

---

# NORME INTERNATIONALE



# 3763

---

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

---

## Aciers corroyés — Méthodes macroscopiques de détermination de la teneur en inclusions non métalliques

*Wrought steels — Macroscopic methods for assessing the content of non-metallic inclusions*

Première édition — 1976-08-15

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

[ISO 3763:1976](#)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/532ffd15-bd26-40d9-806b-f33f82d46085/iso-3763-1976>

---

CDU 669.14-131 : 620.184

Réf. n° : ISO 3763-1976 (F)

**Descripteurs** : produit sidérurgique, produit laminé, acier, essai physique, comptage, inclusion non métallique, analyse macroscopique.

## AVANT-PROPOS

L'ISO (Organisation Internationale de Normalisation) est une fédération mondiale d'organismes nationaux de normalisation (Comités Membres ISO). L'élaboration des 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 3763 a été établie par le Comité Technique ISO/TC 17, *Acier*, et a été soumise aux Comités Membres en mai 1975.

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

Afrique du Sud, Rép. d'	France	Roumanie
Australie	Hongrie	Royaume-Uni
Autriche	Iran	Suède
Belgique	Irlande	Suisse
Canada	Italie	Tchécoslovaquie
Corée, Rép. dém. p. de	Norvège	Turquie
Danemark	Nouvelle-Zélande	U.R.S.S.
Espagne	Pays-Bas	U.S.A.
Finlande	Pologne	Yougoslavie

Le Comité Membre du pays suivant a désapprouvé le document pour des raisons techniques :

Japon

# Aciers corroyés — Méthodes macroscopiques de détermination de la teneur en inclusions non métalliques

## 1 OBJET ET DOMAINE D'APPLICATION

1.1 La présente Norme Internationale définit les méthodes macroscopiques utilisées dans la pratique courante en vue du dénombrement des inclusions non métalliques des produits en acier corroyé.

1.2 On entend par méthodes macroscopiques les méthodes mettant en évidence les inclusions non métalliques visibles à l'œil nu à l'aide d'une loupe de grossissement maximal 10 X. Seules les inclusions de longueurs supérieures ou égales à 1 mm sont prises en considération.

1.3 Les méthodes usuellement appliquées et définies dans la présente Norme Internationale sont les suivantes :

- méthode d'essai de la cassure au bleu;
- méthode d'essai de l'éprouvette à gradins usinés;
- méthode magnétoscopique.

## 2 GÉNÉRALITÉS

### 2.1 Caractéristiques des inclusions non métalliques

Les inclusions non métalliques, mises en évidence par les méthodes macroscopiques qui figurent aux chapitres 3, 4 et 5, apparaissent comme des lignes.

Les paramètres caractérisant les inclusions non métalliques seront leur nombre total, leur longueur ou épaisseur, sans aucune distinction du type d'inclusions.

### 2.2 Échantillonnage

Il est à noter que la forme de l'inclusion ainsi que le nombre d'inclusions et leur distribution, dépendent de la nuance d'acier, du mode d'élaboration, des conditions de calmage, de la forme du lingot et du taux de corroyage. Ces différents facteurs doivent être pris en considération lors du choix de l'échantillon.

De ce fait, il n'est pas possible de formuler une méthode universelle d'échantillonnage et, par conséquent, des règles générales sont données pour chaque méthode individuelle.

## 3 MÉTHODE D'ESSAI DE LA CASSURE AU BLEU

### 3.1 Principe

La méthode d'essai de la cassure au bleu consiste à déterminer le nombre total et la répartition des inclusions

non métalliques visibles dans la surface d'une cassure ayant subi un revenu au bleu. Cette cassure est située dans la direction longitudinale du produit, les inclusions apparaissent habituellement comme des lignes blanches.

### 3.2 Domaine d'application

La méthode d'essai de la cassure au bleu est applicable aux produits laminés ou forgés et peut être utilisée pour une large gamme de produits. En général, l'essai est pratiqué sur demi-produits.

### 3.3 Prélèvement et préparation de l'éprouvette

#### 3.3.1 Prélèvement d'un échantillon

L'éprouvette doit être constituée par une tranche d'épaisseur variable en fonction des dimensions du produit (par exemple une tranche de 5 à 20 mm), l'épaisseur étant mesurée parallèlement à la direction longitudinale, et la tranche étant prélevée par sciage à chaud ou à froid, ou par oxycoupage. En général, une épaisseur de 10 mm est recommandée.

Dans le cas de prélèvement par oxycoupage, on veillera à ce que la cassure ait lieu en dehors de la zone affectée thermiquement.

Le nombre et les positions des éprouvettes doivent faire l'objet d'un accord entre les parties intéressées.

#### 3.3.2 Préparation

L'éprouvette peut comporter une entaille au milieu d'une des faces principales (c'est-à-dire perpendiculaire à l'axe longitudinal du produit). Sa forme est variable et sa profondeur doit être telle que l'épaisseur restante de la tranche réponde aux conditions définies ci-dessus. Le but de cette entaille est de faciliter la rupture de l'éprouvette.

### 3.4 Mode opératoire

Après avoir subi éventuellement un traitement de normalisation, l'éprouvette doit être

- soit chauffée à l'air de façon qu'au moment de l'essai, le métal soit à la température de fragilité au bleu (300 à 350 °C),
- soit cassée à la température ambiante, les deux tronçons étant ensuite chauffés au bleu.

Dans certains cas, qui peuvent faire l'objet d'un accord entre les parties intéressées, l'éprouvette subira au préalable une trempe, suivie éventuellement d'un revenu.

La rupture produite sur l'un des deux tronçons cassés de l'éprouvette doit être observée à l'œil nu ou à l'aide d'une loupe de grossissement maximal 10 X.

### 3.5 Résultats

L'examen peut être effectué soit d'une façon qualitative, soit, par accord particulier entre les parties intéressées, d'une façon quantitative.

#### 3.5.1 Examen qualitatif

L'examen qualitatif doit être effectué par comparaison avec la série de dix images types qui figurent à l'annexe A. Lors de l'interprétation à l'aide de ces images types, il faudra tenir compte de la localisation des inclusions à l'intérieur de la section, par exemple à cœur, en surface ou réparties uniformément.

#### 3.5.2 Examen quantitatif

L'examen quantitatif doit être effectué par comptage des inclusions et en utilisant l'un ou l'autre des paramètres suivants des inclusions (ou les deux) :

- longueur;
- épaisseur.

La répartition des inclusions selon le(s) paramètre(s) choisi(s) doit être établie suivant le tableau 1 et/ou 2.

TABLEAU 1 — Répartition des inclusions, basée sur la longueur

Symbole	Longueur <i>l</i> mm
L <sub>0</sub>	Aucune inclusion macroscopique
L <sub>1</sub>	1,0 ≤ <i>l</i> ≤ 2,5
L <sub>2</sub>	2,5 < <i>l</i> ≤ 5,0
L <sub>3</sub>	5,0 < <i>l</i> ≤ 10
L <sub>4</sub>	<i>l</i> > 10

TABLEAU 2 — Répartition des inclusions, basée sur l'épaisseur

Symbole	Épaisseur <i>e</i> mm
T <sub>0</sub>	Aucune inclusion macroscopique
T <sub>1</sub>	0,1 ≤ <i>e</i> ≤ 0,25
T <sub>2</sub>	0,25 < <i>e</i> ≤ 0,50
T <sub>3</sub>	0,50 < <i>e</i> ≤ 1,00
T <sub>4</sub>	<i>e</i> > 1

NOTE — La présence d'inclusions de longueur inférieure à 1 mm devrait être signalée.

### 3.5.3 Interprétation des résultats

Le mode d'interprétation des résultats obtenus doit faire l'objet d'un accord particulier.

### 3.6 Remarques

Les essais comparatifs doivent être effectués sur des produits ayant subi des taux de corroyage voisins.

Il est à noter, en outre, que les inclusions apparaissent clairement pour une gamme de dureté. Ainsi, pour les aciers doux, un traitement préalable (trempe sans revenu) de l'éprouvette est souvent préférable.

Une attention particulière doit être apportée dans l'observation d'aciers comportant des lignes de ferrite ou des lignes de carbure, car celles-ci peuvent entraîner une confusion avec les lignes d'inclusions.

## 4 MÉTHODE D'ESSAI DE L'ÉPROUVETTE À GRADINS USINÉS

### 4.1 Principe

La méthode d'essai de l'éprouvette à gradins usinés consiste à déterminer le nombre total et la répartition des inclusions non métalliques mises en évidence par usinage et visibles sur les surfaces longitudinales d'une éprouvette cylindrique à gradins.

### 4.2 Domaine d'application

L'essai est applicable aux produits laminés et forgés à géométrie simple. L'éprouvette est généralement usinée à partir de prélèvements de barres ou de billettes.

### 4.3 Prélèvements et préparation des éprouvettes

#### 4.3.1 Prélèvement d'un échantillon

Le nombre et les positions des éprouvettes doivent faire l'objet d'un accord entre les parties intéressées.

#### 4.3.2 Préparation

Suivant la nature du produit et le but de l'examen, l'éprouvette cylindrique pourra comporter un ou plusieurs gradins. Dans le cas des produits à section non circulaire, ceux-ci pourront être forgés au préalable en barres rondes.

L'éprouvette couramment utilisée comprend trois gradins dont les dimensions peuvent être celles indiquées dans le tableau 3.

TABLEAU 3 — Dimensions des gradins sur l'éprouvette

Gradin	Diamètre	Longueur mm
1	0,90 <i>D</i>	60
2	0,75 <i>D</i>	72
3	0,60 <i>D</i>	90

*D* = diamètre ou côté du produit.

Dans l'éprouvette dont les dimensions sont indiquées dans le tableau 3, les longueurs des gradins sont telles que la surface de chaque gradin est identique. D'autres dimensions peuvent être utilisées, sous réserve d'un accord entre les parties intéressées.

L'éprouvette doit être soigneusement centrée. Dans le cas où il est nécessaire d'avoir une surface d'examen plus étendue, on usine successivement chaque gradin sur toute la longueur de l'éprouvette, cela après avoir relevé pour chaque gradin le nombre d'inclusions.

L'éprouvette doit être usinée au tour, l'épaisseur de la dernière passe étant inférieure à 0,2 mm. La surface usinée doit être lisse et ne pas présenter un relief trop prononcé.

#### 4.4 Mode opératoire

L'éprouvette est examinée à l'œil nu ou à l'aide d'une loupe (grossissement maximal 10 X).

Pour faciliter l'examen, l'éprouvette pourra être maintenue centrée sur le tour, de façon à pouvoir la faire tourner. Une génératrice de référence doit être repérée par une ligne sur toute la longueur de l'éprouvette. De même, les inclusions comptées seront également repérées afin d'éviter un double comptage (par exemple en les encerclant).

Dans certains cas d'observation difficile la méthode magnétoscopique pourra être utilisée (voir chapitre 5).

Des précautions particulières devraient être prises lors de l'examen, pour ne prendre en considération que les lignes relatives aux inclusions non métalliques, car l'usinage de la surface de l'éprouvette peut mettre également en évidence des hétérogénéités macroscopiques telles que fissures, retassures, repliures, inclusions métalliques, etc.

#### 4.5 Résultats

Pour chaque gradin, on déterminera le nombre d'inclusions et leur longueur.

La répartition des inclusions en fonction de leur taille pourra être obtenue en utilisant la classification indiquée dans le tableau 4.

TABLEAU 4 – Répartition des inclusions,  
basée sur la longueur

Dimensions en millimètres	
Longueur / de l'inclusion	Longueur moyenne approximative
1 $\leq l \leq$ 2,5	2
2,5 $< l \leq$ 5	4
5 $< l \leq$ 10	8
10 $< l \leq$ 20	16
$l >$ 20	longueur individuelle

Le mode d'interprétation des résultats obtenus doit faire l'objet d'un accord particulier entre les parties intéressées.

#### 4.6 Remarques

Pour les essais comparatifs, il faut veiller à ce que les éprouvettes soient de même type et que les produits aient le même taux de corroyage.

### 5 MÉTHODES MAGNÉTOSCOPIQUES

#### 5.1 Principe

L'essai consiste à examiner la surface usinée d'une éprouvette ou d'une pièce soumise à un champ magnétique et arrosée par un liquide comprenant une suspension de poudre ferromagnétique<sup>1)</sup>.

Les inclusions non métalliques provoquent une distorsion du champ magnétique induit. Cette distorsion attire et retient la poudre ferromagnétique, celle-ci donnant une indication visible.

NOTE – Il est à noter que d'autres hétérogénéités du métal telles que fissures, soufflures, tapures, etc. donnent également une indication lors de l'examen magnétoscopique. Des précautions devraient être prises pour s'assurer que les indications retenues correspondent aux inclusions non métalliques par un examen complémentaire tel que l'essai de ressuage.

#### 5.2 Domaine d'application

L'examen magnétoscopique n'est valable que pour les aciers ferromagnétiques. Il est généralement utilisé pour des produits tels que brames, barres, billettes, ronds à tubes.

#### 5.3 Mode opératoire

##### 5.3.1 Préparation de la surface

La surface à examiner doit être située dans le sens longitudinal du produit. La nature de l'éprouvette utilisée peut être variable suivant la forme du produit, ainsi que l'examen effectué.

Les méthodes d'échantillonnage, le nombre des prélèvements et leur emplacement doivent faire l'objet d'un accord entre les parties intéressées.

Dans le cas de barres, billettes et ronds, différentes surfaces d'examen peuvent être choisies :

- la surface du produit après une rectification fine;
- une coupe axiale du produit;
- l'éprouvette à gradins définie au chapitre 4;
- des éprouvettes cylindriques obtenues par usinage ou forgeage et prélevées dans le quart de la section du produit. L'usinage doit être effectué de façon que l'axe du produit soit une génératrice de l'éprouvette; celle-ci doit être repérée (voir figure).

1) Le contrôle par magnétoscopie peut être effectué par la méthode à sec, par accord particulier entre les parties intéressées.

Les trois premiers types de surface d'examen sont généralement employés pour les produits de diamètre ou de côté inférieur à 100 mm. Le dernier type de surface d'examen est utilisé pour des produits de section plus importante.

L'usinage de la surface à examiner ou de l'éprouvette doit être effectué par rectification fine, perpendiculaire au sens du laminage, afin de pouvoir distinguer les rayures éventuelles d'usinage et d'éviter de déchausser la totalité des inclusions.

Il est à noter que l'usinage devrait être d'autant plus poussé que l'on désire mettre en évidence des inclusions plus fines. Les extrémités de l'éprouvettes devraient être également usinées afin de permettre une bonne pénétration du courant d'aimantation.

Dans certains cas de structure hétérogène, il peut être nécessaire d'effectuer un traitement thermique de l'éprouvette.

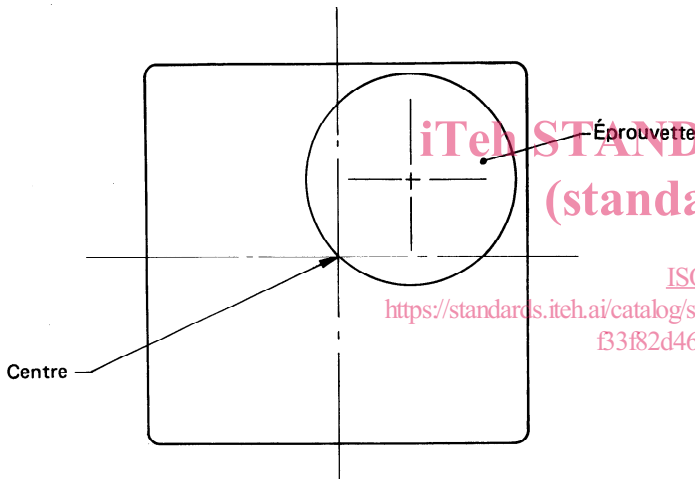


FIGURE — Prélèvement d'une éprouvette

### 5.3.2 Mode opératoire

Le mode opératoire de l'examen magnétoscopique sera décrit dans une Norme Internationale particulière. En attendant que ce document ait été élaboré, le mode opératoire indiqué à l'annexe B de la présente Norme Internationale est applicable.

### 5.4 Résultats

L'image magnétique doit être examinée sous une lumière bien diffuse. La lumière blanche fluorescente est satisfaisante dans la majeure partie des cas.

Au lieu d'effectuer les mesurages directement sur la surface observée, il est possible de les déterminer sur une empreinte de la surface. Cette méthode offre l'avantage de donner un document permettant de conserver l'image. Pour cela, un morceau de cellulose transparente adhésive est mis en contact avec la surface, la face collante étant sur l'échantillon. Cette feuille est ensuite pressée contre l'échantillon de façon que la poudre magnétique adhère à la surface adhésive. Ces opérations sont faites de préférence avec passage du courant, afin d'éviter une modification de l'image magnétique. Après avoir coupé le courant, la feuille est ensuite retirée de l'échantillon et collée soit sur un papier blanc, soit sur une feuille de plastique transparent.

Le nombre de lignes d'inclusions et leurs longueurs doivent être déterminés soit directement sur la surface, soit sur l'empreinte.

La répartition des inclusions en fonction de leur taille pourra être obtenue suivant la même classification que celle admise pour la méthode utilisant l'éprouvette à gradins (voir chapitre 4).

Le mode d'interprétation des résultats doit faire l'objet d'un accord particulier entre les parties intéressées.

### 5.5 Remarques

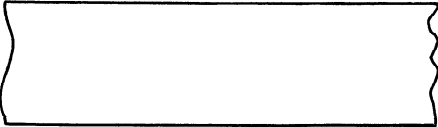
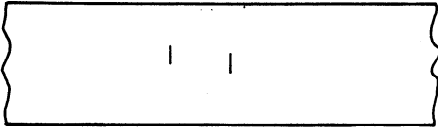
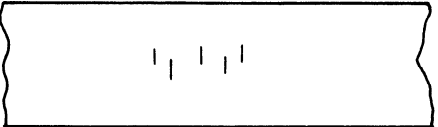
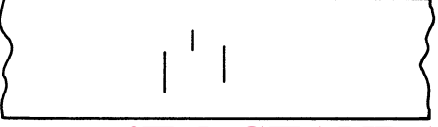


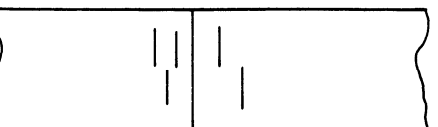
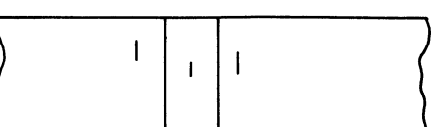


Les résultats du comptage après traitement avec la poudre magnétique peuvent différer de ceux établis lors de l'examen de la surface uniquement après usinage. En effet, lorsqu'elles sont tracées avec la poudre magnétique, les lignes d'inclusions sont indiquées avec leurs longueurs maximales, même si une grande partie de l'inclusion se trouve sous-jacente à la surface observée.

De même, les inclusions qui se trouvent en totalité sous-jacentes peuvent donner une indication mal définie.

Il est à noter que certains constituants structuraux tels que les alignements de carbure par exemple, peuvent donner de fausses indications.

ANNEXE A

IMAGES TYPES POUR LA MÉTHODE D'ESSAI DE LA CASSURE AU BLEU

0		Pas d'inclusions > 1 mm
1		Quelques très fins «tirets»
2		Plusieurs très fins «tirets»
3		Quelques très fins «tirets» et fins «bâtonnets»
4		Plusieurs fins «bâtonnets»
5		Plusieurs fins «bâtonnets» et très fins «tirets»
6		Plusieurs fins «bâtonnets» et une fine «ligne»
7		Quelques fines «lignes» et très fins «tirets»
8		Plusieurs fines «lignes»
9		Plusieurs épaisses «lignes»

iTeh STANDARD PREVIEW

(standards.iteh.ai)

ISO 3763:1976

[https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/532ffd15-bd26-40d9-806b-](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/532ffd15-bd26-40d9-806b-f33f82d46095/iso-3763-1976)

f33f82d46095/iso-3763-1976

Explication des termes

Tirets : 1 à 2,5 mm  
 Bâtonnets : > 2,5, ≤ 5 mm  
 Lignes : > 5 mm

Quelques : ≤ 3  
 Plusieurs : > 3  
 Épais : > 0,5 mm

ANNEXE B

MODE OPÉRATOIRE POUR L'EXAMEN MAGNÉTOSCOPIQUE

**B.1 LIQUEUR MAGNÉTIQUE**

La liqueur magnétique est constituée par une poudre ferromagnétique à grains fins en suspension dans un liquide.

Le liquide utilisé pourra être de l'eau (avec éventuellement un inhibiteur de corrosion), du pétrole ou une huile minérale légère, transparente, sa viscosité étant en général inférieure à 3 mm<sup>2</sup>/s\*.

La poudre magnétique sera de l'oxyde magnétique de fer en grains de 0,5 à 1 µm, attirables en totalité par l'aimant.

Le titre de la liqueur sera de 5 à 10 g de poudre magnétique par litre et devra être contrôlé en cours d'usage.

Les pâtes ou liquides fluorescents peuvent être également utilisés.

**B.2 MAGNÉTISATION**

La méthode d'aimantation utilisée est celle par passage direct de courant, l'éprouvette jouant le rôle de conducteur.

La nature et l'intensité du courant doivent faire l'objet d'un accord entre les parties intéressées. En général, une intensité de 200 A/cm du diamètre de l'éprouvette est appropriée.

**B.3 MODE OPÉRATOIRE**

Avant l'essai, la surface devra être soigneusement nettoyée à l'aide d'un solvant, afin qu'il n'existe aucune trace de graisse ou d'impuretés quelconques.

Dans le cas d'une éprouvette cylindrique, l'échantillon pourra être placé de façon qu'il puisse tourner autour de son axe.

Le courant de magnétisation est alors établi, et le liquide est immédiatement versé sur toute la surface, le courant étant toujours maintenu.

La surface est ensuite soigneusement séchée à l'aide d'un jet d'air. Pour le séchage, on peut également utiliser un solvant volatil. Le courant étant toujours maintenu, on verse le solvant sur la surface et l'on sèche à l'aide d'un jet d'air. Dans ce cas, il est recommandé de recueillir l'excès de solvant afin de ne pas polluer le liquide indicateur.

Dans le cas des aciers à dureté élevée (supérieure à 50 HRC ou 515 HV), l'application du liquide indicateur sera faite après la magnétisation de l'échantillon.

Il est recommandé de vérifier le bon fonctionnement de l'appareil ainsi que la sensibilité de la méthode, à l'aide d'échantillons témoins.

\* 1 mm<sup>2</sup>/s = 1 cSt (centistokes).