

Coupage thermique

Classification des coupes thermiques

Spécification géométrique des produits et tolérances relatives à la qualité

Norme Marocaine homologuée

Par décision du Directeur de l'Institut Marocain de Normalisation N°..... du 2021, publiée au B.O. N° du 2021.

La présente norme annule et remplace la NM ISO 9013 homologuée en 1999.

Correspondance

La présente norme est une reprise intégrale de la norme ISO 9013:2017.

Droits d'auteur

Droit 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 accord formel. Ce document est à usage exclusif et non collectif des clients de l'IMANOR, Toute mise en réseau, reproduction et rediffusion, sous quelque forme que ce soit, même partielle, sont strictement interdites.

Avant-Propos National

L'Institut Marocain de Normalisation (IMANOR) est l'Organisme National de Normalisation. Il a été créé par la Loi N° 12-06 relative à la normalisation, à la certification et à l'accréditation sous forme d'un Etablissement Public sous tutelle du Ministère chargé de l'Industrie et du Commerce.

Les normes marocaines sont élaborées et homologuées conformément aux dispositions de la Loi N° 12-06 susmentionnée.

La présente norme marocaine NM ISO 9013 a été examinée et adoptée par la Commission de Normalisation de Chaudronnerie et Menuiserie Métalliques (037).

Projet de norme marocaine

Sommaire

Page

Avant-propos	iv
1 Domaine d'application	1
2 Références normatives	1
3 Termes et définitions	1
3.1 Généralités.....	1
3.2 Termes et définitions expliqués par des figures.....	2
3.2.1 Termes relatifs au procédé de coupage.....	2
3.2.2 Termes relatifs à la pièce découpée.....	3
3.2.3 Types de coupe.....	4
4 Symboles	8
5 Tolérances de forme et de position	9
6 Détermination de la qualité des faces de coupe	10
6.1 Généralités.....	10
6.2 Mesurage.....	11
6.2.1 Conditions de mesurage.....	11
6.2.2 Points de mesurage.....	11
6.2.3 Méthode.....	12
7 Qualité de la face de coupe	13
7.1 Valeurs caractéristiques.....	13
7.2 Champs de mesurage.....	13
7.2.1 Généralités.....	13
7.2.2 Tolérances de perpendicularité ou d'angularité, <i>u</i>	13
7.2.3 Hauteur moyenne du profil, <i>Rz5</i>	14
8 Tolérances dimensionnelles	17
8.1 Généralités.....	17
8.2 Tolérances dimensionnelles pour des parties non usinées après coupage.....	20
8.3 Tolérances dimensionnelles pour des parties usinées après coupage.....	20
8.3.1 Généralités.....	20
8.3.2 Tolérances d'usinage.....	21
9 Désignation	21
10 Informations dans les documents techniques	22
10.1 Indication des dimensions.....	22
10.2 Indication de la qualité de la face de coupe et de la classe de tolérance.....	22
10.2.1 Sur les dessins techniques.....	22
10.2.2 Cartouches de documents techniques.....	22
Annexe A (informative) Qualités de coupe pouvant être obtenues avec différents procédés de coupage	23
Annexe B (informative) Coupage thermique — Principe des procédés	28
Bibliographie	31

ISO 9013:2017(F)

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 (IEC) en ce qui concerne la normalisation électrotechnique.

Les procédures utilisées pour élaborer le présent document et celles destinées à sa mise à jour sont décrites dans les Directives ISO/IEC, Partie 1. Il convient, en particulier de prendre note des différents critères d'approbation requis pour les différents types de documents ISO. Le présent document a été rédigé conformément aux règles de rédaction données dans les Directives ISO/IEC, Partie 2 (voir www.iso.org/directives).

L'attention est appelée sur le fait que certains des éléments du présent document peuvent faire l'objet de droits de propriété intellectuelle ou de droits analogues. L'ISO ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété et averti de leur existence. Les détails concernant les références aux droits de propriété intellectuelle ou autres droits analogues identifiés lors de l'élaboration du document sont indiqués dans l'Introduction et/ou dans la liste des déclarations de brevets reçues par l'ISO (voir www.iso.org/brevets).

Les appellations commerciales éventuellement mentionnées dans le présent document sont données pour information, par souci de commodité à l'intention des utilisateurs et ne sauraient constituer un engagement.

Pour une explication de la signification des termes et expressions spécifiques de l'ISO liés à l'évaluation de la conformité, ou pour toute information au sujet de l'adhésion de l'ISO aux principes de l'Organisation mondiale du commerce (OMC) concernant les obstacles techniques au commerce (OTC) voir le lien suivant: www.iso.org/iso/fr/foreword.html.

Le comité chargé de l'élaboration du présent document est l'ISO/TC 44, *Soudage et techniques connexes*, sous-comité SC 8, *Matériel pour le soudage au gaz, le coupage et les techniques connexes*.

Cette troisième édition annule et remplace la deuxième édition (ISO 9013:2002), dont elle constitue une révision technique.

Il convient d'adresser les demandes d'interprétation officielles de l'un des aspects du présent document au Secrétariat de l'ISO/TC 44/SC 8 via l'organisme de normalisation national. Pour une liste complète de ces organismes, consulter le site www.iso.org.

Coupage thermique — Classification des coupes thermiques — Spécification géométrique des produits et tolérances relatives à la qualité

1 Domaine d'application

Le présent document traite des spécifications géométriques des produits et des tolérances relatives à la qualité pour la classification des coupes thermiques dans les matériaux aptes au coupage à la flamme, au coupage plasma et au coupage laser. Elle est applicable aux coupes à la flamme de 3 mm à 300 mm, aux coupes au plasma de 0,5 mm à 150 mm et aux coupes au laser de 0,5 mm à 32 mm.

Les spécifications géométriques des produits sont applicables lorsqu'il est fait référence au présent document sur les dessins ou les documents pertinents, par exemple les conditions de livraison. Si le présent document s'appliquait exceptionnellement à des parties produites par d'autres procédés de coupage, cela nécessiterait l'objet d'un accord particulier.

Les défauts de planéité ne sont pas traités en tant que tels dans ce document. Les références sont à des normes en vigueur pour les matériaux utilisés.

2 Références normatives

Les documents suivants cités dans le texte constituent, pour tout ou partie de leur contenu, des exigences du présent document. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

ISO 1302:2002, *Spécification géométrique des produits (GPS) — Indication des états de surface dans la documentation technique de produits*

ISO 3274, *Spécification géométrique des produits (GPS) — État de surface: Méthode du profil — Caractéristiques nominales des appareils à contact (palpeur)*

ISO 4288:1996, *Spécification géométrique des produits (GPS) — État de surface: Méthode du profil — Règles et procédures pour l'évaluation de l'état de surface*

ISO 8015, *Spécification géométrique des produits (GPS) — Principes fondamentaux — Concepts, principes et règles*

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions suivants s'appliquent.

L'ISO et l'IEC maintiennent des bases de données terminologiques pour utilisation en normalisation aux adresses suivantes:

- IEC Electropedia: <http://www.electropedia.org/>
- ISO Online browsing platform: <http://www.iso.org/obp>

3.1 Généralités

3.1.1

coupage

opération de découpe de la pièce

ISO 9013:2017(F)

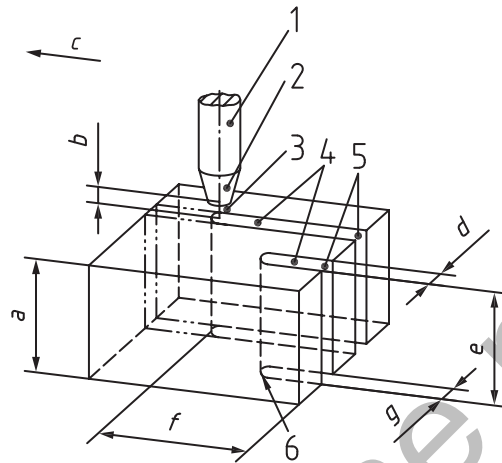
3.1.2
coupe

résultat du coupage

3.2 Termes et définitions expliqués par des figures

NOTE La [Figure 1](#) illustre les termes relatifs au procédé de coupage de la pièce après que le processus de coupage a été amorcé; la [Figure 2](#) illustre les termes relatifs à la pièce finie. La [Figure 3](#) illustre une coupe rectiligne et la [Figure 4](#) une coupe curviligne.

3.2.1 Termes relatifs au procédé de coupage

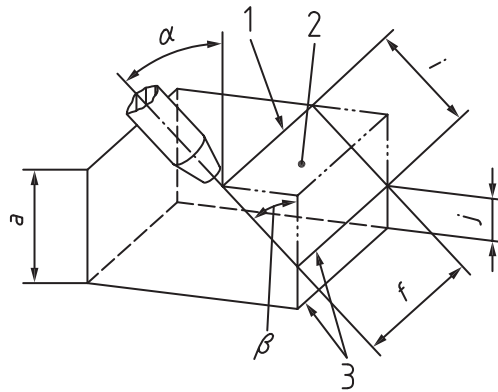


Légende

- | | | | |
|---|----------------------------------|---|---|
| 1 | chalumeau/torche/tête de coupage | a | épaisseur de la pièce |
| 2 | buse ou tuyère | b | distance buse ou tuyère |
| 3 | faisceau/flammme/arc | c | sens du coupage |
| 4 | saignée | d | largeur de la saignée côté face d'attaque |
| 5 | point d'amorçage de la coupe | e | épaisseur de la coupe |
| 6 | fin de la coupe | f | longueur de la coupe |
| | | g | largeur de la saignée côté dégagement |
| | | h | direction de coupage |

Figure 1 — Termes relatifs au procédé de coupage de la pièce

3.2.2 Termes relatifs à la pièce découpée

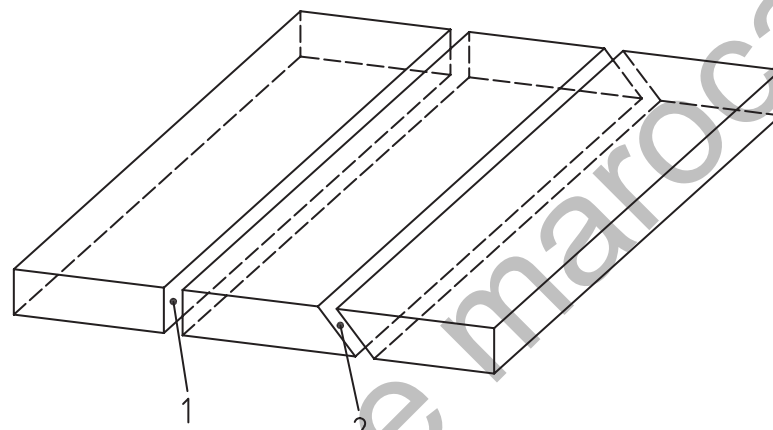
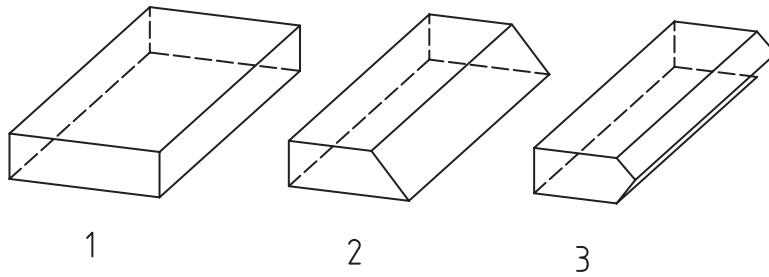


Légende

- 1 arête supérieure de la coupe
- 2 face de coupe
- 3 arête inférieure de la coupe
- a épaisseur de la pièce
- i épaisseur de la coupe
- j hauteur du méplat (ou talon)
- f longueur de la coupe
- α angle théorique du chalumeau/torche
- β angle de coupe

Figure 2 — Termes relatifs à la pièce finie

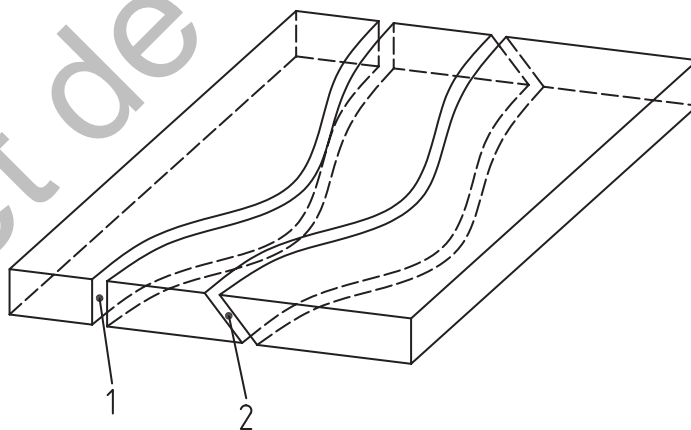
3.2.3 Types de coupe



Légende

- 1 coupe d'équerre
- 2 coupe en biseau
- 3 coupe en biseau (double)

Figure 3 — Coupes rectilignes



Légende

- 1 coupe d'équerre
- 2 coupe en biseau

Figure 4 — Coupes curvilignes

3.3**vitesse de coupage**

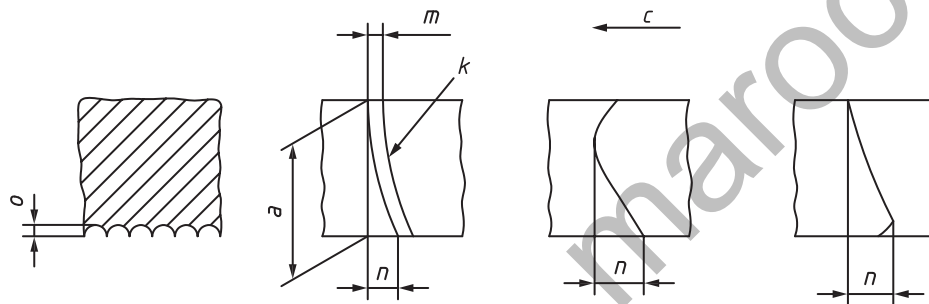
longueur de coupe effectuée par unité de temps

3.4**largeur de la saignée**

largeur de coupe produite pendant le procédé de coupage à l'arête supérieure de coupe ou, en présence d'une fusion de l'arête supérieure, telle qu'elle résulte du jet de coupe

3.5**retard** n

distance projetée entre les deux arêtes d'une strie dans le sens du coupage

Note 1 à l'article: Voir [Figure 5](#).**Légende**

- a épaisseur de la pièce (ligne de référence)
- c sens du coupage
- k strie
- m pas des stries
- n retard
- o profondeur de la rainure

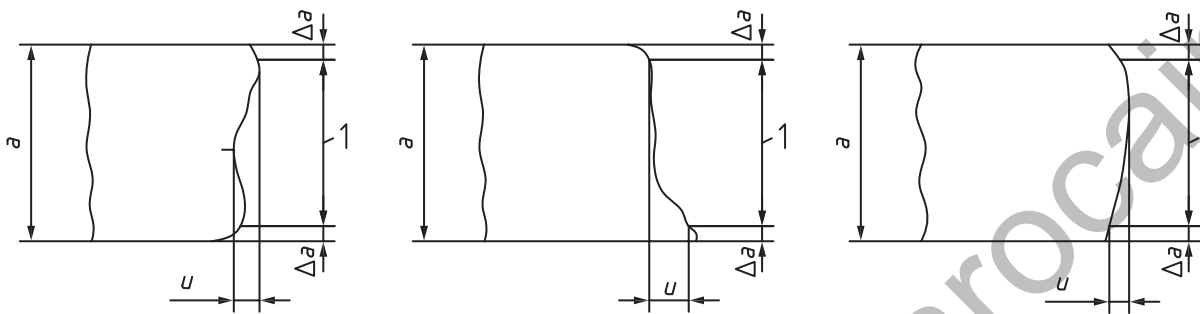
Figure 5 — Strie

ISO 9013:2017(F)

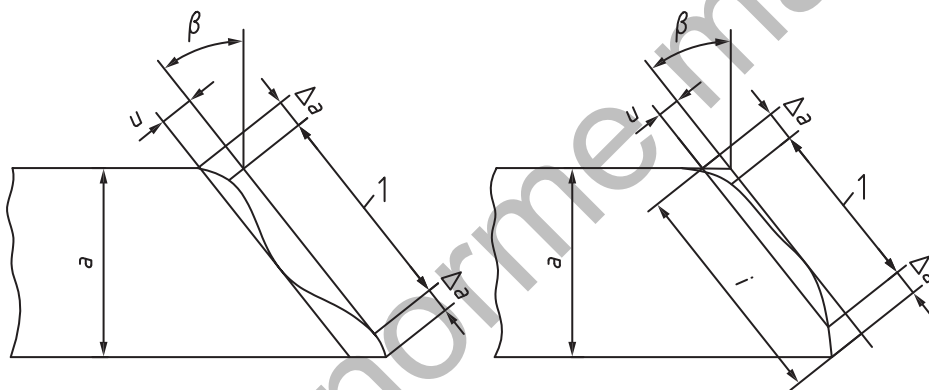
3.6 tolérance de perpendicularité ou d'angularité

u
distance entre deux droites parallèles (tangentes) entre lesquelles le profil de la face de coupe s'inscrit, et dans l'angle de coupe théorique (par exemple 90° si coupe d'équerre)

Note 1 à l'article: La tolérance de perpendicularité ou d'angularité comprend non seulement les écarts de perpendicularité, mais aussi de planéité. La [Figure 6](#) illustre les zones de la face de coupe à considérer pour mesurer la tolérance de perpendicularité ou d'inclinaison *u*, selon les différents procédés de coupage utilisés.



a) Coupe d'équerre



b) Coupe en biseau

Légende

- 1 distance pour calculer l'aire de détermination de tolérance de perpendicularité ou d'angularité
- a* épaisseur de pièce
- Δa réduction d'épaisseur
- i* épaisseur de coupe
- u* tolérance de perpendicularité ou d'angularité
- β angle de coupe

NOTE L'aire de détermination de tolérance de perpendicularité ou d'angularité est déterminée en multipliant la distance 1 avec la longueur de coupe (voir [Figure 2](#)).

Figure 6 — Tolérances de perpendicularité et d'angularité

3.7 hauteur d'un élément du profil

Zt
somme de la hauteur de la saillie et de la profondeur du creux de l'élément du profil

[SOURCE: ISO 4287:2009, définition 3.2.12]

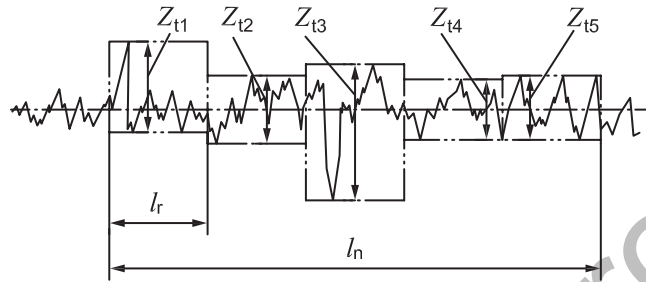
3.8
hauteur moyenne du profil

Rz5

moyenne arithmétique des éléments de profil isolés de cinq distances de mesure contiguës

Note 1 à l'article: Voir [Figure 7](#).

Note 2 à l'article: Le chiffre 5 pour *Rz5* a été ajouté pour distinguer la moyenne arithmétique et la hauteur maximale de profil des cinq éléments de profil isolés.



Légende

- Z_{t1} à Z_{t5} éléments de profil isolés
- l_n longueur d'évaluation
- l_r longueur de base isolée (1/5 de l_n)

Figure 7 — Hauteur moyenne du profil

3.9
fusion de l'arête supérieure

r

dimension caractérisant la forme de l'arête supérieure d'une coupe

Note 1 à l'article: Cette dernière peut être une arête vive, une fusion d'arête ou une arête en saillie.

Note 2 à l'article: Voir [Figure 8](#).

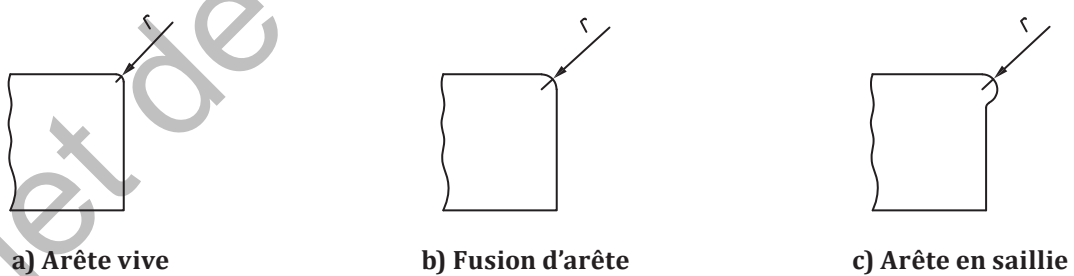


Figure 8 — Fusion

3.10
bavure
scorie

résidu métallique adhérent à la partie basse de la coupe

Note 1 à l'article: Création, lors du procédé de découpe thermique, d'une micro-bavure adhérente à la pièce découpée liée aux oxydes ou projections d'acier en fusion qui viennent goutter et se solidifier sur l'arête inférieure de la pièce (voir [Figure 9](#)).

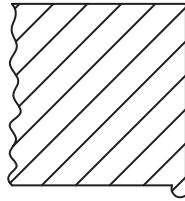
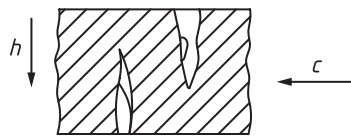


Figure 9 — Bavure/scorie

3.11 affouillement

encoches ou saignées de largeur, de profondeur et de forme irrégulières, préférablement dans le sens de l'épaisseur de la coupe, qui affectent une face de coupe qui est normalement uniforme

Note 1 à l'article: Voir [Figure 10](#).



Légende

h sens de l'épaisseur de la coupe

c sens du coupage

Figure 10 — Affouillements

3.12 amorce de découpe

point de la pièce où commence la coupe

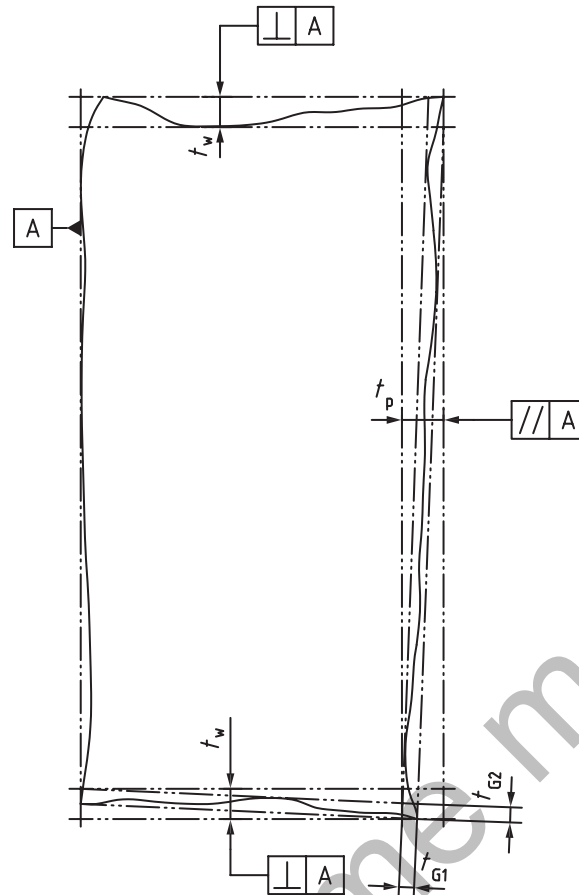
4 Symboles

Symbole	Terme
<i>a</i>	épaisseur de la pièce
Δa	réduction d'épaisseur
<i>A</i>	dimension d'assemblage
α	angle théorique du chalumeau/torche
<i>b</i>	distance de la buse
<i>B</i>	dimension programmée de la pièce découpée
β	angle de coupe
B_z	tolérance d'usinage
<i>c</i>	sens du coupage
<i>d</i>	largeur de la saignée côté face d'attaque
<i>e</i>	épaisseur de la coupe
<i>f</i>	longueur de la coupe
<i>g</i>	largeur de la saignée côté dégagement
G_o	écart limite supérieur
G_u	écart limite inférieur
<i>h</i>	sens de coupe
<i>i</i>	épaisseur de la coupe

Symbole	Terme
<i>j</i>	hauteur du méplat (ou talon)
<i>k</i>	strie
<i>ln</i>	longueur d'évaluation
<i>lr</i>	longueur de base isolée
<i>m</i>	pas des stries
<i>n</i>	retard
<i>o</i>	profondeur de la rainure
<i>r</i>	fusion de l'arête supérieure
<i>Rz5</i>	hauteur moyenne du profil
<i>t_G</i>	tolérance de rectitude
<i>t_p</i>	tolérance de parallélisme
<i>t_w</i>	tolérance de perpendicularité
<i>u</i>	tolérance de perpendicularité ou d'angularité
<i>Zt</i>	hauteur d'un élément du profil

5 Tolérances de forme et de position

La [Figure 11](#) montre les écarts maximums dans le champ de tolérance.



Légende

- t_w tolérance de perpendicularité (voir ISO 1101) pour la largeur de coupe par rapport à A
 t_p tolérance de parallélisme (voir ISO 1101) pour la largeur de coupe par rapport à A au niveau de la tôle
 t_{G1} tolérance de rectitude (voir ISO 1101) pour la longueur de coupe
 t_{G2} tolérance de rectitude (voir ISO 1101) pour la largeur de coupe

Figure 11 — Tolérances de forme et de position de la saignée, illustrées par l'exemple d'une tôle

6 Détermination de la qualité des faces de coupe

6.1 Généralités

Voir les [Tableaux 1](#) et [2](#).

Tableau 1 — Instruments de mesure de précision

Symbole	Limites d'erreurs	Instruments de mesure de précision	
		Exemples	
<i>u</i>	0,02 mm	Dispositif de guidage dans le sens de l'épaisseur de coupe et de l'angle nominal avec comparateur Angle de l'aiguille du palpeur ≤ 90° Rayon de l'aiguille du palpeur ≤ 0,1 mm	
<i>Rz5</i>	0,002 mm	Instrument de mesure de précision, par exemple instrument électrique à palpeur-aiguille pour une exploration continue dans le sens du coupage	
<i>n</i>	0,05 mm	Microscope de mesurage à réticule et platine avec de bonnes possibilités de réglage	
<i>r</i>	0,05 mm	Dispositif spécial pour explorer le profil de l'arête de coupe supérieure avec un comparateur	
Rectitude	0,2 mm	Corde à piano de diamètre maximum 0,5 mm, jauge d'épaisseur	

Tableau 2 — Instruments de mesure approximative

Symbole	Limites d'erreurs	Instruments de mesure approximative	
		Exemples	
<i>u</i>	0,1 mm	Équerre butée (équerre d'atelier ayant un degré de précision 1 ou 2), pour les coupes en biseau: jauge à biseaux ou triangle réglé à l'angle nominal du biseau de la coupe ou à l'angle d'inclinaison; pour cette application: jauge de profondeur à pointe, fil de mesure, jauge d'épaisseur	
<i>Rz5</i>	—	—	
<i>n</i>	0,2 mm	Équerre butée (équerre d'atelier), pour les coupes en biseau: fausse équerre ou triangle; pour cette application: pied à coulisse à vernier ou règle graduée à vernier. Jauge à biseaux avec table de conversion de l'angle de retard en longueur de retard	
<i>r</i>	0,1 mm	Jauge convexe (jauge de rayons)	
Rectitude	0,2 mm	Corde à piano de diamètre maximum 0,5 mm, jauge d'épaisseur	

Les conditions de mesurage, points de mesurage et les méthodes permettant de déterminer et d'évaluer les caractéristiques des faces de coupe doivent être conformes au [6.2](#).

6.2 Mesurage

6.2.1 Conditions de mesurage

Les mesures doivent être effectuées sur des faces de coupe brossées, débarrassées d'oxydes, en dehors des zones comportant des défauts.

Les côtés supérieur et inférieur de la pièce découpée sont pris comme éléments de référence. Ces côtés doivent être réguliers et propres.

La rectitude est définie comme la distance minimale entre la droite de mesurage et la surface réelle (voir ISO 1101).

6.2.2 Points de mesurage

6.2.2.1 Généralités

Le nombre et les emplacements des points de mesurage dépendent de la forme et des dimensions de la pièce, parfois également de l'utilisation envisagée.

ISO 9013:2017(F)

Les faces de coupe sont classées dans les champs de tolérance en fonction des valeurs maximales mesurées. Les points de mesure doivent donc être situés dans les zones où les valeurs mesurées maximales sont prévues. Lors du choix des points de mesure, une attention particulière doit être accordée au fait que les valeurs maximales de la hauteur moyenne du profil et des tolérances de perpendicularité ou d'angularité peuvent être trouvées en différents points de la coupe. Si des valeurs mesurées se trouvent à la limite inférieure d'un champ de tolérance, il convient d'effectuer des mesures complémentaires, compte tenu de l'incertitude liée au choix visuel du point pour lequel la valeur mesurée maximale est prévue. Si les valeurs mesurées se trouvent à la limite supérieure du champ de tolérance, ou si des doutes existent quant à certaines mesures, des mesures supplémentaires doivent être effectuées en utilisant le même nombre de points que pour les mesures complémentaires.

6.2.2.2 Nombre de points de mesure

Le nombre et l'emplacement des points de mesure doivent être définis par le fabricant.

Si aucune exigence n'est spécifiée, effectuer:

u deux fois trois mesures à une distance de 20 mm chacune sur chaque mètre de coupe;

$Rz5$ une fois une mesure sur chaque mètre de coupe.

6.2.2.3 Emplacements des points de mesure

Seule la valeur caractéristique des tolérances de perpendicularité ou d'angularité u sera déterminée dans une zone limitée de la face de coupe. La zone doit être diminuée, dans les parties supérieure et inférieure de la face de coupe, d'une dimension Δa conformément au [Tableau 3](#) (voir [Figure 6](#)).

NOTE La réduction du profil de la face de coupe est justifiée par le fait que l'on tient compte de la fusion de l'arête supérieure.

Tableau 3 — Dimensions de Δa

Épaisseur de coupe, a mm	Δa mm
≤ 3	$0,1a$
$> 3 \leq 6$	0,3
$> 6 \leq 10$	0,6
$> 10 \leq 20$	1
$> 20 \leq 40$	1,5
$> 40 \leq 100$	2
$> 100 \leq 150$	3
$> 150 \leq 200$	5
$> 200 \leq 250$	8
$> 250 \leq 300$	10

La valeur caractéristique de la hauteur moyenne du profil $Rz5$ doit être déterminée dans une zone limitée de la face de coupe et la hauteur moyenne du profil $Rz5$ doit être mesurée à 15 mm de la longueur de coupe dans le sens du coupage. Le mesurage doit être effectué conformément à l'ISO 4288 au point de rugosité maximale de l'épaisseur coupée, avec un appareil conforme à l'ISO 3274.

6.2.3 Méthode

Les valeurs caractéristiques relatives aux faces de coupe seront déterminées, selon le type de mesure, à l'aide des instruments correspondants donnés dans les [Tableaux 1](#) et [2](#).

La hauteur moyenne du profil $Rz5$ doit être mesurée à 15 mm de la longueur de coupe dans le sens du coupage. Le mesurage sera effectué conformément à l'ISO 4288 avec un appareil conforme à l'ISO 3274.

Si un fil de mesurage ou un capteur pour mesurage approximatif des tolérances de perpendicularité ou d'angularité ne peuvent pas être introduits dans l'interstice entre la fausse équerre et la face de coupe, une jauge de profondeur à pointe doit être utilisée. Dans le cas d'une fusion d'arêtes avec projection laissée en l'état, cette dernière sera prise en considération dans les tolérances de perpendicularité ou d'angularité.

Pour des épaisseurs de coupe inférieures à 2 mm, la méthode de mesure à utiliser pour déterminer les tolérances de perpendicularité et d'angularité doit faire l'objet d'un accord particulier.

Pour des épaisseurs de coupe inférieures à 2 mm, le mesurage de $Rz5$ est effectué à la moitié de l'épaisseur en partant de l'arête supérieure.

En ce qui concerne les procédés de coupage thermique, la face de perçage et/ou la section d'amorce de la coupe seront exclues des mesures. Il en va de même pour la fin de la coupe.

7 Qualité de la face de coupe

7.1 Valeurs caractéristiques

La qualité des faces de coupe de matériaux découpés par un procédé thermique est décrite par les valeurs caractéristiques suivantes:

- a) tolérance de perpendicularité ou tolérance d'angularité, u ;
- b) hauteur moyenne du profil $Rz5$.

Les valeurs caractéristiques suivantes peuvent être utilisées en complément:

- retard, n ;
- fusion de l'arête supérieure, r ;
- présence éventuelle de scories ou de gouttes fondues à l'arête inférieure.

7.2 Champs de mesurage

7.2.1 Généralités

Pour la qualité, les champs des tolérances de perpendicularité ou d'angularité, u , ainsi que de la hauteur moyenne du profil $Rz5$, doivent être indiqués dans l'ordre $u, Rz5$. Si aucune valeur n'est fixée, «0» (zéro) doit être indiqué.

Les défauts isolés, tels que les affouillements, la formation inévitable de gouttes fondues à l'arête inférieure, au point d'amorçage de la coupe ou bien des restes d'oxydes sur la face de coupe, n'ont pas été pris en considération pour définir les valeurs de qualité du présent document.

Dans le cas de coupes à chanfreins multiples destinées, par exemple, à des joints en Y, en X ou en K (voir l'ISO 2553), chaque face de coupe doit être évaluée séparément.

7.2.2 Tolérances de perpendicularité ou d'angularité, u

Les champs des tolérances de perpendicularité ou d'angularité, u , sont présentés dans le [Tableau 4](#) et à la [Figure 12](#).

Tableau 4 — Tolérances de perpendicularité ou d'angularité, u

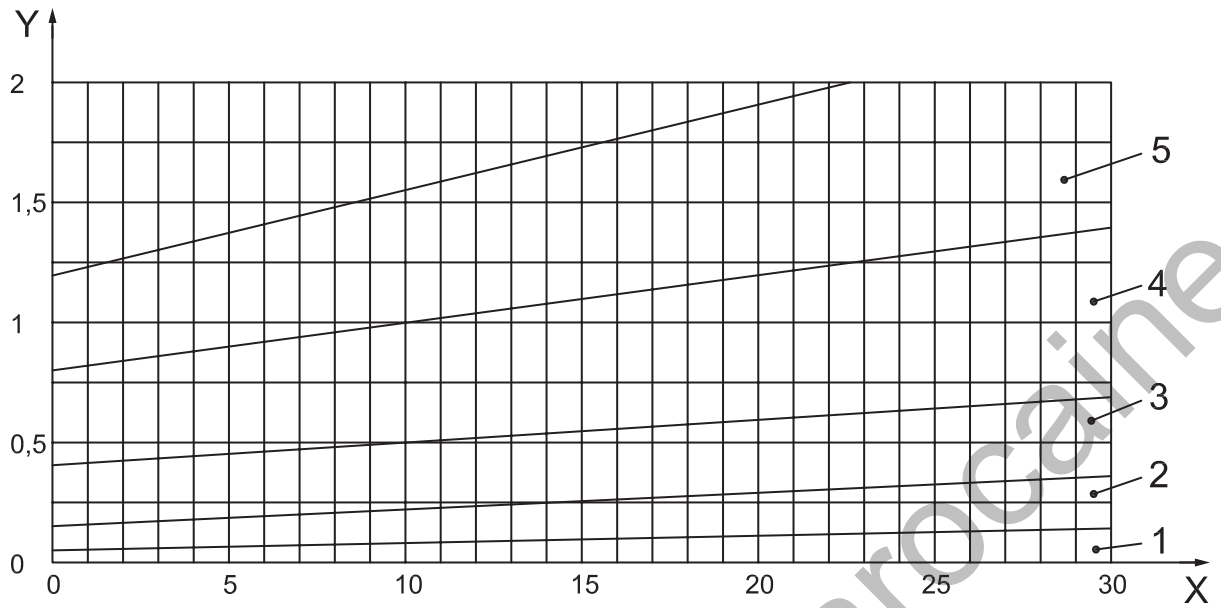
Champ	Tolérances de perpendicularité ou d'angularité, u
	mm
1	$0,05 + 0,003 a$
2	$0,15 + 0,007 a$
3	$0,4 + 0,01 a$
4	$0,8 + 0,02 a$
5	$1,2 + 0,035 a$

7.2.3 Hauteur moyenne du profil, $Rz5$

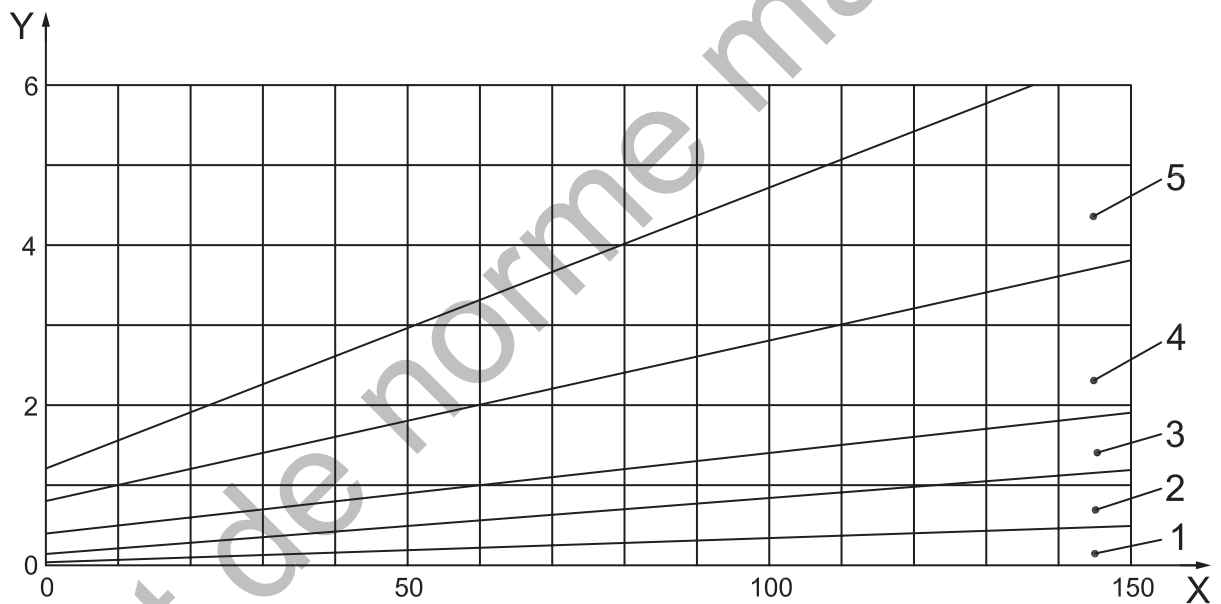
Les champs de la hauteur moyenne du profil $Rz5$ sont indiqués dans le [Tableau 5](#) et à la [Figure 13](#).

Tableau 5 — Hauteur moyenne du profil, $Rz5$

Champ	Hauteur moyenne du profil, $Rz5$
	μm
1	$10 + (0,6 a \text{ mm})$
2	$40 + (0,8 a \text{ mm})$
3	$70 + (1,2 a \text{ mm})$
4	$110 + (1,8 a \text{ mm})$



a) Tolérances de perpendicularité ou d'angularité, u (pièces jusqu'à 30 mm d'épaisseur)



b) Tolérances de perpendicularité ou d'angularité, u (pièces jusqu'à 150 mm d'épaisseur)

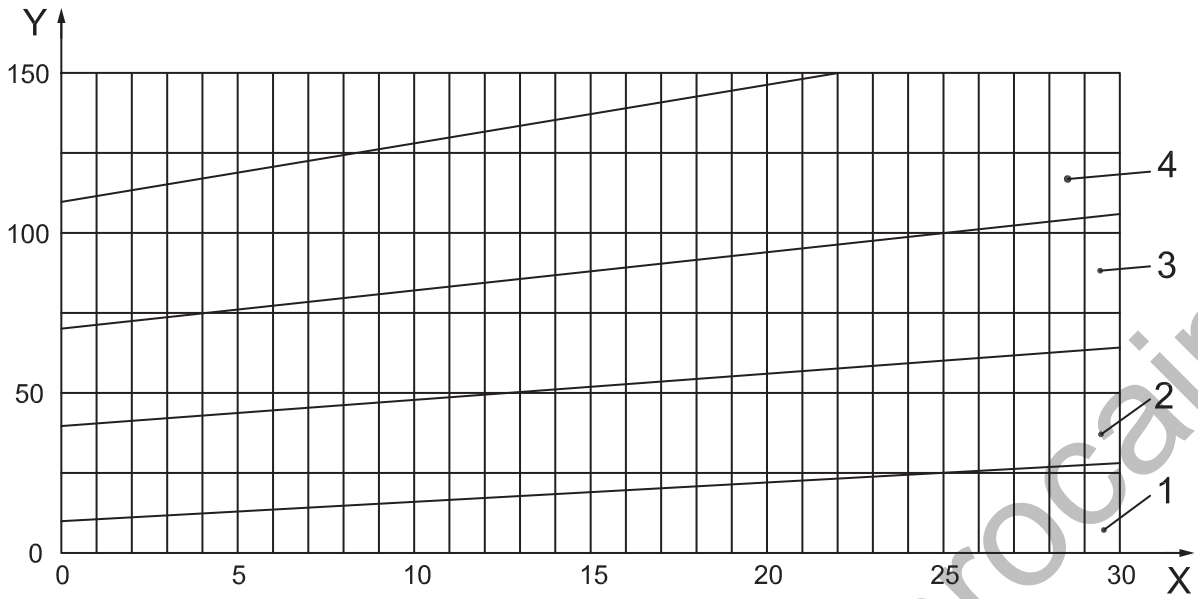
Légende

1 à 5 champ (voir [Tableau 4](#))

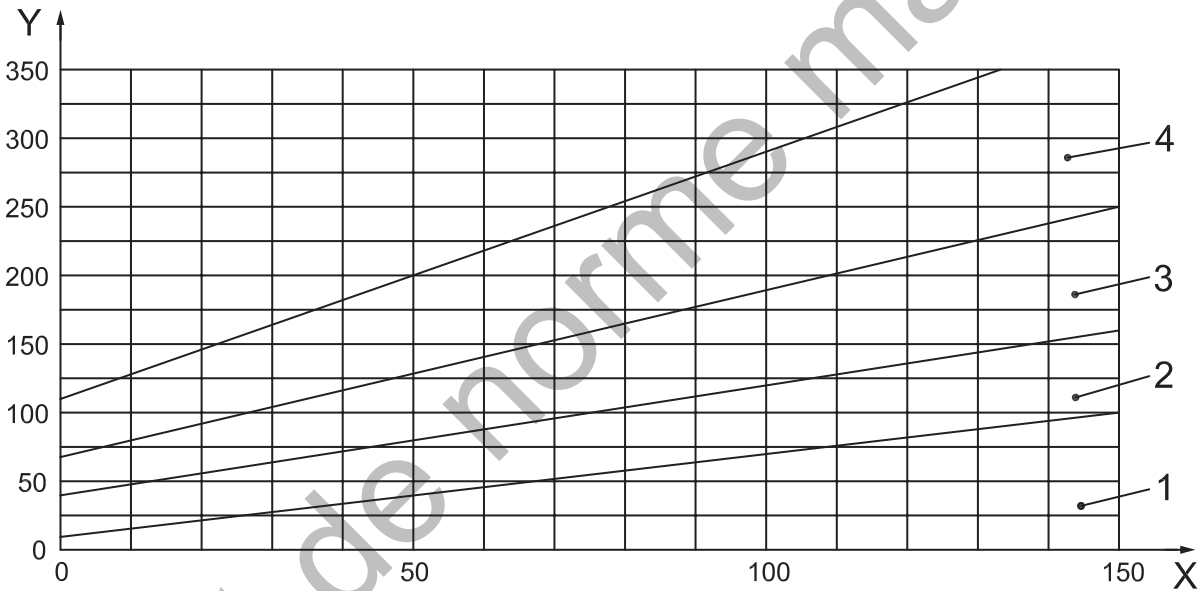
X épaisseur de coupe, e , en mm

Y tolérances de perpendicularité ou d'angularité, u , en mm

Figure 12 — Tolérances de perpendicularité ou d'angularité, u



a) Hauteur moyenne du profil, *Rz5* (pièces jusqu'à 30 mm d'épaisseur)



b) Hauteur moyenne du profil, *Rz5* (pièces jusqu'à 150 mm d'épaisseur)

Légende

1 à 4 champ (voir [Tableau 5](#))

X épaisseur de coupe, *e*, en mm

Y hauteur moyenne du profil, *Rz5*

Figure 13 — Hauteur moyenne du profil, *Rz5*

8 Tolérances dimensionnelles

8.1 Généralités

Les dimensions indiquées sur les dessins doivent être considérées comme des dimensions nominales, les dimensions réelles étant déterminées sur les surfaces propres de la coupe. Les écarts limites spécifiés dans les [Tableaux 6](#) et [7](#) doivent s'appliquer aux dimensions sans indication de tolérances, lorsqu'il est fait référence au présent document sur les dessins ou dans d'autres documents (par exemple conditions de livraison).

Ils ne sont applicables qu'à des coupes exécutées à la flamme ou au plasma sur des pièces dont le rapport longueur/largeur ne dépasse pas 4:1 et dont les longueurs de coupe (circonférence) sont d'au moins 350 mm.

Pour les pièces découpées à la flamme ou au plasma, ayant un rapport longueur/largeur supérieur à 4:1, les écarts limites doivent être spécifiés par le fabricant conformément aux principes énoncés dans le présent document.

En coupage laser, les tolérances dimensionnelles pouvant être respectées dépendent essentiellement du rapport longueur/largeur, de la géométrie et des conditions de traitement préalable de la pièce.

Les catégories données ne s'appliquent pas au point d'amorçage de la coupe ni à la fin de la coupe et peut uniquement être réalisé avec des machines entretenues et du personnel qualifié.

Les catégories de matériaux et la température de la tôle en comparaison avec la température de la machine nécessite d'être acceptable pour répondre aux exigences de l'allongement ou de la contraction permise du matériau, par exemple, en raison de l'allègement des contraintes résiduelles et l'allongement thermique lors de la coupe.

Si nécessaire, les écarts limites peuvent faire l'objet d'un accord particulier.

Les écarts limites relatifs à la qualité de la face de coupe (tolérances de perpendicularité ou d'angularité) sont traités séparément des écarts limites concernant les dimensions de la pièce afin de mettre l'accent sur les différentes influences exercées sur la pièce.

NOTE Les écarts limites n'incluent pas les écarts de perpendicularité ou d'angularité. Étant donné que les définitions des écarts limites sont basées sur le principe d'indépendance, il a été jugé superflu de rappeler ce fait par une indication supplémentaire de la tolérance selon l'ISO 8015 sur les dessins. Cela évite tout malentendu quant à une possible élimination du principe d'indépendance en l'absence de référence à l'ISO 8015.

Si d'autres tolérances de forme et de position doivent être respectées, par exemple des tolérances de rectitude, des tolérances de perpendicularité dans le sens de la longueur de coupe et de la largeur de coupe, elles doivent faire l'objet d'un accord particulier.

Tableau 6 — Ecartis limites pour les dimensions nominales de classe de tolérance 1

Dimensions en millimètres

Épaisseur de la pièce, a	Dimensions nominales													
	> 0 à < 3	≤ 3 à < 10	≤ 10 à < 35	≥ 35 à < 125	≥ 125 à < 315	≥ 315 à < 1 000	≥ 1 000 à < 2 000	≥ 2 000 à < 4 000	≥ 4 000 à < 6 000	≥ 6 000 à < 8 000				
	Ecartis limites													
> 0 à ≤ 1	±0,075	±0,10	±0,10	±0,20	±0,20	±0,20	±0,20	±0,30	±0,30	±0,40	±0,40	±0,65	±0,90	±1,60
> 1 à ≤ 3,15	±0,10	±0,15	±0,20	±0,25	±0,25	±0,25	±0,25	±0,35	±0,35	±0,40	±0,40	±0,65	±1,00	±1,75
> 3,15 à ≤ 6,3	±0,20	±0,20	±0,25	±0,25	±0,25	±0,30	±0,30	±0,40	±0,40	±0,45	±0,45	±0,70	±1,10	±1,90
> 6,3 à ≤ 10	—	±0,25	±0,30	±0,30	±0,30	±0,35	±0,40	±0,45	±0,45	±0,55	±0,55	±0,75	±1,25	±2,20
> 10 à ≤ 15	—	±0,30	±0,35	±0,40	±0,40	±0,40	±0,45	±0,55	±0,55	±0,65	±0,65	±0,85	±1,50	±2,50
> 15 à ≤ 20	—	±0,40	±0,40	±0,45	±0,45	±0,45	±0,55	±0,75	±0,75	±0,85	±0,85	±1,2	±1,90	±2,80
> 20 à ≤ 25	—	±0,45	±0,50	±0,60	±0,60	±0,60	±0,70	±0,90	±0,90	±1,10	±1,10	±1,60	±2,40	±3,25
> 25 à ≤ 32	—	—	±0,70	±0,70	±0,70	±0,70	±0,80	±1,0	±1,0	±1,6	±1,6	±2,25	±3,00	±4,00
> 32 à ≤ 50	—	—	±0,7	±0,70	±0,70	±0,7	±0,8	±1,0	±1,0	±1,6	±1,6	±2,5	±3,8	±5,0
> 50 à ≤ 100	—	—	±1,3	±1,3	±1,3	±1,3	±1,4	±1,7	±1,7	±2,2	±2,2	±3,1	±4,4	±5,6
> 100 à ≤ 150	—	—	±1,9	±2,0	±2,0	±2,0	±2,1	±2,3	±2,3	±2,9	±2,9	±3,8	±5,1	±6,3
> 150 à ≤ 200	—	—	±2,6	±2,7	±2,7	±2,7	±2,7	±3,0	±3,0	±3,6	±3,6	±4,5	±5,7	±7,0
> 200 à ≤ 250	—	—	—	—	—	—	—	±3,7	±3,7	±4,2	±4,2	±5,2	±6,4	±7,7
> 250 à ≤ 300	—	—	—	—	—	—	—	±4,4	±4,4	±4,9	±4,9	±5,9	±7,1	±8,4

Tableau 7 — Ecartis limites pour les dimensions nominales de classe de tolérance 2

Dimensions en millimètres

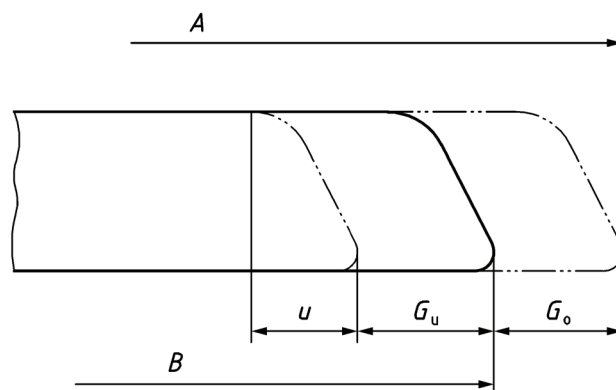
Épaisseur de la pièce a	Dimensions nominales									
	> 0 à < 3	≥ 3 à < 10	≥ 10 à < 35	≥ 35 à < 125	≥ 125 à < 315	≥ 315 à < 1 000	≥ 1 000 à < 2 000	≥ 2 000 à < 4 000	≥ 4 000 à < 6 000	≥ 6 000 à < 8 000
	Ecartis limites									
> 0 à ≤ 1	±0,5	±0,6	±0,6	±0,7	±0,7	±0,8	±0,9	±0,9	—	—
> 1 à ≤ 3,15	±0,6	±0,6	±0,7	±0,7	±0,8	±0,9	±1,1	±1,1	±1,4	±1,4
> 3,15 à ≤ 6,3	±0,7	±0,8	±0,9	±0,9	±1,1	±1,2	±1,3	±1,3	±1,6	±1,6
> 6,3 à ≤ 10	—	±1	±1,1	±1,3	±1,4	±1,5	±1,6	±1,7	±1,9	±2
> 10 à ≤ 15	—	±1,8	±1,8	±1,8	±1,9	±2,3	±3	±4,2	±4,3	±4,5
> 15 à ≤ 20	—	±1,8	±1,8	±1,8	±1,9	±2,3	±3	±4,2	±4,3	±4,5
> 20 à ≤ 25	—	±1,8	±1,8	±1,8	±1,9	±2,3	±3	±4,2	±4,3	±4,5
> 25 à ≤ 32	—	±1,8	±1,8	±1,8	±1,9	±2,3	±3	±4,2	±4,3	±4,5
> 32 à ≤ 50	—	±1,8	±1,8	±1,8	±1,9	±2,3	±3	±4,2	±4,3	±4,5
> 50 à ≤ 100	—	—	±2,5	±2,5	±2,6	±3	±3,7	±4,9	±5,3	±5,6
> 100 à ≤ 150	—	—	±3,2	±3,3	±3,4	±3,7	±4,4	±5,7	±6,1	±6,4
> 150 à ≤ 200	—	—	±4	±4	±4,1	±4,5	±5,2	±6,4	±6,8	±7,1
> 200 à ≤ 250	—	—	—	—	—	±5,2	±5,9	±7,2	±7,6	±7,9
> 250 à ≤ 300	—	—	—	—	—	±6	±6,7	±7,9	±8,3	±8,6

ISO 9013:2017(F)

8.2 Tolérances dimensionnelles pour des parties non usinées après coupage

8.2.1 La pièce doit être intégrée dans un assemblage. La dimension nominale de la partie à découper résulte de la dimension d'assemblage (= dimension sur les dessins), réduite par l'écart limite (voir [Figure 14](#)). Les dimensions réelles d'une pièce produite par coupage thermique correspondent toujours à la plus grande cote pour les dimensions extérieures et à la plus petite cote pour les dimensions intérieures.

Ce type de tolérance est normalement exigé lors de la préparation de joints soudés, car la pièce doit s'intégrer dans un assemblage.



Légende

- A dimension d'assemblage
- B dimension programmée de la pièce découpée
- G_o écart limite supérieur
- G_u écart limite inférieur
- u tolérance de perpendicularité ou d'angularité
- Δa réduction d'épaisseur

Figure 14 — Tolérances dimensionnelles pour des parties non usinées après coupage

NOTE B résulte du calcul de A, u et G_o .

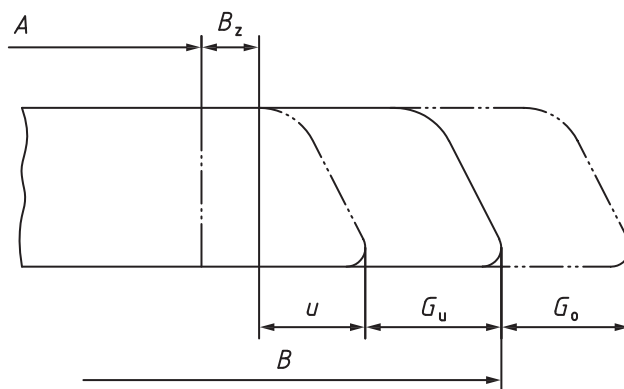
8.2.2 S'il n'est pas nécessaire que la pièce s'intègre dans un assemblage, la dimension nominale de la partie à couper résulte de la dimension d'assemblage A (voir [Figure 15](#)).

8.3 Tolérances dimensionnelles pour des parties usinées après coupage

8.3.1 Généralités

Pour pouvoir respecter les dimensions nominales de la partie terminée, il est nécessaire d'ajouter aux dimensions extérieures des pièces devant être usinées après coupage, une tolérance d'usinage B_z , les tolérances de perpendicularité ou d'angularité, ainsi que l'écart limite inférieur et, pour les dimensions intérieures des pièces devant être usinées après coupage, de soustraire une tolérance d'usinage B_z , les tolérances de perpendicularité ou d'angularité, ainsi que l'écart limite inférieur (voir [Figure 15](#)).

NOTE 1 La quantité de matière à enlever dépend de la tolérance d'usinage, des tolérances de perpendicularité ou d'angularité et de la hauteur moyenne du profil pour le procédé de coupage correspondant.



Légende

- A dimension nominale de la partie terminée
- B dimension nominale de la partie découpée
- B_z tolérance d'usinage
- G_o écart limite supérieur
- G_u écart limite inférieur
- u perpendicularité

Figure 15 — Tolérances dimensionnelles pour des parties usinées après coupage (dimensions extérieures)

NOTE 2 B résulte du calcul de A , B_z , u et G_u (voir texte au-dessus).

8.3.2 Tolérances d'usinage

Si le dessin ne comporte aucune indication de tolérance d'usinage, dans la pratique, une tolérance conforme au [Tableau 8](#) sera appliquée en fonction de l'épaisseur de la tôle.

Tableau 8 — Tolérance d'usinage, B_z

Dimensions en millimètres

Épaisseur de coupe, a	Tolérance d'usinage pour chaque face de coupe, B_z
$\geq 2 \leq 20$	2
$> 20 \leq 50$	3
$> 50 \leq 80$	5
> 80	7

9 Désignation

Une coupe thermique conforme aux exigences du présent document est désignée en listant les éléments suivants dans cet ordre:

- a) «Coupe thermique»;
- b) une référence au présent document, c'est-à-dire ISO 9013:2017;
- c) le numéro de champ choisi pour la tolérance de perpendicularité et d'angularité (1 à 5);
- d) le numéro de champ choisi pour la hauteur moyenne du profil (1 à 4);
- e) le numéro de classe pour les écarts limites de tolérance pour les dimensions nominales (1 à 2).

ISO 9013:2017(F)

EXEMPLE Une coupe thermique conforme au présent document, de champ 3 pour la tolérance de perpendicularité ou d'angularité, de champ 1 pour la hauteur moyenne du profil et de classe 2 pour les écarts limites de tolérance pour les dimensions nominales, est désignée comme suit:

Coupe thermique ISO 9013-132:2017

10 Informations dans les documents techniques

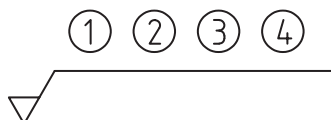
10.1 Indication des dimensions

Les indications des dimensions sur les dessins se rapportent à la pièce coupée. Sur les documents techniques, normes, etc., les symboles dimensionnels selon le présent document doivent être utilisés.

10.2 Indication de la qualité de la face de coupe et de la classe de tolérance

10.2.1 Sur les dessins techniques

Les classes de qualité et de tolérance exigées en coupage thermique doivent être indiquées en utilisant les symboles suivants conformément à l'ISO 1302 (voir [Figure 16](#)):

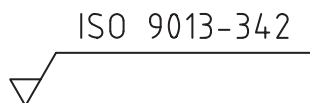


Légende

- 1 indication de l'indice principal du présent document
- 2 indication des tolérances de perpendicularité ou d'angularité, u , conformément au [7.2.2](#)
- 3 indication de la hauteur moyenne du profil $Rz5$, conformément au [7.2.3](#)
- 4 indication de la classe de tolérance conformément à [l'Article 8](#)

Figure 16

EXEMPLE La qualité avec le symbole 34 (champ 3 pour u , champ 4 pour $Rz5$) et la classe 2 pour les écarts limites de tolérances sur les dimensions nominales (voir [Tableau 7](#)) sont exigées.



10.2.2 Cartouches de documents techniques

La qualité de coupe et la classe de tolérance exigées doivent être indiquées de la manière suivante, en mentionnant l'indice principal du présent document.

EXEMPLE La qualité avec le symbole 34 (champ 3 pour u , champ 4 pour $Rz5$) et la classe 2 pour les écarts limites de tolérances sur les dimensions nominales (voir [Tableau 7](#)) sont exigées:

ISO 9013-342

Annexe A (informative)

Qualités de coupe pouvant être obtenues avec différents procédés de coupe

Le présent document définit le principe permettant de décrire la qualité de coupe thermique indépendamment du procédé, par exemple coupage à la flamme, coupage plasma, coupage laser.

Il n'est pas possible d'obtenir n'importe quelle tolérance de qualité ou n'importe quelle spécification géométrique du produit avec n'importe quel procédé et n'importe quel matériau.

En ce qui concerne les procédés de coupe thermique, les qualités types pouvant être obtenues s'appliquent aux catégories de matériaux approuvées et recommandées pour le procédé de coupe utilisé.

Le [Tableau A.1](#) indique les classes types pouvant être obtenues pour les procédés de coupe au laser, à la flamme et le coupage plasma pour les applications types en coupage 2D. Les technologies combinées, tels que le coupage au laser et plasma ou le coupage laser et perforation, doivent être considérés séparément en raison de nouvelles tolérances spécifiques à l'application. Les catégories données qui ne s'appliquent ni au point d'amorçage de la coupe ni à l'extrémité de la coupe, peuvent seulement être obtenues avec des machines entretenues et du personnel qualifié.

Les catégories de matériaux nécessitent d'être acceptable pour répondre aux exigences de l'allongement ou de la contraction permise du matériau, par exemple, en raison de l'allègement des contraintes résiduelles et l'allongement thermique lors de la coupe. Ces effets spécifiques du matériau sur les tolérances en plus de la précision de la machine et du processus doivent toujours être prises en compte lors de l'examen de la classe de tolérance réalisable.

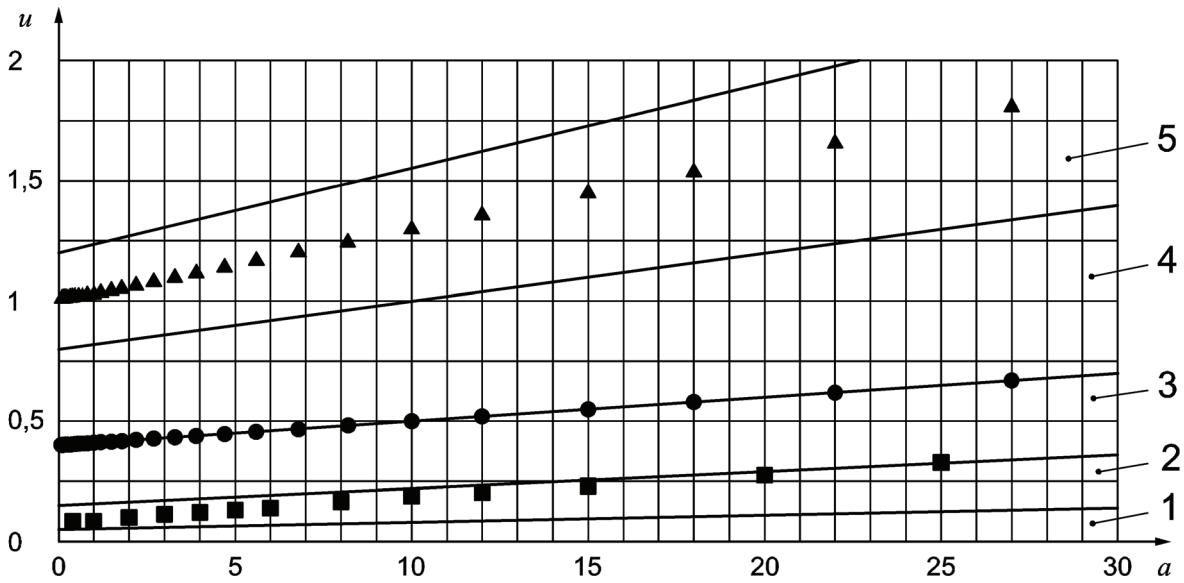
Tableau A.1 — Classes types d'écart limite pouvant être obtenues pour les procédés de coupe

Procédé	Classe
coupage au laser (jusqu'à 32 mm)	1
coupage à la flamme	2
coupage plasma	2

Sur les faces de coupe de pièces en aluminium, en titane, en magnésium et leurs alliages ou en laiton, selon l'alliage, des surfaces granulaires et ondulées sont obtenues sur lesquelles il n'est pas possible de déterminer la hauteur moyenne du profil et de l'évaluer conformément au présent document. Pour l'aluminium et ses alliages, des valeurs environ quatre fois plus élevées que celles mentionnées dans le présent document peuvent être atteintes.

En ce qui concerne le coupage à la flamme et le coupage plasma, les tolérances de perpendicularité ou d'angularité ne s'appliquent pas au point d'amorçage de la coupe, à l'extrémité de la coupe, aux faibles rayons et aux angles aigus.

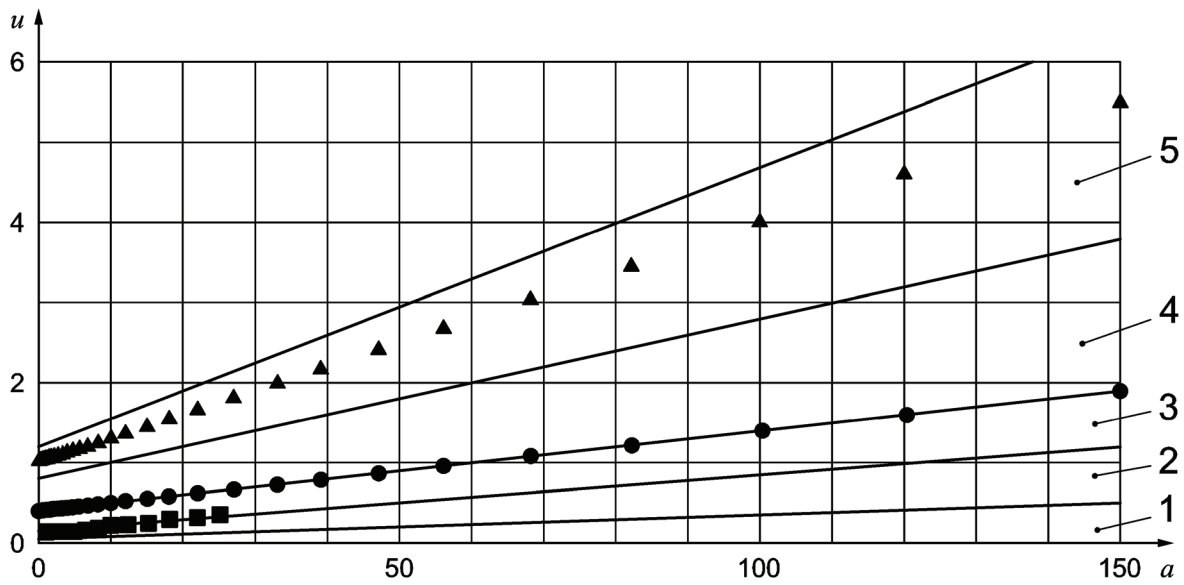
Les [Figures A.1](#) à [A.4](#) présentent les qualités moyennes en acier doux pouvant être obtenues avec les différents procédés d'oxycoupage mentionnés. Néanmoins, des qualités sensiblement différentes peuvent être obtenues en fonction des conditions de service, de la technologie utilisée et de la catégorie des matériaux.



Légende

- 1 à 5 champ (voir [Tableau 5](#))
- a épaisseur de coupe, e , en mm
- u tolérance de perpendicularité ou d'angularité, u , en mm
- coupage à la flamme
- ▲ coupage plasma
- coupage au laser

Figure A.1 — Qualités de coupe types pouvant être obtenues avec les tolérances de perpendicularité ou d'angularité, u (pièce jusqu'à 30 mm d'épaisseur)



Légende

1 à 5 champ (voir [Tableau 5](#))

a épaisseur de coupe, e , en mm

u tolérance de perpendicularité ou d'angularité, u , en mm

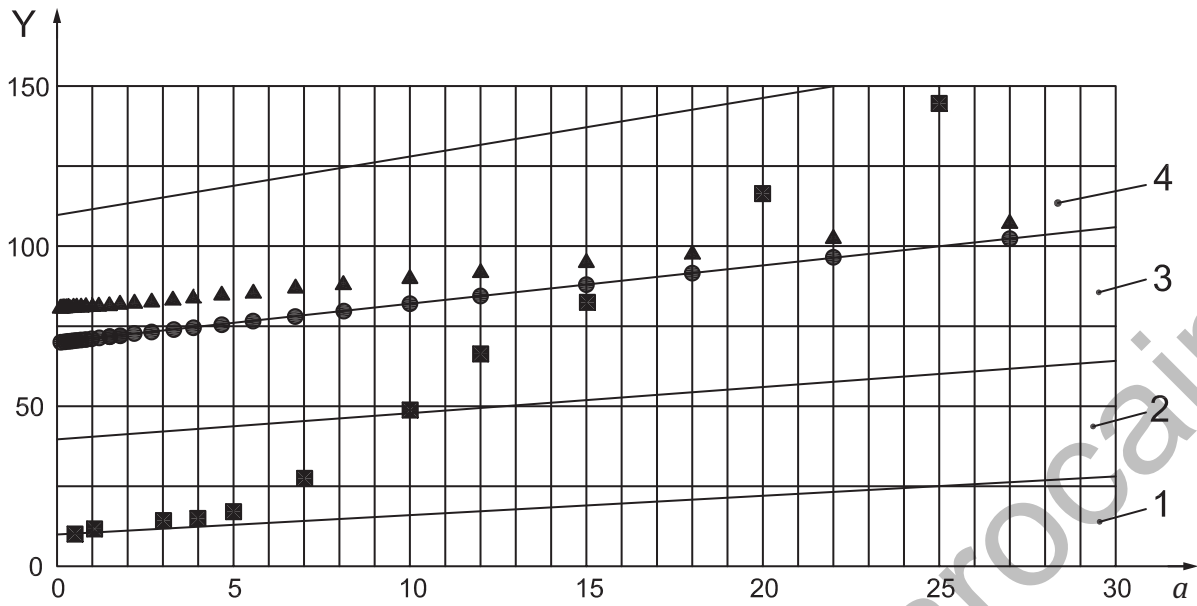
● coupage à la flamme

▲ coupage plasma

■ coupage au laser

Figure A.2 — Qualités de coupe types pouvant être obtenues avec les tolérances de perpendicularité ou d'angularité, u (pièce jusqu'à 150 mm d'épaisseur)

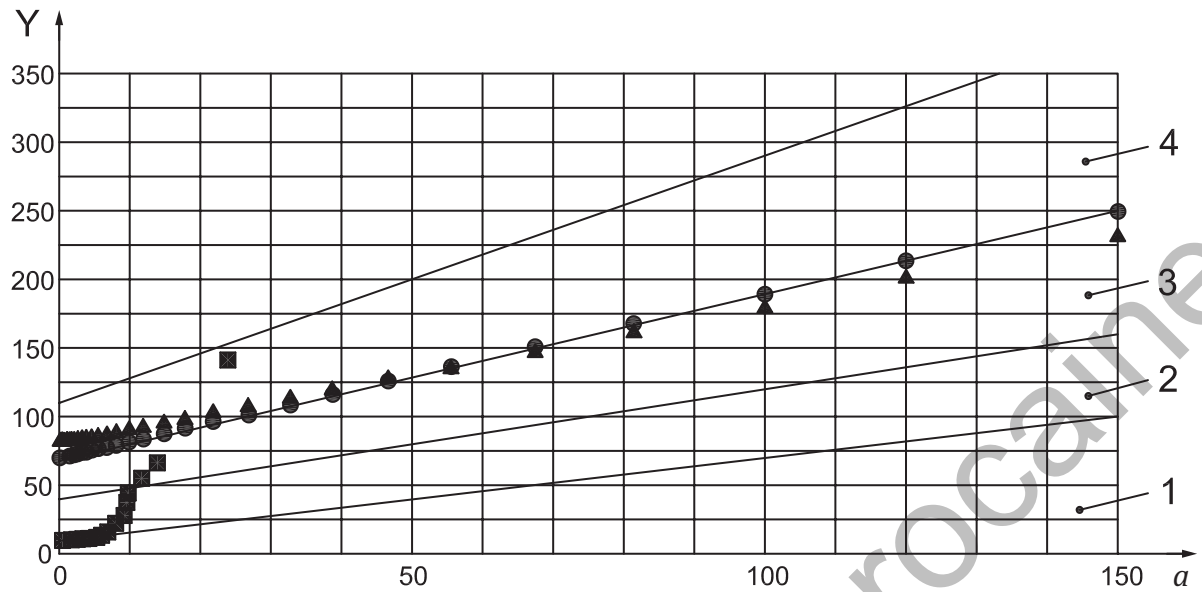
Projet de norme mai



Légende

- 1 à 4 champ (voir [Tableau 5](#))
- a épaisseur de coupe, e , en mm
- Y hauteur moyenne du profil, $Rz5$
- coupage à la flamme
- ▲ coupage plasma
- coupage au laser

Figure A.3 — Qualités de coupe types pouvant être obtenues avec la hauteur moyenne du profil, $Rz5$ (pièce jusqu'à 30 mm d'épaisseur)



Légende

1 à 4 champ (voir [Tableau 5](#))

a épaisseur de coupe, e , en mm

Y hauteur moyenne du profil, $Rz5$

● coupage à la flamme

▲ coupage plasma

■ coupage au laser

Figure A.4 — Qualités de coupe types pouvant être obtenues avec la hauteur moyenne du profil, $Rz5$ (pièce jusqu'à 150 mm d'épaisseur)

Annexe B (informative)

Coupage thermique — Principe des procédés

B.1 Généralités

La présente annexe décrit les principes des procédés.

Les procédés de coupage thermique peuvent être classés d'après la physique des procédés de coupage et d'après la source d'énergie agissant sur la pièce depuis l'extérieur. Tous les procédés utilisés dans la pratique combinent plusieurs principes. Ils sont classés d'après les processus prédominants de combustion, de fusion ou de sublimation. La réaction se poursuit toujours en profondeur et en mouvement dans le sens du coupage.

B.2 Classification selon la physique des procédés de coupage

B.2.1 Oxycoupage

L'oxycoupage est un procédé de coupage thermique dans lequel la saignée est produite par une importante oxydation du matériau, les produits résultants étant expulsés de la saignée par un jet d'oxygène à grande vitesse.

B.2.2 Coupage par fusion

Le coupage par fusion est un procédé de coupage thermique dans lequel la saignée est produite par une importante fusion du matériau dans cette zone, les produits résultants étant expulsés de la saignée par un jet de gaz à grande vitesse.

B.2.3 Coupage par sublimation

Le coupage par sublimation est un procédé de coupage thermique dans lequel la saignée est produite par une importante évaporation du matériau dans cette zone, les produits résultants étant expulsés de la saignée par leur dilatation ou par un jet de gaz à grande vitesse.

B.3 Procédés

B.3.1 Coupage à la flamme

Le coupage à la flamme est un procédé de coupage thermique utilisant une flamme de gaz combustible/oxygène et de l'oxygène de coupe. La chaleur dégagée par la flamme de chauffe et la chaleur produite lors de la combustion permettent une combustion continue par l'oxygène de coupe. Les oxydes produits, mélangés à du métal en fusion, sont expulsés par l'énergie cinétique du jet d'oxygène de coupe. La saignée est obtenue par cette action.

Le coupage à la flamme est possible lorsque les conditions suivantes sont remplies:

- la température d'ignition du matériau à couper est inférieure à sa température de fusion;
- la température de fusion des produits de la combustion et des oxydes métalliques est inférieure à la température de fusion du matériau à découper;

- le procédé produit une quantité de chaleur suffisante pour que les surfaces du matériau, dans le sens de la coupe, atteignent au moins la température d'ignition;
- l'apport de chaleur par la flamme de chauffe et la combustion du matériau dans la saignée sont supérieurs à la déperdition de chaleur due à la dissipation dans le matériau et dans le milieu environnant;
- les scories sont assez liquides pour pouvoir être expulsées de la saignée par le jet d'oxygène de coupe.

B.3.2 Coupage plasma

Le coupage plasma est un procédé de coupage thermique dans lequel un arc constricté est utilisé. Les gaz polyatomiques se dissocient dans l'arc et s'ionisent partiellement. Les gaz monoatomiques s'ionisent partiellement. Le jet de plasma ainsi produit a une température et une énergie cinétique élevées. Il fond ou vaporise partiellement le matériau, et l'expulse, créant ainsi une saignée.

L'épaisseur de tôle pouvant être découpée est limitée, car en coupage plasma toute la chaleur nécessaire pour liquéfier le matériau est fournie par le processus de coupage. En coupage plasma, une distinction est faite entre l'arc transféré et l'arc non transféré. Pour le coupage plasma, le matériau à découper doit être conducteur de l'électricité car il fait partie du circuit électrique. Ce procédé convient au coupage de tôles métalliques minces et fortes. Le gaz plasmagène qui est utilisé en fonction de la nature et de l'épaisseur du matériau à découper est un facteur déterminant pour le transfert d'énergie. En coupage plasma avec arc non transféré, le matériau ne fait pas partie du circuit électrique. Cette méthode permet donc de découper également des matériaux non conducteurs. Le coupage plasma avec arc non transféré n'est applicable qu'aux faibles épaisseurs car la tête de coupe est utilisée comme anode.

B.3.3 Coupage laser

Le coupage laser est un procédé de coupage thermique dans lequel un faisceau laser focalisé fournit l'énergie nécessaire au coupage, cette énergie étant ensuite convertie en chaleur. Le procédé de coupage est complété par l'utilisation d'un jet de gaz. Le coupage laser comporte trois variantes: coupage laser avec flamme, coupage laser avec fusion et coupage laser avec sublimation.

Selon le type de source laser appliquée au coupage laser (en général des lasers CO₂ ou des lasers à solide) le niveau de qualité de coupe obtenu peut varier.

Les procédés de coupage au laser spécialisés peuvent donner des valeurs considérablement inférieures pour Rz5.

B.4 Matériaux

B.4.1 Coupage à la flamme

Les conditions préalables indiquées en [B.3.1](#) sont remplies dans le cas du fer, des aciers non alliés, de plusieurs aciers alliés, ainsi que du titane et certains alliages de titane. Le processus de coupage est rendu plus difficile par certains éléments d'alliage et éléments d'accompagnement, à l'exception du manganèse, et ce, à mesure que la teneur augmente, par exemple celle du carbone, du chrome, du molybdène et du silicium. C'est ainsi que les aciers à forte teneur en chrome-nickel ou les aciers au silicium et la fonte ne peuvent pas être oxycoupés sans précautions spéciales. Ces matériaux peuvent être coupés par d'autres procédés de coupage thermique, par exemple oxycoupage à la poudre métallique, coupage plasma.

B.4.2 Coupage plasma

Presque tous les métaux fusibles, conducteurs de l'électricité, tels que les aciers non alliés et faiblement alliés, les alliages de nickel, de cuivre, de titane, d'aluminium, etc., peuvent être découpés au plasma.

B.4.3 Coupage laser

Tout matériau peut être découpé au laser à condition que ses propriétés ne soient pas trop affectées par le coupage, afin que la pièce conserve au moins les propriétés nécessaires à l'application envisagée. Le coupage laser peut être utilisé notamment pour les aciers non alliés, les aciers alliés, les alliages de nickel, de titane et d'aluminium.

Projet de norme marocaine

Bibliographie

- [1] ISO 1101, *Spécification géométrique des produits (GPS) — Tolérancement géométrique — Tolérancement de forme, orientation, position et battement*
- [2] ISO 2553, *Soudage et techniques connexes — Représentations symboliques sur les dessins — Joints soudés*
- [3] ISO 4287:1997, *Spécification géométrique des produits (GPS) — État de surface: Méthode du profil — Termes, définitions et paramètres d'état de surface*
- [4] ISO 17658, *Soudage — Défauts des coupes exécutées par oxycoupage, coupage laser et coupage plasma — Terminologie*

Projet de norme marocaine