

NORME  
INTERNATIONALE

ISO  
21268-3

Première édition  
2019-09

---

---

**Qualité du sol — Modes opératoires de  
lixiviation en vue d'essais chimiques  
et écotoxicologiques ultérieurs des  
sols et matériaux du sol —**

Partie 3:

**Essai de percolation à écoulement  
ascendant**

(standards.iteh.ai)

*Soil quality — Leaching procedures for subsequent chemical and  
ecotoxicological testing of soil and soil-like materials —*

<https://standards.iteh.org/catalog/standards/sist/d865d514-893c-4e12-bf60-810279f978d4/iso-21268-3-2019>  
**Part 3: Up-flow percolation test**



Numéro de référence  
ISO 21268-3:2019(F)

© ISO 2019

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

ISO 21268-3:2019

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/d865d514-893c-4e12-bf60-810279f978d4/iso-21268-3-2019>



**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

Avant-propos.....	v
Introduction.....	vii
<b>1</b> <b>Domaine d'application</b> .....	<b>1</b>
<b>2</b> <b>Références normatives</b> .....	<b>2</b>
<b>3</b> <b>Termes et définitions</b> .....	<b>2</b>
<b>4</b> <b>Principe</b> .....	<b>3</b>
<b>5</b> <b>Réactifs et matériaux</b> .....	<b>4</b>
<b>6</b> <b>Appareillage</b> .....	<b>4</b>
<b>7</b> <b>Prétraitement de l'échantillon</b> .....	<b>6</b>
7.1    Préparation de l'échantillon pour laboratoire et spécification de la granulométrie.....	6
7.2    Préparation de l'échantillon pour essai.....	7
7.3    Prise d'essai.....	7
7.4    Détermination du taux de matière sèche.....	7
<b>8</b> <b>Mode opératoire</b> .....	<b>8</b>
8.1    Température.....	8
8.2    Préparation de l'éluant.....	8
8.3    Préparation de la colonne.....	8
8.4    Compactage de la colonne.....	8
8.5    Démarrage de l'essai.....	9
8.6    Recueil de l'échantillon et étape de séparation liquide/solide.....	10
8.7    Collecte de fractions d'éluat supplémentaires.....	11
8.8    Préparation complémentaire des éluats pour analyse.....	12
8.9    Essai à blanc.....	12
<b>9</b> <b>Calcul</b> .....	<b>13</b>
<b>10</b> <b>Rapport d'essai</b> .....	<b>13</b>
<b>11</b> <b>Détermination analytique</b> .....	<b>14</b>
11.1   Généralités.....	14
11.2   Informations concernant l'essai à blanc.....	14
<b>12</b> <b>Caractéristiques de performance</b> .....	<b>14</b>
12.1   Généralités.....	14
12.2   Études de validation menées au Japon.....	16
12.2.1   Essais comparatifs interlaboratoires réalisés conformément à l'ISO/ TS 21268-3:2007.....	16
12.2.2   Essais de robustesse et résultats de validation traitant de la période d'équilibrage et du débit.....	16
12.3   Résultats de validation obtenus en Allemagne (pour la méthode DIN 19528 <sup>[5]</sup> ).....	17
12.3.1   Généralités.....	17
12.3.2   Résultats de l'étude de validation n° 1.....	18
12.3.3   Résultats de l'étude de validation n° 2.....	22
<b>Annexe A (informative) Suggestions pour le compactage de la colonne, la saturation en eau et l'établissement des conditions d'équilibre</b> .....	<b>28</b>
<b>Annexe B (informative) Justification des choix adoptés lors de la mise au point du mode opératoire de l'essai</b> .....	<b>30</b>
<b>Annexe C (informative) Calcul de la durée de centrifugation en fonction de la vitesse de centrifugation et des dimensions du rotor</b> .....	<b>34</b>
<b>Annexe D (informative) Informations complémentaires sur des essais de robustesse et des résultats de validation obtenus sur des déchets</b> .....	<b>36</b>

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

[ISO 21268-3:2019](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/d865d514-893c-4e12-bf60-810279f978d4/iso-21268-3-2019)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/d865d514-893c-4e12-bf60-810279f978d4/iso-21268-3-2019>

## 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 7, *Évaluation des impacts*.

Cette première édition de l'ISO 21268-3:2019 annule et remplace l'ISO/TS 21268-3, qui a fait l'objet d'une révision technique. Les principales modifications par rapport à l'édition précédente sont les suivantes:

- modification de la granulométrie maximale de la prise d'essai, qui doit à présent être inférieure à 2 mm, ce qui correspond à une valeur habituelle pour les sols;
- ajout de l'eau déminéralisée en tant que lixiviant possible;
- modification du diamètre de colonne, qui passe de « 5 cm ou 10 cm » à « 5 cm à 10 cm »;
- ajout à titre d'option d'un débit de 30 cm/j, cette valeur découlant des essais de robustesse;
- modification des titres de [7.1](#) et [7.2](#), qui sont à présent intitulés [7.1](#) « Granulométrie » et [7.2](#) « Préparation des échantillons », et inversion des corps de texte de ces paragraphes;
- ajout de [11.1](#) « Généralités », [11.2](#) « Études de validation réalisées au Japon » et [12.3](#) « Résultats de validation obtenus en Allemagne (pour la méthode DIN 19528) »;
- suppression de [B.2](#) « Distribution granulométrique »;
- ajout d'une nouvelle [Annexe C](#) « Calcul de la durée de centrifugation en fonction de la vitesse de centrifugation et des dimensions du rotor », informative;
- mise à jour des références de l'[Article 2](#) et de la Bibliographie.

Une liste de toutes les parties de la série ISO 21268 se trouve sur le site web de l'ISO.

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).

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

ISO 21268-3:2019

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/d865d514-893c-4e12-bf60-810279f978d4/iso-21268-3-2019>

## Introduction

Des essais ont été mis au point dans plusieurs pays pour caractériser et déterminer les substances pouvant être relarguées à partir de matériaux. Le relargage de substances solubles au contact de l'eau est considéré comme le principal mécanisme de relargage, qui se traduit par un risque potentiel pour l'environnement lors de l'utilisation ou l'élimination de ces matériaux. Le but de ces essais est d'identifier les propriétés de lixiviation des matériaux. La complexité du processus de lixiviation rend des simplifications nécessaires<sup>[1]</sup>.

Il n'est pas possible de prendre en compte tous les aspects importants du comportement à la lixiviation dans une seule norme (voir la description des facteurs influents à l'[Annexe A](#)).

Les essais permettant de caractériser le comportement des matériaux peuvent généralement être divisés en trois catégories traitées dans l'ISO 18772<sup>[2]</sup> et l'EN 12920.<sup>[3]</sup> La relation entre ces essais est résumée ci-après:

- a) les essais de « caractérisation de base » sont utilisés pour obtenir des informations sur le comportement à la lixiviation à court et à long terme, ainsi que sur les propriétés caractéristiques des matériaux. Le rapport liquide/solide (L/S), la composition du lixiviant, les facteurs contrôlant la lixivabilité tels que le pH, le potentiel redox, la complexation, le rôle du carbone organique dissous (COD), le vieillissement des matériaux et les paramètres physiques, sont repris dans ces essais;
- b) les essais de « conformité » sont utilisés pour déterminer si le matériau est conforme à un comportement ou à des valeurs de référence spécifiques. Les essais portent plus particulièrement sur des variables clés et sur le comportement à la lixiviation préalablement identifié par des essais de caractérisation de base;
- c) les essais de « vérification sur site » sont utilisés comme un contrôle rapide pour confirmer que le matériau est le même que celui qui a été soumis à un ou plusieurs essais de conformité. Les essais de vérification sur site ne sont pas nécessairement des essais de lixiviation.

Le mode opératoire de l'essai décrit dans la présente méthode appartient à la catégorie a): essais de caractérisation de base.

La présente norme a été élaborée dans un premier temps sur la base de la CEN/TS 14405:2004.<sup>[4]</sup> Elle a ensuite été modifiée notamment pour tenir compte des exigences relatives aux essais écotoxicologiques et à l'analyse ultérieurs des substances organiques. De plus, les résultats de validation obtenus pour la méthode DIN 19528<sup>[5]</sup> et ceux provenant des études de validation japonaises<sup>[15,16]</sup> ont été intégrés.

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

ISO 21268-3:2019

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/d865d514-893c-4e12-bf60-810279f978d4/iso-21268-3-2019>

# Qualité du sol — Modes opératoires de lixiviation en vue d'essais chimiques et écotoxicologiques ultérieurs des sols et matériaux du sol —

## Partie 3: Essai de percolation à écoulement ascendant

### 1 Domaine d'application

Le présent document spécifie un essai destiné à déterminer le comportement à la lixiviation de substances inorganiques et organiques issues de sols et de matériaux analogues au sol. La méthode est un essai de percolation à écoulement ascendant mené dans des conditions de débit normalisées. Le matériau est lixivié dans des conditions hydrauliques dynamiques. Le présent document a été conçu pour étudier le relargage de substances organiques et inorganiques à partir du sol et des matériaux analogues au sol et produire des éluats destinés aux essais écotoxicologiques. Pour en savoir plus sur les essais écotoxicologiques, voir l'ISO 15799<sup>[6]</sup> et l'ISO 17616.<sup>[7]</sup> Les résultats de l'essai permettent de faire la distinction entre différents types de relargage, tels que le lessivage ou le relargage sous l'effet de l'interaction avec la matrice, à l'approche de l'équilibre local entre le matériau et le lixiviant.

Cette méthode d'essai produit des éluats qui peuvent ensuite être caractérisés par des méthodes physiques, chimiques et écotoxicologiques selon des méthodes normalisées existantes. Les résultats de l'analyse des éluats sont présentés en fonction du rapport liquide/solide (L/S). L'essai n'est pas adapté aux substances qui sont volatiles dans des conditions ambiantes.

NOTE 1 Les substances organiques volatiles comprennent les substances à faible masse moléculaire contenues dans des mélanges tels que les huiles minérales.

NOTE 2 Il n'est pas toujours possible d'optimiser les conditions d'essai à la fois pour les substances organiques et les substances inorganiques. Les conditions d'essai optimales peuvent également varier entre les différents groupes de substances organiques. Les exigences d'essai pour les substances organiques sont généralement plus strictes que celles applicables aux substances inorganiques. En règle générale, les conditions d'essai appropriées à la mesure du relargage des substances organiques s'appliquent également aux substances inorganiques.

NOTE 3 Au sein de la catégorie des substances organiques, une différence de comportement notable existe entre les composés les plus polaires, relativement solubles dans l'eau et les composés organiques hydrophobes (COH), apolaires. Concernant ces derniers, les mécanismes de relargage (par exemple liés à des particules ou liés au carbone organique dissous) peuvent avoir plus d'importance, de même que les pertes dues à la sorption de COH solubles sur différents matériaux avec lesquels ils entrent en contact (par exemple flacons, filtres). Il convient d'utiliser les essais et les résultats pour la lixiviation des substances organiques, uniquement en ayant une connaissance approfondie des propriétés spécifiques des substances en question et des problèmes potentiels qui y sont associés.

NOTE 4 Pour les essais d'écotoxicité, des éluats avec à la fois des substances inorganiques et organiques sont nécessaires. Dans le présent document, les essais d'écotoxicité englobent les essais de génotoxicité.

NOTE 5 En général, l'essai n'est pas adapté aux sols dont la conductivité hydraulique est inférieure à  $10^{-8}$  m/s (voir également l'Annexe B). Il peut déjà s'avérer difficile de maintenir le débit indiqué pour une conductivité hydraulique saturée comprise entre  $10^{-7}$  m/s et  $10^{-8}$  m/s.

L'application de la présente méthode d'essai seule ne suffit pas pour déterminer le comportement à la lixiviation d'un matériau dans des conditions spécifiées différentes de celles applicables au mode opératoire, car cela nécessite généralement l'application de plusieurs méthodes d'essai, d'une modélisation comportementale et d'une validation du modèle. Le présent document ne traite pas des questions liées à la santé et à la sécurité. Il permet uniquement de déterminer les propriétés de lixiviation telles que décrites dans l'Article 4.

## 2 Références normatives

Les documents suivants sont cités dans le texte de sorte qu'ils constituent, pour tout ou partie de leur contenu, 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 s'applique (y compris les éventuels amendements).

ISO 3696, *Eau pour laboratoire à usage analytique — Spécification et méthodes d'essai*

ISO 5667-3:2018, *Qualité de l'eau — Échantillonnage — Partie 3: Conservation et manipulation des échantillons d'eau*

ISO 5725-1:1994, *Exactitude (justesse et fidélité) des résultats et méthodes de mesure — Partie 1: Principes généraux et définitions*

ISO 5725-2:1994, *Exactitude (justesse et fidélité) des résultats et méthodes de mesure — Partie 2: Méthode de base pour la détermination de la répétabilité et de la reproductibilité d'une méthode de mesure normalisée*

ISO 7027-1, *Qualité de l'eau — Détermination de la turbidité — Partie 1: Méthodes quantitatives*

ISO 10523, *Qualité de l'eau — Détermination du pH*

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

iTeh STANDARD PREVIEW  
(standards.iteh.ai)

## 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**  
**essai de lixiviation**  
essai au cours duquel un matériau est mis en contact avec un *lixiviant* (3.2) dans des conditions strictement définies et durant lequel certaines des substances du matériau sont extraites

**3.2**  
**lixiviant**  
liquide utilisé lors d'un *essai de lixiviation* (3.1)

Note 1 à l'article: Pour les besoins du présent document, le lixiviant est spécifié en 5.1.

**3.3**  
**éluat**  
solution obtenue après un *essai de lixiviation* (3.1)

Note 1 à l'article: L'éluat est également appelé « lixiviat ».

**3.4**  
**rapport liquide/solide**  
**rapport L/S**  
rapport entre la quantité totale de liquide (L en litres) qui lors de cette extraction est en contact avec l'échantillon de sol et la masse sèche de l'échantillon (S en kg de matière sèche)

Note 1 à l'article: Le rapport L/S est exprimé en l/kg.

**3.5****taux de matière sèche  
teneur en matière sèche** $w_{ms}$ 

rapport, exprimé en pourcentage, de la masse de résidu sec, déterminée conformément à l'ISO 11465, sur la masse brute correspondante

**3.6****échantillon pour laboratoire**

échantillon ou sous-échantillon(s) envoyé(s) au laboratoire ou reçu(s) par celui-ci

**3.7****échantillon pour essai**

échantillon préparé à partir de l'échantillon pour laboratoire (3.6) et duquel des prises d'essai (3.8) sont prélevées pour essai ou analyse

**3.8****prise d'essai**

quantité de matériau de dimension appropriée pour la mesure de la concentration ou d'autres propriétés pertinentes, prélevée sur l'échantillon pour essai (3.7)

Note 1 à l'article: La prise d'essai peut être prélevée directement sur l'échantillon pour laboratoire si aucune préparation de l'échantillon n'est requise, mais elle est généralement prélevée à partir de l'échantillon pour essai préparé.

Note 2 à l'article: Une unité ou un incrément d'homogénéité, de dimension et de finesse appropriées, ne nécessitant aucune préparation supplémentaire, peut constituer une prise d'essai.

**3.9****matériau analogue au sol**

ensemble des terres excavées, des matériaux de dragage, des sols artificiels, des sols traités et des matériaux de remblais

ITEH STANDARD PREVIEW  
(standards.iteh.ai)  
en 2020-11-16  
https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/d865d514-893c-4e12-bf60-810279f978d4/iso-21268-3-2019

**4 Principe**

Le présent document décrit une méthode visant à déterminer le relargage de substances issues du sol et de matériaux analogues au sol, placés dans une colonne où ils sont soumis à une percolation par un lixiviant. Un écoulement vertical ascendant continu est appliqué pour saturer la colonne en eau. Les conditions de l'essai, y compris le débit du lixiviant, sont sélectionnées pour permettre d'identifier, à partir des résultats, les substances qui sont rapidement lessivées et celles dont le relargage subit l'effet de l'interaction avec la matrice. Les conditions sont censées permettre d'atteindre un état d'équilibre local entre le matériau et le lixiviant tout au long de l'essai, et il est supposé que tel est le cas.

La prise d'essai qui, soit d'origine, soit après un prétraitement, a une granulométrie inférieure ou égale à 2 mm, est mise en contact avec une eau à faible concentration en chlorure de calcium (0,001 mol/l) ou avec de l'eau déminéralisée (5.1), dans des conditions spécifiées. Le lixiviant est percolé par écoulement ascendant à travers la colonne, à un débit spécifié et jusqu'à l'obtention d'un rapport L/S déterminé. L'éluat est collecté en différentes fractions séparées. La présente méthode repose sur l'hypothèse que l'équilibre ou le quasi-équilibre est atteint entre les phases liquide et solide pendant la durée de l'essai. Les propriétés des éluats sont mesurées au moyen de méthodes conçues pour l'analyse de l'eau et adaptées afin de satisfaire aux critères d'analyse des éluats. L'éluat peut également être utilisé lors d'essais d'écotoxicité ultérieurs.

Après l'essai, les conditions de lixiviation en termes de pH, de conductivité électrique et, éventuellement, de turbidité, de carbone organique dissous (COD) ou de potentiel redox, imposées par le matériau, doivent être enregistrées.

NOTE 1 Le comportement à la lixiviation des matériaux du sol est souvent fonction de ces paramètres. Ces derniers jouent donc un rôle important dans l'évaluation des résultats d'essai. En particulier, le COD est important dans le sol et les matériaux analogues au sol pour bon nombre de substances inorganiques et organiques.

NOTE 2 Le lixiviant est à 0,001 mol/l de  $\text{CaCl}_2$  pour réduire la mobilisation du COD due à une trop faible force ionique du lixiviant.

Les propriétés des éluats sont mesurées au moyen de méthodes conçues pour l'analyse de l'eau et adaptées afin de satisfaire aux critères d'analyse des éluats. L'éluat peut également être utilisé lors d'essais d'écotoxicité ultérieurs.

Les résultats de l'essai sont exprimés en fonction du rapport L/S, en termes de concentration (mg de substances lixiviées par litre d'éluat) et de relargage [mg de substances lixiviées cumulées par kg de matériau (masse sèche)] des substances.

Le mode opératoire décrit dans le présent document est fondé sur les exigences d'essai les plus strictes pour déterminer le relargage des substances organiques et pour les essais d'écotoxicité ultérieurs. Lorsque la mesure ne porte que sur le relargage des substances inorganiques, des simplifications peuvent être adoptées pour certaines étapes du mode opératoire.

## 5 Réactifs et matériaux

5.1 Eau déminéralisée, eau déionisée ou eau d'une pureté équivalente ( $5 < \text{pH} < 7,5$ ), avec une conductivité  $< 0,5$  mS/m conformément à la qualité 3 spécifiée dans l'ISO 3696, amenée à **0,001 mol/l de  $\text{CaCl}_2$** .

5.2 Chlorure de calcium ( $\text{CaCl}_2 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$ ), de qualité analytique.

5.3 Azoture de sodium ( $\text{NaN}_3$ ), de qualité analytique.

5.4 Acide nitrique ( $\text{HNO}_3$ ), de qualité analytique, appliqué en solution de rinçage à 0,1 mol/l.

5.5 Solvant organique (acétone, de qualité analytique) pour le rinçage et le nettoyage.

## 6 Appareillage

6.1 Colonne, en verre ayant un diamètre interne de 5 cm à 10 cm et une hauteur de remplissage d'environ  $(30 \pm 5)$  cm, équipée de filtres (6.3) dans l'embase et le couvercle en matériaux appropriés assurant des interférences minimales avec les substances d'intérêt. Une plaque filtrante ou une fine couche de matériau non réactif et de faible granulométrie (par exemple du sable siliceux fin) est disposée dans l'embase et le couvercle de la colonne afin d'assurer un écoulement approprié de l'eau sur toute la largeur de la colonne et de soutenir le préfiltre.

NOTE 1 Une illustration de la colonne et de ses équipements est donnée à la [Figure 1](#).

NOTE 2 Un verre de haute qualité est généralement jugé adéquat pour les substances métalliques et organiques, en particulier du fait que la plage de pH normalement couverte durant l'essai du sol n'atteint pas les conditions ( $\text{pH} > 10$  et  $\text{pH} < 3$ ) dans lesquelles le verre lui-même est attaqué. Pour les essais d'écotoxicité, des éluats avec à la fois des substances métalliques et organiques sont nécessaires, ce qui renforce le besoin de générer des éluats intégrés.

NOTE 3 Si seules des substances organiques sont analysées, une colonne et des accessoires en acier inoxydable peuvent être utilisés en tenant compte de leur degré de sorption qui peut être évalué par des essais préliminaires. <sup>[9]</sup> Si seules des substances inorganiques sont analysées, il est possible d'utiliser une colonne en plastique.

NOTE 4 Lorsque le matériau filtrant utilisé est du sable siliceux, ce dernier doit être soumis à essai pour vérifier qu'il est exempt de substances lixiviables. Si nécessaire, il peut être lavé à l'eau déminéralisée pour éliminer les fines, puis séché doucement à une température ne dépassant pas  $25^\circ\text{C}$  afin de ne pas accroître la capacité de sorption en surface des grains de quartz. Le sable siliceux peut être lavé au préalable avec de l'acétone pour obtention de valeurs de blanc correspondant aux substances organiques étudiées.

NOTE 5 Pour empêcher la dégradation des composés organiques sous l'effet de la lumière, réaliser l'essai à l'abri de la lumière, utiliser un flacon en verre ambré, ou entourer le matériel de lixiviation d'une feuille d'aluminium.

**6.2 Filtres** destinés à la filtration des éluats; ils ne doivent pas adsorber les substances d'intérêt. Cela doit faire l'objet d'un essai lors d'expérimentations préliminaires.

Les filtres doivent être choisis de sorte qu'ils n'adsorbent (ou ne relarguent) pas les substances d'intérêt.

NOTE Ceci peut faire l'objet d'un essai lors d'expérimentations préliminaires.

**6.3 Préfiltres** pour la colonne, d'une taille de pore de 1 µm à 20 µm.

Les filtres doivent être choisis de sorte qu'ils n'adsorbent (ou ne relarguent) pas les substances d'intérêt.

NOTE Ceci peut faire l'objet d'un essai lors d'expérimentations préliminaires.

**6.4 Pompe**, d'une capacité réglable entre 0 ml/h et 60 ml/h (par exemple, pompe péristaltique).

**6.5 Balance pour analyse**, d'une précision d'au moins 0,1 g.

**6.6 pH-mètre**, conforme à l'ISO 10523, d'une précision d'au moins ± 0,05 unités pH.

**6.7 Conductimètre**, d'une précision d'au moins 0,1 mS/m.

**6.8 Tuyaux flexibles** adaptés à l'analyse à mettre en œuvre (voir l'ISO 5667-3:2018, Tableau A.1).

NOTE Si l'analyse porte à la fois sur des substances organiques et inorganiques, des tuyaux en perfluoroéthylène-propylène (FEP) peuvent être utilisés. Si seules des substances inorganiques sont analysées, du PTFE ou d'autres matériaux similaires peuvent être utilisés pour les tuyaux.

**6.9 Flacons en verre** de haute qualité, de volume approprié et munis de bouchons à vis avec revêtement interne en PTFE, destinés à la collecte des éluats et à la conservation des échantillons d'éluat (conformément à l'ISO 5667-3).

NOTE Si seules des substances inorganiques sont analysées, d'autres matériaux peuvent être sélectionnés pour les flacons [comme le polyéthylène haute densité (PE-HD) ou le PTFE].

**6.10 Équipement de fragmentation**, concasseur à mâchoires ou dispositif de coupe.

**6.11 Matériel de tamisage** avec tamis de 2 mm ou 4 mm de taille nominale.

**6.12 Diviseur d'échantillon**, pour le quartage des échantillons pour laboratoire (facultatif).

**6.13 Potentiomètre redox** (facultatif).

**6.14 Turbidimètre**, comme spécifié dans l'ISO 7027-1.

**6.15 Centrifugeuse réfrigérée**, fonctionnant de 20 000 g à 30 000 g, comportant des tubes à centrifuger constitués d'un matériau approprié, inerte vis-à-vis des composés inorganiques et organiques et adapté à une centrifugation à grande vitesse (par exemple, perfluoroalcoxy (PFA), acier inoxydable<sup>[8]</sup>).

En variante, si une centrifugeuse à grande vitesse n'est pas disponible, une centrifugeuse fonctionnant de 2 000 g à 2 500 g et comportant des flacons en verre peut être utilisée en augmentant la durée de centrifugation. L'Annexe C donne des recommandations relatives au calcul de la durée de centrifugation en fonction des caractéristiques du rotor pour obtenir la même efficacité de centrifugation quelle que