
**Acier — Détermination de la teneur en
inclusions non métalliques — Méthode
micrographique à l'aide d'images types**

*Steel — Determination of content of nonmetallic inclusions — Micrographics
method using standard diagrams*

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

[ISO 4967:1998](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/7dc94a58-ec1c-403b-8fd3-5b7828406c2a/iso-4967-1998)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/7dc94a58-ec1c-403b-8fd3-5b7828406c2a/iso-4967-1998>



Sommaire

1	Domaine d'application	1
2	Principe	1
3	Prélèvement des échantillons	3
4	Préparation des échantillons	5
5	Détermination de la teneur en inclusions	6
5.1	Mode d'observation	6
5.2	Examen proprement dit	7
5.2.1	Méthode A	7
5.2.2	Méthode B	7
5.2.3	Règles générales pour les méthodes A et B	7
6	Expression des résultats	8
6.1	Généralités	8
6.2	Méthode A	8
6.3	Méthode B	9
7	Rapport d'essai	9
Annexe A	(normative) Images types pour les groupes d'inclusions A, B, C, D et DS	10
Annexe B	(informative) Cotation d'un champ et d'inclusions ou de chapelets surdimensionnés	25
Annexe C	(informative) Exemple de résultats (indication du nombre total de champs d'un indice donné, par type d'inclusions, pour un nombre donné de champs observés)	28
Annexe D	(informative) Corrélation entre les indices des images types et les mesures des inclusions	32

iteh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 4967:1998

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/7dc94a58-cc1c-403b-8fd3-5b7828406c2a/iso-4967-1998>

© ISO 1998

Droits de reproduction réservés. Sauf prescription différente, aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie et les microfilms, sans l'accord écrit de l'éditeur.

Organisation internationale de normalisation
Case postale 56 • CH-1211 Genève 20 • Suisse
Internet iso@iso.ch

Imprimé en Suisse

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 en général confiée aux comités techniques de l'ISO. Chaque comité membre intéressé par une étude a le droit de faire partie du comité technique créé à cet effet. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec l'ISO participent également aux travaux. L'ISO collabore étroitement avec la Commission électrotechnique internationale (CEI) en ce qui concerne la normalisation électrotechnique.

Les Normes internationales sont rédigées conformément aux règles données dans les Directives ISO/CEI, Partie 3.

Les projets de Normes internationales adoptés par les comités techniques sont soumis aux comités membres pour vote. Leur publication comme Normes internationales requiert l'approbation de 75 % au moins des comités membres votants.

La Norme internationale ISO 4967 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 17, *Acier*, sous-comité SC 7, *Méthodes d'essais (autres que les essais mécaniques et les analyses chimiques)*.

Cette deuxième édition annule et remplace la première édition (ISO 4967:1979), dont elle constitue une révision technique.

L'annexe A fait partie intégrante de la présente Norme internationale. Les annexes B à D sont données uniquement à titre d'information.

ITeH STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)
<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/7dc94a58-ec1c-403b-8fd3-5b7828406c2a/iso-4967-1998>

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 4967:1998

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/7dc94a58-ec1c-403b-8fd3-5b7828406c2a/iso-4967-1998>

Acier — Détermination de la teneur en inclusions non métalliques — Méthode micrographique à l'aide d'images types

1 Domaine d'application

La présente Norme internationale spécifie une méthode micrographique à l'aide d'images types, permettant de déterminer les inclusions non métalliques des aciers laminés ou forgés ayant un taux de corroyage d'au moins 3. La présente méthode est largement utilisée pour évaluer l'aptitude de l'acier à un emploi donné. Cependant, comme il est difficile d'obtenir des résultats reproductibles en raison de l'influence de l'opérateur, même avec un grand nombre d'échantillons, des précautions devront être prises lors de son utilisation.

NOTE — Pour certains types d'acier (aciers de décolletage par exemple) les images types décrites dans la présente Norme internationale peuvent ne pas être applicables.

La présente Norme internationale s'applique également à la détermination des inclusions non métalliques à l'aide des techniques d'analyse d'images (voir annexe D).

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

2 Principe

La méthode consiste à comparer le champ observé avec les images types définies dans la présente Norme internationale et à prendre en considération chaque type d'inclusions séparément. Dans le cas de l'analyse d'image, les champs seront évalués selon les relations données dans l'annexe D.

Ces images types correspondent à des champs visuels carrés de 0,50 mm² de surface, pris dans une coupe longitudinale polie et observés à un grossissement de 100 ×.

D'après la forme et la répartition des inclusions, les images types sont divisées en cinq groupes principaux référencés A, B, C, D et DS.

Ces cinq groupes, correspondant aux types et morphologies des inclusions les plus communément observés, sont les suivants:

- **Groupe A (type sulfure):** particules grises, très malléables, avec une large fourchette de facteur de forme (longueur/largeur) et généralement à extrémités arrondies;
- **Groupe B (type alumine):** particules nombreuses (au moins 3), angulaires, non déformables, ayant un faible facteur de forme (généralement < 3), noires ou bleuâtres, alignées dans la direction de déformation;
- **Groupe C (type silicate):** particules noires ou gris foncé, très malléables avec une large fourchette de facteur de forme (généralement ≥ 3) et généralement à extrémités pointues;
- **Groupe D (type oxyde globulaire):** particules distribuées au hasard, non déformables, angulaires ou circulaires, à faible facteur de forme (généralement < 3), noires ou bleuâtres;
- **Groupe DS (type globulaire unique):** particule unique circulaire ou presque circulaire de diamètre ≥ 13 μm.

Sur la base de leur morphologie, les inclusions non traditionnelles peuvent également être cotées, par comparaison avec les 5 types définis ci-dessus et avec indication de leur nature chimique. Ainsi, des inclusions globulaires de sulfure «pourraient» être cotées en type D et un indice descriptif (par exemple D_{sulf}) serait noté au rapport d'essai.

D_{cas} indiquerait des sulfures globulaires de calcium, D_{RES} indiquerait des sulfures globulaires de terres rares et D_{Dup} indiquerait des inclusions globulaires biphasées telles qu'un sulfure de calcium entourant un aluminat.

Les précipités de type borure, carbure, carbonitride ou nitrure peuvent également être cotés, sur la base de leur morphologie, par comparaison avec les 5 types définis ci-dessus et avec indication de la nature chimique, comme décrit dans l'alinéa précédent.

NOTE — L'examen à un grossissement supérieur à $100 \times$ peut être utilisé pour identifier la nature des inclusions non traditionnelles avant d'effectuer l'essai.

Chaque groupe principal d'images types est composé de deux sous-groupes, chacun formé de 6 figures de référence représentant des taux croissants d'inclusions. Cette subdivision en sous-groupes n'a que pour but de donner des exemples de différentes épaisseurs des inclusions non métalliques.

Les images types, par groupe d'inclusions, sont données dans l'annexe A.

Chaque image type comporte un indice, i , allant de 0,5 à 3, les chiffres croissant avec la longueur de l'inclusion ou de l'alignement d'inclusions (groupes A, B, C), ou avec le nombre (groupe D), ou encore avec le diamètre (groupe DS) comme défini dans le tableau 1 et avec l'épaisseur comme défini dans le tableau 2. L'indice A 2, par exemple, indique que la forme des inclusions observées au microscope s'accorde avec le groupe A et que leur répartition et quantité correspondent à l'indice 2.

Tableau 1 — Limites de cotation (valeurs minimales)

Indice de l'image type i	Groupes d'inclusions				DS Diamètre μm
	A	B	C	D	
	Longueur totale μm	Longueur totale μm	Longueur totale μm	Nombre	
0,5	37	17	18	1	13
1	127	77	76	4	19
1,5	261	184	176	9	27
2	436	342	320	16	38
2,5	649	555	510	25	53
3	898	822	746	36	76
	(< 1181)	(< 1147)	(< 1029)	(< 49)	(< 107)

NOTE — Pour les groupes A, B, et C, les valeurs de longueurs ci-dessus ont été calculées à l'aide des formules données en annexe D et arrondies au nombre entier le plus proche.

Tableau 2 — Épaisseur des inclusions

Type	Fine		Épaisse	
	Épaisseur minimale	Épaisseur maximale	Épaisseur minimale	Épaisseur maximale
A	2	4	4	12
B	2	9	9	15
C	2	5	5	12
D	3	8	8	13

NOTE — Pour le type D, la dimension maximale est définie comme étant le diamètre.

3 Prélèvement des échantillons

La forme des inclusions dépend dans une large mesure du taux de corroyage de l'acier; les mesurages comparatifs ne doivent, par conséquent, être effectués que sur des sections préparées, prélevées sur des échantillons ayant un taux de corroyage similaire.

La surface polie de l'échantillon utilisé pour la détermination de la teneur en inclusions doit être de 200 mm² (20 mm × 10 mm). Elle doit être parallèle à l'axe longitudinal du produit et située à mi-distance entre la face externe et le centre.

Le mode de prélèvement doit être défini dans la norme de produit ou faire l'objet d'un accord entre les parties intéressées. La surface d'examen, dans le cas des tôles, doit être située approximativement au quart de la largeur.

En l'absence de telles spécifications, le prélèvement doit être effectué comme suit:

- barre ou billette de diamètre supérieur à 40 mm: la surface d'examen est constituée d'une section diamétrale située à mi-distance entre la face externe et le centre (voir figure 1);
- barre de diamètre supérieur à 25 mm et inférieur ou égal à 40 mm: la surface d'examen est constituée par le demi-plan diamétral, du centre au bord de l'échantillon (voir figure 2);
- barre de diamètre inférieur ou égal à 25 mm: la surface d'examen est constituée par le plan diamétral complet, de longueur suffisante pour l'obtention d'une surface utile d'environ 200 mm² (voir figure 3);
- tôle d'épaisseur inférieure ou égale à 25 mm: la surface d'examen est constituée d'une section longitudinale comprenant toute l'épaisseur et située au quart de la largeur (voir figure 4);
- tôle d'épaisseur supérieure à 25 mm et inférieure ou égale à 50 mm: la surface d'examen est constituée d'une section longitudinale comprenant la demi-épaisseur, depuis la surface jusqu'au centre et située au quart de la largeur (voir figure 5);
- tôle d'épaisseur supérieure à 50 mm: la surface d'examen est constituée d'une section longitudinale comprenant le quart de l'épaisseur et située à mi-distance entre la face externe et la mi-épaisseur et située au quart de la largeur (voir figure 6).

Le nombre d'échantillons à prélever est défini par la norme de produit ou selon accord particulier.

Pour tout autre produit, les modes de prélèvement doivent faire l'objet d'un accord entre les parties intéressées.

Dimensions en millimètres

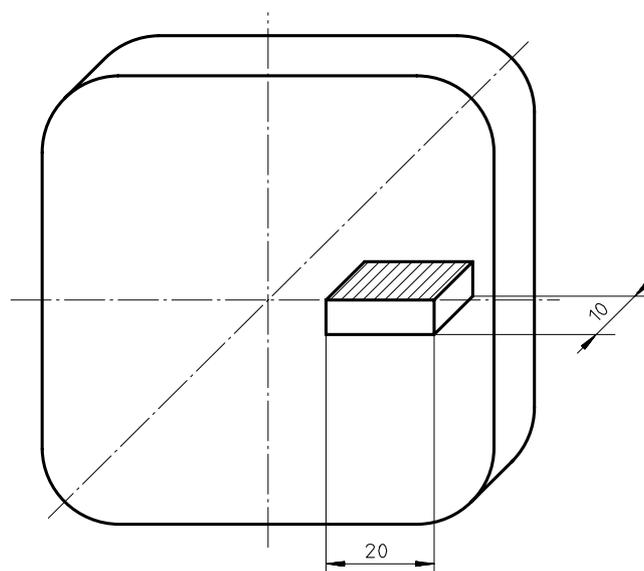


Figure 1 — Prélèvement d'échantillon sur barre ou billette de diamètre ou de côté > 40 mm

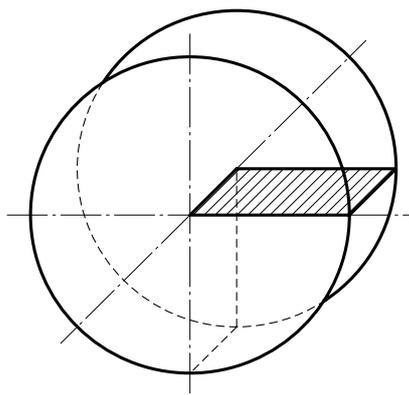


Figure 2 — Prélèvement d'échantillon sur barre ou billette de diamètre ou de côté > 25 mm et ≤ 40 mm

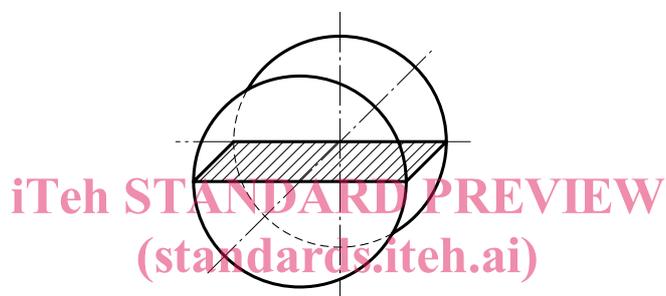
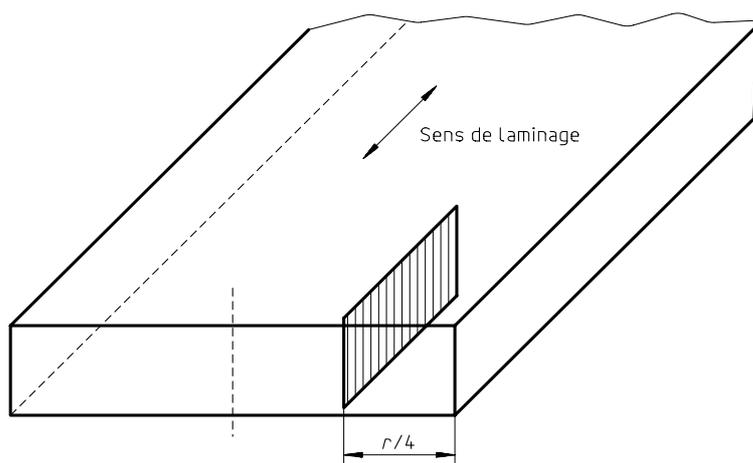
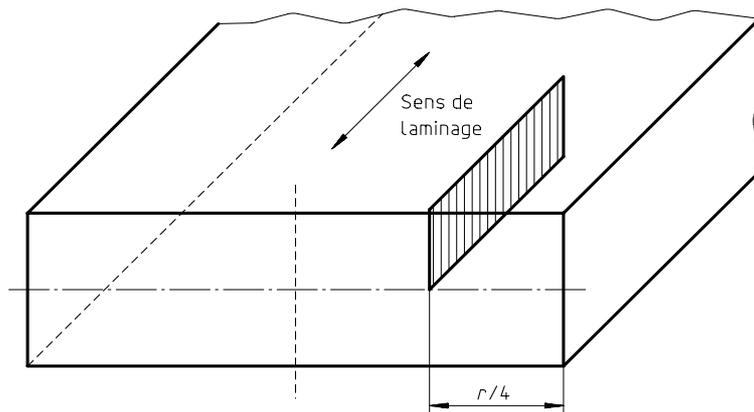


Figure 3 — Prélèvement d'échantillon sur barre de diamètre ≤ 25 mm

ISO 4967:1998
<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/7dc94a58-ec1c-403b-8fd3-5b7828406c2a/iso-4967-1998>

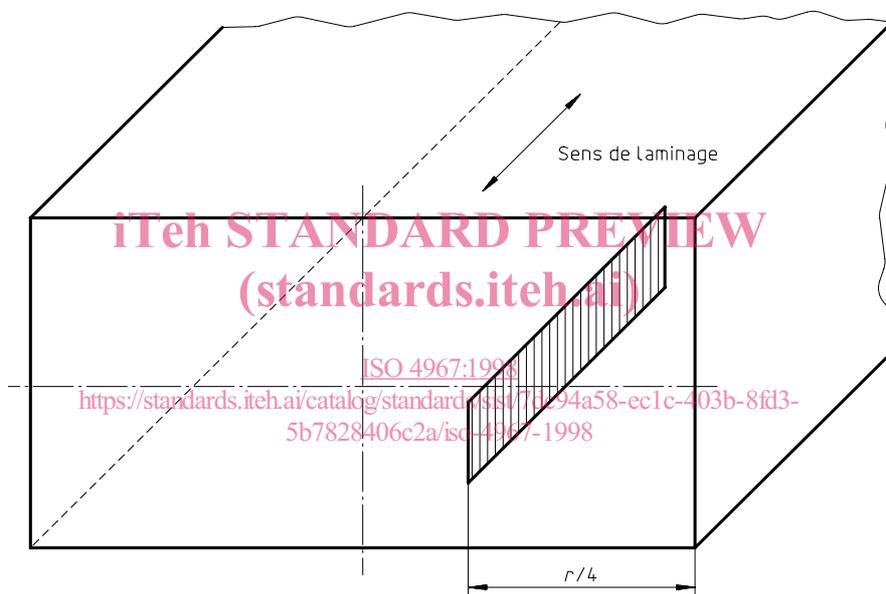


r = largeur



r = largeur

Figure 5 — Prélèvement d'échantillon sur tôle d'épaisseur > 25 mm et ≤ 50 mm



r = largeur

Figure 6 — Prélèvement d'échantillon sur tôle d'épaisseur > 50 mm

4 Préparation des échantillons

L'échantillon doit être découpé de façon à obtenir la surface d'examen. Afin d'obtenir une surface plane et d'éviter un arrondissement des bords de l'échantillon lors du polissage, l'échantillon peut être inséré dans un montage mécanique ou être enrobé.

Lors du polissage des échantillons, il est important d'éviter tout arrachage ou toute déformation des inclusions, ou toute contamination de la surface polie, de manière que la surface soit aussi propre que possible et que la forme des inclusions ne soit pas affectée. Ces précautions sont particulièrement importantes dans le cas de petites inclusions. Le polissage à la pâte diamantée est conseillé. Dans certains cas, il peut être nécessaire de faire subir à l'échantillon, avant polissage, un traitement thermique approprié, afin de lui conférer la plus grande dureté possible.

5 Détermination de la teneur en inclusions

5.1 Mode d'observation

L'examen au microscope peut se faire de deux manières:

- soit par projection sur un verre dépoli;
- soit par observation à l'aide d'un oculaire.

Le mode d'observation choisi doit être maintenu pour toute la durée de l'essai

Si l'image est projetée sur un verre dépoli, ou un dispositif similaire, le grossissement sur le verre dépoli doit être de $100 \times \pm 2 \times$. Placer sur le verre dépoli, ou en dessous, un cache plastique transparent (voir figure 7) comportant un carré de 71 mm de côté ($0,50 \text{ mm}^2$ de la surface réelle). L'image à l'intérieur du carré est comparée aux images types données dans l'annexe A.

Si les inclusions sont examinées à l'aide d'un oculaire, un réticule comprenant une grille de mesure telle que celle donnée à la figure 7 doit être inséré dans le microscope à l'endroit approprié pour que la grille d'essai ait une surface de $0,50 \text{ mm}^2$ dans le plan image.

NOTE — Dans des cas particuliers, un grossissement supérieur à 100 peut être utilisé, sous réserve que le même grossissement soit appliqué aux images types, et doit être noté dans le rapport d'essai.

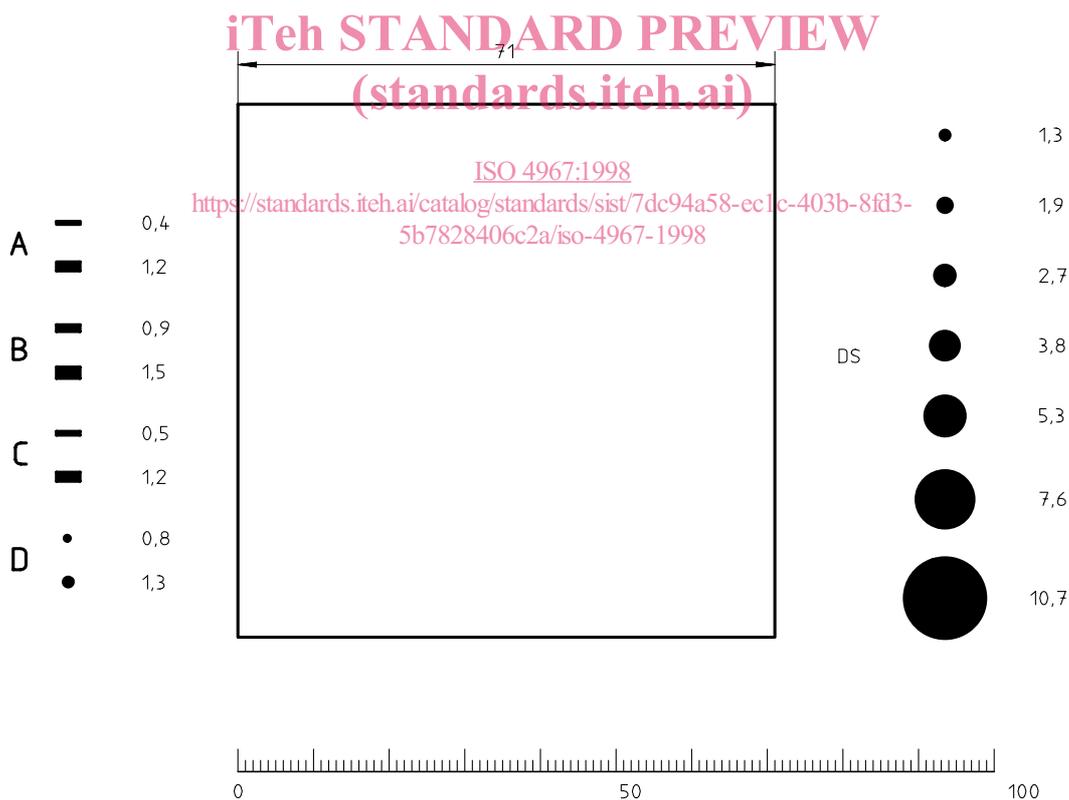


Figure 7 — Grille de mesure

5.2 Examen proprement dit

Les deux méthodes suivantes sont définies:

5.2.1 Méthode A

Toute la surface polie est examinée et, pour chaque type d'inclusions, il est pris note du numéro de référence se trouvant sur le côté de l'image type, ce numéro correspondant au champ le plus défavorable examiné dans les séries fine et épaisse.

5.2.2 Méthode B

Toute la surface polie est examinée et chaque champ de l'échantillon est comparé avec les images types. Le nombre indicatif du champ (indiqué sur le côté des images types) qui, pour chaque type d'inclusions, correspond le mieux au champ examiné est noté en série fine ou en série épaisse.

Afin de réduire le coût de l'examen, il peut être convenu d'effectuer un examen partiel de l'échantillon, en n'observant qu'un nombre réduit de champs répartis suivant un schéma déterminé. Le nombre de champs observés ainsi que leur répartition sur la surface d'examen doivent faire l'objet d'un accord préalable.

5.2.3 Règles générales pour les méthodes A et B

Chaque champ observé est comparé avec les images types. Si un champ d'inclusions se trouve entre deux images types, il est évalué selon l'image inférieure.

Les inclusions isolées ou les chapelets d'inclusions qui ont une longueur supérieure à la dimension du champ (0,710 mm), ou une épaisseur ou un diamètre supérieur à ceux indiqués pour la série épaisse (voir tableau 2), doivent être cotés comme dépassant les limites fixées pour la longueur, l'épaisseur ou le diamètre, et notés séparément. Cependant, ces inclusions doivent être considérées comme faisant partie de la cotation totale de ce champ.

ISO 4967:1998

La reproductibilité des mesures est améliorée en effectuant des mesures réelles (longueur des alignements d'inclusions des types A, B et C, diamètre des inclusions de type DS, nombre d'inclusions de type D). Pour cela, utiliser la grille ou le réticule, comme montré à la figure 7, les limites des tableaux 1 et 2, les caractéristiques morphologiques données à l'article 2 et les images types de l'annexe A.

Les inclusions non traditionnelles sont évaluées selon le groupe (A, B, C, D ou DS) qui correspond le mieux à leur morphologie. Comparer la longueur, le nombre, l'épaisseur ou le diamètre des inclusions à chacun des groupes de l'annexe A, ou utiliser leur longueur totale, nombre, épaisseur ou diamètre, ainsi que les tableaux 1 et 2, pour déterminer l'indice, i , approprié de la teneur en inclusions et la classe d'épaisseur (fine, épaisse ou de dimensions supérieures). Puis indiquer la nature de l'inclusion non traditionnelle sous la forme d'un indice descriptif au symbole du groupe d'inclusions. Noter dans le rapport d'essai la signification de l'indice descriptif.

Pour les inclusions des types A, B et C, deux inclusions individuelles ou des chapelets de longueur respective l_1 et l_2 , et qui sont alignés ou non, sont considérés comme une seule inclusion ou alignement si la distance d est inférieure ou égale à 40 μm et si la distance s , (distance entre les centres des inclusions ou des chapelets) est inférieure ou égale à 10 μm (voir figures 8 et 9).

Dans le cas de chapelets avec des inclusions d'épaisseurs différentes, l'épaisseur à considérer est l'épaisseur de la plus grosse inclusion.

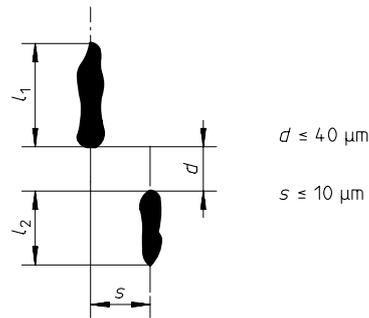


Figure 8 — Inclusions des types A et C

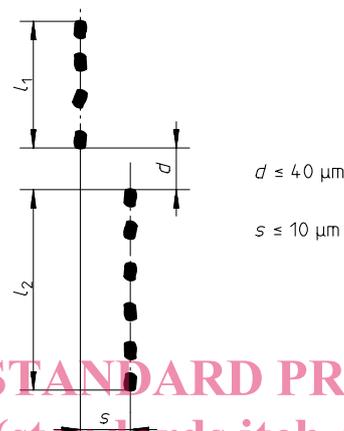


Figure 9 — Inclusions de type B

ISO 4967:1998

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/7dc94a58-ec1c-403b-8fd3-5b7828406c2a/iso-4967-1998>

6 Expression des résultats

6.1 Généralités

Sauf spécification contraire dans la norme du produit, les résultats peuvent être exprimés de l'une des manières suivantes.

Les résultats sont exprimés par l'indice relatif à chaque échantillon et, en se basant sur celui-ci, une moyenne arithmétique est déterminée par coulée pour chaque type d'inclusions et chaque série d'épaisseur. Cette méthode est utilisée conjointement avec la méthode décrite en 5.2.1.

6.2 Méthode A

Indication de l'indice correspondant au champ le plus défavorable pour chaque type d'inclusions et série d'épaisseur (voir annexe B).

Le symbole repère du groupe d'inclusions est suivi de l'indice de l'image type correspondant au champ le plus défavorable, la présence d'inclusions épaisses étant signalée par la lettre e et la présence d'inclusions surdimensionnées (voir 5.2.3) par la lettre s.

EXEMPLES

A 2, B 1e, C 3, D 1, B 2s, DS 0,5.

Tous les indices descriptifs utilisés pour identifier les inclusions non traditionnelles doivent être définis.

6.3 Méthode B

Indication du nombre total de champs d'un indice donné, par groupe d'inclusions et série d'épaisseur, pour un nombre donné, N , de champs observés.

L'ensemble de tous les nombres de champs d'un indice donné, relatifs aux différents types d'inclusions, peut être utilisé dans des modes particuliers d'expression des résultats, tels que l'indice total, i_{tot} , ou l'indice moyen, i_{moy} , ayant fait l'objet d'un accord entre les parties intéressées.

EXEMPLE

Pour les inclusions de type A, soit:

n_1 le nombre de champs d'indice 0,5

n_2 le nombre de champs d'indice 1

n_3 le nombre de champs d'indice 1,5

n_4 le nombre de champs d'indice 2

n_5 le nombre de champs d'indice 2,5

n_6 le nombre de champs d'indice 3

on a:

$$i_{\text{tot}} = (n_1 \times 0,5) + (n_2 \times 1) + (n_3 \times 1,5) + (n_4 \times 2) + (n_5 \times 2,5) + (n_6 \times 3)$$

$$i_{\text{moy}} = \frac{i_{\text{tot}}}{N}$$

où N est le nombre total de champs observés. <https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/7dc94a58-ec1c-403b-8fd3-5b7828406c2a/iso-4967-1998>

Un exemple de résultats est donné à l'annexe C.

7 Rapport d'essai

Le rapport d'essai doit contenir les indications suivantes:

- a) référence à la présente Norme internationale, c'est-à-dire ISO 4967;
- b) nuance d'acier et numéro de coulée;
- c) nature du produit et ses dimensions;
- d) nature du prélèvement et position de la surface examinée;
- e) méthode choisie (méthode d'observation, méthode d'examen, méthode d'expression des résultats);
- f) grossissement, s'il est supérieur à 100 ×;
- g) nombre de champs observés, ou surface totale examinée;
- h) résultats de l'examen (incluant le nombre, la taille et le type d'inclusions ou de chapelets plus grands que l'image type);
- i) indication des indices descriptifs utilisés pour définir toute inclusion non traditionnelle;
- j) numéro et date du rapport d'essai;
- k) nom de l'opérateur.