

# NORME INTERNATIONALE **ISO** 2624



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

## **Cuivre et alliages de cuivre – Évaluation de la dimension moyenne du grain**

Première édition – 1973-09-01

CDU 669.3 : 620.18

Réf. N° : ISO 2624-1973 (F)

**Descripteurs** : cuivre, alliage de cuivre, analyse granulométrique, microstructure, structure granulaire, microscopie, microphotographie.

Prix basé sur 6 pages

## AVANT-PROPOS

ISO (Organisation Internationale de Normalisation) est une fédération mondiale d'organismes nationaux de normalisation (Comités Membres ISO). L'élaboration de Normes Internationales est confiée aux Comités Techniques 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 2624 a été établie par le Comité Technique ISO/TC 26, *Cuivre et alliages de cuivre*, et soumise aux Comités Membres en novembre 1971.

Elle a été approuvée par les Comités Membres des pays suivants :

Afrique du Sud, Rép. d'	France	Royaume-Uni
Allemagne	Hongrie	Suède
Autriche	Inde	Suisse
Belgique	Japon	Tchécoslovaquie
Canada	Norvège	Thaïlande
Chili	Nouvelle-Zélande	Turquie
Danemark	Pays-Bas	U.R.S.S.
Egypte, Rép. arabe d'	Portugal	U.S.A.
Espagne	Roumanie	

Aucun Comité Membre n'a désapprouvé le document.

# Cuivre et alliages de cuivre — Évaluation de la dimension moyenne du grain

## 0 INTRODUCTION

Sur une coupe de métal, un grain est la surface délimitée par les joints du cristal. Dans l'application des méthodes fixées par la présente Norme Internationale, un cristal et ses bandes de macles sont considérés comme un grain unique. Les sous-grains, les constituants de deuxième phase en faible quantité, les inclusions et les éléments d'addition hors solution, ne sont pas pris en considération dans l'évaluation de la grosseur du grain.

Il est important, en utilisant ces méthodes, de se rappeler que l'évaluation de la grosseur du grain n'est pas une mesure précise. Une structure de métal est un agrégat de cristaux polyédriques de dimensions et de formes diverses. Même si tous ces cristaux étaient identiques dans leurs dimensions et leurs formes, leur section, par un plan quelconque coupant la structure (plan d'observation), donnerait une série de surfaces s'échelonnant entre une valeur maximale et une valeur nulle, suivant l'endroit où se situe la section de chaque grain par le plan de coupe. Il est évident que, sur un même échantillon, deux zones d'observation ne peuvent pas se présenter exactement de la même manière.

Le nombre de grains qu'il apparaît raisonnable de prendre en compte est limité, pour des raisons pratiques, à une valeur restant inférieure à celle qui serait statistiquement souhaitable.

## 1 OBJET ET DOMAINE D'APPLICATION

La présente Norme Internationale spécifie trois méthodes d'évaluation et modes d'expression de la dimension moyenne du grain, dans le cuivre et les alliages de cuivre constitués principalement par une phase unique. Ces méthodes sont appelées, respectivement, méthode par comparaison, méthode par interception, et méthode planimétrique.

La méthode par comparaison (de l'échantillon avec des images type) est la plus commode, et elle est suffisamment précise pour la plupart des besoins commerciaux.

La méthode par interception (Heyn), comme la méthode planimétrique (Jeffries), permet d'obtenir une précision supérieure d'évaluation de la dimension du grain. En cas de litige, il est recommandé d'utiliser l'une de ces méthodes, après accord entre les parties intéressées.

Pour les matériaux à structures non équiaxiales, il est recommandé d'utiliser la méthode d'interception.

## 2 SYMBOLES ET DÉSIGNATIONS

Symbole	Désignation
$f$	Facteur de Jeffries, servant au calcul du nombre de grains par millimètre carré, dans la méthode planimétrique
$m$	Nombre de grains par millimètre carré
$d$	«Diamètre» moyen du grain en millimètres, évalué d'après une mesure arbitraire, définie par l'expression $1/\sqrt{m}$
$l$	Longueur moyenne d'interception
$M$	Grossissement

## 3 ÉCHANTILLONS POUR ESSAI

3.1 Les évaluations de grosseur de grain doivent être faites sur au moins trois zones, représentatives de chaque coupe d'échantillon. Dans les structures équiaxes connues, une seule coupe représentative doit être prise dans l'éprouvette. Pour les structures non équiaxes, trois coupes doivent être prises, chacune d'elles étant perpendiculaire à une autre.

3.2 L'échantillon doit être préparé soigneusement, de façon à mettre des joints de grains en évidence, par une attaque convenable permettant la comparaison avec les images type.

## 4 MODES OPÉRATOIRES

### 4.1 Méthode par comparaison

L'évaluation de la dimension du grain doit être faite par comparaison directe de l'image projetée d'une microphotographie d'une zone représentative de l'échantillon, soit avec les microphotographies des images type, soit avec des reproductions convenables de celles-ci (pour l'image type, voir l'Annexe), lorsqu'on ne dispose pas d'un microscope à projection, un microscope à vision directe peut être utilisé. Il est recommandé, pour faciliter cette comparaison, d'employer des dispositifs mécaniques permettant la juxtaposition successive des microphotographies type avec image projetée.

### 4.2 Méthode par interception

4.2.1. La dimension du grain est évaluée, soit sur le verre dépoli d'un microscope à projection, soit sur l'image donnée par un microscope à vision directe équipé d'un réticule, ou sur une microphotographie d'une zone représentative de l'échantillon ou sur l'échantillon lui-même, par comptage du nombre de grains interceptés par une ou plusieurs lignes droites suffisamment longues pour donner, au minimum 10 interceptions par ligne et au minimum 50 interceptions pour l'ensemble des lignes dans le cas normal, et, en cas d'arbitrage, au moins 200 interceptions. Le grain situé à chacune des extrémités de la ligne compte pour un demi-grain. La longueur de la ligne ou des lignes sur la surface de coupe, exprimée en millimètres et divisée par le nombre de grains interceptés, donne la longueur moyenne d'interception,  $l$ . D'un point de vue pratique, la longueur moyenne d'interception,  $l$ , peut être considérée comme égale au diamètre moyen du grain,  $d^1$ .

4.2.2 Pour des structures non équiaxiales, les mesurages doivent être faits dans des sections transversales et longitudinales, suivant des lignes orientées parallèlement aux trois axes principaux de l'échantillon. Pour chaque direction les «diamètres» moyens du grain doivent être calculés comme il est indiqué en 4.2.1.

### 4.3 Méthode planimétrique

4.3.1 Dans la méthode planimétrique, un cercle ou un rectangle de surface connue (habituellement 5 000 mm<sup>2</sup> pour simplifier les calculs) est tracé sur une microphotographie ou sur le verre dépoli d'un microscope à projection.

Le grossissement doit être choisi de manière que l'on obtienne, dans la zone de comptage, au minimum 50 grains dans le cas normal, et 200 grains en cas d'arbitrage. Quand l'image est au point, on compte le nombre de grains situés

sur cette surface. Le total de tous les grains complètement inclus sur la surface de référence, plus la moitié du nombre de grains traversés par le cercle ou les lignes délimitant la surface de référence, donne le nombre de grains «entiers» contenus sur la surface, au grossissement utilisé. Si ce nombre est multiplié par le facteur de Jeffries,  $f$ , indiqué dans la deuxième colonne du Tableau 1 et correspondant au grossissement utilisé porté dans la première colonne, le produit obtenu donne le nombre de grains par millimètre carré,  $m$ .

4.3.2 Le «diamètre» moyen du grain, en millimètres,  $d$ , peut alors être calculé pour chaque zone par la formule  $d = 1/\sqrt{m}$ .

TABLEAU 1 – Facteurs de Jeffries pour une surface de 5 000 mm<sup>2</sup>

Grossissement utilisé, $M$	Facteur de Jeffries, $f$ , pour le calcul du nombre de grains par mm <sup>2</sup>
1	0,000 2
10	0,02
25	0,125
50	0,5
75*	1,125
100	2,0
150	4,5
200	8,0
250	12,5
300	18,0
500	50,0
750	112,5
1 000	200,0

\* Pour un grossissement de 75, le facteur de Jeffries,  $f$ , est égal à l'unité si la surface utilisée est de 5 625 mm<sup>2</sup> (correspondant à un cercle de 84,5 mm de diamètre).

## 5 PROCÈS-VERBAL D'ESSAI

### 5.1 Méthode de comparaison

La dimension de grain qui doit être retenue pour chaque zone examinée est celle de l'image type la plus proche (voir l'Annexe). Éventuellement, quand une simple indication est demandée pour l'ensemble de l'échantillon, on donne uniquement la valeur médiane des résultats obtenus pour les diverses zones examinées.

Les images type sont établies pour un grossissement de 75 X, qui convient normalement au cuivre et aux alliages de cuivre. Dans le cas où il est nécessaire d'utiliser d'autres grossissements, la dimension du grain est déduite du Tableau 2. Les valeurs figurant dans ce tableau ont été arrondies, pour en simplifier l'usage commercial.

1) Pour rendre cette mesure du «diamètre» du grain comparable à celles obtenues avec la méthode planimétrique ou la méthode de comparaison, il faut multiplier la longueur d'interception,  $l$ , par le coefficient 1,13.

TABLEAU 2 — Relations entre la dimension réelle des échantillons examinés sous divers grossissements, et des images type sur microphotographies (en millimètres)

Grossissement de l'image	Dimension de grain (mm) équivalent au grain des images type de même aspect												
	0,010	0,015	0,020	0,025	0,035	0,045	0,050	0,060	0,070	0,090	0,120	0,150	0,200
75 X (normalisé)													
25 X	0,030	0,045	0,060	0,080	0,110	0,140	0,150	0,180	0,210	0,270	0,360	0,450	0,600
50 X	0,015	0,020	0,030	0,040	0,050	0,070	0,080	0,090	0,100	0,140	0,180	0,220	0,300
100 X	0,008	0,010	0,015	0,020	0,025	0,035	0,040	0,045	0,050	0,070	0,090	0,110	0,150
200 X	—	0,005	0,007	0,010	0,012	0,017	0,020	0,022	0,025	0,035	0,045	0,055	0,075
500 X	—	—	—	—	0,005	0,007	0,008	0,009	0,010	0,014	0,018	0,022	0,030

Le tableau ci-dessus peut être utilisé pour des comparaisons concernant d'autres grossissements, au moyen de coefficients de correction; par exemple, pour le grossissement de 250 X, en divisant par 10 la dimension du grain donnée pour le grossissement de 25 X ou, pour le grossissement de 400 X, en divisant par 2 la dimension du grain donnée pour le grossissement de 200 X. Ainsi, si l'image au grossissement de 250 X a le même aspect que l'image type au grossissement de 75 X pour des grains de dimension 0,050 mm, la dimension du grain est 0,015 mm (0,150 au grossissement de 25 X, divisé par 10).

Il convient de noter que l'évaluation de la grosseur du grain d'une zone déterminée par différents opérateurs peut fréquemment varier d'une classe dans l'échelle des images type.

### 5.2 Méthode d'interception ou méthode planimétrique

Pour les matériaux équiaxiaux, les résultats individuels obtenus pour chacune des zones examinées (trois zones ou plus) peuvent être retenus. Éventuellement, quand une

simple indication est demandée pour l'ensemble de l'échantillon, on donne uniquement la valeur médiane des résultats obtenus pour les diverses zones examinées.

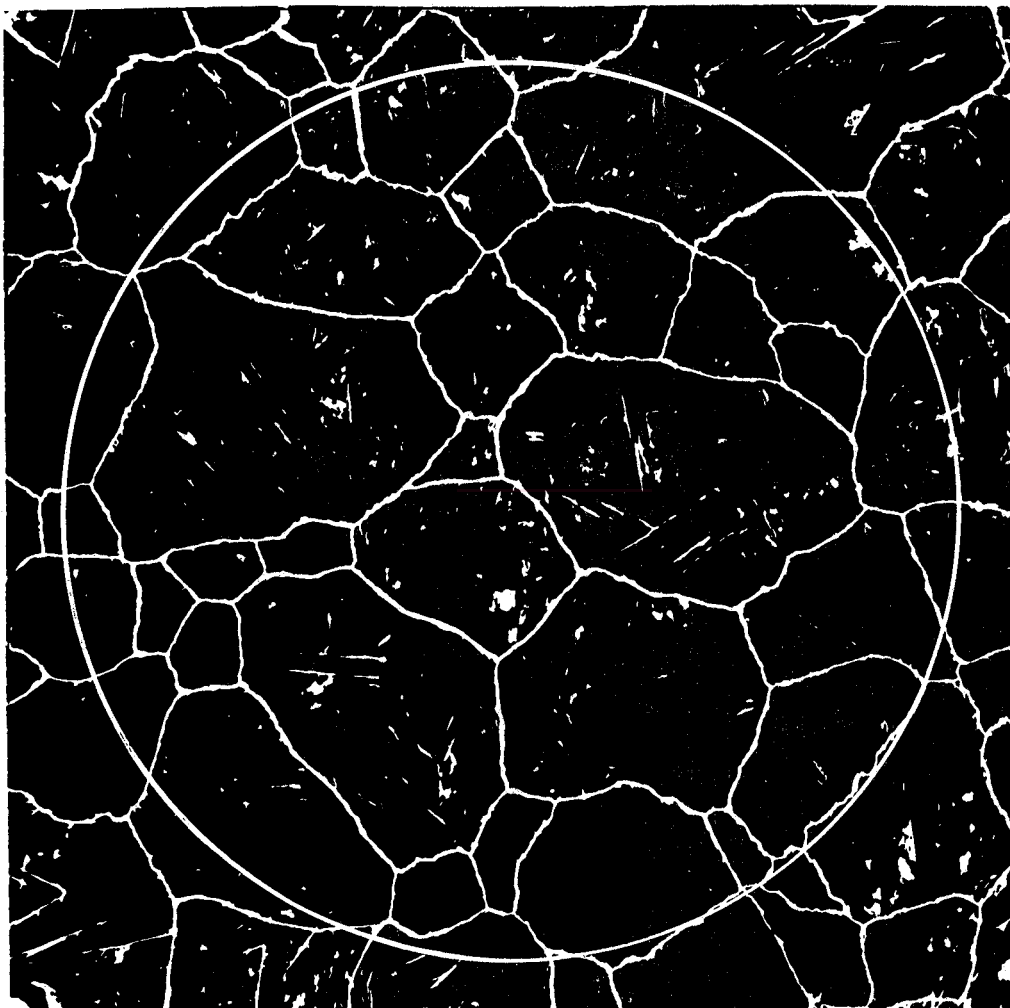
Pour les matériaux non équiaxiaux, lorsque la méthode par interception doit être utilisée, les résultats pour chacun des trois axes principaux de l'échantillon sont retenus, ou pour chaque zone, ou pour la valeur médiane correspondant à chaque axe.

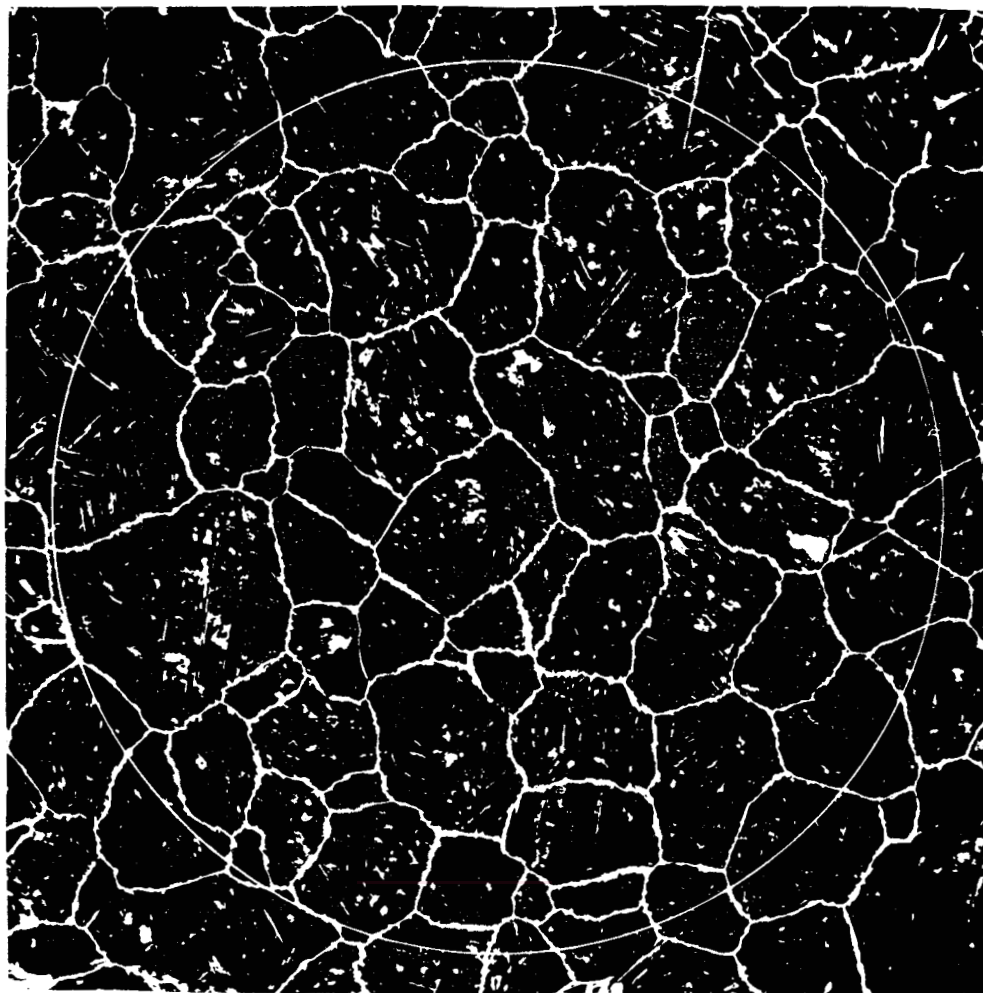
### 5.3 Dimensions de grains hétérogènes

Il arrive parfois que les grosseurs de grains ne soient pas homogènes, particulièrement dans le cas de métaux corroyés à chaud. On indique alors les proportions des surfaces respectivement concernées par les deux grosseurs de grains ou les deux «fourchettes» de dimensions de grains, en utilisant la méthode par comparaison.

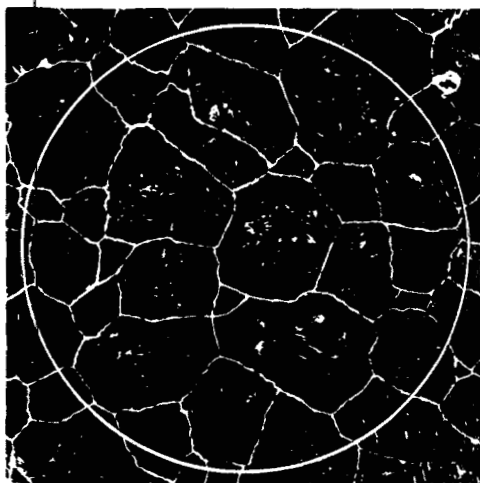
ANNEXE

IMAGES TYPE DE LA GROSSEUR DU GRAIN (75 X)

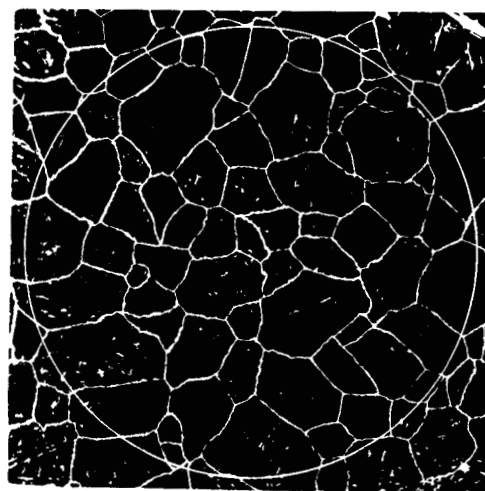




II



III



IV