



Norme
internationale

ISO 3884

**Combustibles solides de
récupération — Méthodes de
détermination de la teneur en
éléments (Al, Ca, Fe, K, Mg, Na, P, S,
Si, Ti, As, Ba, Be, Cd, Co, Cr, Cu, Hg,
Mo, Mn, Ni, Pb, Sb, Se, Sn, Tl, V, Zn)**

*Solid recovered fuels — Methods for the determination of the
content of elements (Al, Ca, Fe, K, Mg, Na, P, S, Si, Ti, As, Ba, Be, Cd,
Co, Cr, Cu, Hg, Mo, Mn, Ni, Pb, Sb, Se, Sn, Tl, V, Zn)*

ISO 3884:2025

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/iso/bf0de5a3-1578-4467-a7d9-911894507a5e/iso-3884-2025>

**Première édition
2025-04**

iTeh Standards
(<https://standards.iteh.ai>)
Document Preview

ISO 3884:2025

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/iso/bf0de5a3-1578-4467-a7d9-911894507a5e/iso-3884-2025>



DOCUMENT PROTÉGÉ PAR COPYRIGHT

© ISO 2025

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	v
Introduction	vi
1 Domaine d'application	1
2 Références normatives	2
3 Termes et définitions	2
4 Symboles et abréviations	3
5 Consignes de sécurité	5
6 Principe	5
7 Réactifs	6
8 Appareillage	6
9 Interférences et sources d'erreur	8
9.1 Informations générales	8
9.2 Système de récipient fermé pour la digestion par micro-ondes	8
10 Préparation de l'échantillon pour essai	8
11 Mode opératoire	9
11.1 Généralités	9
11.2 Essai à blanc	9
11.3 Méthode A (méthode générale pour les CSR et les éléments majeurs dans les CSR réduits à l'état de cendres) - Digestion assistée par micro-ondes avec un mélange d'acides chlorhydrique, nitrique et fluorhydrique (6 ml de HCl; 2 ml de HNO ₃ ; 2 ml de HF)	9
11.4 Méthode AT (méthode pour les CSR et les éléments majeurs dans les CSR réduits à l'état de cendres) - Digestion assistée par micro-ondes avec un mélange d'acide chlorhydrique, nitrique et tétrafluoroborique (6 ml de HCl; 2 ml de HNO ₃ ; 4 ml de HBF ₄)	11
11.5 Méthode B (par exemple, CSR et autres matériels à base de plastique lorsque la méthode A ne peut pas être appliquée) - Digestion assistée par micro-ondes avec un mélange d'acides chlorhydrique, nitrique et fluorhydrique (0,5 ml de HCl; 6 ml de HNO ₃ ; 1 ml de HF)	12
11.6 Méthode BT (par exemple, CSR et autres matériels à base de plastique) - Digestion assistée par micro-ondes avec un mélange d'acides chlorhydrique, nitrique et tétrafluoroborique (0,5 ml de HCl; 6 ml de HNO ₃ ; 2 ml de HBF ₄)	13
11.7 Méthode C (par exemple, CSR à base de bois) - Digestion assistée par micro-ondes avec un mélange d'acide nitrique, de peroxyde d'hydrogène et d'acide fluorhydrique (2,5 ml de H ₂ O ₂ ; 5 ml de HNO ₃ ; 0,4 ml de HF)	13
11.8 Méthode CT (par exemple, CSR à base de bois) - Digestion assistée par micro-ondes avec un mélange d'acide nitrique, de peroxyde d'hydrogène et d'acide tétrafluoroborique (2,5 ml de H ₂ O ₂ ; 5 ml de HNO ₃ ; 0,8 ml de HBF ₄)	14
11.9 Méthode D (éléments majeurs dans la cendre de CSR) - digestion de CSR réduit à l'état de cendres avec un fondant, le métaborate de lithium (perle fondue)	15
12 Analyse	15
12.1 Préparation de la solution à analyser	15
12.2 Étape d'analyse	16
12.3 Analyse par fluorescence de rayons X d'échantillons réduits à l'état de cendres - Préparation de l'échantillon (éléments majeurs seulement)	16
13 Calculs	16
14 Contrôle de la qualité	17
15 Caractéristiques de performance	17
16 Rapport d'essai	17

ISO 3884:2025(fr)

Annexe A (informative) Calibration du réglage de la puissance	19
Annexe B (informative) Validation et données de performance (SRF22ERI)	20
Annexe C (informative) Données de performance (QUOVADIS)	67
Annexe D (informative) Résultats de l'essai de robustesse (QUOVADIS)	86
Bibliographie	91

iTeh Standards
(<https://standards.iteh.ai>)
Document Preview

[ISO 3884:2025](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/iso/bf0de5a3-1578-4467-a7d9-911894507a5e/iso-3884-2025)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/iso/bf0de5a3-1578-4467-a7d9-911894507a5e/iso-3884-2025>

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'ISO attire l'attention sur le fait que la mise en application du présent document peut entraîner l'utilisation d'un ou de plusieurs brevets. L'ISO ne prend pas position quant à la preuve, à la validité et à l'applicabilité de tout droit de propriété revendiqué à cet égard. À la date de publication du présent document, l'ISO n'avait pas reçu notification qu'un ou plusieurs brevets pouvaient être nécessaires à sa mise en application. Toutefois, il y a lieu d'avertir les responsables de la mise en application du présent document que des informations plus récentes sont susceptibles de figurer dans la base de données de brevets, disponible à l'adresse www.iso.org/brevets. L'ISO ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié tout ou partie de tels droits de brevet.

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 www.iso.org/avant-propos.

Le présent document a été élaboré par le comité technique ISO/TC 300, *Matières solides de récupération, y compris les 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

La détermination exacte de la teneur en éléments dans les combustibles solides de récupération est importante pour des raisons environnementales et techniques, tant au stade de la production qu'au stade de la combustion. Certains des éléments déterminés par l'application de l'une des méthodes décrites dans le présent document sont inclus dans l'ISO 21640,^[1] tandis que d'autres éléments peuvent avoir des implications environnementales à la fois pour les émissions et pour l'élimination ou la récupération des mâchefers et des cendres volantes. En outre, la détermination d'éléments tels que l'Al, le Ca, le Fe, le Mg, le P, le K, le Si, le Na et le Ti peut être utile pour prédire le comportement de fusion et de scorification des cendres.

Les méthodes décrites dans le présent document fournissent des digestions à éléments multiples pour une large gamme de combustibles solides de récupération. Les éléments extractibles déterminés par ces modes opératoires peuvent dans de nombreux cas être décrits comme des «teneurs élémentaires totales», bien que cela dépende de la matrice. Après la digestion, un certain nombre de techniques analytiques peuvent être utilisées pour déterminer avec précision les teneurs en éléments majeurs et mineurs, par exemple le plasma couplé par induction avec détection optique ou de masse (ICP-OES, ICP-MS), la spectrométrie d'absorption atomique avec four à graphite (GF-AAS) et des méthodes directes spécifiques (par exemple pour le mercure, pour le soufre).

La fluorescence de rayons X peut également être utilisée comme méthode rapide pour obtenir un aperçu qualitatif des éléments formant des cendres et des impuretés des combustibles solides de récupération. Après un étalonnage approprié, la fluorescence de rayons X est très utile pour déterminer les éléments majeurs ou même mineurs (à l'exception du mercure et du béryllium) dans les combustibles solides de récupération, conformément à l'ISO 22940. Pour l'étalonnage de la fluorescence de rayons X, il est important d'utiliser plusieurs matériaux de référence de combustibles solides de récupération ou des échantillons de combustibles solides de récupération qui ont été soigneusement caractérisés après digestion totale et mesurage par ICP-OES, ICP-MS, GF-AAS ou par d'autres techniques telles que l'analyse élémentaire utilisant la technologie de combustion sur le soufre (voir l'ISO 21663^[2]).

Après réduction à l'état de cendres des combustibles solides de récupération, la fluorescence de rayons X permet la détermination simultanée des éléments majeurs (Al, Ca, Fe, Mg, P, K, Si, Na, Ti) dans les cendres après un étalonnage basé sur la matrice (les modes opératoires pour cette opération sont décrits dans l'ISO 22940 et l'EN 15309).

[ISO 3884:2025](https://standards.iteh.ai/iso/3884-2025)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/iso/bf0de5a3-1578-4467-a7d9-911894507a5e/iso-3884-2025>

Combustibles solides de récupération — Méthodes de détermination de la teneur en éléments (Al, Ca, Fe, K, Mg, Na, P, S, Si, Ti, As, Ba, Be, Cd, Co, Cr, Cu, Hg, Mo, Mn, Ni, Pb, Sb, Se, Sn, Tl, V, Zn)

1 Domaine d'application

Le présent document spécifie les méthodes pour la détermination des concentrations en éléments majeurs et mineurs dans les combustibles solides de récupération après digestion par l'utilisation de différents mélanges d'acides et par l'ajout d'un fondant pour la cendre de combustible solide de récupération (CSR).

- a) Méthode A: Digestion assistée par micro-ondes avec un mélange d'acides chlorhydrique, nitrique et fluorhydrique (6 ml de HCl, 2 ml de HNO₃ et 2 ml de HF) suivie d'une complexation de l'acide borique.
- b) Méthode AT: Digestion assistée par micro-ondes avec un mélange d'acides chlorhydrique, nitrique et tétrafluoroborique (6 ml de HCl, 2 ml de HNO₃ et 4 ml de HBF₄).
- c) Méthode B: Digestion assistée par micro-ondes avec un mélange d'acides chlorhydrique, nitrique et fluorhydrique (0,5 ml de HCl, 6 ml de HNO₃ et 1 ml de HF) suivie d'une complexation de l'acide borique.
- d) Méthode BT: Digestion assistée par micro-ondes avec un mélange d'acides chlorhydrique, nitrique et tétrafluoroborique (0,5 ml de HCl, 6 ml de HNO₃ et 2 ml de HBF₄).
- e) Méthode C: Digestion assistée par micro-ondes avec un mélange d'acide nitrique, de peroxyde d'hydrogène et d'acide fluorhydrique (2,5 ml de H₂O₂, 5 ml de HNO₃ et 0,4 ml de HF) et d'une complexation optionnelle de l'acide borique.
- f) Méthode CT: Digestion assistée par micro-ondes avec un mélange d'acide nitrique, de peroxyde d'hydrogène et d'acide tétrafluoroborique (2,5 ml de H₂O₂, 5 ml de HNO₃ et 0,8 ml de HBF₄).
- g) Méthode D: Digestion de l'échantillon de CSR réduit à l'état de cendres avec un fondant de type métaborate de lithium dans un four à 1 050 °C.

Le présent document s'applique aux éléments majeurs et mineurs/traces suivants:

- éléments majeurs: aluminium (Al), calcium (Ca), fer (Fe), potassium (K), magnésium (mg), sodium (Na), phosphore (P), soufre (S), silicium (Si) et titane (Ti);
- éléments mineurs/traces: arsenic (As), baryum (Ba), béryllium (Be), cadmium (Cd), cobalt (Co), chrome (Cr), cuivre (Cu), mercure (Hg), molybdène (Mo), manganèse (Mn), nickel (Ni), plomb (Pb), antimoine (Sb), sélénium (Se), étain (Sn), thallium (Tl), vanadium (V) et zinc (Zn).

La méthode A est applicable pour une utilisation générale pour les CSR et les CSR réduits à l'état de cendres, mais la quantité de la prise d'essai peut être très faible en cas de forte concentration de matière organique. La méthode AT peut être utilisée si une alternative au HF est nécessaire.

La méthode B, avec un volume d'acide nitrique plus important, est applicable pour les CSR à forte teneur en matière organique (teneur élevée en matières plastiques par exemple) qui peuvent être difficiles à digérer avec moins d'acide nitrique, ou comme substitut à la méthode A si l'équipement approprié n'est pas disponible. La méthode BT peut être utilisée si une alternative au HF est nécessaire.

La méthode C, une combinaison d'acide nitrique et de peroxyde d'hydrogène avec ajout d'acide fluorhydrique, est applicable pour les CSR à base de bois (bois de démolition, par exemple) ou lorsqu'il est nécessaire de les