

---

# Norme internationale



# 431

---

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

---

## Formes brutes d'affinage du cuivre

*Copper refinery shapes*

Deuxième édition — 1981-12-15

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

[ISO 431:1981](#)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/3ad093d8-0ae3-4708-afae-66019674523a/iso-431-1981>

---

**CDU 669.3-4**

**Réf. n° : ISO 431-1981 (F)**

**Descripteurs** : cuivre, raffinage, forme, désignation, composition chimique, propriété électrique, impureté, masse, tolérance, dimension, analyse chimique, essai physique, défaut.

## 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 431 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 26, *Cuivre et alliages de cuivre*, et a été soumise aux comités membres en novembre 1979.

iTeh STANDARD PREVIEW  
(standards.iteh.ai)

Les comités membres des pays suivants l'ont approuvée :

[ISO 431:1981](#)

Afrique du Sud, Rép. d'  
Allemagne, R.F.  
Australie  
Belgique  
Bulgarie  
Canada  
Chine  
Corée, Rép. de  
Égypte, Rép. arabe d'

Espagne  
Finlande  
France  
Hongrie  
Inde  
Mexique  
Pays-Bas  
Pologne  
Portugal

Roumanie  
Suède  
Suisse  
Tchécoslovaquie  
Turquie  
URSS  
USA  
Yougoslavie

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/3ad093d8-0ae3-4708-afac-6601964425a/iso-431-1981>

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

Chili  
Royaume-Uni

Cette deuxième édition annule et remplace la première édition (ISO 431-1972), les Recommandations ISO/R 1428, ISO/R 1429 et ISO/R 1430 et la Norme internationale ISO 2311.

# Formes brutes d'affinage du cuivre

## 1 Objet et domaine d'application

La présente Norme internationale spécifie les exigences du cuivre affiné, indiqué dans le tableau 1, sous la forme de formes brutes d'affinage (produits non corroyés). Celles-ci comprennent les cathodes, les barres à fil coulées horizontalement, verticalement et en continu, les plateaux, les billettes et les lingots.

**Tableau 1 — Désignation et termes de référence des types de cuivre**

Désignation	Terme
<b>Cu-CATH</b>	Cuivre en cathodes
<b>Cu-ETP</b>	Cuivre raffiné par voie électrolytique contenant de l'oxygène
<b>Cu-FRHC</b>	Cuivre raffiné par voie thermique à haute conductivité
<b>Cu-CRTP</b>	Cuivre raffiné par voie chimique, contenant de l'oxygène
<b>Cu-FRTP</b>	Cuivre raffiné par voie thermique, contenant de l'oxygène
<b>Cu-HCP</b>	Cuivre à haute conductivité, contenant du phosphore
<b>Cu-PHC</b>	Cuivre à haute conductivité, contenant du phosphore
<b>Cu-PHCE</b>	Cuivre à haute conductivité, contenant du phosphore (à usages électroniques)
<b>Cu-DLP</b>	Cuivre désoxydé au phosphore à basse teneur en phosphore
<b>Cu-DHP</b>	Cuivre désoxydé au phosphore à haute teneur en phosphore
<b>Cu-OF</b>	Cuivre raffiné par voie électrolytique, exempt d'oxygène
<b>Cu-OFE</b>	Cuivre raffiné par voie électrolytique, exempt d'oxygène (à usages électroniques)
<b>Cu-Ag (OF)</b>	Cuivre à l'argent, exempt d'oxygène
<b>Cu-Ag</b>	Cuivre à l'argent contenant de l'oxygène
<b>Cu-Ag (P)</b>	Cuivre à l'argent désoxydé au phosphore

## 2 Références

ISO 197, *Cuivre et alliages de cuivre — Termes de référence et définitions.*

— *Partie 1 : Matériaux.*<sup>1)</sup>

— *Partie 2 : Produits non corroyés.*<sup>2)</sup>

ISO 1190/1, *Cuivre et alliages de cuivre — Code de désignation — Partie 1 : Désignation des matériaux.*<sup>3)</sup>

ISO 1553, *Cuivres non alliés à teneur en cuivre supérieure ou égale à 99,90 % — Dosage du cuivre — Méthode électrolytique.*

ISO 1554, *Alliages de cuivre corroyés et moulés — Dosage du cuivre — Méthode électrolytique.*

ISO/R 1811, *Analyse chimique du cuivre et des alliages de cuivre — Échantillonnage des formes brutes d'affinerie en cuivre.*<sup>4)</sup>

ISO 2626, *Cuivre — Essai de fragilisation par chauffage dans l'hydrogène.*

ISO 4746, *Cuivre exempt d'oxygène — Essai d'adhérence de la pellicule d'oxyde.*

Publication CEI 28, *Norme internationale de la résistance pour le cuivre.*

Publication CEI 468, *Méthode de mesure de la résistivité des matériaux métalliques.*

## 3 Définitions

Dans le cadre de la présente Norme internationale, les définitions pour le cuivre raffiné dans l'ISO/TR 197/1 et pour les formes d'affinage dans l'ISO/TR 197/2, ainsi que les principes pour la désignation du cuivre dans l'ISO 1190/1, sont applicables.

1) Actuellement au stade de projet. (Révision de l'ISO/TR 197/1.)

2) Actuellement au stade de projet. (Révision de l'ISO/TR 197/2.)

3) Actuellement au stade de projet. (Révision de l'ISO/R 1190/1.)

4) En révision.

Tableau 2 – Spécifications

Désignation <sup>1)</sup>	Composition chimique		Formes brutes d'affinage					Propriétés électriques				Méthodes d'essai			
	Cuivre à l'argent % min.	Autres éléments %	Barre à fil verticale	Barre à fil horizontale	Plateau	Billette	Lingot	Valeur imposée	Valeurs équivalentes pour information seulement <sup>7)</sup>			Analyse chimique	Essai de résistance	Essai d'adhérence	Essai de fragilisation par l'hydrogène
									Résistivité massique $\Omega\text{g}/\text{m}^2$ max.	Résistivité volumique <sup>6)</sup> $\Omega\text{mm}^2/\text{m}$ max.	Conductivité				
								MS/m min.	% IACS min.						
<b>Cu-CATH</b>	99,90		Cathodes seules					0,153 28	0,017 24	58,00	100,0	x	x		
<b>Cu-ETP</b>	99,90		x	x	x	x	x	0,153 28 <sup>4)</sup> 0,155 96 <sup>5)</sup>	0,017 24 <sup>4)</sup> 0,017 54 <sup>5)</sup>	58,00 <sup>4)</sup> 57,00 <sup>5)</sup>	100,0 <sup>4)</sup> 98,3 <sup>5)</sup>	x	x		
<b>Cu-FRHC</b>	99,90		x	x	x	x	x	0,153 28 <sup>4)</sup> 0,155 96 <sup>5)</sup>	0,017 24 <sup>4)</sup> 0,017 54 <sup>5)</sup>	58,00 <sup>4)</sup> 57,00 <sup>5)</sup>	100,0 <sup>4)</sup> 98,3 <sup>5)</sup>	x	x		
<b>Cu-CRTP</b>	99,90			x	x	x	x	0,153 28 <sup>4)</sup> 0,155 96 <sup>5)</sup>	0,017 24 <sup>4)</sup> 0,017 54 <sup>5)</sup>	58,00 <sup>4)</sup> 57,00 <sup>5)</sup>	100,0 <sup>4)</sup> 98,3 <sup>5)</sup>	x	x		
<b>Cu-FRTP</b>	99,85				x	x	x					x			
<b>Cu-HCP</b>	99,95	P 0,001-0,005 <sup>9)</sup>	x		x	x		0,156 14			98,16	x	x		Pliage à bloc
<b>Cu-PHC</b>	99,95	P 0,003	x		x	x		0,153 28	0,017 24	58,00	100,0	x	x		Pliage à bloc
<b>Cu-PHCE</b>	99,99 (excl. Ag)	2)	x		x	x		0,151 76	0,017 07	58,58	101,0	x	x		10 pliages alternés
<b>Cu-DLP</b>	99,90	P 0,005-0,012			x	x		6)				x	6)		Pliage à bloc
<b>Cu-DHP</b>	99,85	P 0,013-0,04			x	x						x			Pliage à bloc
<b>Cu-OF</b>	99,95		x		x	x		0,153 28	0,017 24	58,00	100,0	x	x		Pliage à bloc
<b>Cu-OFE</b>	99,99 (excl. Ag)	2)	x		x	x		0,151 76	0,017 07	58,58	101,0	x	x	x	10 pliages alternés
<b>Cu-Ag (OF)</b>	99,95	3)	x		x	x		0,153 28	0,017 24	58,00	100,0	x	x		Pliage à bloc
<b>Cu-Ag</b>	99,90	3)	x	x	x	x		0,153 28	0,017 24	58,00	100,0	x	x		
<b>Cu-Ag (P)</b>	99,90	3)			x	x		0,155 96	0,017 54	57,00	98,3	x	x		Pliage à bloc

1) Selon ISO 1190/1.

2) Voir tableau 3.

3) Gammes spécifiques de teneurs en argent entre 0,01 et 0,25 % après accord entre les parties intéressées.

4) Lorsque le cuivre est destiné à des usages électriques.

5) Lorsque le cuivre n'est pas destiné à des usages électriques.

6) Peut faire l'objet d'un accord entre les parties intéressées.

7) Voir annexe A.

8) La valeur exacte se trouve dans la Publication CEI 28.

9) Lorsqu'il est produit à partir de cuivre exempt d'oxygène, la teneur en oxygène du cuivre HCP doit être inférieure à 0,001 %.

## 4 Spécifications

### 4.1 Composition et propriétés

Le cuivre, quelle que soit la forme sous laquelle il se présente, doit être conforme aux exigences appropriées pour la composition et les propriétés physiques spécifiées dans les tableaux 2 et 3.

### 4.2 Formes brutes d'affinage

Les formes sous lesquelles chaque type est disponible sont données au tableau 2.

Les barres à fil, plateaux et billettes sont destinés à la fabrication de produits corroyés; les lingots sont utilisés pour des alliages de cuivre corroyés et moulés.

### 4.3 Dimensions, masses et tolérances

#### 4.3.1 Cathodes

Les cathodes entières ou les cathodes coupées à longueur peuvent être livrées après accord entre les parties intéressées.

#### 4.3.2 Barres à fil (coulées horizontalement)

Les barres à fil doivent avoir les masses, dimensions et tolérances spécifiées dans le tableau 4 et à la figure.

**Tableau 3 – Limites maximales des impuretés**

Valeurs en pourcentage en masse

Élément	Cuivre	
	Cu-OFE	Cu-PHCE
Arsenic	1)	1)
Antimoine	1)	1)
Bismuth	0,001 <sup>1)</sup>	0,001 <sup>1)</sup>
Cadmium	0,000 1	0,000 1 <sup>1)</sup>
Fer	2)	2)
Plomb	0,001	0,001
Manganèse	1) 2)	1) 2)
Mercur	0,000 1	0,000 1
Nickel	2)	2)
Oxygène	0,001	0,003 <sup>3)</sup>
Phosphore	0,000 3	0,003 <sup>3)</sup>
Sélénium	0,001 <sup>1)</sup>	0,001 <sup>1)</sup>
Argent	2)	2)
Sulfure	0,001 8	0,001 8
Tellure	0,001 <sup>1)</sup>	0,001 <sup>1)</sup>
Étain	1)	1)
Zinc	0,000 1	0,000 1

1) Le total de ces sept éléments ne doit pas dépasser 0,004 %.

2) Analyse nécessaire. Pas de limites fixées.

3) Valeurs approximatives.

ISO 431:1981

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/3ad093d8-0ae3-4708-afac-66019674523a/iso-431-1981>

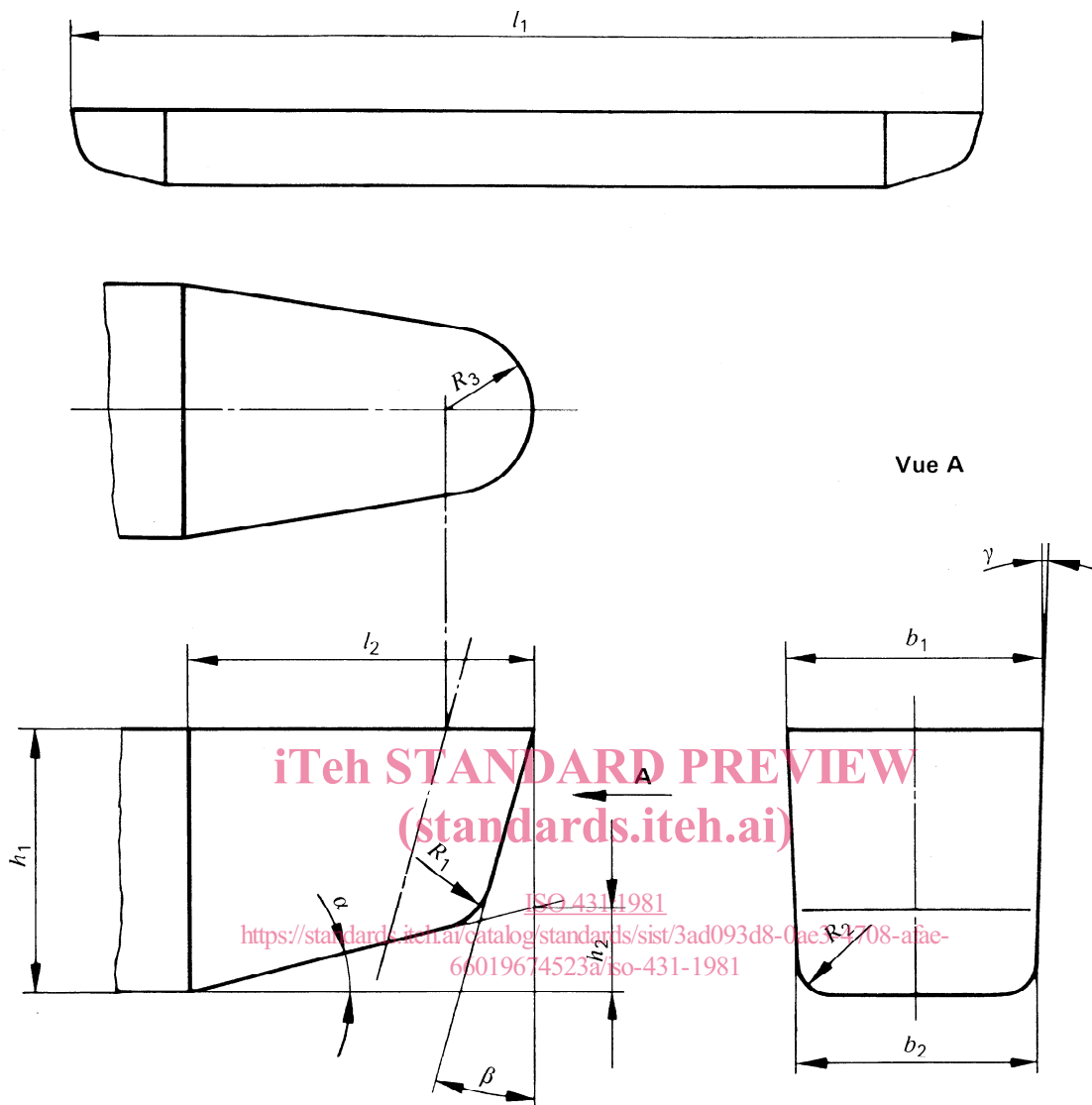


Figure — Formes et dimensions des barres à fil coulées horizontalement

Tableau 4 — Masses et dimensions des barres à fil coulées horizontalement (voir figure)

Dimensions en millimètres pour masses en kilogrammes (pounds)							
Symbole	Tolérance	91 (200)	102 (225)	113 (250)	120 (265)	125 (275)	136 (300)
$l_1$	$\pm 1 \%$	1 370	1 370	1 370	1 370	1 370	1 370
$l_2$	$\pm 6 \text{ mm}$	150	150	150	150	150	150
$h_1$	$\pm 6 \text{ mm}$	90	100	100	110	110	120
$h_2$	$\pm 6 \text{ mm}$	25	25	25	25	25	25
$b_1$	$\pm 6 \text{ mm}$	100	100	110	110	110	110
$b_2$	$\pm 6 \text{ mm}$	90	90	100	100	100	100
$R_1$	$\pm 6 \text{ mm}$	16	16	25	25	25	25
$R_2$	$+ 6 \text{ mm}$	16	16	16	16	16	16
$R_3$	$\pm 6 \text{ mm}$	40	40	40	40	40	40
$\alpha$	$\pm 2^\circ$	$10^\circ$	$10^\circ$	$10^\circ$	$10^\circ$	$10^\circ$	$10^\circ$
$\beta$	$\pm 2^\circ$	$10^\circ$	$10^\circ$	$10^\circ$	$10^\circ$	$10^\circ$	$10^\circ$
$\gamma$	$\pm 1^\circ$	$3^\circ$	$3^\circ$	$3^\circ$	$3^\circ$	$3^\circ$	$3^\circ$

### 4.3.3 Billettes

Les billettes doivent être spécifiées selon diamètre et longueur. Pour les diamètres de billettes jusqu'à et y compris 200 mm, des écarts de  $\pm 3$  mm sont admissibles. Si des tolérances plus réduites sont spécifiées, elles doivent faire l'objet d'un accord entre les parties intéressées. Pour les diamètres de billettes supérieurs à 200 mm, les tolérances sur le diamètre doivent faire l'objet d'un accord entre les parties intéressées. La longueur des billettes peut s'écarter de  $\pm 2$  % de la longueur spécifiée, sauf accord contraire. Les billettes doivent être droites dans la limite de 4 mm par mètre de longueur. Sauf spécification contraire, les billettes en cuivre désoxydé au phosphore, de diamètre inférieur ou égal à 100 mm, peuvent être livrées avec une extrémité cisailée. L'autre extrémité doit être plane.

Les billettes de diamètres supérieurs à 100 mm doivent être livrées avec les deux extrémités planes. Les billettes ne doivent pas être munies d'un avant-trou, sauf accord spécifique au moment de l'achat.

### 4.3.4 Autres formes

Les autres formes qui ne sont pas reprises de 4.3.1 à 4.3.3 sont les barres à fil coulées verticalement en coulée statique et en coulée continue, les plateaux coulés verticalement et horizontalement, ainsi que les lingots. Les écarts des grandeurs commandées sont admissibles dans les limites indiquées dans le tableau 5.

## 4.4 État physique

**4.4.1** Les cathodes doivent pouvoir supporter les manutentions courantes sans ruptures excessives ou séparations excessives de nodules, et elles doivent être autant que possible exemptes de matières étrangères telles que sulfate de cuivre, poussières, graisse et huile.

**4.4.2** Les plateaux, billettes et barres à fil doivent être autant que possible exempts de trous de retrait, de criques, de discontinuités superficielles dues à une température de coulée trop basse, de piqûres, d'arêtes imparfaites, de creux et d'autres

défauts similaires de surface ou de coulée. Ces prescriptions ne s'appliquent pas aux lingots, pour lesquels les défauts physiques sont de moindre importance.

## 5 Marquage

Toutes les formes destinées à la fabrication doivent être marquées de manière permanente à la marque du producteur, chaque lot comportant des pièces d'une charge de four ou d'un lot de production unique.

## 6 Lots

Les producteurs s'efforceront, dans la mesure du possible, de constituer des lots de pièces d'une seule charge de four ou d'un lot de production unique.

## 7 Analyse chimique

### 7.1 Échantillonnage pour analyse chimique

L'échantillonnage doit être effectué conformément à l'ISO/R 1811, lorsque cette procédure est applicable.

### 7.2 Méthode d'analyse

Les méthodes utilisées pour la détermination de la teneur en cuivre pour les cuivres à teneurs supérieures ou égales à 99,90 % doivent être conformes à l'ISO 1553. Pour les cuivres à teneurs inférieures à 99,90 %, la méthode d'essai doit être conforme à l'ISO 1554.

La teneur en cuivre du Cu-OFE et du Cu-PHCE doit être déterminée par soustraction de 100 % du total des concentrations en impuretés déterminées. La somme des impuretés est définie comme étant la somme des 17 éléments du tableau 3. Les méthodes analytiques pour la détermination des impuretés dans les cuivres Cu-OFE et Cu-PHCE doivent, dans tous les cas de réclamation, faire l'objet d'un accord entre fournisseur, acheteur et arbitre accepté par les parties.

Tableau 5 — Autres formes — Écarts admis de la grandeur commandée

Forme	Masse	Largeur et épaisseur	Autres dimensions
Barres à fil coulées verticalement en coulée continue	$\pm 5$ %	$\pm 3$ mm	$\pm 6$ mm
Barres à fil coulées verticalement en coulée statique	$\pm 5$ %	$\pm 6$ mm	$\pm 6$ mm
Barres à fil coulées verticalement et horizontalement	$\pm 5$ %	$\leq 200$ mm + 6 mm $> 200$ mm $\pm 3$ %	$\leq 200$ mm $\pm 6$ mm $> 200$ mm $\pm 3$ %
Lingots	+ 10 %		

## 8 Essais physiques

### 8.1 Essai de résistivité

Pour les cathodes en cuivre électrolytique, Cu-CATH, la résistivité doit être déterminée à partir d'un échantillon représentatif de chaque partie de moins de 50 t ou de chaque lot de 50 t. Les échantillons doivent être fondus sous charbon de bois dans un creuset de graphite pur, et ensuite coulés sous forme appropriée pour la transformation.

Pour les formes autres que cathodes, les échantillons peuvent être prélevés soit à l'état liquide, soit, pour découpage, sur chaque portion représentative de la forme coulée.

L'échantillon doit d'abord être laminé à chaud, si nécessaire, à condition qu'on prenne soin d'éviter toute contamination ou oxydation excessive. L'oxyde externe doit être enlevé; ensuite l'échantillon doit être laminé ou tréfilé à 2 mm de diamètre, dégraissé et recuit à 500 °C durant au moins 30 min en atmosphère inerte.

L'essai de résistivité doit être effectué conformément à la publication CEI 468.

Des notes sur la relation entre la résistivité massique imposée et la résistivité volumique correspondante et la conductivité sont données à l'annexe.

### 8.2 Essai de fragilisation

Les échantillons destinés à l'essai et prélevés sur chaque échantillon représentatif doivent normalement être forgés ou laminés à chaud et ensuite tréfilés à froid en fils ou bandes d'approximativement 2,0 mm de diamètre ou d'épaisseur.

Comme essai de routine, les échantillons prélevés sur le cuivre coulé peuvent être employés et les résultats acceptés s'ils sont satisfaisants. Dans le cas de rupture, d'autres essais doivent être effectués sur des échantillons corroyés.

L'essai de fragilisation par l'hydrogène doit être effectué conformément à l'ISO 2626. Les sortes d'essais à effectuer sont détaillés au tableau 2.

Après pliage, la surface étirée de la portion pliée doit être inspectée visuellement. Aucune crique significative ne doit être visible à l'œil nu, corrigé pour une vision normale.

### 8.3 Essai d'adhérence de la pellicule d'oxyde

Le cuivre Cu-OFE doit être soumis à l'essai conformément à l'ISO 4746.

iteh STANDARD PREVIEW  
(standards.iteh.ai)

ISO 431:1981

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/3ad093d8-0ae3-4708-afac-66019674523a/iso-431-1981>



## Annexe

### Notes sur les relations entre la résistivité et la conductivité

(Cette annexe fait partie de la Norme.)

#### A.1 Résistivité massique

La présente Norme internationale a pour objet de prescrire une qualité minimale pour le cuivre spécifié, y inclus, pour certains types, leur capacité de conduire le courant électrique.

Étant donné qu'il est difficile de mesurer les sections transversales au degré requis de précision, en pratique, à peu près toutes les évaluations sont faites en mesurant la résistivité, la masse et la longueur d'un échantillon représentatif. À partir de ces valeurs, la résistivité massique peut être calculée directement et ceci donne une mesure exacte de la qualité du cuivre pour conduire le courant électrique.

La résistivité massique a donc été choisie comme propriété imposée dans la présente Norme internationale.

#### A.2 Cuivre recuit étalon

La Publication CEI 28-1925 publiée la première fois en 1914, sert de données d'années antérieures (voir circulaire 31 du Bureau national des normes des USA, 1956, remplacée par le Manuel 100 du Bureau national des normes des USA, 1966) pour établir une valeur fixe pour la résistance au passage d'un courant électrique dans le cas d'un cuivre recuit étalon imaginaire. Ceci est basé sur une résistivité volumique de  $1/58$  ou  $0,017\ 241\ \Omega\text{mm}^2/\text{m}^*$  à  $20\ ^\circ\text{C}$ .

De même, sur base de ces données, une densité de  $8,89\ \text{g}/\text{cm}^3$  ( $8\ 890\ \text{kg}/\text{m}^3$  en unités SI) est assignée au cuivre recuit étalon.

#### A.3 Cuivre recuit commercial

En outre, la Publication CEI 28 énonce que «la conductivité (électrique) du cuivre recuit commercial doit être exprimée sous forme de pourcentage à  $20\ ^\circ\text{C}$  de celle du cuivre recuit étalon...

jusqu'à... 0,1 %... en supposant (que) la densité du cuivre recuit commercial est (également) de 8,89 grammes par centimètre cube».\*\*

#### A.4 Résistivité volumique nominale

En fait, la densité du cuivre commercial varie en fonction des faibles différences de composition, particulièrement en fonction de la teneur en oxygène (voir ISO 197). Donc la résistivité volumique exacte peut uniquement être calculée à partir de la résistivité massique si la densité exacte de l'échantillon particulier est connue ou mesurée avec le degré requis de précision, c'est-à-dire mieux que 0,1 %.

Cependant, pour des usages généraux, une résistivité volumique nominale peut être calculée en utilisant la masse volumique de  $8\ 890\ \text{kg}/\text{m}^3$  à laquelle il est fait référence au chapitre A.2. Cette pratique a été adoptée au tableau 2 de la présente Norme internationale en donnant des valeurs pour la résistivité (volumique) nominale et pour la conductivité nominale correspondant à la résistivité massique imposée.

#### A.5 Différences entre valeurs mesurées et valeurs nominales

Si la résistivité (volumique) exacte ou la conductivité exacte sont requises à partir de la résistivité massique mesurée et si, dès lors, la masse volumique réelle est utilisée pour le calcul, il peut en résulter des différences allant jusqu'à 0,6 % (par exemple pour les cuivres exempts d'oxygène) entre ces valeurs et les valeurs nominales correspondantes.

La conductivité calculée à partir du rapport de la résistivité massique du cuivre recuit étalon ( $0,153\ 28\dots$ ) par rapport à la résistivité massique observée peut également révéler des disparités similaires.

\* Micro ohm mètre en unités SI; l'introduction de l'ohm international en 1948 a modifié la résistivité (volumique) du cuivre recuit étalon à raison de seulement 0,049 %.

\*\* Aucun terme n'est souligné dans la Publication CEI 28.