
Norme internationale



1071

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION • МЕЖДУНАРОДНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ПО СТАНДАРТИЗАЦИИ • ORGANISATION INTERNATIONALE DE NORMALISATION

Électrodes enrobées pour le soudage manuel à l'arc des fontes — Symbolisation

Covered electrodes for manual arc welding of cast iron — Symbolization

Première édition — 1983-12-15

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 1071:1983

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/08fe676f-6bf3-479f-b3ef-47d82304f4ba/iso-1071-1983>

CDU 621.791.753.042 : 003.62

Réf. no : ISO 1071-1983 (F)

Descripteurs : soudage, soudage à l'arc, soudage manuel à l'arc, électrode enrobée, fonte, symbole.

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 confiée aux comités techniques de l'ISO. Chaque comité membre intéressé par une étude a le droit de faire partie du comité technique correspondant. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec l'ISO, participent également aux travaux.

Les projets de Normes internationales adoptés par les comités techniques sont soumis aux comités membres pour approbation, avant leur acceptation comme Normes internationales par le Conseil de l'ISO.

La Norme internationale ISO 1071 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 44, *Sondage et techniques connexes*, et a été soumise aux comités membres en février 1983.

Les comités membres des pays suivants l'ont approuvée : [ISO 1071:1983](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/08fe676f-6b3b-479f-b3cf-47d82304f4ba/iso-1071-1983)
<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/08fe676f-6b3b-479f-b3cf-47d82304f4ba/iso-1071-1983>

Allemagne, R.F.	Finlande	Pologne
Australie	France	Roumanie
Autriche	Inde	Royaume-Uni
Brésil	Italie	Suède
Canada	Japon	Suisse
Chine	Norvège	Tchécoslovaquie
Danemark	Nouvelle-Zélande	URSS

Les comités membres des pays suivants l'ont désapprouvée pour des raisons techniques :

Belgique
USA

Cette Norme internationale annule et remplace la Recommandation ISO/R 1071-1969, dont elle constitue une révision technique.

Électrodes enrobées pour le soudage manuel à l'arc des fontes — Symbolisation

1 Objet et domaine d'application

La présente Norme internationale définit une symbolisation pour les électrodes enrobées convenant au soudage manuel des fontes et fixe les spécifications auxquelles elles doivent répondre sur la base de la composition chimique de l'âme des électrodes ou du métal déposé.

NOTES

- 1 Pour chaque symbole de composition chimique, des informations complémentaires et des exemples d'application de ces électrodes sont donnés dans l'annexe.
- 2 Si un utilisateur exige des propriétés spéciales, il lui est recommandé de consulter le fabricant pour obtenir plus de renseignements.

2 Référence

ISO 6847, *Exécution d'un dépôt de soudure obtenu par soudage manuel à l'arc avec électrodes enrobées en vue de l'analyse chimique.*¹⁾

3 Symbolisation

Le mode de symbolisation prévu par la présente Norme internationale consiste en des symboles relatifs aux éléments suivants :

- a) symbole général (voir 3.1) : la lettre E;
- b) symbole relatif à la composition chimique de l'âme des électrodes ou du métal déposé (voir 3.2) : un groupe de lettres et éventuellement un chiffre;
- c) symbole caractérisant le type d'enrobage (voir 3.3) : une ou deux lettres;
- d) symboles relatifs aux conditions d'emploi :
 - positions de soudage (voir 3.4) : un chiffre,
 - mode d'alimentation électrique (voir 3.5) : un chiffre.

3.1 Symbole général

La lettre E placée en tête de la symbolisation a pour objet de distinguer une électrode enrobée pour soudage à l'arc de tout autre produit d'apport.

1) Actuellement au stade de projet.

3.2 Symbole relatif à la composition chimique

Les symboles relatifs aux différents types d'alliages sont donnés dans le tableau 1.

Tableau 1 — Symboles pour les différents types d'alliages

Symbole	Type d'alliage
FeC-1	Fonte grise
FeC-2	Fonte grise, avec âme en acier
Fe	Acier
NiFe	Nickel-fer
NiCu-1	Nickel-cuivre
NiCu-2	
Ni	Nickel
CuAl	Cuivre-aluminium
CuSn-1	Cuivre-étain
CuSn-2	
Z	Autres

Le tableau 2 donne la composition chimique de l'âme ou du métal déposé permettant de définir la teneur de chacun des différents constituants.

Selon le cas, le symbole correspond à la composition chimique de l'âme de l'électrode ou à celle du métal déposé, en prenant comme base les symboles chimiques des constituants principaux.

Lorsqu'un chiffre, séparé des symboles chimiques par un tiret, est utilisé, cela signifie que plus d'une composition chimique est possible pour une électrode ayant les mêmes constituants principaux.

3.3 Symboles relatifs aux types d'enrobage

Le type d'enrobage est symbolisé par les lettres suivantes :

- B = basique;
- G = graphite;
- BG = basique avec graphite;
- S = salin avec éléments organiques;
- V = autres types.

Tableau 2 — Symboles relatifs à la composition chimique

Symbole ISO	FeC-1	FeC-2; Fe	NiFe	NiCu-1	NiCu-2	Ni	CuAl	CuSn-1	CuSn-2
Composition de l'âme, %¹⁾									
C	3,25 à 3,50	0,15					—	—	—
Si	2,75 à 3,00	0,03					0,10	4)	4)
Mn	0,60 à 0,75	0,30 à 0,60					—	4)	4)
P	0,50 à 0,75	0,04					—	0,10 à 0,35	0,05 à 0,35
S	0,10	0,04					—	—	—
Fe	solde	solde					1,5	4)	4)
Mo	trace	—					—	—	—
Ni ²⁾	trace	—					—	4)	4)
Cu ³⁾	—	—					solde	solde	solde
Zn	—	—					0,02	4)	4)
Sn	—	—					—	4,0 à 6,0	7,0 à 9,0
Al	—	—					9,0 à 11,0	0,01 ⁴⁾	0,01 ⁴⁾
Pb	—	—					0,02	0,02 ⁴⁾	0,02 ⁴⁾
Total des autres éléments	—	—					0,50	0,50	0,50
Composition du métal déposé, %¹⁾									
C			2,00	0,35 à 0,55	0,35 à 0,55	2,00			
Si			4,00	0,75	0,75	4,00			
Mn			1,00	2,25	2,25	1,00			
P			—	—	—	—			
S			0,03	0,025	0,025	0,025			
Fe			solde	3,0 à 6,0	3,0 à 6,0	8,00			
Mo			—	—	—	—			
Ni			45,0 à 60,0	50,0 à 60,0	60,0 à 70,0	85 min.			
Cu ³⁾			2,50	35,0 à 45,0	25,0 à 35,0	2,50			
Zn			—	—	—	—			
Sn			—	—	—	—			
Al			—	—	—	—			
Pb			—	—	—	—			
Total des autres éléments			1,00	1,00	1,00	1,00			

1) Sauf indication contraire, les valeurs isolées représentent des teneurs maximales.

2) Nickel plus, fortuitement cobalt.

3) Cuivre plus, fortuitement argent.

4) Le total des autres éléments, y compris ceux qui renvoient à la note 4, ne doit pas dépasser la valeur spécifiée.

Ces symboles ont la signification suivante :

3.3.1 Type B (basique)

Les électrodes du type basique ont généralement un enrobage contenant des quantités considérables de carbonate de calcium et autres carbonates basiques, ainsi que du spath-fluor et autres fluorures, leur conférant, du point de vue métallurgique, un caractère basique. Elles donnent un laitier compact qui offre souvent un aspect typique. Celui-ci se détache facilement et, comme il remonte très rapidement en surface, les inclusions ne sont pas à craindre avec ce type d'électrode.

Ces électrodes ont un arc modérément pénétrant, qui convient pour le soudage en toutes positions. On préfère généralement le courant continu et une polarité positive, mais il existe des électrodes de ce type qui peuvent être utilisées en courant alternatif si l'on dispose d'une tension à vide relativement élevée.

3.3.2 Type G (graphite)

Les constituants, avec leurs proportions respectives sont donnés ci-après :

— graphite :	> 20 %
— minerai de fer :	10 à 30 %
— CaF ₂ :	< 7 %
— carbonates alcalino-terreux :	< 20 %
— ferro-alliages :	< 20 %

Les électrodes de ce type conviennent, à quelques exceptions près, pour le soudage en toutes positions. Elles présentent un certain avantage, notamment pour les alliages à base de fer et le soudage à température de travail élevée, à savoir la quantité relativement faible de laitier qu'elles contiennent et qui s'élimine facilement à température élevée.

On peut utiliser aussi bien le courant continu (en polarité positive ou en polarité négative) que le courant alternatif.

3.3.3 Type BG (basique avec graphite)

Les constituants, avec leurs proportions respectives sont donnés ci-après :

- carbonates alcalino-terreux : > 40 %
- graphite : 7 à 20 %
- CaF₂ : 7 à 30 %
- minerai de fer : < 10 %
- ferro-alliages : < 15 %

On peut utiliser aussi bien le courant continu (en polarité positive ou en polarité négative) que le courant alternatif. Ces électrodes conviennent pour le soudage en toutes positions. Les caractéristiques de soudage dépendent dans une certaine mesure du choix du courant et de la polarité. Il est donc important de tenir compte des recommandations des fabricants d'électrodes.

3.3.4 Type S (salin avec éléments organiques)

Les constituants, avec leurs proportions respectives sont donnés ci-après :

- produits à base de sodium : > 40 %
- cellulose : 10 à 20 %
- autres éléments formant le laitier : < 20 %
- ferro-alliages : < 20 %

On peut utiliser aussi bien le courant continu (en polarité positive ou en polarité négative) que le courant alternatif. Ces électrodes sont adaptées au soudage en toutes positions.

3.3.5 Type V

Le symbole V couvre tous les enrobages autres que ceux spécifiés de 3.3.1 à 3.3.4.

3.4 Symboles relatifs aux positions de soudage

Les symboles utilisés pour la désignation des positions fondamentales de soudage auxquelles convient une électrode sont donnés dans le tableau 3.

Tableau 3 — Positions de soudage

Symbole	Positions fondamentales de soudage
1	— toutes
2	— toutes, sauf la position verticale par la méthode de soudage descendante
3	— bout à bout à plat, en angle en gouttière, en angle à plat
4	— bout à bout à plat, en angle en gouttière
5	— comme 3, et recommandé pour la verticale descendante

3.5 Symboles relatifs aux courants de soudage

Les symboles utilisés pour la désignation des courants de soudage ont pour but d'indiquer l'alimentation à requérir pour obtenir des conditions opératoires exemptes d'incidents tels que : instabilité ou coupures d'arc.

La tension à vide nécessaire à l'amorçage de l'arc varie selon le diamètre de l'électrode. Il est donc nécessaire de préciser un diamètre de référence pour la symbolisation.

Le tableau 4 est applicable aux électrodes de diamètre égal ou supérieur à 2,5. La fréquence présumée du courant alternatif est de 50 ou 60 Hz. La tension à vide nécessaire lorsque les électrodes sont utilisées en courant continu dépend essentiellement des caractéristiques dynamiques des appareils de soudage.

Tableau 4 — Courants de soudage

Symbole	Courant continu : polarité recommandée ²⁾	Courant alternatif : tension à vide minimale V
0 ¹⁾	+	
1	+ ou -	50
2	-	50
3	+	50
4	+ ou -	70
5	-	70
6	+	70
7	+ ou -	90
8	-	90
9	+	90

1) Symbole réservé aux électrodes utilisées exclusivement en courant continu.

2) Polarité positive : +
Polarité négative : -

4 Exemple d'application de la symbolisation

Par exemple, une électrode pour le soudage manuel à l'arc de la fonte ayant les caractéristiques suivantes :

- composition chimique du métal déposé : nickel 55 %, fer 42 %;
- enrobage à forte teneur en graphite, éléments stabilisateurs d'arc et fondants;

- soudage bout à bout à plat en angle en gouttière;
- en courant continu, électrode positive de préférence; en cas de soudage en courant alternatif, la tension à vide sera d'au moins 75 V;

sera symbolisée comme suit :

ISO 1071 ENiFeG49

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

[ISO 1071:1983](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/08fe676f-6bf3-479fb3ef-47d82304f4ba/iso-1071-1983)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/08fe676f-6bf3-479fb3ef-47d82304f4ba/iso-1071-1983>

Annexe

Descriptions et exemples d'application des électrodes

A.1 FeC-1 — Âme en fonte

Cette électrode est constituée par une âme en fonte ordinaire sur laquelle un enrobage épais a été appliqué pour la rendre apte au soudage à l'arc. Le métal fondu est très fluide et s'écoule facilement, recouvert par un laitier peu abondant. Ce laitier peut être facilement éliminé. La soudure est usinable, elle a une dureté d'environ 170 à 220 HBS (ou HBW). Les pièces de fonte à souder doivent être d'abord chanfreinées selon un angle de 60 à 90°. Le chanfrein en V comporte un talon afin d'éviter des difficultés d'alignement et de limiter les risques d'effondrement.

Il est recommandé de préchauffer les pièces de 250 à 760 °C suivant leurs dimensions et le degré d'usinabilité désiré. Les passes suivantes doivent être effectuées sans délai pour éviter le refroidissement.

Exemple d'application : Fabrication et réparation de pièces en fonte grise.

A.2 FeC-2 — Âme en acier

Cette électrode comporte une âme en acier, mais le métal déposé est allié avec du carbone et du silicium provenant de l'enrobage. En général, la teneur en carbone du dépôt est plus faible et la teneur en silicium est plus forte que dans le cas d'un dépôt fait avec une électrode du type FeC-1, de sorte que le métal déposé a une forte tendance à se solidifier selon une structure semblable à celle de la fonte grise. Il importe de suivre les instructions des fabricants, parce qu'il existe une limite supérieure de la vitesse de solidification qu'il convient de ne pas dépasser. Le métal fondu est moins fluide et le métal déposé est plus résistant que celui qui est obtenu avec les électrodes du type FeC-1. Les problèmes relatifs aux contraintes de soudage et à leur limitation sont les mêmes que pour d'autres méthodes de soudage de la fonte. Le métal déposé est usinable.

Exemple d'application : Fabrication et réparation de pièces en fonte grise.

A.3 Fe — Âme en acier

Cette électrode enrobée, utilisable en toute position, ressemble beaucoup aux électrodes du type ISO 2560 E5xxB1x. Le métal déposé par cette électrode n'est pas facilement usinable. La formation d'une zone fondue et dure et le risque de fissuration par suite du retrait différent de l'acier et de la fonte, rendent généralement souhaitable l'emploi de goujons pour accrocher la soudure au métal de base au-dessous de la zone de fusion.

Il est parfois nécessaire de préchauffer afin d'éviter des contraintes excessives dans d'autres parties des pièces de fonte.

Ces électrodes sont généralement utilisées avec de faibles intensités de courant, pour réduire au minimum l'effet de dilution et la fissuration du métal de base. Il est recommandé d'effectuer des passes courtes et de les marteler légèrement.

Exemple d'application : Les propriétés mécaniques du métal déposé n'étant pas très bonnes, ces électrodes sont surtout utilisées pour la réparation de fissures ou de piqûres et quelquefois aussi pour la réparation de pièces en fonte ne demandant pas d'usinage.

A.4 Ni; NiFe; NiCu — Électrodes à base de nickel

Les soudures effectuées avec ces électrodes peuvent généralement être usinées. La dureté du métal déposé dépend, en grande partie, de l'importance de la dilution du métal de base. Une forte dilution peut donner lieu à une dureté de 350 HBS (ou HBW). Des passes modérément épaisses, effectuées en réduisant la dilution par usage d'un courant de faible intensité et en dirigeant l'arc vers le métal déposé, ou des passes superposées, permettent d'obtenir des duretés de l'ordre de 175 à 200 HBS (ou HBW). Ces électrodes ont un arc doux et stable avec transfert de métal globulaire. La pénétration est faible. Le métal déposé mouille bien la fonte, ce qui assure une bonne liaison. Le laitier à l'état liquide est fluide et peu abondant. Le laitier solidifié est généralement facile à enlever. La couleur du dépôt obtenu avec les électrodes des types NiFe et NiCu diffère moins de celle de la fonte que la couleur des dépôts obtenus avec des électrodes du type Ni. Le choix entre ces électrodes est à faire en tenant compte de la couleur des dépôts et des caractéristiques mécaniques.

Exemples d'application : Assemblage ou réparation de pièces en fonte grise de petites et moyennes dimensions, soudage de la fonte à d'autres métaux ferreux et non ferreux.

Soudage de fontes à graphite sphéroïdal.

A.4.1 Électrodes du type Ni

On peut obtenir de bonnes soudures sur des pièces de fonte de petites et moyennes dimensions et si les contraintes de soudage engendrées ne sont pas excessives ou lorsque la teneur en phosphore de la fonte n'est pas trop élevée.

A.4.2 Électrodes du type NiFe

Les pièces de fonte ayant une teneur en phosphore supérieure à la normale (environ 0,20 %) sont plus faciles à souder au moyen de ces électrodes. Étant donné la résistance à la traction plus élevée et la ductilité de l'alliage nickel-fer déposé, des soudures satisfaisantes peuvent être obtenues sur des pièces épaisses ou fortement sollicitées. Ces mêmes caractéristiques permettent également de souder de façon satisfaisante des fontes à forte résistance et des fontes mécaniques.

A.4.3 Électrodes du type NiCu

Ces électrodes sont utilisées dans plusieurs cas similaires à ceux pour lesquels les électrodes Ni et NiFe sont employées. On peut les trouver plus avantageuses en ce qui concerne la colora-

tion, un dégagement de chaleur un peu plus faible et une moindre sensibilité aux impuretés de la fonte. Cependant, pour ce qui est de la ductilité et de la résistance à la fissuration, ces électrodes sont généralement quelque peu inférieures aux autres électrodes à base de nickel. Il est difficile d'obtenir des soudures en passes multiples exemptes de fissures.

A.5 CuSn — Électrodes du type cuivre-étain

Ce groupe concerne les électrodes déposant des bronzes à l'étain. Le métal fondu possède des propriétés mécaniques relativement bonnes avec un allongement d'environ 25 % et une dureté de 70 à 140 HBS (ou HBW).

Le métal déposé conserve sa ténacité aux températures au-dessous de zéro et n'est pas magnétique. Il n'est pas résistant au fluage. La température de fusion du métal est de 900 à 1 050 °C. L'apport de chaleur plus faible réduit le risque de fissuration dans la zone de fusion, parce qu'il se forme moins de fonte blanche, dure et fragile dans cette zone critique.

L'utilisation d'électrodes de ce type pour le soudage de la fonte grise, ne peut être recommandée que jusqu'à un certain point. Bien que la dureté du métal déposé à l'état pur soit au-dessous de 140 HBS (ou HBW), l'usinage des soudures sur fonte peut être rendu difficile par la présence de particules de fer isolées dans le métal fondu.

Les électrodes des types CuSn-1 et CuSn-2 ne diffèrent que par leur teneur en étain. La plus forte teneur en étain (type CuSn-2) a pour effet de donner au métal déposé une plus grande résistance à la traction, une plus grande dureté et une plus grande limite élastique.

Pour le soudage avec ces électrodes, il est conseillé de prévoir de larges chanfreins, de nettoyer soigneusement les bords à assembler pour les débarrasser de toutes traces d'humidité, de graisse, d'huile et de crasse, de préchauffer les pièces à une température comprise entre 150 et 200 °C, d'utiliser l'intensité de courant la plus faible compatible avec une bonne fusion, de souder à une grande vitesse sans balancement, pour réduire au minimum la dilution du métal de base.

Après soudage, la pièce doit être refroidie lentement, afin d'obtenir les meilleures propriétés de métal fondu. Une grande partie des contraintes de retrait se développe au cours du refroidissement, avant que le métal déposé n'atteigne 300 °C. Le dépôt d'alliage à base de cuivre ayant de bonnes caractéristiques plastiques, il en résulte de plus faibles contraintes résiduelles et les risques de fissuration sont considérablement réduits.

Le métal fondu a la couleur du bronze.

Exemples d'application : Assemblage et réparation de pièces en fonte grise lorsqu'il y a un grand danger de contraintes et de fissuration due à la chaleur. Rechargement de surfaces portantes et de surfaces devant résister à la corrosion.

A.6 CuAl — Électrodes du type cuivre-aluminium

En général, on peut faire au sujet des électrodes CuAl les mêmes remarques qu'au sujet des électrodes CuSn. La résistance à la traction et la limite d'élasticité du métal déposé sont presque le double de celles des dépôts au cuivre-étain, et la ductilité est relativement élevée. Le métal déposé garde également sa ténacité à des températures au-dessous de zéro mais, à la différence du type précédent, les soudures résistent au fluage jusqu'à une température de 250 °C. Le métal déposé est non magnétique.

La soudure a une coloration jaune-or.

Exemples d'application : Ils sont les mêmes que ceux des types CuSn mais ces électrodes conviennent mieux pour l'assemblage des pièces en fonte à haute résistance ainsi que pour le rechargement de surfaces devant résister à l'usure.

A.7 Renvois à certaines normes nationales

Tableau 5 — Symboles ISO et désignations comparables de certaines normes nationales¹⁾

En raison des différences entre les spécifications nationales, la correspondance entre ces symboles n'a aucun caractère absolu.

Symbole ISO	AWS A5.15-1982 ³⁾	DIN 8573	JIS Z 3252 ³⁾
FeC-1	E C-I	Fe CL Fe CG	DFC CI
FeC-2	—	Fe N1	—
Fe	E St	Fe	DFC Fe
NiFe	ENiFe-CI	Ni Fe ²⁾	DFC Ni Fe
NiCu-1	ENiCu-A	—	—
NiCu-2	ENiCu-B	Ni Cu ²⁾	DFC Ni Cu
Ni	ENi-CI	Ni ²⁾	DFC Ni
CuAl	—	Cu A1	—
CuSn-1	—	—	—
CuSn-2	—	Cu Sn	—

1) La norme française A81 342 reprendra la symbolisation définie par la présente Norme internationale.
 2) La DIN 8573 n'indique dans son tableau 1 que la composition de l'âme. Les électrodes correspondent aux électrodes dont les symboles sont normalisés par l'ISO.
 3) Les électrodes sont classées pour chaque symbole suivant la composition chimique du métal déposé.