

# ILNAS

Institut luxembourgeois de la normalisation  
de l'accréditation, de la sécurité et qualité  
des produits et services

## ILNAS-EN IEC 60676:2024

### **Chauffage électrique industriel - Méthodes d'essai des fours à arc direct**

Industrielle Elektrowärmeanlagen -  
Prüfverfahren für Lichtbogen-  
Schmelzöfen

Industrial electroheating equipment -  
Test methods for direct arc furnaces

04/2024



## Avant-propos national

Cette Norme Européenne EN IEC 60676:2024 a été adoptée comme Norme Luxembourgeoise ILNAS-EN IEC 60676:2024.

Toute personne intéressée, membre d'une organisation basée au Luxembourg, peut participer gratuitement à l'élaboration de normes luxembourgeoises (ILNAS), européennes (CEN, CENELEC) et internationales (ISO, IEC) :

- Influencer et participer à la conception de normes
- Anticiper les développements futurs
- Participer aux réunions des comités techniques

<https://portail-qualite.public.lu/fr/normes-normalisation/participer-normalisation.html>

### **CETTE PUBLICATION EST PROTÉGÉE PAR LE DROIT D'AUTEUR**

Aucun contenu de la présente publication ne peut être reproduit ou utilisé sous quelque forme ou par quelque procédé que ce soit - électronique, mécanique, photocopie ou par d'autres moyens sans autorisation préalable !

ILNAS-EN IEC 60676:2024

NORME EUROPÉENNE **EN IEC 60676**  
EUROPÄISCHE NORM  
EUROPEAN STANDARD

Avril 2024

ICS 25.180.10

Remplace l'EN 60676:2012

Version française

Chauffage électrique industriel - Méthodes d'essai des fours à  
arc direct  
(IEC 60676:2024)

Industrielle Elektrowärmeanlagen - Prüfverfahren für  
Lichtbogen-Schmelzöfen  
(IEC 60676:2024)

Industrial electroheating equipment - Test methods for  
direct arc furnaces  
(IEC 60676:2024)

La présente Norme Européenne a été adoptée par le CENELEC le 2024-04-03. Les membres du CENELEC sont tenus de se soumettre au Règlement Intérieur du CEN/CENELEC, qui définit les conditions dans lesquelles doit être attribué, sans modification, le statut de norme nationale à cette Norme Européenne.

Les listes mises à jour et les références bibliographiques relatives à ces normes nationales peuvent être obtenues auprès du CEN-CENELEC Management Centre ou auprès des membres du CENELEC.

La présente Norme Européenne existe en trois versions officielles (allemand, anglais, français). Une version dans une autre langue faite par traduction sous la responsabilité d'un membre du CENELEC dans sa langue nationale, et notifiée au CEN-CENELEC Management Centre, a le même statut que les versions officielles.

Les membres du CENELEC sont les comités électrotechniques nationaux des pays suivants: Allemagne, Autriche, Belgique, Bulgarie, Chypre, Croatie, Danemark, Espagne, Estonie, Finlande, France, Grèce, Hongrie, Irlande, Islande, Italie, Lettonie, Lituanie, Luxembourg, Malte, Norvège, Pays-Bas, Pologne, Portugal, République de Macédoine du Nord, République de Serbie, République Tchèque, Roumanie, Royaume-Uni, Slovaquie, Slovénie, Suède, Suisse et Turquie.



Comité Européen de Normalisation Electrotechnique  
Europäisches Komitee für Elektrotechnische Normung  
European Committee for Electrotechnical Standardization

CEN-CENELEC Management Centre: Rue de la Science 23, B-1040 Bruxelles

## Avant-propos européen

Le texte du document 27/1181/FDIS, future édition 4 de IEC 60676, préparé par le CE 27 de l'IEC, "Chauffage électrique industriel et traitement électromagnétique", a été soumis au vote parallèle IEC-CENELEC et approuvé par le CENELEC en tant que EN IEC 60676:2024.

Les dates suivantes sont fixées:

- date limite à laquelle ce document doit être mis en application au niveau national par publication d'une norme nationale identique ou par entérinement (dop) 2025-01-03
- date limite à laquelle les normes nationales conflictuelles doivent être annulées (dow) 2027-04-03

Ce document remplace l'EN 60676:2012 ainsi que l'ensemble de ses amendements et corrigenda (le cas échéant).

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. Le CENELEC ne saurait être tenu pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété et averti de leur existence.

Il convient que l'utilisateur adresse tout retour d'information et toute question concernant le présent document à l'organisme national de normalisation de son pays. Une liste exhaustive desdits organismes se trouve sur le site web du CENELEC.

### Notice d'entérinement

Le texte de la Norme internationale IEC 60676:2024 a été approuvé par le CENELEC comme Norme Européenne sans aucune modification.

La Bibliographie de l'EN 60398 :2015 s'applique, avec l'ajout suivant.

Dans la version officielle, ajouter dans la Bibliographie la note suivante pour la norme indiquée:

- IEC 60076 (série) NOTE Approuvée comme EN 60076 (série)
- IEC 60146-1-1 NOTE Approuvée comme EN 60146-1-1
- IEC 60683:2011 NOTE Approuvée comme EN 60683:2012 (non modifiée)
- IEC 61869 (série) NOTE Approuvée comme EN IEC 61869 (série)

## Annexe ZA (normative)

### Références normatives à d'autres publications internationales avec les publications européennes correspondantes

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).

NOTE 1 Dans le cas où une publication internationale est modifiée par des modifications communes, indiqué par (mod), l'EN/le HD correspondant(e) s'applique.

NOTE 2 Les informations les plus récentes concernant les dernières versions des Normes Européennes listées dans la présente annexe sont disponibles à l'adresse suivante: [www.cenelec.eu](http://www.cenelec.eu).

<u>Publication</u>	<u>Année</u>	<u>Titre</u>	<u>EN/HD</u>	<u>Année</u>
IEC 60398	2015	Installations pour traitement électrothermique et électromagnétique - Méthodes générales d'essai de fonctionnement	EN 60398	2015
IEC 60519-1	-	Sécurité dans les installations destinées au traitement électrothermique et électromagnétique - Partie 1: Exigences générales	EN IEC 60519-1	-
IEC 60519-4	2021	Sécurité dans les installations destinées au traitement électrothermique et électromagnétique - Partie 4: Exigences particulières pour les installations de fours à arc	EN IEC 60519-4	2022
ISO 13578	-	Fours industriels et équipements associés - Exigences de sécurité pour les machines et les équipements pour la production d'acier par four à arc électrique	-	-



# INTERNATIONAL STANDARD

# NORME INTERNATIONALE



**Industrial electroheating equipment – Test methods for direct arc furnaces**

**Chauffage électrique industriel – Méthodes d'essai des fours à arc direct**



## SOMMAIRE

AVANT-PROPOS .....	42
INTRODUCTION.....	44
1 Domaine d'application .....	45
2 Références normatives .....	45
3 Termes, définitions et abréviations .....	46
3.1 Termes et définitions .....	46
3.2 Abréviations.....	51
4 Dispositions fondamentales relatives aux essais et conditions d'essai .....	51
4.1 Objet des essais .....	51
4.2 Communication des résultats d'essai .....	51
4.3 Périmètre du système consommateur d'énergie pour les essais .....	51
4.3.1 Considérations générales .....	51
4.3.2 Installations de type discontinu.....	51
4.3.3 Installation de type continu .....	52
4.4 Exigences générales pour les essais .....	52
4.5 Conditions de fonctionnement pendant les essais .....	52
4.6 Conditions d'environnement pendant les essais .....	53
4.7 Tension d'alimentation .....	53
5 Comparaison des installations ou équipements .....	53
6 Mesurages et matériaux chargés .....	53
6.1 Généralités .....	53
6.2 Résolution temporelle .....	53
6.3 Mesure de la fréquence .....	53
6.4 Mesures des données électriques .....	53
6.4.1 Tension d'alimentation et courant .....	53
6.4.2 Tension, courant, puissance électrique et résistance .....	54
6.4.3 Emplacements de mesure.....	54
6.5 Mesure de la température .....	54
6.5.101 Sondes de trempage pour l'acier liquide ou le laitier .....	54
6.6 Mesure de la pression, de l'humidité ou de la composition des fluides .....	55
6.7 Matériau chargé.....	55
7 Modélisation numérique.....	56
8 Essais techniques.....	56
8.101 Généralités .....	56
8.102 Isolation électrique.....	56
8.103 Essai de fonctionnement à froid .....	56
8.104 Mise en service à chaud .....	57
8.104.1 Généralités .....	57
8.104.2 Consommation d'énergie pendant l'opération de maintien.....	57
8.104.3 Consommation d'énergie pendant le fonctionnement normal.....	57
8.104.4 Capacité assignée du four à arc .....	57
8.105 Préparation de l'essai de performance .....	58
8.105.1 Dépendance des performances par rapport à la tension d'alimentation .....	58
8.105.2 Plage de traitement du fonctionnement prévu .....	58
8.105.3 Essai de court-circuit .....	58
8.105.4 Consommation d'électrodes .....	59

8.105.5	Temps de coulée à coulée .....	59
8.105.6	Temps de maintien de la puissance .....	59
8.105.7	Durée d'arc.....	59
8.105.8	Temps de traitement.....	59
8.105.9	Puissance apparente .....	59
8.105.10	Puissance active.....	59
8.105.11	Puissance réactive .....	59
8.105.12	Facteur de puissance .....	59
9	Rendement de l'installation.....	60
9.1	Généralités .....	60
9.2	Consommation énergétique spécifique.....	60
9.3	Efficacité du chauffage dans une installation de four à arc.....	60
9.4	Efficacité de la consommation électrique .....	61
9.5	Efficacité du transfert d'énergie.....	61
Annexe A (informative)	Évaluation de l'efficacité énergétique .....	62
Annexe B (informative)	Représentation visuelle des informations d'efficacité énergétique .....	63
B.101	Généralités .....	63
B.102	Diagramme de Sankey d'équilibre des puissances – à adapter à la route des FAE .....	63
B.103	Diagramme d'utilisation de puissance dans le temps.....	64
Annexe C (informative)	Estimation de l'utilisation d'énergie .....	67
C.1	Généralités .....	67
C.2	Consommation minimale d'énergie.....	67
C.3	Puissance de maintien .....	68
C.4	Pertes de transfert et efficacité du transfert .....	68
C.5	Exemples.....	68
Annexe D (informative)	Récupérabilité énergétique.....	69
Annexe AA (informative)	Procédures d'essai de court-circuit (essai de trempage).....	70
AA.1	Généralités .....	70
AA.1.1	Four à arc électrique à courant alternatif .....	70
AA.1.2	Four à arc électrique à courant continu.....	70
AA.2	Système à haute intensité: résistance et réactance d'un four à arc électrique à courant alternatif.....	70
AA.3	Impédances déterminées par essai de court-circuit.....	70
AA.4	Procédures d'essai des fours à arc électrique à courant alternatif .....	71
AA.5	Facteur d'asymétrie des réactances .....	75
AA.6	Incertitudes des mesures de court-circuit de fonctionnement .....	76
Bibliographie.....		77
Figure B.101	– Diagramme de Sankey d'un four à arc électrique à courant continu de 130 MVA (voir la Bibliographie, Kühn).....	64
Figure B.102	– Exemple de diagramme d'utilisation de puissance dans le temps pour la fusion de ferrailles dans un FAE.....	65
Figure AA.1	– Schéma unifilaire type pour le mesurage des données électriques du système à haute intensité afin de déterminer les valeurs de résistance et de réactance.....	72