

---

---

## Combustibles solides de récupération – Méthode de détermination de la teneur en biomasse

*Solid recovered fuels — Methods for the determination of biomass  
content*

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

[ISO 21644:2021](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/2c28dcf7-8fcc-462fb9a3-71e58a14ce74/iso-21644-2021)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/2c28dcf7-8fcc-462fb9a3-71e58a14ce74/iso-21644-2021>



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

ISO 21644:2021

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/2c28dcf7-8fcc-462fb9a3-71e58a14ce74/iso-21644-2021>



**DOCUMENT PROTÉGÉ PAR COPYRIGHT**

© ISO 2021

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

E-mail: [copyright@iso.org](mailto:copyright@iso.org)

Web: [www.iso.org](http://www.iso.org)

Publié en Suisse

## Sommaire

Page

Avant-propos.....	iv
Introduction.....	v
1 <b>Domaine d'application</b> .....	1
2 <b>Références normatives</b> .....	1
3 <b>Termes et définitions</b> .....	1
4 <b>Symboles et abréviations</b> .....	3
5 <b>Principe</b> .....	4
6 <b>Détermination de la teneur en biomasse</b> .....	4
6.1    Échantillonnage.....	4
6.2    Préparation d'échantillon.....	4
6.3    Méthodes applicables.....	5
7 <b>Expression des résultats</b> .....	5
8 <b>Caractéristiques de performance</b> .....	5
9 <b>Rapport d'essai</b> .....	6
<b>Annexe A (normative) Détermination de la teneur en biomasse fondée sur la méthode au <sup>14</sup>C</b> .....	7
<b>Annexe B (normative) Détermination de la teneur en biomasse en utilisant la méthode par dissolution sélective (SDM)</b> .....	26
<b>Annexe C (normative) Détermination de la teneur en biomasse avec la méthode par tri manuel (Msort)</b> .....	35
<b>Annexe D (informative) Limitations des méthodes de détermination</b> .....	40
<b>Annexe E (informative) Données de performance</b> .....	44
<b>Bibliographie</b> .....	47

## 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 300, *Combustibles solides de récupération*.

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 teneur en biomasse des combustibles solides de récupération est une valeur pertinente pour l'évaluation de l'impact de la production d'énergie sur les émissions de gaz à effet de serre. Les méthodes instrumentales, les modes opératoires chimiques par voie humide et les modes opératoires manuels sont disponibles pour calculer la fraction d'énergie renouvelable. Les méthodes instrumentales sont basées sur la détermination de la teneur en  $^{14}\text{C}$  alors que les modes opératoires manuels sont basés sur la séparation de différentes fractions par examen visuel. Le mode opératoire chimique par voie humide différencie les matériaux avec biomasse des matériaux sans biomasse en fonction du comportement en dissolution acide.

La fraction de la biomasse est exprimée:

- en masse;
- en contenu énergétique (pouvoir calorifique supérieur ou inférieur);
- en teneur en carbone.

Le présent document s'adresse principalement aux laboratoires, aux fabricants, aux fournisseurs et aux acheteurs de combustibles solides de récupération, mais il est également utile pour les autorités et les organismes d'inspection.

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

[ISO 21644:2021](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/2c28dcf7-8fcc-462f-b9a3-71e58a14ce74/iso-21644-2021)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/2c28dcf7-8fcc-462f-b9a3-71e58a14ce74/iso-21644-2021>

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

ISO 21644:2021

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/2c28dcf7-8fcc-462f-b9a3-71e58a14ce74/iso-21644-2021>

# Combustibles solides de récupération – Méthode de détermination de la teneur en biomasse

## 1 Domaine d'application

Le présent document spécifie trois méthodes de détermination de la teneur en biomasse dans les combustibles solides de récupération: les méthodes de teneur en  $^{14}\text{C}$ , de dissolution sélective et de tri manuel.

## 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 21637:2020, *Combustibles solides de récupération — Terminologie, définitions et descriptions*

ISO 21645,<sup>1)</sup> *Combustibles solides de récupération — Méthodes d'échantillonnage*

ISO 21646,<sup>2)</sup> *Combustibles solides de récupération — Préparation des échantillons*

ISO 21654,<sup>3)</sup> *Combustibles solides de récupération — Détermination du pouvoir calorifique*

ISO 21656,<sup>4)</sup> *Combustibles solides de récupération — Détermination de la teneur en cendres*

ISO 21663, *Combustibles solides de récupération — Méthodes de détermination de la teneur en carbone (C), en hydrogène (H), azote (N) et soufre (S) par la méthode instrumentale*

## 3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et les définitions de l'ISO 21637:2020 ainsi que les 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:

- IEC Electropedia: disponible à l'adresse <http://www.electropedia.org/>
- ISO Online browsing platform: disponible à l'adresse <https://www.iso.org/obp>.

### 3.1

#### teneur en cendres sur sec

masse de résidus inorganiques obtenue après combustion d'un combustible dans des conditions spécifiées, exprimée sous la forme d'une fraction massique en pourcentage de matière sèche dans le combustible, qui inclut également les contributeurs à la teneur en cendres éliminés

Note 1 à l'article: Cette valeur est généralement exprimée en pourcentage de la masse de matière sèche contenue dans le combustible.

- 1) En préparation. Stade à la date de publication: ISO/FDIS 21645.
- 2) En préparation. Stade à la date de publication: ISO/DIS 21646.
- 3) En préparation. Stade à la date de publication: ISO/FDIS 21654.
- 4) En préparation. Stade à la date de publication: ISO/FDIS 21656.

Note 2 à l'article: Selon l'efficacité de la combustion, la cendre peut contenir des combustibles.

Note 3 à l'article: En cas de combustion complète, la cendre ne contient que des éléments inorganiques et non combustibles.

[SOURCE: ISO 21637:2020, 3.3]

### 3.2 biogénique

produit par des processus naturels par des organismes vivants, mais non fossilisés ou obtenu à partir de ressources fossiles

### 3.3 biomasse

matériau d'origine biologique à l'exclusion des matériaux intégrés dans des formations géologiques et/ou fossilisées

[SOURCE: ISO 16559:2014, 4.32, modifiée — Les Notes 1 et 2 à l'article ont été supprimées.]

### 3.4 pouvoir calorifique

quantité de chaleur produite par la combustion complète, sous une pression constante et égale à 1 013,25 mbar, d'une unité de volume ou de masse du gaz, les constituants du mélange combustible étant pris dans les conditions de référence, et les produits de la combustion étant ramenés dans ces mêmes conditions

[SOURCE: EN 437: 2018, modifiée — Le deuxième paragraphe (la liste) a été supprimé.]

### 3.5 pouvoir calorifique supérieur

pouvoir calorifique pour lequel l'eau produite par la combustion est supposée condensée

[SOURCE: ISO 21637:2020, 3.34]

### 3.6 abondance d'un isotope

fraction d'atomes d'un isotope particulier d'un élément

### 3.7 échantillon de laboratoire

*échantillon* (3.13) envoyé à un laboratoire ou reçu par ce dernier

Note 1 à l'article: Lorsque l'échantillon pour laboratoire subit une préparation supplémentaire (réduction) par subdivision, mélange, broyage, ou par une combinaison de ces opérations, le résultat est l'échantillon pour essai. Lorsque l'échantillon pour laboratoire ne nécessite aucune préparation, l'échantillon pour laboratoire constitue l'échantillon pour essai. Une prise d'essai est extraite de l'échantillon pour essai en vue de réaliser un essai ou une analyse.

Note 2 à l'article: L'échantillon pour laboratoire est l'échantillon final du point de vue de l'échantillonnage, mais du point de vue du laboratoire, il est l'échantillon initial.

Note 3 à l'article: Plusieurs échantillons pour laboratoire peuvent être préparés et envoyés à des laboratoires différents ou au même laboratoire à diverses fins. Lorsqu'ils sont envoyés au même laboratoire, l'ensemble des échantillons est généralement considéré comme un seul échantillon de laboratoire et documenté en tant qu'échantillon unique.

### 3.8 humidité

eau pouvant être retirée dans des conditions spécifiques

[SOURCE: ISO 21637:2020, 3.46]



**3.9****pouvoir calorifique inférieur à volume constant**

pouvoir calorifique inférieur pour lequel l'eau produite par la combustion est supposée à l'état de vapeur

[SOURCE: ISO 21637:2020, 3.47]

**3.10****granulométrie nominale minimale**

taille de l'ouverture du tamis, utilisée pour déterminer la distribution granulométrique des combustibles solides de récupération, à travers laquelle ne passent pas plus de 5 % en masse du matériau

**3.11****dimension nominale**

plus petite taille de l'ouverture du tamis utilisé pour déterminer la distribution granulométrique des combustibles solides de récupération, qui laisse passer au moins 95 % de la masse totale du matériau

[SOURCE: ISO 21637:2020, 3.48]

**3.12****pourcentage de carbone moderne****pmC**

fraction massique du carbone d'origine biogénique

Note 1 à l'article: La valeur de référence pour la datation par le radiocarbone acceptée internationalement est de 95 pour cent de l'activité, en AD 1950, de cet acide oxalique NBS SRM4990B.

Note 2 à l'article: En 2015, la valeur du carbone biogénique à 100 % a été établie à 102 pmC.

Note 3 à l'article: L'origine biogénique est exprimée en pourcentage.

**3.13****échantillon**

quantité de matériau, représentative d'une quantité plus importante dont la qualité doit être déterminée

[SOURCE: ISO 21637:2020, 3.63, modifiée — Les Notes 1 à 3 à l'article ont été supprimées.]

**3.14****préparation d'échantillon**

actions menées pour obtenir des *échantillons pour laboratoire* (3.7) ou des prises d'essai représentatifs de l'*échantillon* (3.13) d'origine dans l'état de réception

[SOURCE: ISO 21637:2020, 3.66]

**4 Symboles et abréviations**

La présente norme utilise les symboles et abréviations suivants:

<sup>14</sup> C	isotope de carbone de masse atomique 14 u
C	symbole de l'élément carbone
CSL	compteur à scintillateur liquide ou comptage par scintillation liquide
CSR	combustible solide de récupération
D	diamètre (mm)
Msort	méthode de tri manuel
RSD	écart-type relatif

SDM	méthode par dissolution sélective
TC	teneur totale en carbone
u	unité de masse atomique
w	fraction massique exprimée en pourcentage en masse
$w_{\text{cal}}$	teneur exprimée en pourcentage du contenu énergétique
$w_{\text{TC}}$	teneur exprimée en pourcentage de la teneur totale en carbone

Les différentes références utilisées dans le présent document sont données par les indices suivants:

- (ad) pour séché à l'air (séché à une température ambiante de 20–25 °C pendant 24 heures)
- (ar) pour à réception
- (d) pour à sec
- (daf) pour à sec et exempt de cendres, selon ce qui est approprié.

EXEMPLE  $w_{\text{cal,NB}(d)}$  désigne la fraction de contenu énergétique dans la fraction sans biomasse par pouvoir calorifique, sur sec.

## 5 Principe

iTeh STANDARD PREVIEW  
(standards.iteh.ai)

La détermination de la teneur en biomasse est fondée sur la dissolution sélective, le tri manuel ou un mesurage au  $^{14}\text{C}$  de la biomasse dans un combustible solide de récupération. Le choix de la méthode à utiliser est décrit dans l'Article 6. La teneur en biomasse donne une estimation de la teneur en fraction biogénique dans le combustible solide de récupération.

## 6 Détermination de la teneur en biomasse

### 6.1 Échantillonnage

L'échantillonnage, le transport, le stockage du combustible solide de récupération et la préparation de l'échantillon sur le terrain doivent être exécutés conformément à l'ISO 21645 et l'ISO 21646.

### 6.2 Préparation d'échantillon

La préparation de l'échantillon pour essai pour la méthode de teneur en  $^{14}\text{C}$  ou la SDM doit être exécutée conformément à l'ISO 21646. Pour la Msort, aucune préparation d'échantillon n'est effectuée.

Dans la mesure où le CSR est considéré comme un matériau hétérogène, la quantité minimale d'échantillon à utiliser pour chaque essai doit être de:

- méthode du  $^{14}\text{C}$ : une quantité de matériau allant de 0,4 à 2 g pour une dimension nominale inférieure ou égale à 1 mm, selon l'appareil utilisé pour la combustion (bombe, four électrique à tubes ou analyseur élémentaire), ou bien la quantité indiquée par le constructeur en cas d'utilisation d'un appareillage de combustion de laboratoire;
- méthode par dissolution sélective (SDM): au moins 5 g de matériau pour une granulométrie nominale maximale inférieure ou égale à 1 mm;
- méthode de tri manuel (Msort): au moins autant que la taille d'échantillon minimale conformément à l'ISO 21645 (à réception), selon les calculs de l'ISO 21646.

### 6.3 Méthodes applicables

Pour déterminer la teneur en biomasse, trois méthodes sont à disposition:

- 1) la méthode instrumentale du  $^{14}\text{C}$  doit être conforme à l'[Annexe A](#). Cette méthode est basée sur la détermination de la fraction de  $^{14}\text{C}$  sur la teneur totale en carbone; le  $^{14}\text{C}$  est proportionnel à la teneur en biomasse du CSR. Cette méthode convient aux échantillons de tous types et doit être conforme à l'[Annexe A](#). Une teneur de 10 % en carbone biogénique peut être considérée comme le bas de la plage dans l'application de la méthode du  $^{14}\text{C}$  par comptage par scintillation liquide (CSL);
- 2) la méthode par dissolution sélective doit être conforme à l'[Annexe B](#). La détermination de la teneur en biomasse par la SDM est fondée sur la propriété de la biomasse en ce qu'elle peut être dissoute dans un mélange d'acide sulfurique/péroxyde d'hydrogène. Cette méthode présente des limites qui la rendent moins appropriée si la teneur en caoutchouc naturel et/ou synthétique dans le CSR est supérieure à 10 %, ou si la somme de la teneur en charbon, coke, charbon brun, lignite, plastiques dégradables d'origine fossile, plastiques non dégradables d'origine biogénique, huile ou graisse présente en tant que constituant de la biomasse, laine, viscosse, nylon, polyuréthane ou autres polymères contenant des groupements aminés moléculaires et caoutchouc de silicone dépasse 5 %. Des informations supplémentaires concernant ces limites sont données dans l'[Annexe D](#). La méthode de dissolution sélective (SDM) est applicable pour un pourcentage de biomasse allant de 10 à 90 %.
- 3) la méthode de tri manuel (Msort) doit être conforme à l'[Annexe C](#). La détermination de la teneur en biomasse par la méthode de tri manuel est fondée sur l'examen visuel des fractions et de leur séparation sur la base de leur nature et de leur origine. Cette méthode convient aux échantillons dont la granulométrie est  $> 10$  mm.

Voir l'[Annexe D](#) pour les limites de ces trois méthodes.

## 7 Expression des résultats

ISO 21644:2021

[https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/2c28dcf7-8fcc-462fb9a3-](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/2c28dcf7-8fcc-462fb9a3-71e58a14ce74/iso-21644-2021)

[71e58a14ce74/iso-21644-2021](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/2c28dcf7-8fcc-462fb9a3-71e58a14ce74/iso-21644-2021)

En fonction de l'utilisation des résultats, trois dimensions différentes sont utilisées pour exprimer la teneur en biomasse:

- a) biomasse en pour cent en masse  $w_B$ ;
- b) biomasse en pour cent en pouvoir calorifique  $w_{B,cal}$  ;
- c) biomasse en pour cent par rapport à la teneur en carbone  $w_{B,TC}$  .

L'expression des résultats de la méthode  $^{14}\text{C}$  doit être en conformité avec l'[Annexe A](#).

L'expression des résultats de la méthode SDS doit être en conformité avec l'[Annexe B](#).

L'expression des résultats de la méthode Msort doit être en conformité avec l'[Annexe C](#).

## 8 Caractéristiques de performance

Les données externes pour le calcul de l'incertitude étendue de mesure sont présentées à l'[Annexe E](#) où les résultats d'essais circulaires et d'études de validation sont résumés. Il convient que ces valeurs soient utilisées en combinaison avec les propres caractéristiques de performance de laboratoire et un facteur de couverture souhaité pour obtenir l'incertitude globale.

Exemples pratiques d'utilisation des données tirés de l'[Annexe E](#):

### EXEMPLE 1

Un laboratoire souhaite déterminer l'incertitude de mesure étendue de sa méthode SDM (% en masse).

## ISO 21644:2021(F)

La reproductibilité interne à ce laboratoire calculée à partir d'études de validation internes et de graphes de contrôle, a été déterminée comme étant de 2,5 % (RSD).

Les résultats des essais circulaires provenant de l'étude QUOVADIS<sup>[3]</sup> (Tableau E.2) donnent une valeur RSD de 3,43 % (au niveau 67,79 %).

$$u_{c,rel} = \sqrt{(2,5^2 + 3,43^2)} = 4,24 \%$$

$$U_{rel} = 2 \times u_{c,rel} = 8,48 \%$$

où  $u_{c,rel}$  est l'incertitude combinée de mesure et  $U_{rel}$  est l'incertitude étendue de mesure avec un facteur de couverture de 2 (intervalle de confiance à ~ 95 %).

### EXEMPLE 2

Un laboratoire mesure la teneur en biomasse à l'aide de la méthode par <sup>14</sup>C – CSL B (% de TC).

La reproductibilité interne à ce laboratoire calculée à partir d'études de validation internes et de graphes de contrôle, a été déterminée comme étant de 2,4 % (RSD).

Les résultats des essais circulaires provenant de l'étude QUOVADIS<sup>[3]</sup> (Tableau E.6) donnent une valeur RSD de 2,5 % (au niveau 55,5 %).

$$u_{c,rel} = \sqrt{(2,4^2 + 2,5^2)} = 3,5 \%$$

$$U_{rel} = 2 \times u_{c,rel} = 7,0 \%$$

où  $u_{c,rel}$  est l'incertitude combinée de mesure et  $U_{rel}$  est l'incertitude étendue de mesure avec un facteur de couverture de 2 (intervalle de confiance à ~ 95 %).

STANDARD PREVIEW  
(standards.iteh.ai)

## 9 Rapport d'essai

Le rapport d'essai doit contenir au moins les informations suivantes:

- a) l'identification du laboratoire exécutant l'essai;
- b) la date de l'essai;
- c) l'identification du produit (échantillon) soumis à essai;
- d) la préparation de l'échantillon (par exemple méthode de réduction de taille, séchage, subdivision);
- e) les conditions de stockage;
- f) la date de réception de l'échantillon de laboratoire et la date de l'essai (début et fin);
- g) la référence au présent document (ISO 21644:2020) et la méthode utilisée;
- h) dans le cas de la méthode au <sup>14</sup>C, les résultats de l'essai, y compris la base sur laquelle ils sont exprimés et l'application de la correction isotopique;
- i) la teneur en biomasse exprimée en pourcentage en masse, en pouvoir calorifique et/ou en teneur en carbone, arrondi au 0,1 % le plus proche;
- j) toute opération non prévue au présent document ou jugée facultative;
- k) tout élément inhabituel noté au cours du mode opératoire de l'essai.

## Annexe A (normative)

# Détermination de la teneur en biomasse fondée sur la méthode au $^{14}\text{C}$

### A.1 Généralités

Les deux méthodes proposées pour mesurer le  $^{14}\text{C}$ , la méthode par scintillation proportionnelle (PSM), ou la spectrométrie de masse par accélérateur (AMS), nécessitent du personnel et des équipements spécialisés. Cependant, l'étape de préparation à l'analyse instrumentale peut être effectuée en tant qu'activité de routine normale de laboratoire. Pour le recueil, à partir de l'échantillon, de la fraction de  $^{14}\text{C}$ , les méthodes généralement admises de conversion en  $\text{CO}_2$  du carbone présent dans l'échantillon sont décrites.

### A.2 Principe

Les méthodes de détermination de la teneur en biomasse spécifiée dans la présente Annexe sont fondées sur la détermination de la teneur en  $^{14}\text{C}$ . La quantité de carbone de la biomasse dans un combustible solide de récupération est proportionnelle à cette teneur en  $^{14}\text{C}$ .

Le carbone présent dans l'échantillon est converti en  $\text{CO}_2$  par combustion. La combustion est exécutée de manière à satisfaire aux exigences de mesure ultérieure de la teneur en  $^{14}\text{C}$ . Cette mesure est exécutée conformément à l'une des deux méthodes ci-après. La méthode par scintillation proportionnelle (PSM) ou la spectrométrie de masse par accélérateur (AMS). Ces méthodes sont considérées comme équivalentes, car elles donnent les mêmes résultats dans le domaine d'application du présent document. Les résultats sont exprimés en pourcentage de carbone de la biomasse par rapport à la teneur totale en carbone. La fraction de la teneur en biomasse en masse et la fraction de biomasse en contenu énergétique sont calculées à partir de la teneur en carbone de la biomasse, en utilisant la teneur en carbone de la biomasse et le contenu énergétique de la fraction de biomasse présente dans l'échantillon.

### A.3 Limites

Voir l'[Annexe D](#) pour les limites de cette méthode.

### A.4 Symboles

Pour les besoins de la présente Annexe, les symboles suivants s'appliquent:

C	symbole de l'élément carbone
$^{14}\text{C}$	isotope de carbone de masse atomique 14
AMS	Spectrométrie de masse par accélérateur
$\beta$	particule Bêta, électron émis au cours de la décroissance radioactive
Bq	Becquerel, désintégrations par seconde
d	sur produit sec

DPM	désintégrations par minute
CPM	coups par minute
CV	coefficient de variation
GM	Geiger Müller
LCV	pouvoir calorifique inférieur
LID	limite inférieure de détection
<i>m</i>	masse exprimée en pourcentage en masse
<i>M</i>	humidité exprimée en pourcentage en masse
MOP	3-méthoxy 1-propylamine
PCI	pouvoir calorifique inférieur
CSL	compteur à scintillateur liquide ou comptage par scintillation liquide
REF	valeur de référence du carbone biogénique à 100 %
pmC	pourcentage de carbone moderne
PSM	méthode proportionnelle par compteur à scintillation
<i>X</i>	fraction exprimée en pourcentage en masse
RSD	écart-type relatif
CSR	combustible solide de récupération
TC	teneur totale en carbone

STANDARD PREVIEW  
(standards.iteh.ai)

ISO 21644:2021

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/2c28dcf7-8fcc-462f-b9a3-71e58a14ce74/iso-21644-2021>

## A.5 Réactifs et matériaux

Absorbeur de CO<sub>2</sub> pour CSL (méthoxypropylamine ou équivalent).

Cocktail CSL universel pour échantillon aqueux et non aqueux.

Liquide d'absorption KOH ou NaOH de 2 à 4 mol l<sup>-1</sup> (des flacons en verre standard avec bouchons à vis en plastique résistants aux solutions alcalines doivent être utilisés).

Pour la préparation d'un liquide d'absorption exempt de carbonate, une préparation utilisant des récipients récemment ouverts contenant des pastilles de KOH ou de NaOH est suffisante. Dissoudre les pastilles de KOH (NaOH) dans une petite quantité d'eau (la chaleur produite au cours du procédé de dissolution renforcera le processus de dissolution). Lorsque du NaOH est utilisé, les petites quantités de précipité indiquent la présence de Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>. En décantant la phase transparente, la solution presque exempte de carbonate doit être diluée jusqu'au volume souhaité. Comme la dissolution du KOH ou du NaOH est un processus exothermique, il convient de prendre des précautions supplémentaires, car une ébullition de la solution concentrée au cours de la dilution peut se produire.

Pour effectuer des mesures de grande précision, le mode opératoire suivant doit être utilisé pour produire une solution de 0,7 l de KOH (NaOH) 4 mol l<sup>-1</sup> exempte de carbonate:

- 670 ml d'eau déminéralisée (eau provenant d'un système produisant de l'eau ultra-pure pour les laboratoires);
- 156,8 g de pastilles de KOH (112 g de NaOH);

- 30 ml de solution saturée de Ba(OH)<sub>2</sub>. [2,4 ÷ 2,6 g Ba(OH)<sub>2</sub> dans 30 ml d'eau déminéralisée];
- dissoudre les pastilles de KOH (NaOH) dans l'eau déminéralisée (utiliser un agitateur magnétique);
- chauffer la solution et la solution de Ba(OH)<sub>2</sub> saturée jusqu'à 80 °C, et mélanger les deux solutions. Faire refroidir la solution jusqu'à -8 °C, cesser d'agiter et laisser reposer la solution pendant la nuit à -8 °C. Après filtration, la solution est prête à être utilisée. La conserver dans un récipient bien scellé.

## A.6 Préparation pour la conversion du carbone présent dans l'échantillon en CO<sub>2</sub> pour la détermination du <sup>14</sup>C par PSM

### A.6.1 Généralités

Trois modes opératoires sont admis pour convertir l'échantillon en une forme pouvant être utilisée pour déterminer la teneur en <sup>14</sup>C:

- 1) combustion dans une bombe calorimétrique;
- 2) combustion dans un four à tubes;
- 3) combustion dans un appareil de combustion à l'échelle du laboratoire.

NOTE La méthode mentionnée au point 3) n'est pas validée.

D'autres appareils peuvent être utilisés fournissant une combustion totale dans les conditions expérimentales rapportées. À titre d'exemple, la combustion peut être effectuée à l'aide d'un analyseur élémentaire. Le CO<sub>2</sub> formé est ensuite absorbé dans une solution appropriée, qui dépend de la méthode de combustion et de la méthode sélectionnée pour le mesurage ultérieur du <sup>14</sup>C. Deux solutions d'absorption sont disponibles: dans le cas où une trempe chimique ou optique importante est prévue (valeurs élevées de NO<sub>x</sub>, formation de substances colorées), le recueil du CO<sub>2</sub> doit être effectué dans la solution de NaOH. L'utilisation d'oxygène pur ou d'un mélange d'oxygène et d'argon au cours de la combustion réduira la formation d'oxydes nitreux à un niveau acceptable.

### A.6.2 Combustion de l'échantillon dans une bombe calorimétrique

#### A.6.2.1 Mode opératoire

Pour la combustion conforme à la détermination du pouvoir calorifique de l'échantillon, l'ISO 21654 doit être utilisé. L'échantillon pour essai est un échantillon pour analyse générale passant à travers un tamis d'ouverture 1 mm et préparé conformément à l'ISO 21646. La masse de l'échantillon pour essai de moins de 1 g est comprimée sous forme de pastille à l'aide d'un dispositif de pressage adéquat (manuel ou pneumatique). Pour les matériaux CSR à teneur en plastique ou en caoutchouc élevée montrant des valeurs plus élevées de pouvoir calorifique inférieur, la masse de l'échantillon pour essai doit être réduite pour se trouver dans une plage allant de 0,4 à 0,8 g afin de convenir à une utilisation sécurisée de bombe. Pour les matériaux dont la combustion est difficile (par exemple les matériaux ayant une teneur en cendres élevée > 30 % sur sec), il est recommandé d'utiliser une aide à la combustion.

La masse appropriée pour l'échantillon d'essai soumis à combustion dépend de la teneur totale en carbone, et ce afin d'avoir une quantité similaire de CO<sub>2</sub> absorbé dans le cocktail de scintillation pour les mesures ultérieures de <sup>14</sup>C afin de réduire le biais de mesure en raison des différentes conditions de trempe: dans ce but, la teneur totale en carbone de l'échantillon doit être déterminée avant l'étape de combustion.

Après la combustion, les gaz de combustion sont recueillis selon un mélange adéquat. Alternativement, les gaz sont recueillis dans une poche telle que décrite en [A.6.2.2](#). Pour déterminer la teneur en <sup>14</sup>C, le CO<sub>2</sub> doit être recueilli dans une solution absorbante refroidie (<10 °C) ou dans un mélange refroidi de solution absorbante et de liquide à scintillation.