

ISO/TC 244

Secrétariat: JISC

Début de vote:  
2012-09-19

Vote clos le:  
2012-11-19

---

---

## Fours industriels et équipements associés — Méthode de mesure du bilan énergétique et de calcul de l'efficacité —

### Partie 3: Fours dormants de fusion pour l'aluminium

*Industrial furnaces and associated processing equipment — Method of measuring energy balance and calculating efficiency —*

*Part 3: Batch-type aluminium melting furnaces*

LES DESTINATAIRES DU PRÉSENT PROJET SONT INVITÉS À PRÉSENTER, AVEC LEURS OBSERVATIONS, NOTIFICATION DES DROITS DE PROPRIÉTÉ DONT ILS AURAIENT ÉVENTUELLEMENT CONNAISSANCE ET À FOURNIR UNE DOCUMENTATION EXPLICATIVE.

OUTRE LE FAIT D'ÊTRE EXAMINÉS POUR ÉTABLIR S'ILS SONT ACCEPTABLES À DES FINS INDUSTRIELLES, TECHNOLOGIQUES ET COMMERCIALES, AINSI QUE DU POINT DE VUE DES UTILISATEURS, LES PROJETS DE NORMES INTERNATIONALES DOIVENT PARFOIS ÊTRE CONSIDÉRÉS DU POINT DE VUE DE LEUR POSSIBILITÉ DE DEVENIR DES NORMES POUVANT SERVIR DE RÉFÉRENCE DANS LA RÉGLEMENTATION NATIONALE.



Numéro de référence  
ISO/FDIS 13579-3:2012(F)

**iTeh STANDARD PREVIEW**  
(standards.iteh.ai)  
Full standard:  
<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/8eb6a73e-a120-419f-9c6c-902f0ba16a5f/iso-13579-3-2013>

### **Notice de droit d'auteur**

Ce document de l'ISO est un projet de Norme internationale qui est protégé par les droits d'auteur de l'ISO. Sauf autorisé par les lois en matière de droits d'auteur du pays utilisateur, aucune partie de ce projet ISO ne peut être reproduite, enregistrée dans un système d'extraction ou transmise sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie, les enregistrements ou autres, sans autorisation écrite préalable.

Les demandes d'autorisation de reproduction doivent être envoyées 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 56 • CH-1211 Geneva 20  
Tel. + 41 22 749 01 11  
Fax + 41 22 749 09 47  
E-mail [copyright@iso.org](mailto:copyright@iso.org)  
Web [www.iso.org](http://www.iso.org)

Toute reproduction est soumise au paiement de droits ou à un contrat de licence.

Les contrevenants pourront être poursuivis.

## Sommaire

Page

Avant-propos .....	v
Introduction.....	vi
1 <b>Domaine d'application</b> .....	1
2 <b>Références normatives</b> .....	1
3 <b>Termes et définitions</b> .....	1
4 <b>Symboles</b> .....	5
5 <b>Principes fondamentaux</b> .....	7
5.1 <b>Généralités</b> .....	7
5.2 <b>Diagramme de flux d'énergie</b> .....	9
5.3 <b>Outil de surveillance et d'évaluation de la production de chaleur industrielle</b> .....	9
6 <b>Conditions fondamentales de mesure et de calcul</b> .....	9
6.1 <b>État du four</b> .....	9
6.2 <b>Durée de la mesure</b> .....	9
6.3 <b>Unité de consommation spécifique d'énergie</b> .....	9
6.4 <b>Conditions de référence</b> .....	9
6.5 <b>Unité de volume de gaz</b> .....	9
6.6 <b>Combustible</b> .....	9
7 <b>Type d'énergie utilisé dans la présente partie de l'ISO 13579</b> .....	9
7.1 <b>Généralités</b> .....	9
7.2 <b>Bilan énergétique</b> .....	10
7.3 <b>Bilan énergétique thermique</b> .....	11
7.4 <b>Bilan énergétique de la production d'énergie électrique</b> .....	12
7.5 <b>Énergie recyclée</b> .....	13
8 <b>Méthode de mesure</b> .....	13
8.1 <b>Généralités</b> .....	13
8.2 <b>Combustible</b> .....	13
8.3 <b>Fluide d'atomisation</b> .....	14
8.4 <b>Air de combustion et gaz d'échappement</b> .....	14
8.5 <b>Produits</b> .....	15
8.6 <b>Température de surface du four</b> .....	16
8.7 <b>Température de la paroi intérieure du four</b> .....	16
8.8 <b>Pression intérieure du four</b> .....	16
8.9 <b>Eau de refroidissement</b> .....	16
8.10 <b>Équipements auxiliaires électriques</b> .....	17
8.11 <b>Production d'utilités</b> .....	17
8.12 <b>Énergie recyclée</b> .....	17
9 <b>Calcul</b> .....	17
9.1 <b>Dispositions générales</b> .....	17
9.2 <b>Intrant énergétique total</b> .....	17
9.3 <b>Extrant énergétique total</b> .....	18
9.4 <b>Efficacité énergétique totale</b> .....	21
10 <b>Rapport d'évaluation de bilan énergétique</b> .....	21
<b>Annexe A (informative) Données de référence</b> .....	22
<b>Annexe B (informative) Rapport de mesure de bilan énergétique et de calcul d'efficacité d'un four dormant de fusion pour l'aluminium — Exemple</b> .....	24

**Annexe C (informative) Estimation de l'incertitude de l'efficacité énergétique totale .....33**  
**Bibliographie .....36**

**iTeh STANDARD PREVIEW**  
**(standards.iteh.ai)**  
Full standard:  
<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/8eb6a73e-a120-419f-9c6c-902f0ba16a5f/iso-13579-3-2013>

## 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 Normes internationales sont rédigées conformément aux règles données dans les Directives ISO/CEI, Partie 2.

La tâche principale des comités techniques est d'élaborer les Normes internationales. 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.

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.

L'ISO 13579-3 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 244, *Fours industriels et équipements associés*.

L'ISO 13579 comprend les parties suivantes, présentées sous le titre général *Fours industriels et équipements associés — Méthode de mesure du bilan énergétique et de calcul de l'efficacité*:

- *Partie 1: Méthode générale*
- *Partie 2: Fours de réchauffage pour acier*
- *Partie 3: Fours dormants de fusion pour l'aluminium*
- *Partie 4: Fours à atmosphère contrôlée ou active*

## Introduction

Tous les calculs dans la présente partie de l'ISO 13579 sont fondés sur l'emplacement de l'équipement dans les conditions de référence.

NOTE Pour les équipements destinés à être installés au-dessus ou au-dessous du niveau de la mer, il est prévu de calculer l'impact de l'altitude pour l'emplacement concerné.

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

Full standard:  
<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/8eb6a73e-a120-419f-9c6c-902f0ba16a5f/iso-13579-3-2013>

# Fours industriels et équipements associés — Méthode de mesure du bilan énergétique et de calcul de l'efficacité —

## Partie 3:

## Fours dormants de fusion pour l'aluminium

### 1 Domaine d'application

La présente partie de l'ISO 13579 spécifie une méthode générale de mesure du bilan énergétique et de calcul de l'efficacité du processus impliquant les fours dormants de fusion pour l'aluminium, conçus par les fabricants de fours. La présente méthode générale comprend:

- les méthodes de mesure;
- les calculs (calcul général);
- le rapport d'évaluation du bilan énergétique et d'efficacité énergétique.

La présente partie de l'ISO 13579 ne s'applique pas aux efficacités liées au processus proprement dit en dehors des fours dormants de fusion pour l'aluminium.

### 2 Références normatives

Les documents suivants, en tout ou partie, sont référencés de manière normative dans le présent document et sont indispensables pour son application. 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 13574, *Fours industriels et équipements associés — Vocabulaire*

ISO 13579-1:—, *Fours industriels et équipements associés — Méthode de mesure du bilan énergétique et de calcul de l'efficacité — Partie 1: Méthode générale*

### 3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions donnés dans l'ISO 13574 ainsi que les suivants s'appliquent.

#### 3.1 Termes relatifs au type d'énergie utilisée dans la présente partie de l'ISO 13579

##### 3.1.1 Intransit énergétique total

**3.1.1.1**

**inquant énergétique total**

$E_{\text{inquant}}$

inquant énergétique total mesuré introduit dans la zone concernée par la mesure du bilan énergétique et qui est composé de l'énergie thermique équivalente et d'un autre inquant énergétique

**3.1.2 Énergie combustible équivalente**

**3.1.2.1**

**énergie combustible équivalente**

$E_{\text{fe}}$

cumul de l'énergie d'entrée composé du pouvoir calorifique du combustible, du pouvoir calorifique des déchets, du pouvoir calorifique du gaz source du gaz d'atmosphère et de l'énergie combustible équivalente de l'électricité

**3.1.2.2**

**pouvoir calorifique du combustible**

$E_{\text{h,combustible}}$

chaleur de combustion du combustible qui est consommé et utilisé pour chauffer des produits dans la zone de bilan énergétique

**3.1.2.3**

**pouvoir calorifique des déchets**

$E_{\text{h,déchets}}$

pouvoir calorifique des déchets introduits avec les produits dans la zone de bilan énergétique

EXEMPLE Résidus d'huile sur des copeaux d'aluminium.

**3.1.2.4**

**énergie combustible équivalente de l'électricité**

$E_{\text{fe,él}}$

cumul de l'énergie combustible équivalente de l'électricité convertie à partir de chaque consommation d'énergie électrique dans la zone de bilan énergétique

**3.1.3 Autre inquant énergétique**

**3.1.3.1**

**autre inquant énergétique**

$E_{\text{autres}}$

énergie comprenant la chaleur sensible du combustible, la chaleur sensible de l'air de combustion ou d'un autre oxydant, la chaleur sensible du fluide d'atomisation pour le combustible liquide, la chaleur de réaction et la chaleur sensible de l'air d'infiltration

**3.1.3.2**

**chaleur de réaction**

$E_{\text{réact}}$

chaleur produite par la réaction d'oxydation de produits dans la zone de mesure du bilan énergétique

EXEMPLE Formation de calamine de produits en acier pendant la réaction d'oxydation.

**3.1.3.3**

**chaleur sensible de l'air d'infiltration**

$E_{\text{s,infiltr}}$

chaleur sensible de l'air qui s'infiltré dans le four par l'intermédiaire de l'orifice d'entrée/de sortie ou des interstices dans les systèmes de fonctionnement du four

NOTE 1 à l'article Ce terme peut être remplacé par «chaleur sensible de l'air faux».



### 3.1.4 Extrant énergétique total

#### 3.1.4.1

##### extrant énergétique total

$E_{\text{extrant}}$

extrant énergétique mesuré total émis par ou consommé dans la zone de bilan énergétique, qui est composé de l'extrant énergétique thermique, de l'énergie consommée dans les équipements auxiliaires électriques, de l'énergie utilisée pour la production d'utilité et de la perte due à la production d'énergie électrique

### 3.1.5 Extrant énergétique thermique

#### 3.1.5.1

##### extrant énergétique thermique

$E_{\text{extrant,therm}}$

cumul de l'énergie thermique émise à partir de la zone de bilan énergétique

NOTE 1 à l'article L'extrant énergétique thermique est composé de l'énergie définie en 3.1.5.2 à 3.1.5.11.

#### 3.1.5.2

##### énergie efficace

$E_{\text{efficace}}$

enthalpie emmagasinée dans les produits dans la zone de mesure du bilan énergétique

#### 3.1.5.3

##### chaleur sensible de la substance oxydée

$E_{l,\text{oxyd}}$

chaleur sensible des substances ayant réagi avec l'oxygène, formées lors du processus thermique issu de la zone de mesure du bilan énergétique

#### 3.1.5.4

##### chaleur sensible du gaz d'échappement

$E_{\text{échappement}}$

chaleur sensible du gaz d'échappement émis à partir de la zone de mesure du bilan énergétique

#### 3.1.5.5

##### perte de chaleur accumulée par un four intermittent

$E_{l,\text{accumulée}}$

chaleur sensible emmagasinée par les réfractaires du four au cours d'un cycle de fonctionnement du four intermittent

#### 3.1.5.6

##### perte due aux parois

$E_{l,\text{paroi}}$

énergie thermique émise par la surface des fours industriels par rayonnement et convection

#### 3.1.5.7

##### perte de chaleur due au gaz dégagé par l'ouverture du four

$E_{l,\text{dégagé}}$

chaleur sensible du dégagement de gaz émis par l'ouverture du four

#### 3.1.5.8

##### perte de chaleur par rayonnement par l'ouverture du four

$E_{l,\text{ouverture}}$

énergie thermique par rayonnement émise par l'ouverture du four

**3.1.5.9**

**perte de chaleur émise par des parties installées à travers la paroi du four**

$E_{l,parties}$

énergie thermique émise par des parties installées à travers la paroi du four

EXEMPLE Comme dans le cas d'une sole à rouleaux.

**3.1.5.10**

**perte due à l'eau de refroidissement**

$E_{l,cw}$

énergie thermique transférée par l'eau de refroidissement hors de la zone de mesure du bilan énergétique

**3.1.5.11**

**autres pertes**

$E_{l,autres}$

pertes d'énergie thermique non mesurées de la zone de bilan thermique

**3.1.6 Énergie consommée dans les équipements auxiliaires électriques**

**3.1.6.1**

**énergie consommée dans les équipements auxiliaires électriques**

$E_{aux}$

énergie utilisée dans les équipements auxiliaires électriques, qui est composée de l'énergie consommée dans les équipements auxiliaires électriques installés et de l'énergie utilisée pour le transfert de fluide

**3.1.6.2**

**énergie consommée dans les équipements auxiliaires électriques installés**

$E_{aux,installés}$

énergie totale cumulée utilisée dans les équipements auxiliaires électriques installés (par exemple, ventilateurs, pompes) implantés dans la zone de bilan énergétique

**3.1.6.3**

**énergie utilisée pour le transfert de fluide**

$E_{aux,fluide}$

énergie cumulée pour le transfert de fluide, calculée à partir de la propriété du fluide

EXEMPLE Pour l'eau de refroidissement, le combustible, etc.

**3.1.7 Énergie utilisée pour la production d'utilités**

**3.1.7.1**

**utilité**

service autre que la fourniture de combustible et d'électricité dans la zone de bilan énergétique

EXEMPLE Oxygène, vapeur et gaz d'atmosphère tels que spécifiés dans l'ISO 13579-1:—, 3.1.7.1.

**3.1.7.2**

**énergie utilisée pour la production d'utilités**

$E_{utilité}$

énergie cumulée pour la production des utilités utilisées dans la zone du bilan énergétique

**3.1.8 Perte due à la production d'énergie électrique**

**3.1.8.1**

**perte due à la production d'énergie électrique**

$E_{l,eg}$

perte d'énergie inhérente à la production d'énergie électrique qui est calculée à partir de l'énergie combustible équivalente et de l'énergie électrique consommée totale

### 3.1.9 Bilan énergétique thermique

#### 3.1.9.1

##### apport d'énergie thermique à partir d'une source de chauffage électrique

énergie thermique entrant dans le processus à partir d'une source de chauffage électrique, telle qu'un équipement de chauffage électrique, émise dans la zone de bilan énergétique

#### 3.1.9.2

##### chaleur de circulation

chaleur circulant dans un équipement ou un système installé dans la zone de bilan énergétique

### 3.1.10 Bilan énergétique de la production électrique

#### 3.1.10.1

##### énergie électrique consommée totale

$E_{e,totale}$

cumul de l'énergie électrique consommée dans la zone de bilan énergétique, égale à la somme de l'apport d'énergie thermique à partir d'une source de chauffage électrique, de l'énergie consommée dans les équipements auxiliaires électriques et de l'énergie électrique utilisée pour la production d'utilités

#### 3.1.10.2

##### énergie utilisée pour la production d'utilités

$E_{e,utilités}$

cumul de l'énergie électrique consommée pour la production d'utilités (par exemple production d'oxygène) utilisée dans la zone de bilan énergétique

### 3.1.11 Énergie recyclée

#### 3.1.11.1

##### énergie recyclée

$E_{ré}$

énergie récupérée à partir de l'énergie thermique perdue par la zone de bilan énergétique

EXEMPLE Énergie réutilisée dans une chaudière de récupération.

## 4 Symboles

Pour les besoins du présent document, les symboles suivants s'appliquent.

NOTE Les tonnes utilisées sont des tonnes métriques.

Symbole	Signification	Unité
$c_{pm,p1}$	chaleur massique moyenne des produits entre $T_{p1}$ et 273,15 K	kJ/(kg·K)
$c_{pm,p2}$	chaleur massique moyenne des produits entre $T_{p2}$ et 273,15 K	kJ/(kg·K)
$c_{pm,ps}$	chaleur massique moyenne des produits entre $T_s$ et 273,15 K	kJ/(kg·K)
$c_{pm,oxyd}$	chaleur massique moyenne de la calamine	kJ/(kg·K)
$E_{aux}$	énergie consommée dans les équipements auxiliaires électriques par tonne de produits	kJ/t
$E_{aux,fluide}$	cumul de l'énergie utilisée pour le transfert de fluide par tonne de produits	kJ/t
$E_{aux,installés}$	cumul de l'énergie utilisée dans les équipements auxiliaires électriques installés par tonne de produits	kJ/t
$E_{efficace}$	énergie efficace par tonne de produits	kJ/t
$E_{échappement}$	chaleur sensible du gaz d'échappement par tonne de produits	kJ/t

Symbole	Signification	Unité
$e_{Al}$	chaleur par formation de calamine par kilogramme de calamine	kJ/kg
$E_{latente}$	chaleur latente de fusion par kilogramme d'aluminium	kJ/kg
$E_{fe}$	énergie combustible équivalente de l'électricité par tonne de produits	kJ/t
$E_{fe-él}$	énergie combustible équivalente de l'électricité par tonne de produits	kJ/t
$E_{h,combustible}$	pouvoir calorifique du combustible par tonne de produits	kJ/t
$E_{h,déchets}$	pouvoir calorifique des déchets par tonne de produits	kJ/t
$E_{intransit}$	intransit énergétique total par tonne de produits	kJ/t
$E_{l,dégagé}$	perte de chaleur due au gaz dégagé par l'ouverture du four par tonne de produits	kJ/t
$E_{l,cw}$	perte due à l'eau de refroidissement par tonne de produits	kJ/t
$E_{l,ég}$	perte d'énergie lors de la production d'énergie électrique	kJ/t
$E_{l,ouverture}$	perte de chaleur par rayonnement par l'ouverture du four par tonne de produits	kJ/t
$E_{l,autres}$	autres pertes par tonne de produits	kJ/t
$E_{l,parties}$	perte de chaleur émise par les parties à travers la paroi du four par tonne de produits	kJ/t
$E_{l,accumulée}$	perte de chaleur accumulée par le four discontinu à chambre par tonne de produits	kJ/t
$E_{l,accumulée}$	perte de chaleur accumulée par le four discontinu à chambre par mètre carré de paroi du four	kJ/m <sup>2</sup>
$E_{l,paroi}$	perte due aux parois par tonne de produits	kJ/t
$E_{autres}$	autre intransit énergétique par tonne de produits	kJ/t
$E_{p1}$	chaleur sensible (ou enthalpie) des produits au moment où les produits sont chargés dans la zone de bilan énergétique par tonne de produits	kJ/t
$E_{p2}$	chaleur sensible (ou enthalpie) des produits au moment où les produits sont extraits dans la zone de bilan énergétique par tonne de produits	kJ/t
$E_{réact}$	chaleur de réaction par tonne de produits	kJ/t
$E_{s,air}$	chaleur sensible de l'air de combustion ou autre oxydant par tonne de produits	kJ/t
$E_{s,atomis}$	chaleur sensible du fluide d'atomisation par tonne de produits	kJ/t
$E_{s,combustible}$	chaleur sensible du combustible par tonne de produits	kJ/t
$E_{s,infiltr}$	chaleur sensible de l'air d'infiltration par tonne de produits	kJ/t
$E_{s,oxyd}$	chaleur sensible de la substance oxydée par tonne de produits	kJ/t
$E_{extrant,therm}$	énergie thermique (produite) par tonne de produits	kJ/t
$E_{utilité}$	énergie utilisée pour la production d'utilités par tonne de produits	kJ/t
$E_{u,oxy}$	énergie consommée pour la production d'oxygène par tonne de produits	kJ/t
$E_{u,vapeur}$	énergie consommée pour la production de vapeur par tonne de produits	kJ/t
$M_{perte}$	perte de masse par tonne de produits	kg/t
$M_{oxyd}$	masse de substance oxydée par tonne de produits	kg/t
$M_p$	masse des produits	kg ou t
$T_{p1}$	température moyenne des produits au moment du chargement dans la zone de bilan énergétique	K
$T_{p2}$	température moyenne des produits au moment de l'extraction dans la zone de bilan énergétique	K
$T_s$	température de fusion de l'aluminium	K
$\eta_1$	efficacité énergétique totale	—
$\eta_e$	efficacité de la production électrique régionale	—
$\sigma_1$	erreur absolue liée au thermocouple	°C