                             | 28 j   |
| 11. | <b>Témoin négatif/sol utilisé pour la dilution</b>          | Sol de référence ou standard (par exemple sol artificiel)  |
| 12. | <b>Critères de validité</b>                                 | Contrôle: mortalité < 20 %, reproduction minimale de 100 jeunes, CV ≤ 30 %   |
| 13. | <b>Témoin positif/toxique de référence CE50 moyenne, CV</b> | Acide borique ou Betosip (substance active 157 g/l de phenmédiphame)   |
| 14. | <b>Statistique</b>  | ANOVA, test <i>t</i> multiple, test <i>u</i> , analyse par régression  |