

---

---

**Évaluation de la biodégradabilité aérobie  
ultime et de la désintégration des matériaux  
plastiques dans des conditions contrôlées  
de compostage — Méthode par analyse du  
dioxyde de carbone libéré**

**iTeh STANDARD PREVIEW**  
*Determination of the ultimate aerobic biodegradability and disintegration of  
plastic materials under controlled composting conditions — Method by  
analysis of evolved carbon dioxide*  
(standards.iteh.ai)

ISO 14855:1999

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/6704e34c-2534-468e-91c9-a54387ee05a1/iso-14855-1999>



## 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 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.

La Norme internationale ISO 14855 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 61, *Plastiques*, sous-comité SC 5, *Propriétés physicochimiques*.

Les annexes A à E de la présente Norme internationale sont données uniquement à titre d'information.

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

[ISO 14855:1999](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/6704e34c-2534-468e-91c9-a54387ee05a1/iso-14855-1999)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/6704e34c-2534-468e-91c9-a54387ee05a1/iso-14855-1999>

© ISO 1999

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'éditeur.

Organisation internationale de normalisation  
Case postale 56 • CH-1211 Genève 20 • Suisse  
Internet iso@iso.ch

Imprimé en Suisse

# Évaluation de la biodégradabilité aérobie ultime et de la désintégration des matériaux plastiques dans des conditions contrôlées de compostage — Méthode par analyse du dioxyde de carbone libéré

**AVERTISSEMENT** — Les eaux usées, les boues activées et les matières en suspension dans le sol et le compost peuvent contenir des organismes potentiellement pathogènes. Il convient donc de les manipuler avec les précautions appropriées, de même que les composés à analyser toxiques ou dont les propriétés ne sont pas connues.

## 1 Domaine d'application

La présente Norme internationale prescrit une méthode d'évaluation, d'une part, de la biodégradabilité aérobie ultime des plastiques à partir de composés organiques dans des conditions contrôlées de compostage, par mesurage du dioxyde de carbone libéré, et d'autre part, de leur désintégration à la fin de l'essai. La présente méthode est conçue pour se rapprocher des conditions de compostage aérobie caractéristiques de la fraction organique des déchets municipaux solides non triés. Le matériau d'essai est exposé dans le cadre d'un essai de laboratoire à un inoculum provenant d'un échantillon de compost. Le compostage aérobie a lieu dans un environnement où la température, l'aération et l'humidité, en particulier, sont étroitement contrôlées et maîtrisées. La méthode permet d'accéder au pourcentage et au taux de conversion du carbone contenu dans la substance à analyser, en dioxyde de carbone libéré.

Les conditions utilisées dans la présente Norme internationale ne correspondent pas nécessairement aux conditions optimales permettant d'obtenir le taux maximal de biodégradation.

## 2 Références normatives

Les normes suivantes contiennent des dispositions qui, par suite de la référence qui en est faite, constituent des dispositions valables pour la présente Norme internationale. Au moment de la publication, les éditions indiquées étaient en vigueur. Toute norme est sujette à révision et les parties prenantes des accords fondés sur la présente Norme internationale sont invitées à rechercher la possibilité d'appliquer les éditions les plus récentes des normes indiquées ci-après. Les membres de la CEI et de l'ISO possèdent le registre des Normes internationales en vigueur à un moment donné.

ISO 5663:1984, *Qualité de l'eau — Dosage de l'azote Kjeldahl — Méthode après minéralisation au sélénium.*

ISO 8245:1999, *Qualité de l'eau — Lignes directrices pour le dosage du carbone organique total (COT) et carbone organique dissous (COD).*

## 3 Définitions

Pour les besoins de la présente Norme internationale, les définitions suivantes s'appliquent:

### 3.1

#### **biodégradation aérobie ultime**

décomposition d'un composé chimique organique par des micro-organismes en présence d'oxygène, en dioxyde de carbone, eau et sels minéraux de tous les autres éléments présents (minéralisation) et en une nouvelle biomasse

**3.2****compostage**

procédé aérobie destiné à produire du compost

NOTE Le compost est un conditionneur organique du sol obtenu par biodégradation d'un mélange principalement constitué de divers résidus végétaux éventuellement associés à un autre matériau organique, et ayant une teneur en minéraux limitée.

**3.3****désintégration**

cassure physique d'un matériau en très petits fragments

**3.4****matières sèches totales**

quantité de solides obtenue par prélèvement d'un volume connu de matériau d'essai ou de compost, et séchage à environ 105 °C jusqu'à l'obtention d'une masse constante

**3.5****solides volatils**

quantité de solides obtenue par soustraction des résidus d'un volume connu de matériau d'essai ou de compost après incinération à environ 550 °C, de la teneur en matières sèches totales du même échantillon

NOTE La teneur en solides volatils est symptomatique de la teneur en matière organique.

**3.6****teneur théorique de dioxyde de carbone libéré****ThCO<sub>2</sub>**

teneur théorique maximale en dioxyde de carbone libéré après oxydation complète d'un composé chimique, calculée d'après la formule moléculaire, exprimée en milligrammes de dioxyde de carbone libéré par milligramme ou gramme de composé à analyser

**3.7****phase de latence**

durée, mesurée en jours, écoulée à partir du début de l'essai jusqu'à l'obtention de l'adaptation et/ou de la sélection des micro-organismes qui provoquent la dégradation, et jusqu'à ce que le taux de biodégradation du composé chimique ou de la matière organique ait atteint environ 10 % du niveau maximal de biodégradation

**3.8****niveau maximal de biodégradation**

degré de biodégradation, mesuré en pourcentage, d'un composé chimique ou d'un matériau organique lors d'un essai, au-dessus duquel la biodégradation ne se poursuit pas

**3.9****phase de biodégradation**

durée, mesurée en jours, depuis la fin de la phase de latence de l'essai jusqu'à ce que l'on ait obtenu environ 90 % du niveau maximal de biodégradation

**3.10****phase stationnaire**

durée, mesurée en jours, écoulée entre la fin de la phase de biodégradation et la fin de l'essai

**4 Principe**

La méthode d'essai permet de déterminer la biodégradabilité ultime et la désintégration d'un matériau d'essai dans des conditions simulant un processus de compostage aérobie intensif. L'inoculum est un compost stabilisé et mature, obtenu si possible à partir du compostage de la fraction organique des déchets municipaux solides.

Le matériau d'essai est mélangé à l'inoculum et introduit dans un récipient de compostage statique où il est transformé en compost dans des conditions optimales du point de vue de l'oxygène présent, de la température et de l'humidité, pendant une durée d'essai ne dépassant pas 6 mois.

Pendant la biodégradation aérobie du matériau d'essai, les produits de la biodégradation ultime sont le dioxyde de carbone, l'eau, des sels minéraux et de nouveaux constituants cellulaires microbiens (biomasse). Le dioxyde de carbone produit est contrôlé en continu ou mesuré à intervalles réguliers dans les récipients d'essai et du blanc, puis intégré pour déterminer la production cumulée de dioxyde de carbone. Le pourcentage de biodégradation s'obtient en comparant le dioxyde de carbone produit par le matériau d'essai à la quantité maximale de dioxyde de carbone qui pourrait être obtenue à partir du matériau d'essai et qui est calculée à partir du carbone organique total mesuré (COT). Ce pourcentage de biodégradation ne comprendra pas la quantité de carbone convertie en nouvelle biomasse cellulaire qui n'a pas été métabolisée en dioxyde de carbone au cours de l'essai.

En outre, on détermine la désintégration d'un matériau d'essai compact à la fin de l'essai, ainsi que la perte de masse subie par le matériau d'essai.

## 5 Environnement d'essai

L'incubation doit avoir lieu dans l'obscurité ou sous une lumière diffuse, dans une enceinte devant être maintenue à une température constante de  $58\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$  et exempte de vapeurs susceptibles d'inhiber les micro-organismes.

Dans certains cas, par exemple lorsque le point de fusion du matériau d'essai est bas, il est possible de retenir une autre température. La température en question doit être maintenue constante à  $2\text{ °C}$  près, tout au long de l'essai. Tout changement de température doit être justifié et clairement indiqué dans le rapport d'essai.

## 6 Réactifs

Utiliser uniquement des réactifs de qualité analytique reconnue.

Utiliser comme matériau de référence pour le témoin positif, de la cellulose pour chromatographie en couche mince ayant une grosseur de particules de moins de  $20\text{ }\mu\text{m}$ .

[ISO 14855:1999](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/6704e34c-2534-468e-91c9-a54387ee05a1/iso-14855-1999)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/6704e34c-2534-468e-91c9-a54387ee05a1/iso-14855-1999>

## 7 Appareillage

S'assurer que toute la verrerie de laboratoire a été soigneusement nettoyée et, en particulier, qu'elle est exempte de toute trace de substances organiques ou toxiques.

**7.1 Récipients de compostage:** flacons ou fioles en verre, produisant un courant ascendant régulier de gaz.

Un volume minimal de 2 litres est nécessaire pour satisfaire aux prescriptions de 8.2 et 8.3. Pour le tamisage, selon le matériau d'essai employé, il est également possible d'utiliser un plus petit volume. Si l'on détermine les pertes de masse subies par le matériau d'essai, peser chaque récipient de compostage à vide.

**7.2 Système de production d'air,** pouvant alimenter chaque récipient de compostage en air sec ou saturé en eau, si nécessaire exempt de dioxyde de carbone, au débit prédéfini. Ce débit doit être suffisamment élevé pour créer des conditions véritablement aérobies durant l'essai (voir l'exemple donné dans l'annexe A).

**7.3 Appareillage pour la détermination du dioxyde de carbone,** permettant de déterminer à la fois le dioxyde de carbone directement ou après absorption complète dans une solution basique, et le carbone inorganique dissous (CID) (voir l'exemple donné dans l'annexe A). Si l'air de sortie est mesuré directement, par exemple, au moyen d'un analyseur continu à infrarouge ou d'un appareil de chromatographie en phase gazeuse, un dosage ou mesurage exact du débit est nécessaire.

**7.4 Tubes étanches aux gaz,** pour raccorder les récipients de compostage au système de production d'air et au dispositif de détermination du dioxyde de carbone.

**7.5 pH-mètre.**

**7.6 Appareillage analytique,** pour la détermination des matières sèches (à  $105\text{ °C}$ ), des solides volatils (à  $550\text{ °C}$ ), et du carbone organique total (COT), ou pour l'analyse élémentaire du matériau d'essai, si besoin est, pour la détermination du carbone inorganique dissous (CID).

**7.7 Balance** (facultative), permettant de peser les récipients d'essai remplis de compost et de matériau d'essai (masse normalement comprise entre 3 kg et 5 kg).

**7.8 Appareillage analytique** (facultatif), pour la détermination de l'oxygène dans l'air, de l'humidité, des acides gras volatils et de l'azote total (par exemple, par la méthode de Kjeldahl selon l'ISO 5663).

## 8 Mode opératoire

### 8.1 Préparation de l'inoculum

Utiliser comme inoculum du compost bien aéré provenant d'une installation de compostage aérobie convenablement exploitée. L'inoculum de compost doit être homogène et exempt d'objets inertes de grandes dimensions tels que verre, cailloux ou fragments de métal. Retirer ceux-ci à la main, puis tamiser le compost sur un tamis d'environ 0,5 cm à 1 cm.

NOTE 1 Il est recommandé d'utiliser du compost provenant d'une installation de compostage de la fraction organique des déchets municipaux solides, de façon à obtenir une gamme suffisante de micro-organismes. Il convient d'utiliser, de préférence, un compost ayant entre 2 mois et 4 mois. Si l'on ne dispose pas de ce type de compost, on peut également utiliser du compost provenant d'installations qui traitent des déchets végétaux ou des mélanges de déchets végétaux et de déchets municipaux solides.

NOTE 2 Il est recommandé d'utiliser du compost de porosité suffisante pour permettre l'obtention de conditions aussi aérobies que possible. L'ajout d'éléments structuraux comme de petites particules de bois ou de la matière inerte persistante ou faiblement biodégradable peut empêcher le compost de devenir collant ou de s'agglomérer au cours de l'essai.

Déterminer la teneur en matières sèches totales et en solides volatils de l'inoculum de compost. La teneur en matières sèches totales doit être comprise entre 50 % et 55 % des matières humides et que la teneur en solides volatils représente plus d'environ 15 % des matières humides ou 30 % des matières sèches. Ajuster la teneur en eau, si nécessaire, avant utilisation du compost en ajoutant de l'eau ou par un séchage modéré, en aérant, par exemple, le compost avec de l'air sec.

ISO 14855:1999

Préparer un mélange d'une partie d'inoculum de compost avec cinq parties d'eau déminéralisée. Mélanger en agitant et immédiatement mesurer le pH, qui doit être compris entre 7,0 et 9,0.

NOTE 3 Pour la caractérisation ultérieure de l'inoculum de compost, on peut éventuellement déterminer des paramètres appropriés tels que la teneur en carbone organique total, en azote total ou en acides gras, au début et à la fin de l'essai.

Vérifier l'activité de l'inoculum de compost pendant l'essai au moyen d'un matériau de référence biodégradable (voir l'article 6) et en mesurant l'évolution du dioxyde de carbone dans les récipients du blanc. À la fin de l'essai, le matériau de référence doit être dégradé à plus de 70 % (voir l'article 10). L'inoculum du blanc doit produire entre 50 mg et 150 mg de dioxyde de carbone par gramme de solides volatils, pendant les 10 premiers jours de l'essai (voir l'article 10). Si la production de dioxyde de carbone est trop élevée, stabiliser le compost par aération pendant plusieurs jours avant de l'utiliser dans le cadre d'un nouvel essai. En revanche, si l'activité est trop faible, utiliser un nouvel inoculum de compost.

### 8.2 Préparation du matériau d'essai et de la substance de référence

Déterminer la teneur en carbone organique total (COT) du matériau d'essai et du matériau de référence (en utilisant, par exemple, l'ISO 8245) et l'exprimer, de préférence, en grammes de COT par gramme de matières sèches totales. Une autre solution consiste à déterminer la teneur en carbone par une analyse élémentaire si les matériaux ne contiennent pas de carbone inorganique. Le matériau d'essai doit contenir suffisamment de carbone organique pour permettre l'obtention d'une quantité de dioxyde de carbone appropriée à la détermination. Normalement, un minimum de 50 g de matières sèches totales contenant 20 g de COT est nécessaire par récipient.

S'il est nécessaire de déterminer les pertes de masse, déterminer la teneur en matières sèches totales du matériau d'essai, ainsi que la teneur en solides volatils.

NOTE Les pertes subies pendant l'essai par le matériau d'essai et le matériau de référence peuvent éventuellement être déterminées à titre d'informations complémentaires. Dans l'exemple donné dans l'annexe C, la teneur du matériau d'essai en solides volatils est déterminée au début de l'essai et comparée à celle obtenue à la fin de l'essai.

Examiner le matériau d'essai sous forme de films, d'éprouvettes en forme d'haltères, de granulés ou de poudres. Tout fragment individuel de matériau d'essai compact utilisé doit avoir une surface maximale d'environ 2 cm × 2 cm. Si le matériau d'essai d'origine a une taille supérieure, réduire la taille des fragments.

### 8.3 Début de l'essai

Prévoir un nombre de récipients de compostage (7.1) tel que l'essai comprenne au moins

- a) trois récipients pour le matériau d'essai;
- b) trois récipients pour le matériau de référence;
- c) trois récipients pour le blanc.

La quantité de mélange d'essai contenant l'inoculum de compost et le matériau d'essai, utilisée lors de l'essai, dépend de la qualité du matériau d'essai (voir 8.2) et de la taille des récipients de compostage (voir 7.1). Le rapport de la masse à sec de l'inoculum de compost et à celle du matériau d'essai doit être d'environ 6:1. S'assurer que chaque récipient contient la même quantité de compost. Tout matériau inerte éventuellement ajouté (voir la note 2 en 8.1) n'est pas pris en compte dans ce rapport. Remplir le récipient de compostage avec le mélange d'essai jusqu'à environ les 3/4 de son volume de façon à laisser un espace de tête suffisant pour pouvoir agiter manuellement le mélange d'essai.

En règle générale, préparer des récipients de compostage d'un volume d'environ 3 litres, peser 600 g de matières sèches totales d'inoculum et 100 g de matières sèches de matériau d'essai, puis bien mélanger. Le mélange d'essai doit avoir la même teneur en eau que l'inoculum, à savoir environ 50 % (voir 8.1). Le mélange devrait être quelque peu collant et exsuder un peu d'eau quand on le comprime doucement à la main. Ajuster la teneur en humidité du mélange, si nécessaire, par addition d'eau ou par aération avec de l'air sec. Introduire le mélange dans les récipients.

NOTE 1 Il est recommandé d'optimiser le rapport entre le carbone organique et l'azote (rapport C:N) des mélanges d'essai pour garantir un bon processus de compostage. Il convient que ce rapport C:N soit compris entre 10 et 40, et il est possible de l'ajuster avec de l'urée, si nécessaire. La teneur en carbone organique peut se calculer d'après le COT contenu dans l'inoculum de compost et la substance d'essai. La teneur en azote total peut être mesurée sur un échantillon représentatif du mélange d'essai, par exemple par la méthode de Kjeldahl selon l'ISO 5663.

Placer les récipients de compostage dans l'environnement d'essai à  $58 \text{ °C} \pm 2 \text{ °C}$  (voir l'article 5) et initier l'aération en utilisant de l'air normalement saturé en eau. Ce mode opératoire consiste à faire passer l'air dans des flacons laveurs contenant une solution d'hydroxyde de sodium (voir l'annexe A).

NOTE 2 Si l'on mesure directement la concentration de dioxyde de carbone dans l'air de sortie, on peut aussi utiliser de l'air normal au lieu de l'air exempt de dioxyde de carbone. Dans ce cas, il est recommandé de mesurer la concentration en dioxyde de carbone à l'entrée et à la sortie de chaque récipient d'essai. Pour procéder à la correction nécessaire, soustraire la concentration à l'entrée de la concentration à la sortie (qui sera nettement supérieur).

Utiliser des débits suffisamment élevés pour garantir un maintien des conditions aérobies pendant l'essai dans tout le récipient de compostage. Contrôler régulièrement le débit d'air à chaque sortie au moyen de flacons laveurs, par exemple, en s'assurant de l'absence de fuites dans une quelconque partie du système.

NOTE 3 Pour s'assurer que les conditions sont aérobies, on peut mesurer régulièrement la concentration en oxygène dans l'air à la sortie des récipients de compostage. Si c'est fait, il convient que cette concentration ne descende pas en deçà de 6 % environ. Il est recommandé de contrôler attentivement les niveaux d'oxygène pendant la première semaine, en procédant par exemple à des mesurages au moins biquotidiens, la fréquence de mesurage pouvant ensuite être diminuée. Ajuster les débits d'air en tant que de besoin.

Traiter la substance de référence de la même façon que le matériau d'essai. Les récipients du blanc contiennent uniquement de l'inoculum de compost dont la teneur en matières sèches totales doit être la même que celle du matériau d'essai contenu dans les récipients.

### 8.4 Période d'incubation

Mesurer la quantité de dioxyde de carbone libéré hors de chaque récipient de compostage à intervalles réguliers, dans l'air de sortie, soit directement, au moyen d'un dispositif de chromatographie en phase gazeuse ou d'un analyseur à infrarouge, soit après accumulation sous forme de carbone inorganique dissous (CID) après absorption

dans une solution d'hydroxyde de sodium (en utilisant, par exemple, l'ISO 8245) (voir l'annexe A). La fréquence de mesurage dépend du système de mesurage utilisé, de la précision voulue de la courbe de biodégradation et de la biodégradabilité du mélange d'essai. En cas de mesurage direct, procéder à un mesurage au moins biquotidien pendant la phase de dégradation, toutes les 6 h environ, et ensuite, pendant la phase stationnaire, une fois par jour. En cas d'utilisation d'une méthode cumulative, mesurer le CID une fois par jour pendant la phase de dégradation, et environ deux fois par semaine pendant la phase stationnaire.

Agiter par va-et-vient les récipients de compostage une fois par semaine pour empêcher tout cheminement préférentiel et garantir une attaque uniforme des micro-organismes sur le matériau d'essai.

NOTE 1 Pour agiter, il est recommandé de débrancher les récipients de compost du système de production d'air et du système de dosage du dioxyde de carbone.

S'assurer que l'humidité des mélanges d'essai dans les récipients n'est ni trop élevée ni trop faible en observant les récipients en question. On ne doit pas déceler d'eau ou d'agglomérat de matériau. En règle générale, une siccité excessive se traduit par l'absence de condensat dans l'espace de tête du récipient de compostage. L'humidité peut aussi se mesurer au moyen d'instruments appropriés (opération facultative). Dans ce cas, il convient de maintenir l'humidité à environ 50 % (voir 8.1). On peut, de préférence, faire varier le taux d'humidité en aérant avec de l'air tempéré humidifié ou sec. Une variation plus brusque peut s'obtenir par addition d'eau ou drainage par l'entrée d'air. Le processus d'agitation par va-et-vient hebdomadaire contribue à l'obtention d'une répartition régulière de l'humidité. Si l'on effectue des ajustements, contrôler avec soin les émissions de dioxyde de carbone.

Lors de l'agitation et au terme de l'essai, enregistrer les observations visuelles concernant l'aspect de la qualité du compost, à savoir sa structure, sa teneur en humidité, sa couleur, le développement fongique, l'odeur de l'air de sortie et la désintégration du matériau d'essai.

Incuber les récipients de compostage pendant une période ne dépassant pas 6 mois à une température constante de  $58 \text{ °C} \pm 2 \text{ °C}$ , ce qui est représentatif d'un compostage à grande échelle. La durée d'incubation peut être prolongée si l'on observe encore une biodégradation significative de la substance d'essai jusqu'à l'obtention d'une phase stationnaire presque constante, ou écourtée si la phase stationnaire est atteinte plus tôt.

Mesurer la valeur du pH à intervalles réguliers comme au début de l'essai (voir 8.1).

NOTE 2 Si le pH est inférieur à 7,0, il se peut que l'acidification du compost due à la dégradation rapide d'un quelconque matériau d'essai aisément dégradable ait un effet inhibiteur sur la biodégradation. Dans ce cas, il est recommandé de mesurer le spectre des acides gras volatils pour contrôler la fermentation du contenu du récipient de compostage. S'il y a eu formation de plus de 2 g d'acides gras volatils par kilogramme de matières sèches totales, l'essai doit être considéré comme non valable étant donné l'acidification et l'inhibition de l'activité microbienne. Pour empêcher l'acidification d'avoir lieu, ajouter du compost dans tous les récipients ou répéter l'essai en utilisant par exemple moins de matériau d'essai ou davantage de compost.

## 8.5 Fin de l'essai

S'il faut déterminer les pertes de matériau d'essai (voir la note en 8.2), peser les récipients de compost contenant les mélanges d'essai. Prélever des échantillons de mélanges dans tous les récipients. Déterminer la teneur en matières sèches totales ainsi qu'en solides volatils s'il faut calculer les pertes de masse.

Enregistrer les observations visuelles concernant l'aspect du matériau d'essai pour déterminer sa désintégration.

NOTE Il est recommandé de soumettre tout matériaux d'essai restant à d'autres examens, si cela est possible et requis, tels que mesurage des propriétés physiques appropriées, analyse chimique ou photographie.

## 9 Calcul et expression des résultats

### 9.1 Calcul de la teneur théorique en dioxyde de carbone

Calculer la teneur théorique en dioxyde de carbone ( $\text{ThCO}_2$ ), en grammes par récipient, susceptible d'être produite par le matériau d'essai, d'après l'équation (1):

$$\text{ThCO}_2 = M_{\text{TOT}} \times C_{\text{TOT}} \times \frac{44}{12} \quad \dots (1)$$



où

- $M_{TOT}$  est la masse de matières sèches totales du matériau d'essai introduit dans les récipients de compostage au début de l'essai, en grammes;
- $C_{TOT}$  est la teneur relative en carbone organique total des matières sèches totales contenues dans le matériau d'essai, en grammes par gramme;
- 44 et 12 sont les masses moléculaire et atomique relatives du dioxyde de carbone et du carbone, respectivement.

## 9.2 Calcul du pourcentage de biodégradation

À partir des valeurs de mesure cumulées de la production de dioxyde de carbone, calculer le pourcentage de biodégradation  $D_t$  du matériau d'essai pour chaque intervalle de mesurage d'après l'équation (2):

$$D_t = \frac{(CO_2)_T - (CO_2)_B}{ThCO_2} \times 100 \quad \dots (2)$$

où

- $(CO_2)_T$  est la quantité cumulée de dioxyde de carbone libérée par chaque récipient de compost contenant le matériau d'essai, en grammes par récipient;
- $(CO_2)_B$  est la quantité moyenne cumulée de dioxyde de carbone libérée par les blancs, en grammes par récipient;
- $ThCO_2$  est la teneur théorique en dioxyde de carbone susceptible d'être produit par le matériau d'essai, en grammes par récipient.

ISO 14855:1999

Calculer le pourcentage moyen si les écarts entre les différentes valeurs de mesure sont inférieurs à 20 %. Si tel n'est pas le cas, utiliser séparément les valeurs de chaque récipient de compost.

Utiliser cette même équation pour calculer le taux de biodégradation du matériau de référence.

## 9.3 Calcul des pertes de masse

Un exemple de calcul facultatif des pertes de masse sur la base des solides volatils est donné dans l'annexe C.

## 9.4 Expression des résultats

Compléter les tableaux indiquant les valeurs de mesure et calculées afférentes au matériau d'essai, à la substance de référence et aux blancs par jour de mesurage. Des exemples de fiches techniques destinées à cette fin sont donnés dans l'annexe E.

Porter sur un graphique les quantités cumulées de dioxyde de carbone libéré pour chaque récipient de compostage contenant le blanc, le matériau d'essai et la substance de référence, en fonction du temps (voir l'exemple donné dans l'annexe B). Tracer une courbe de biodégradation en pourcentage en fonction du temps, se rapportant au matériau d'essai et à la substance de référence (voir l'exemple donné dans l'annexe B). Utiliser les valeurs moyennes si les écarts entre les différentes courbes sont inférieurs à 20 %. Si ce n'est pas le cas, tracer les courbes de biodégradation pour chaque récipient de compostage.

Dans la phase stationnaire de la courbe de biodégradation, relever le taux moyen de biodégradation et l'indiquer en tant que résultat d'essai final.

Si le matériau d'essai est constitué de fragments discrets, en décrire qualitativement la désintégration. Ajouter des informations supplémentaires telles que photographies ou valeurs de mesure les propriétés physiques appropriées, le cas échéant.

## 10 Validité des résultats

On considère que l'essai est valable si

- a) le pourcentage de biodégradation du matériau de référence est supérieur à 70 % au bout de 45 jours;
- b) l'écart entre les pourcentages de biodégradation du matériau de référence dans les différents récipients est de moins de 20 % à la fin de l'essai;
- c) l'inoculum de compost dans le blanc a produit, au bout de 10 jours d'incubation, plus de 50 mg et moins de 150 mg de dioxyde de carbone par gramme de solides volatils (valeurs moyennes).

## 11 Rapport d'essai

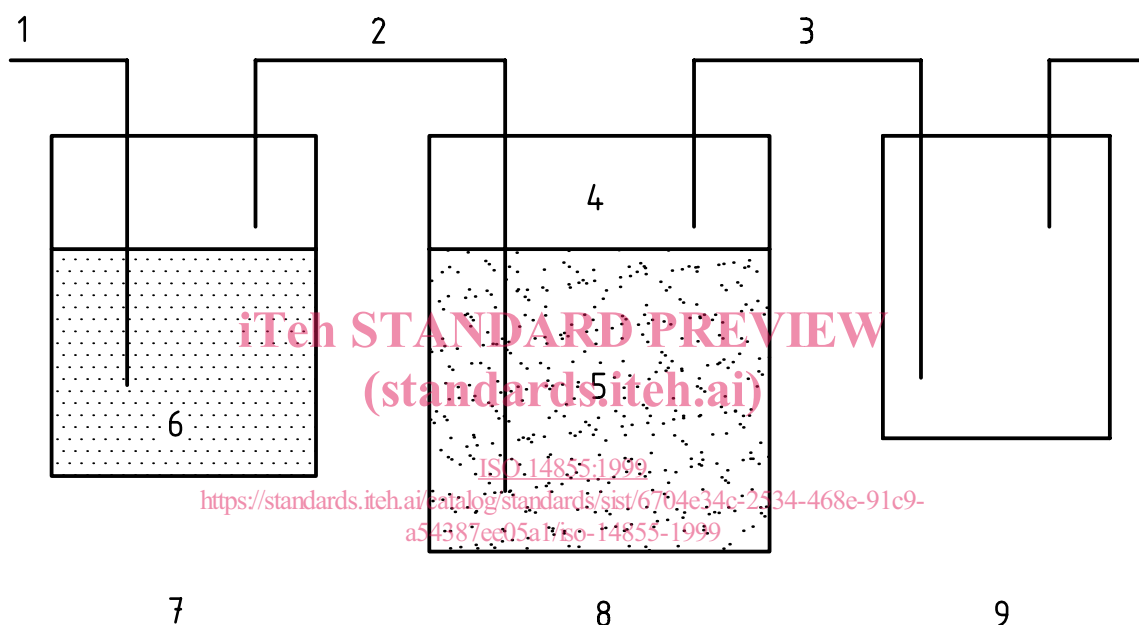
Le rapport d'essai doit contenir toutes les informations pertinentes, en particulier les suivantes:

- a) une référence à la présente Norme internationale;
- b) toutes les informations nécessaires pour identifier et décrire le matériau d'essai, telles que matières sèches ou solides volatils, teneur en carbone organique, forme ou aspect à l'œil nu;
- c) les informations nécessaires pour identifier et décrire le matériau de référence et sa teneur en carbone organique;
- d) le volume des récipients de compost, la quantité d'inoculum de compost, de matériau d'essai et de matériau de référence, ainsi que les principales caractéristiques des dispositifs utilisés pour déterminer le dioxyde de carbone et le carbone;
- e) les informations afférentes à l'inoculum de compost comme l'origine, l'âge, la date de prélèvement, le type de stockage, la manipulation, la stabilisation, les teneurs en matières sèches totales et en solides volatils, le pH de la suspension, et la teneur en azote total ou en acides gras volatils, le cas échéant;
- f) les résultats relatifs au dioxyde de carbone libéré, le pourcentage de biodégradation pour chaque récipient de compostage et les valeurs moyennes sous forme tabulaire et sous forme de courbe de biodégradation, le taux final de biodégradation du matériau d'essai et du matériau de référence, ainsi que l'activité de l'inoculum (production de CO<sub>2</sub> au bout de 10 jours dans le blanc);
- g) le compte rendu des observations visuelles de l'inoculum de compost et du matériau d'essai au cours et à la fin de l'essai, comme le taux d'humidité, le développement fongique, la structure, la couleur, l'odeur et la désintégration, ainsi que les valeurs des propriétés physiques éventuellement mesurées et/ou des photographies;
- h) la masse de chaque récipient de compost au début et à la fin de l'essai, et, le cas échéant, les détails de tout mesurage de perte de masse;
- i) les raisons de tout rejet des résultats d'essai.

## Annexe A (informative)

### Principe de fonctionnement d'un système d'essai

De l'air synthétique exempt de dioxyde de carbone ou de l'air comprimé est fourni à basse pression (valeur constante). En cas d'utilisation d'air comprimé, le dioxyde de carbone est éliminé au cours d'un passage à travers un système approprié absorbant le dioxyde de carbone. En cas d'utilisation d'hydroxyde de sodium dans l'eau, on obtient également une humidification de l'air. Un second piège contenant une solution d'hydroxyde de baryum peut être utilisé pour vérifier l'absence de dioxyde de carbone.



#### Légende

- |   |                               |   |  |
|---|-------------------------------|---|--|
| 1 | Air                           | 6 | Solution de NaOH                         |
| 2 | Air exempt de CO <sub>2</sub> | 7 | Système d'élimination du CO <sub>2</sub> |
| 3 | Air de sortie                 | 8 | Récipient de compostage                  |
| 4 | Espace de tête                | 9 | Système de dosage du CO <sub>2</sub>     |
| 5 | Compost et matériau d'essai   |   |  |

**Figure A.1 — Montage du système d'essai**

Il convient d'introduire l'air utilisé pour aérer le mélange d'essai dans les récipients de compostage au fond desdits récipients et de le répartir aussi uniformément que possible. Si la biodégradation a lieu, du dioxyde de carbone est produit et libéré avec l'air de sortie.

L'air de sortie peut être directement mesuré au moyen d'un analyseur continu à infrarouge ou d'un appareil de chromatographie en phase gazeuse, auquel cas un dosage ou mesurage exact du débit est nécessaire. Selon l'instrument de mesure utilisé, il peut être nécessaire d'éliminer l'eau contenue dans l'air, par refroidissement par exemple. S'il faut raccorder plusieurs récipients de compostage à un seul instrument de mesure, il peut être nécessaire de prévoir un commutateur approprié.

L'air rejeté hors de chaque récipient de compostage peut également être absorbé dans un piège à dioxyde de carbone contenant, par exemple, une solution aqueuse d'hydroxyde de sodium à 20 g/l dans l'eau et déterminé sous forme de carbone inorganique dissous (CID) dans un analyseur approprié de COT (en utilisant, par exemple, l'ISO 8245).