
**Combustibles solides de
récupération — Détermination de la
teneur en cendres**

Solid recovered fuels — Determination of ash content

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

[ISO 21656:2021](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/c8efde3a-e560-4693-969e-3834dec3e1a5/iso-21656-2021)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/c8efde3a-e560-4693-969e-3834dec3e1a5/iso-21656-2021>



iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 21656:2021

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/c8efde3a-e560-4693-969e-3834dec3e1a5/iso-21656-2021>



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

Web: www.iso.org

Publié en Suisse

Sommaire

Page

Avant-propos.....	iv
Introduction.....	v
1 Domaine d'application	1
2 Références normatives	1
3 Termes et définitions	1
4 Principe	2
5 Appareillage	3
6 Échantillonnage et préparation des échantillons	3
6.1 Généralités.....	3
6.2 Pré-séchage.....	3
6.3 Contributeurs à la teneur en cendres éliminés (rac).....	3
7 Mode opératoire	4
7.1 Généralités.....	4
7.2 Méthode A: teneur en cendres à 550 °C.....	4
7.3 Méthode B: teneur en cendres à 815 °C.....	4
8 Calcul	5
8.1 Échantillon pour analyse générale.....	5
8.2 Calcul de la teneur totale en cendres comprenant les contributeurs à la teneur en cendres éliminés, à réception et sur sec.....	6
9 Fidélité	6
9.1 Limite de répétabilité.....	6
9.2 Limite de reproductibilité.....	7
10 Rapport d'essai	7
Annexe A (informative) Résultats des essais interlaboratoires	8
Annexe B (informative) Aspects environnementaux	11
Bibliographie	13

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).

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).

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.

(standards.iteh.ai)

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.

Le présent document a été élaboré par le comité technique ISO/TC 300, *Combustibles solides de récupération*, en collaboration avec le comité technique CEN/TC 343, *Combustibles solides de récupération*, du Comité européen de normalisation (CEN), conformément à l'Accord de coopération technique entre l'ISO et le CEN (Accord de Vienne).

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.

Introduction

Le présent document traite de la détermination de la teneur en cendres des combustibles solides de récupération. Il a été conçu principalement à l'intention des laboratoires, des producteurs, des fournisseurs et des acheteurs de combustibles solides de récupération, mais il est également utile aux autorités et aux organismes de contrôle.

La méthode A spécifiée dans le présent document est fondée sur l'EN 15403^[5].

Pour de plus amples informations concernant l'aspect environnemental, voir l'[Annexe B](#).

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 21656:2021

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/c8efde3a-e560-4693-969e-3834dec3e1a5/iso-21656-2021>

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 21656:2021

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/c8efde3a-e560-4693-969e-3834dec3e1a5/iso-21656-2021>

Combustibles solides de récupération — Détermination de la teneur en cendres

1 Domaine d'application

Le présent document spécifie des méthodes de détermination de la teneur en cendres pour tous les combustibles solides de récupération.

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, *Combustibles solides de récupération — Vocabulaire*

ISO 21645, *Combustibles solides de récupération — Méthodes d'échantillonnage*

ISO 21646¹⁾, *Combustibles solides de récupération — Préparation des échantillons*

ISO 21660-3, *Combustibles solides de récupération — Détermination de l'humidité par la méthode de séchage à l'étuve — Partie 3: Humidité de l'échantillon pour analyse générale*

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions donnés dans l'ISO 21637 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:

- 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

cendre teneur en cendres sur sec total de cendres

A

masse de résidu inorganique obtenue après combustion d'un combustible dans des conditions spécifiées, généralement exprimée en pourcentage de la masse de matière sèche contenue dans le combustible

Note 1 à l'article: Selon l'efficacité de la combustion, la cendre peut contenir des combustibles.

Note 2 à l'article: En cas de combustion complète, la cendre ne contient que des éléments inorganiques et non combustibles.

[SOURCE: ISO 16559:2014, 4.13, modifiée — La «Note 1 à l'article» a été retirée et les notes suivantes ont été renumérotées, et le symbole A a été mis en italique.]

1) En cours d'élaboration. (Stade au moment de la publication: ISO/DIS 21646:2021.)

3.2

teneur totale en cendres

masse de résidu inorganique restant après la 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

3.3

contributeurs à la teneur en cendres éliminés

rac

matériau inerte grossier (c'est-à-dire métaux, verre, pierres, carreaux, etc.) retiré de l'échantillon pré-séché avant la préparation, afin d'éviter tout dommage à l'équipement de préparation

Note 1 à l'article: Les contributeurs à la teneur en cendres éliminés sont inclus dans les calculs de teneur totale en cendres.

[SOURCE: ISO 21637:2020, 3.62, modifiée — La Note 1 à l'article a été ajoutée.]

3.4

matière organique totale

partie combustible des combustibles solides de récupération, composée de la somme de la matière volatile et du carbone fixe

Note 1 à l'article: Elle est calculée de la manière suivante: 100 – teneur en humidité – teneur en cendres.

Note 2 à l'article: Il s'agit de la fraction massique de la matière perdue suite à l'allumage, également appelée «perte au feu».

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

3.5

matière volatile

partie relative de l'échantillon analysé, après élimination de l'humidité, qui est perdue lorsque la matière est chauffée dans des conditions spécifiques de température, de temps et dans une atmosphère appauvrie (conditions anoxiques)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/c8efde3a-e560-4693-969e-3834dec3e1a5/iso-21656-2021>

3.6

carbone fixe

partie relative du carbone contenu dans un matériau qui ne peut être dégradé que dans des conditions oxydantes et à haute température

Note 1 à l'article: Il est calculé de la manière suivante: 100 – teneur en humidité – teneur en matière volatile – teneur en cendres.

4 Principe

L'échantillon est chauffé dans une atmosphère constituée d'air jusqu'à une température de (550 ± 10) °C pour la méthode A ou (815 ± 10) °C pour la méthode B, dans des conditions strictement contrôlées de temps, de masse d'échantillon et de spécifications d'équipement. La teneur en cendres est déterminée par le calcul de la masse de résidu restant après chauffage.

NOTE Une différence de teneur en cendres, si elle est déterminée à 815 °C comparativement à une température de 550 °C, s'explique par la décomposition de carbonates formant du CO₂, par des pertes de composés inorganiques volatils (voir également 3.5) et par l'oxydation supplémentaire de composés inorganiques^[1]. Dans la pratique courante en normalisation, la température de 550 °C sert à déterminer la teneur en cendres des CSR ayant une teneur élevée en biomasse. La température de 550 °C peut également servir pour la détermination élémentaire majeure (voir également l'EN 15410^[6]) et la détermination élémentaire sous forme de traces (voir également l'EN 15411^[7]).

Les équipements automatiques (tels que les analyseurs thermogravimétriques) peuvent être utilisés à condition qu'ils soient validés par des mesurages parallèles à la méthode de référence. Ces équipements automatiques doivent satisfaire à l'ensemble des exigences en termes de taille d'échantillon, de mode opératoire de chauffage, de température, d'atmosphère et d'exactitude de pesée. Tout écart par rapport au présent article doit être relevé et justifié.

5 Appareillage

5.1 Capsule, constituée d'un matériau inerte tel que la porcelaine, la silice ou le platine, de 10 mm à 20 mm de profondeur et d'une taille telle que la charge de l'échantillon n'excède pas 0,1 g/cm² du fond.

5.2 Four, permettant de maintenir une zone de température uniforme aux niveaux requis à l'[Article 7](#) et d'atteindre ces niveaux aux vitesses de chauffage spécifiées. Il convient de régler le débit du renouvellement d'air dans le four de manière à éviter toute carence en oxygène durant l'opération de chauffage.

NOTE Un débit de renouvellement d'air induisant de 5 à 10 recyclages d'air par minute est adapté.

5.3 Balance, suffisamment précise pour peser la capsule contenant l'échantillon à 0,1 mg près.

5.4 Dessiccateur, sans agent déshydratant.

NOTE L'utilisation d'un dessiccateur sans agent déshydratant est spécifiée dans l'ISO 1171 et précisée ici, les cendres des combustibles solides de récupération étant souvent plus hygroscopiques que les cendres de charbon.

5.5 Tamis, avec une ouverture mesurant ≤ 1 mm (conformément à l'ISO 3310-1 ou l'ISO 3310-2).

5.6 Récipient, hermétique à l'air.

6 Échantillonnage et préparation des échantillons

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

6.1 Généralités

L'échantillon pour analyse générale doit être prélevé et préparé conformément à l'ISO 21645 et à l'ISO 21646. Il doit être broyé de manière à passer à travers un tamis d'ouverture ≤ 1 mm. L'échantillon pour analyse générale doit être réceptionné dans le récipient ([5.6](#)). L'échantillon pour analyse générale doit être séché à l'étuve ou sa teneur en humidité doit être déterminée conformément à l'ISO 21660-3. L'échantillon pour analyse générale doit être mélangé avec précaution avant pesage (voir également l'[Article 7](#)).

6.2 Pré-séchage

Le pré-séchage doit être réalisé conformément à l'ISO 21646.

Le pré-séchage d'échantillons humides est effectué afin de réduire le plus possible les pertes d'humidité lors des étapes suivantes de la division d'échantillon, dans le but de faciliter le processus d'échantillonnage et de réduire le plus possible l'activité biologique. S'il est nécessaire de sécher un échantillon par la chaleur, il doit être séché dans un four à une température n'excédant pas celle spécifiée dans l'ISO 21646.

6.3 Contributeurs à la teneur en cendres éliminés (rac)

Le matériau inerte grossier (c'est-à-dire métaux, verre, pierres) peut être retiré de l'échantillon pré-séché avant la préparation, afin d'éviter tout dommage à l'équipement de préparation.

Les contributeurs à la teneur en cendres éliminés (rac) issus d'échantillons pré-séchés doivent être considérés comme secs.

A_{rac} est pesé séparément, calculé en pourcentage massique et ajouté à la teneur en cendres déterminée selon les calculs de [8.2](#).

7 Mode opératoire

7.1 Généralités

Au moins deux déterminations doivent être effectuées sur l'échantillon pour analyse générale.

7.2 Méthode A: teneur en cendres à 550 °C

Pour déterminer la fraction de biomasse, utiliser la température de 550 °C dans tous les cas.

Chauffer la capsule vide (5.1) dans le four (5.2) à (550 ± 10) °C durant au moins 60 min. La laisser refroidir dans un dessiccateur. Une fois la capsule refroidie, la peser à 0,1 mg près et consigner la masse.

Placer environ 1 g d'échantillon pour analyse générale au fond de la capsule et le répartir en une couche régulière sur cette surface. Peser la capsule avec l'échantillon à 0,1 mg près et consigner la masse. Si l'échantillon pour analyse générale est séché à l'étuve, il faut, par mesure de précaution relative à l'absorption d'eau, sécher la capsule et l'échantillon à (105 ± 10) °C, puis les peser.

Placer la capsule chargée dans le four froid. Chauffer l'échantillon dans le four conformément au protocole de chauffage ci-après:

- a) augmenter progressivement la température du four durant 50 min (à raison de 5 °C/min) jusqu'à atteindre (250 ± 10) °C. Maintenir à cette température durant 60 min afin de permettre l'élimination des composés volatils de l'échantillon avant la combustion;
- b) continuer à augmenter progressivement la température du four durant 60 min (à raison de 5 °C/min) jusqu'à atteindre (550 ± 10) °C et maintenir cette température durant au moins 120 min.

Retirer la capsule et son contenu du four. Les laisser refroidir sur une plaque de métal épaisse durant 5 min à 10 min, puis les placer dans le dessiccateur sans agent déshydratant et laisser refroidir à température ambiante. Peser les cendres et la capsule à 0,1 mg près dès qu'elles ont atteint la température ambiante, et consigner la masse. Calculer la teneur en cendres de l'échantillon conformément aux indications de l'Article 8. En cas de doute sur l'achèvement de l'incinération (par exemple, présence de suie à l'examen visuel), ajouter quelques gouttes d'eau ou de nitrate d'ammonium à l'échantillon avant de le recharger dans le four froid et de le chauffer à nouveau à (550 ± 10) °C durant 30 min supplémentaires, jusqu'à ce que le changement de masse soit inférieur à 0,2 mg.

Des équipements automatiques peuvent être utilisés si la méthode est validée à l'aide d'échantillons de référence d'un type de biomasse approprié. Ces équipements doivent satisfaire à l'ensemble des exigences énoncées dans le présent article en termes de taille d'échantillon, de mode opératoire de chauffage, d'atmosphère, de température et d'exactitude de pesée. Tout écart par rapport au présent article doit être relevé et justifié.

7.3 Méthode B: teneur en cendres à 815 °C

Chauffer la capsule vide (5.1) dans le four (5.2) à (815 ± 10) °C durant au moins 60 min. La laisser refroidir dans un dessiccateur. Une fois la capsule refroidie, la peser à 0,1 mg près et consigner la masse.

Placer environ 1 g d'échantillon pour analyse générale au fond de la capsule et le répartir en une couche régulière sur cette surface. Peser la capsule avec l'échantillon à 0,1 mg près et consigner la masse. Si l'échantillon pour analyse générale est séché à l'étuve, il faut, par mesure de précaution relative à l'absorption d'eau, sécher la capsule et l'échantillon à (105 ± 10) °C, puis les peser.

Placer la capsule chargée dans le four froid. Chauffer l'échantillon dans le four conformément au protocole de chauffage ci-après:

- a) augmenter progressivement la température du four durant 50 min (à raison de 5 °C/min) jusqu'à atteindre (250 ± 10) °C. Maintenir à cette température durant 60 min afin de permettre l'élimination des composés volatils de l'échantillon avant la combustion;

- b) continuer à augmenter progressivement la température du four durant 60 min (à raison de 15 °C/min) jusqu'à atteindre (815 ± 10) °C et maintenir cette température durant au moins 120 min.

Retirer la capsule et son contenu du four. Les laisser refroidir sur une plaque de métal épaisse durant 5 min à 10 min, puis les placer dans le dessiccateur sans agent déshydratant et laisser refroidir à température ambiante. Peser les cendres et la capsule à 0,1 mg près dès qu'elles ont atteint la température ambiante, et consigner la masse. Calculer la teneur en cendres de l'échantillon conformément aux indications de l'Article 8. En cas de doute sur l'achèvement de l'incinération (par exemple, présence de suie à l'examen visuel), ajouter quelques gouttes d'eau ou de nitrate d'ammonium à l'échantillon avant de le recharger dans le four froid et de le chauffer à nouveau à (815 ± 10) °C durant 30 min supplémentaires, jusqu'à ce que le changement de masse soit inférieur à 0,2 mg.

Des équipements automatiques peuvent être utilisés si la méthode est validée à l'aide d'échantillons de référence d'un type de biomasse approprié. Ces équipements doivent satisfaire à l'ensemble des exigences énoncées dans le présent article en termes de taille d'échantillon, de mode opératoire de chauffage, d'atmosphère, de température et d'exactitude de pesée. Tout écart par rapport au présent article doit être relevé et justifié.

8 Calcul

8.1 Échantillon pour analyse générale

La teneur en cendres sur brut, A_{ad} , de l'échantillon pour analyse générale «tel qu'analysé», exprimée sous forme de fraction massique en pourcentage, doit être donnée par la Formule (1):

$$A_{ad} = \frac{m_3 - m_1}{m_2 - m_1} \cdot 100 \quad (1)$$

La teneur en cendres sur sec, A_{db} , de l'échantillon pour analyse générale, exprimée sous forme de fraction massique en pourcentage, doit être calculée par la Formule (2):

$$A_{db} = \frac{m_3 - m_1}{m_2 - m_1} \cdot 100 \cdot \frac{100}{100 - M_{ad}} = A_{ad} \cdot \frac{100}{100 - M_{ad}} \quad (2)$$

où

m_1 est la masse de la capsule vide, en grammes;

m_2 est la masse de la capsule avec l'échantillon pour analyse générale, en grammes;

m_3 est la masse de la capsule avec la cendre, en grammes;

M_{ad} est la fraction massique d'humidité dans l'échantillon pour analyse générale, sur brut, en pourcentage.

Le résultat doit être consigné sous forme de moyenne de deux déterminations, à 0,1 % près.