NORME INTERNATIONALE

**ISO 18125**

Première édition
2017-04

# Biocombustibles solides — Détermination du pouvoir calorifique

*Solid biofuels — Determination of calorific value*

Numéro de référence
ISO 18125:2017(F)

© ISO 2017



## DOCUMENT PROTÉGÉ PAR COPYRIGHT

© ISO 2017, Publié en Suisse

Droits de reproduction réservés. Sauf indication contraire, 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, l'affichage sur l'internet ou sur un Intranet, sans autorisation écrite préalable. Les demandes d'autorisation peuvent être adressées à l'ISO à l'adresse ci-après ou au comité membre de l'ISO dans le pays du demandeur.

ISO copyright office
Ch. de Blandonnet 8 • CP 401
CH-1214 Vernier, Geneva, Switzerland
Tel. +41 22 749 01 11
Fax +41 22 749 09 47
copyright@iso.org
www.iso.org

# Sommaire

Page

**Avant-propos** ..... **v**

**1 Domaine d'application** ..... **1**

**2 Références normatives** ..... **1**

**3 Termes et définitions** ..... **1**

**4 Principes** ..... **3**
4.1 Pouvoir calorifique supérieur ..... 3
4.2 Pouvoir calorifique inférieur ..... 3

**5 Réactifs** ..... **3**

**6 Appareillage** ..... **4**
6.1 Généralités ..... 4

**7 Préparation de l'échantillon d'essai** ..... **8**

**8 Mode opératoire calorimétrique** ..... **9**
8.1 Généralités ..... 9
8.2 Préparation de la bombe pour mesurage ..... 11
8.2.1 Mode opératoire général ..... 11
8.2.2 Utilisation d'une substance auxiliaire favorisant la combustion ..... 11
8.3 Assemblage du calorimètre ..... 12
8.4 Réaction de combustion et mesurages de la température ..... 12
8.5 Analyse des produits de combustion ..... 13
8.6 Augmentation de température corrigée $\theta$ ..... 14
8.6.1 Augmentation de température observée ..... 14
8.6.2 Calorimètres isopériboliques et à enveloppe statique ..... 14
8.6.3 Calorimètres adiabatiques ..... 15
8.6.4 Corrections relatives au thermomètre ..... 15
8.7 Température de référence ..... 15

**9 Étalonnage** ..... **16**
9.1 Principes ..... 16
9.2 Étalon ..... 16
9.2.1 Conditions de certification ..... 16
9.2.2 Conditions d'étalonnage ..... 16
9.3 Plage de fonctionnement valide de la capacité calorifique effective $\varepsilon$ ..... 17
9.4 Apports auxiliaires ..... 17
9.5 Mode opératoire d'étalonnage ..... 18
9.6 Calcul de la capacité calorifique effective pour l'essai individuel ..... 18
9.6.1 Base de masse d'eau constante du calorimètre ..... 18
9.6.2 Base de masse totale constante du calorimètre ..... 19
9.7 Fidélité de la valeur moyenne de la capacité calorifique effective $\varepsilon$ ..... 20
9.7.1 Valeur constante de $\varepsilon$ ..... 20
9.7.2 $\varepsilon$ comme fonction de l'augmentation de température observée ..... 20
9.8 Redétermination de la capacité calorifique effective ..... 21

**10 Pouvoir calorifique supérieur** ..... **21**
10.1 Généralités ..... 21
10.2 Combustion ..... 21
10.3 Calcul du pouvoir calorifique supérieur ..... 22
10.3.1 Généralités ..... 22
10.3.2 Base de masse d'eau constante du calorimètre ..... 22
10.3.3 Base de masse totale constante du calorimètre ..... 24
10.3.4 $\varepsilon$ comme fonction de l'augmentation de température observée ..... 24
10.4 Expression des résultats ..... 25
10.5 Calcul par rapport à d'autres bases ..... 25

© ISO 2017 – Tous droits réservés

**11 Caractéristiques de fonctionnement** ..... **25**
11.1 Limite de répétabilité ..... 25
11.2 Limite de reproductibilité ..... 26
**12 Calcul du pouvoir calorifique inférieur à pression constante** ..... **26**
12.1 Généralités ..... 26
12.2 Calculs ..... 26
**13 Rapport d'essai** ..... **27**
**Annexe A** (normative) **Bombes calorimétriques adiabatiques** ..... **29**
**Annexe B** (normative) **Bombes calorimétriques isopériboliques et à enceinte statique** ..... **33**
**Annexe C** (normative) **Bombes calorimétriques automatisées** ..... **39**
**Annexe D** (informative) **Listes de contrôle pour la conception et les modes opératoires des essais de combustion** ..... **42**
**Annexe E** (informative) **Exemples destinés à illustrer les principaux calculs utilisés dans le présent document lorsqu'un calorimètre automatisé est utilisé pour les déterminations** **47**
**Annexe F** (informative) **Liste des symboles utilisés dans le présent document** ..... **51**
**Annexe G** (informative) **Valeurs par défaut des biocombustibles solides les plus utilisés destinées au calcul des pouvoirs calorifiques** ..... **54**
**Annexe H** (informative) **Diagramme de la détermination en routine du pouvoir calorifique** ..... **55**
**Bibliographie** ..... **56**
**Index** ..... **57**

 © ISO 2017 – Tous droits réservés

# 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 selon les règles de rédaction données dans les Directives ISO/IEC, Partie 2 (voir www.iso.org/directives).

L'attention est appelée 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.

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/foreword.html.

Le présent document a été élaboré par le comité technique ISO/TC 238, *Biocombustibles solides*.

© ISO 2017 – Tous droits réservés

# Biocombustibles solides — Détermination du pouvoir calorifique

## 1 Domaine d'application

Le présent document spécifie une méthode de détermination du pouvoir calorifique supérieur à volume constant d'un biocombustible solide et à une température de référence de 25 °C dans une bombe calorimétrique étalonnée par combustion d'acide benzoïque certifié.

Le résultat obtenu est le pouvoir calorifique supérieur de l'échantillon pour analyse à volume constant avec toute l'eau des produits de combustion à l'état liquide. En pratique, les biocombustibles sont soumis à combustion à pression (atmosphérique) constante et l'eau est condensée ou non (s'évapore avec les gaz de combustion). Dans les deux cas, la chaleur effective de la combustion à utiliser est le pouvoir calorifique inférieur du combustible à pression constante. Le pouvoir calorifique inférieur à volume constant peut également être utilisé; des formules sont indiquées pour le calcul des deux données.

Les principes et les modes opératoires généraux relatifs aux essais d'étalonnage et aux essais sur les biocombustibles sont présentés dans le corps du texte du présent document, alors que ceux relevant de l'utilisation d'un type particulier d'instrument calorimétrique sont décrits aux Annexes A à C. L'Annexe D spécifie des listes de contrôle pour réaliser l'étalonnage et les essais sur les combustibles à l'aide de modèles de calorimètres spécifiés. L'Annexe E fournit une série d'exemples illustrant certains des calculs.

## 2 Références normatives

Les documents suivants cités dans le texte 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 651, *Thermomètres sur tige pour calorimètres*

ISO 652, *Thermomètres pour calorimètres à échelle protégée*

ISO 1770, *Thermomètres sur tige d'usage général*

ISO 1771, *Thermomètres à échelle protégée d'usage général*

ISO 14780, *Biocombustibles solides — Préparation des échantillons*

ISO 16559, *Biocombustibles solides — Terminologie, définitions et descriptions*

ISO 18134-3, *Biocombustibles solides — Méthode de détermination de la teneur en humidité — Méthode de séchage à l'étuve — Partie 3: Humidité de l'échantillon pour analyse générale*

ISO 18135, *Biocombustibles solides — Échantillonnage*

## 3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions donnés dans l'ISO 16559 ainsi que les suivants, s'appliquent.

© ISO 2017 – Tous droits réservés

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 http://www.iso.org/obp

**3.1**
**pouvoir calorifique supérieur à volume constant**
valeur absolue de l'énergie spécifique de combustion, exprimée en joules par unité de masse d'un biocombustible solide soumis à combustion dans de l'oxygène dans une bombe calorimétrique dans les conditions spécifiées

Note 1 à l'article: Les produits de combustion sont supposés être l'oxygène, l'azote, le dioxyde de carbone et le dioxyde de soufre à l'état gazeux, de l'eau liquide (en équilibre avec la vapeur qu'elle contient) saturée avec du dioxyde de carbone dans les conditions de réaction de la bombe, et des cendres solides, le tout étant à la *température de référence* (3.4).

**3.2**
**pouvoir calorifique inférieur à volume constant**
valeur absolue de l'énergie spécifique de combustion, exprimée en joules par unité de masse d'un biocombustible soumis à combustion dans de l'oxygène dans des conditions de volume constant et dans des conditions telles que toute l'eau des produits de réaction reste sous forme de vapeur d'eau (à une pression théorique de 0,1 MPa), les autres produits étant, comme pour le pouvoir calorifique supérieur, à la *température de référence* (3.4)

**3.3**
**pouvoir calorifique inférieur à pression constante**
valeur absolue de la chaleur spécifique (enthalpie) de combustion, exprimée en joules par unité de masse du biocombustible soumis à combustion dans de l'oxygène à pression constante dans des conditions telles que la totalité de l'eau des produits de réaction reste sous forme de vapeur d'eau (à 0,1 MPa), les autres produits étant, comme pour le pouvoir calorifique supérieur, à la *température de référence* (3.4)

**3.4**
**température de référence**
en thermochimie, la température de référence internationale de 25 °C est adoptée comme température de référence pour les pouvoirs calorifiques

Note 1 à l'article: Voir 8.7.

Note 2 à l'article: La dépendance du pouvoir calorifique des biocombustibles vis-à-vis de la température est minime [inférieure à 1 J/(g x K)].

**3.5**
**capacité calorifique effective du calorimètre**
quantité d'énergie nécessaire pour modifier d'un degré la température du calorimètre

**3.6**
**augmentation de température corrigée**
variation de la température du calorimètre due exclusivement aux processus en cours dans la bombe de combustion

Note 1 à l'article: Il s'agit de l'augmentation de température corrigée totale observée, à laquelle est appliqué un facteur de correction pour tenir compte de l'échange thermique, de la puissance d'agitation, etc. (voir 8.6).

Note 2 à l'article: La variation de température peut être exprimée dans d'autres unités: résistance d'un thermomètre en platine ou d'un thermistor, fréquence d'un résonateur à quartz, etc., pour autant qu'une relation fonctionnelle soit établie entre cette quantité et une variation de la température. La *capacité calorifique effective du calorimètre* (3.5) peut être exprimée en unités d'énergie par unité arbitraire de ce type. Les critères relatifs à la linéarité et l'étroitesse des conditions requises entre les essais d'étalonnage et les essais sur combustible sont donnés en 9.3.


© ISO 2017 – Tous droits réservés