

NORME
INTERNATIONALE

ISO
5951

Deuxième édition
1993-10-15

Corrigée et réimprimée
1994-05-15

**Tôles laminées à chaud en acier à limite
d'élasticité et aptitude au formage accrues**

iTeh STANDARD PREVIEW
Hot-rolled steel sheet of higher yield strength with improved formability
(standards.iteh.ai)

ISO 5951:1993

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/1b6f1351-37dc-484d-a905-8e571e983136/iso-5951-1993>



Numéro de référence
ISO 5951:1993(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 (CEI) en ce qui concerne la normalisation électrotechnique.

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 5951 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 17, *Acier*, sous-comité SC 12, *Produits plats laminés en continu*.

Cette deuxième édition annule et remplace la première édition (ISO 5951:1980), dont elle constitue une révision technique.

L'annexe A fait partie intégrante de la présente Norme internationale.

© ISO 1993

Droits de reproduction réservés. 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

Imprimé en Suisse

Tôles laminées à chaud en acier à limite d'élasticité et aptitude au formage accrues

1 Domaine d'application

1.1 La présente Norme internationale s'applique aux tôles laminées à chaud en continu en acier à limite d'élasticité et aptitude au formage accrues, dans les nuances spécifiées au tableau 1. L'acier est calmé à grains fins et possède une composition chimique appropriée qui peut contenir des micro-alliages pour améliorer son aptitude au formage. Il est destiné aux applications où des pièces doivent être fabriquées avec une meilleure aptitude au formage que celles fabriquées à partir de tôles en acier ayant une haute limite d'élasticité courante. Le produit est généralement utilisé à l'état brut de livraison.

La combinaison d'une résistance plus élevée et d'une meilleure aptitude au formage permet d'économiser sur la masse et d'obtenir une meilleure soudabilité (voir 1.4).

1.2 Le produit est généralement fabriqué dans une gamme d'épaisseurs égales ou supérieures à 1,6 mm et dans des largeurs égales ou supérieures à 600 mm en bobines et en feuilles.

1.3 Des tôles laminées à chaud de largeur inférieure à 600 mm peuvent être obtenues par refendage de tôles larges et considérées comme tôles.

NOTE 1 Les tôles laminées à chaud d'épaisseur inférieure à 3 mm sont communément désignées sous le nom de «tôles minces». Les tôles laminées à chaud de 3 mm et plus sont désignées sous le nom de «tôles moyennes» ou «tôles fortes».

1.4 La présente Norme internationale ne traite ni des aciers pour chaudières ou appareils à pression, ni des aciers de qualité commerciale ou pour emboutissage (objet de l'ISO 3573¹⁾, ni des aciers appelés aciers patinables, ayant une résistance à la corrosion

atmosphérique accrue, ni des aciers à faible limite d'élasticité (objet de l'ISO 4995²⁾ et de l'ISO 4996³⁾) ayant des propriétés de formage moindres que celles incluses dans la présente Norme internationale.

2 Références normatives

Les normes suivantes contiennent des dispositions qui, par suite de la référence qui en est faite, constituent des dispositions valables pour la présente Norme internationale. Au moment de la publication, les éditions indiquées étaient en vigueur. Toute norme est sujette à révision et les parties prenantes des accords fondés sur la présente Norme internationale sont invitées à rechercher la possibilité d'appliquer les éditions les plus récentes des normes indiquées ci-après. Les membres de la CEI et de l'ISO possèdent le registre des Normes internationales en vigueur à un moment donné.

ISO 148:1983, *Acier — Essai de résilience Charpy (entaille en V)*.

ISO 6892:1984, *Matériaux métalliques — Essai de traction*.

ISO 7438:1985, *Matériaux métalliques — Essai de pliage*.

3 Définitions

Pour les besoins de la présente Norme internationale, les définitions suivantes s'appliquent.

3.1 micro-alliages: Éléments, tels que niobium, vanadium, titane, etc., qui, ajoutés seuls ou en combinaisons, permettent d'obtenir des niveaux supérieurs de limite d'élasticité tout en améliorant l'aptitude au formage, la soudabilité et la ténacité par rapport aux

1) ISO 3573:1986, *Tôles en acier au carbone laminées à chaud de qualité commerciale et pour emboutissage*.

2) ISO 4995:1991, *Tôles en acier de construction laminées à chaud*.

3) ISO 4996:1991, *Tôles laminées à chaud en acier de construction à haute limite d'élasticité*.

aciers non alliés produits en vue d'obtenir des niveaux équivalents de limite d'élasticité.

3.2 tôle en acier laminée à chaud: Produit obtenu par laminage à chaud à l'épaisseur voulue, sur un train à large bande de type continu ou réversible, d'un acier préalablement chauffé. Le produit est recouvert en surface d'une couche d'oxyde ou de calamine due à l'opération de laminage à chaud.

3.3 tôle en acier laminée à chaud et décalaminée: Tôle en acier laminée à chaud, dont la couche d'oxyde ou de calamine a été enlevée, généralement par décapage dans une solution d'acide. Le décalaminage peut aussi se faire par des moyens mécaniques tels que le grenailage. Le décalaminage peut entraîner certaines modifications de propriétés.

Pour éviter la rouille, on applique généralement une pellicule d'huile sur la tôle laminée à chaud et décalaminée, mais la tôle peut être livrée non huilée, sur demande. L'huile n'est pas destinée à servir de lubrifiant pour le formage et doit pouvoir être facilement éliminée par des produits chimiques dégraissants. Sur demande, le producteur doit aviser l'acheteur du type d'huile utilisé.

3.4 rive brute de laminage: Rive latérale normale produite par laminage à chaud. Les rives brutes de laminage peuvent présenter certaines irrégularités, telles que craquelures, déchirures ou rives amincies.

3.5 rive ébarbée: Rive normale obtenue par cisailage, refendage ou ébarbage d'une rive brute de laminage.

4 Conditions de fabrication

4.1 Élaboration de l'acier

Sauf accord contraire entre les parties intéressées, les procédés d'élaboration de l'acier et de fabrication de la tôle laminée à chaud sont laissés à l'initiative du producteur. Sur sa demande, l'acheteur doit être informé du procédé d'élaboration utilisé.

4.2 Composition chimique

4.2.1 L'acier considéré dans la présente Norme internationale peut contenir des micro-alliages. La composition chimique peut être agréée entre les parties intéressées au moment de la demande d'offre et de la commande.

4.2.2 Lors du choix de la nuance ou de la composition chimique à utiliser, une attention sera apportée au procédé de soudage à appliquer (voir 4.4).

4.3 Analyse chimique

4.3.1 Analyse de coulée

Une analyse de chaque coulée d'acier doit être faite par le producteur pour déterminer les teneurs en carbone, manganèse, phosphore et soufre et les teneurs en autres éléments donnant les caractéristiques spécifiées de résistance mécanique et d'aptitude accrues au formage. Cette analyse doit être communiquée, sur demande, à l'acheteur ou à son représentant.

4.3.2 Analyse de contrôle

Une analyse de contrôle, qui tiendra compte de l'hétérogénéité normale de l'acier, peut être faite par l'acheteur pour vérifier l'analyse spécifiée de l'acier semi-fini ou fini. La méthode d'échantillonnage et les écarts doivent faire l'objet d'un accord entre les parties intéressées au moment de la demande d'offre et de la commande.

4.4 Soudabilité

Le produit est normalement apte au soudage dans des conditions appropriées. Pour les aciers non décalaminés, il peut être nécessaire, selon la méthode de soudage choisie, d'enlever la calamine ou l'oxyde. L'augmentation de la teneur en carbone au-dessus de 0,15 % rend le soudage par points de plus en plus difficile.

4.5 Application

Il est souhaitable, pour la fabrication de la tôle en acier laminée à chaud, de l'identifier par le nom de la pièce ou par l'indication de l'application prévue, de façon qu'elle soit compatible avec la nuance spécifiée.

4.6 Propriétés mécaniques

Au moment où l'acier est prêt à la livraison, ses propriétés mécaniques, lorsqu'elles sont déterminées sur des éprouvettes préparées conformément aux spécifications de l'article 7, doivent répondre aux exigences du tableau 1. Toutes exigences de caractéristiques supplémentaires spécifiées ou requises sont soumises à l'agrément entre les parties intéressées au moment de la demande d'offre et de la commande. De telles exigences supplémentaires peuvent comprendre la caractérisation ou des valeurs prescrites de propriétés, telles que l'essai de choc pour les tôles d'épaisseur supérieure à 6 mm (voir 7.3).

4.7 État de surface

La couche d'oxyde de calamine se trouvant sur les tôles laminées à chaud peut présenter des variations d'épaisseur, d'adhérence et de couleur. L'enlèvement de cette couche d'oxyde ou de calamine par décapage

chimique ou mécanique peut mettre à jour des défauts de surface difficilement visibles avant cette opération.

L'acier doit être fourni à l'état brut de laminage ou décapé et huilé, sur demande de l'acheteur, au moment de la demande d'offre et de la commande (voir 3.3).

Tableau 1 — Propriétés mécaniques

Nuance	R_e min. 1) N/mm ²	R_m min. (pour information seulement) N/mm ²	A min. 2) 3) %				Diamètre du mandrin de pliage à 180° 4) 3) (pliage de l'éprouvette à plat sur elle-même)
			$e < 3$ mm		$3 \leq e \leq 6$ mm		
			$L_o = 50$ mm	$L_o = 80$ mm	$L_o = 5,65\sqrt{S_o}$	$L_o = 50$ mm	
HSF 275	275	350	25	23	28	27	0
HSF 355	355	420	21	19	24	23	0,5 <i>a</i>
HSF 420	420	480	18	16	21	20	1 <i>a</i>
HSF 490	490	540	15	13	18	17	1,5 <i>a</i>
HSF 560	560	610	12	10	15	14	1,5 <i>a</i>

R_e = limite d'élasticité

R_m = résistance à la traction

A = allongement pour cent après rupture

L_o = longueur calibrée de l'éprouvette

S_o = surface de la section transversale initiale de la longueur calibrée

a = épaisseur de l'éprouvette de pliage, en millimètres

e = épaisseur de la tôle, en millimètres

1 N/mm² = 1 MPa

ISO 5951:1993

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/1b6f1351-37dc-484d-a905-8e571e983136/iso-5951-1993>

1) On peut prendre la limite conventionnelle d'élasticité à 0,5 % d'allongement $R_{0,5}$ (limite conventionnelle d'élasticité sous charge) ou à 0,2 % d'allongement $R_{p0,2}$ si le phénomène d'écoulement n'est pas très prononcé.

2) Pour des épaisseurs inférieures à 3 mm, utiliser soit $L_o = 50$ mm, soit $L_o = 80$ mm. Pour des épaisseurs de 3 mm et plus, utiliser soit $L_o = 5,65\sqrt{S_o}$, soit $L_o = 50$ mm. Toutefois, en cas de litige, seuls les résultats obtenus sur une éprouvette proportionnelle sont valables pour les matériaux de 3 mm d'épaisseur et plus.

3) Pour les matériaux d'épaisseur supérieure à 6 mm, les valeurs du diamètre du mandrin pour l'essai de pliage ainsi que pour l'allongement feront l'objet d'un accord entre le producteur et l'acheteur.

4) Les diamètres du mandrin pour l'essai de pliage indiqués dans ce tableau concernent les éprouvettes préparées pour les essais en laboratoire. Les conditions pendant la fabrication peuvent être plus sévères et ne pas correspondre aux conditions des essais de laboratoire (voir annexe A).

5 Tolérances dimensionnelles

Les tolérances dimensionnelles applicables aux tôles laminées à chaud en acier à limite d'élasticité et aptitude au formage accrues sont indiquées aux tableaux 2 à 9 inclus. Les tolérances pour tôles d'épaisseur supérieure à 6 mm doivent faire l'objet d'un accord entre les parties intéressées au moment de la demande d'offre et de la commande.

6 Échantillonnage

6.1 Essai de traction

Un échantillon représentatif pour la détermination des caractéristiques de traction indiquées dans le tableau 1 doit être prélevé dans chaque lot de tôles prêtes à la livraison. Un lot comporte 50 tonnes, ou moins, de tôles de la même nuance, laminées à la même épaisseur et dans le même état.

6.2 Essai de pliage

Un échantillon représentatif pour essai de pliage doit être prélevé dans chaque lot de tôles prêtes à la livraison. Un lot doit comporter toutes les tôles de la même nuance, laminées à la même épaisseur et dans le même état.

7 Essais des propriétés mécaniques

7.1 Essai de traction

L'essai de traction doit être réalisé conformément aux spécifications de l'ISO 6892. Les éprouvettes transversales doivent être prélevées à mi-distance entre le centre et la rive de la tôle brute de laminage.

7.2 Essai de pliage

L'éprouvette transversale de pliage doit supporter un pliage à 180° dans le sens indiqué à la figure 1, autour d'un mandrin de diamètre indiqué au tableau 1, sans qu'apparaissent de fissures sur l'extérieur de la partie pliée. L'essai de pliage doit être effectué à la température ambiante et conformément aux spécifications de l'ISO 7438.

Les petites fissures situées sur les bords des éprouvettes et les fissures dont l'observation nécessite un grossissement pour être visibles doivent être négligées.

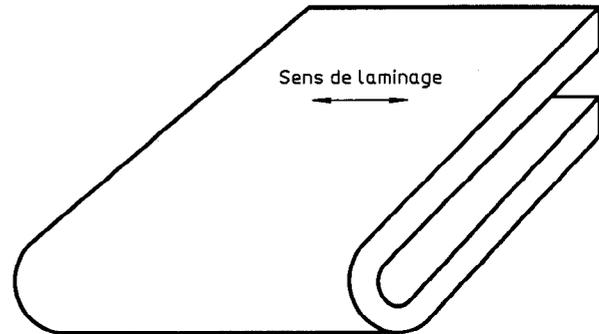


Figure 1 — Éprouvette transversale d'essai de pliage (après pliage)

7.3 Essai de résilience

Bien qu'ils ne soient pas habituellement spécifiés, et s'il y a accord au moment de la commande, des essais de résilience peuvent être effectués pour des matériaux d'épaisseur supérieure à 6 mm. L'éprouvette doit être prélevée dans le sens longitudinal et l'essai doit être effectué conformément à l'ISO 148.

8 Contre-essais

8.1 Usinage et défauts

Tout échantillon présentant un usinage défectueux ou un défaut doit être mis au rebut et remplacé par un autre.

8.2 Allongement

Si l'allongement pour cent d'une éprouvette quelconque est inférieur à celui indiqué dans le tableau 1 et si une partie quelconque de la cassure est située en dehors de la demi-partie centrale entre les repères tracés avant l'essai, l'essai doit être rejeté et remplacé par un contre-essai.

8.3 Essais complémentaires

Si un essai ne donne pas les résultats prescrits, deux autres essais doivent être effectués au hasard sur le même lot. Ces deux contre-essais doivent répondre aux exigences de la présente Norme internationale, sinon le lot peut être rejeté.

9 Contre-réception

9.1 Le producteur peut soumettre à une contre-réception les produits rejetés lors des premiers essais pour non-conformité des propriétés, s'il les a soumis à un traitement convenable (sélection, traitement thermique) et en informera l'acheteur sur sa demande.

Les essais effectués dans ce cas sont considérés comme s'appliquant à un nouveau lot.

9.2 Le producteur a le droit de soumettre les produits rejetés à un nouvel examen de conformité des exigences dans une nuance différente.

10 Mise en œuvre

L'état de surface doit être celui que l'on obtient normalement dans la fabrication d'un produit laminé à chaud ou laminé à chaud et décalaminé.

Les tôles coupées à longueur doivent être exemptes de marques de laminage, pailles superficielles ou autres imperfections préjudiciables aux traitements ultérieurs appropriés.

Le mode de livraison en bobines ne permet pas au producteur de se rendre compte facilement des parties défectueuses et de les enlever, comme cela lui est possible sur des produits livrés en feuilles.

11 Inspection et réception

11.1 Bien qu'elles ne soient pas habituellement prescrites pour les produits traités dans la présente Norme internationale, si l'acheteur demande une inspection et une réception chez le producteur avant livraison, ce dernier doit mettre à la disposition de l'inspecteur de l'acheteur tous les moyens raisonnables pour vérifier que l'acier fourni est bien conforme à la présente Norme internationale.

11.2 Les aciers jugés défectueux après leur arrivée chez l'acheteur doivent être mis de côté, identifiés de façon adéquate et correcte et convenablement protégés. Le producteur doit en être avisé afin de pouvoir procéder à l'enquête nécessaire.

12 Dimension des bobines

Lorsque les tôles en acier laminées à chaud sont commandées en bobines, il convient de prescrire un diamètre intérieur minimal (I.D.) ou une gamme de diamètres intérieurs acceptables. Le diamètre extérieur maximal (O.D.) et la masse maximale acceptable de la bobine doivent être également prescrits.

13 Marquage

Sauf indication contraire, les exigences minimales suivantes, pour l'identification de l'acier, doivent être inscrites lisiblement, au pochoir, au sommet de chaque fardeau ou sur une étiquette attachée à chaque bobine ou unité de livraison:

- a) nom du producteur ou marque de fabrique;
- b) numéro de la présente Norme internationale;
- c) désignation de la nuance et de la classe;
- d) numéro de commande;
- e) dimensions du produit;
- f) numéro du lot;
- g) masse.

14 Informations à fournir par l'acheteur

Afin de spécifier de façon adéquate les exigences de la présente Norme internationale, les appels d'offre et les commandes doivent inclure les informations suivantes:

- a) numéro de la présente Norme internationale;
- b) nom, qualité et nuance du matériau (par exemple: tôle laminée à chaud en acier à limite d'élasticité et aptitude au formage accrues, nuance HSF 355);
- c) dimensions du produit et quantité requise;
- d) utilisation (nom de la pièce), si possible (voir 4.4 et 4.5);
- e) décapage chimique, ou décalaminage par grenailage ou sablage, si nécessaire (le matériau ainsi commandé sera livré huilé, sauf avis contraire) (voir 3.3);
- f) type de rives (voir 3.4 et 3.5);
- g) extrémités cisailées, si nécessaire;
- h) rapport des propriétés mécaniques et/ou de l'analyse de coulée, si nécessaire (voir 4.3.1 et 4.6);
- i) limites de masse et de dimensions des bobines et ballots individuels, si applicable (voir article 12);
- j) inspection et essais de réception avant livraison, chez le producteur, si nécessaire (voir 11.1);
- k) si nécessaire, exigences supplémentaires (voir 4.6).

NOTE 2 Exemple de commande type:

Norme internationale ISO 5951, tôle laminée à chaud, en acier à limite d'élasticité et aptitude au formage accrues,

nuance HSF 355, 3 × 1 200 × 2 440 mm, 40 000 kg, à utiliser pour pièce n° 54321, support d'amortisseur, décapé et huilé, rives ébarbées, avec procès-verbal des propriétés mécaniques, masse maximale de rame 4 000 kg.

Tableau 2 — Tolérances d'épaisseur pour tôles en bobines et longueurs coupées

Valeurs en millimètres

Nuance	Largeur prescrite	Tolérances d'épaisseur ¹⁾ , en plus et en moins, pour l'épaisseur prescrite					
		1,6 à 2,0 inclus	plus de 2,0 à 2,5 inclus	plus de 2,5 à 3,0 inclus	plus de 3,0 à 4,0 inclus	plus de 4,0 à 5,0 inclus	plus de 5,0 à 6,0 inclus
HSF 275	de 600 à 1 200 inclus	0,17	0,18	0,20	0,22	0,24	0,26
	plus de 1 200 à 1 500 inclus	0,19	0,21	0,22	0,24	0,26	0,28
	plus de 1 500 à 1 800 inclus	0,21	0,23	0,24	0,26	0,28	0,29
	plus de 1 800	—	0,25	0,26	0,27	0,29	0,31
HSF 355 et HSF 420	de 600 à 1 200 inclus	0,19	0,20	0,22	0,24	0,26	0,29
	plus de 1 200 à 1 500 inclus	0,21	0,23	0,24	0,26	0,29	0,31
	plus de 1 500 à 1 800 inclus	0,23	0,25	0,26	0,29	0,31	0,32
	plus de 1 800	—	0,27	0,29	0,30	0,32	0,34
HSF 490 et HSF 560	de 600 à 1 200 inclus	0,21	0,22	0,25	0,27	0,30	0,32
	plus de 1 200 à 1 500 inclus	0,24	0,26	0,27	0,30	0,32	0,35
	plus de 1 500 à 1 800 inclus	0,26	0,29	0,30	0,32	0,35	0,36
	plus de 1 800	—	0,31	0,32	0,34	0,36	0,39

Les valeurs prescrites ne s'appliquent pas aux extrémités non tronçonnées pour une longueur l de bobines à rives brutes de laminage. La longueur l se calcule à l'aide de la formule

Longueur l , en mètres = $90/\text{épaisseur en millimètres}$

à condition que le résultat ne soit pas supérieur à 20 m, y compris les deux extrémités.

Des tolérances d'extrémités pour tôles en bobines plus restrictives seront négociées au moment de la commande.

1) L'épaisseur est mesurée en un point quelconque de la tôle, à au moins 40 mm d'une rive latérale. Le mesurage sur une tôle à rives non ébarbées, effectué à moins de 40 mm d'une rive latérale, et sur une tôle à rives ébarbées, à moins de 25 mm d'une rive latérale, ainsi que les valeurs de tolérance, doivent être soumis à accord.

Tableau 3 — Tolérances de largeur pour tôles en bobines et longueurs coupées (tôles décalaminées comprises) à rives brutes de laminage

Valeurs en millimètres

Largeur prescrite	Tolérance ¹⁾
Jusqu'à 1 200 inclus	+30 0
Plus de 1 200 et jusqu'à 1 500 inclus	+35 0
Plus de 1 500 et jusqu'à 1 800 inclus	+40 0
Plus de 1 800	+50 0

1) Les valeurs prescrites ne s'appliquent pas aux extrémités non tronçonnées pour une longueur l de bobines à rives brutes de laminage.

La longueur l se calcule à l'aide de la formule

Longueur l , en mètres = $90/\text{épaisseur en millimètres}$

à condition que le résultat ne soit pas supérieur à 20 m, y compris les deux extrémités.

Tableau 6 — Tolérances de cambrage pour tôles en bobines et longueurs coupées (tôles décalaminées comprises) non remises d'équerre

Forme	Tolérance maximale
Bobines	25 mm pour toute longueur de 5 000 mm
Longueurs coupées	0,5 % × longueur

Tableau 7 — Tolérances d'équerrage pour tôles en longueurs coupées (tôles décalaminées comprises) non remises d'équerre

Dimensions	Tolérance d'équerrage
Tous calibres et toutes dimensions	1 % × largeur

Tableau 4 — Tolérances de largeur pour tôles en bobines et longueurs coupées (tôles décalaminées comprises) à rives ébarbées, non remises d'équerre

Valeurs en millimètres

Largeur prescrite	Tolérance
Jusqu'à 1 200 inclus	+6 0
Plus de 1 200 et jusqu'à 1 500 inclus	+8 0
Plus de 1 500	+10 0

Tableau 5 — Tolérances de longueur pour tôles (tôles décalaminées comprises) non remises d'équerre

Valeurs en millimètres

Longueur prescrite	Tolérance
Jusqu'à 3 000 inclus	+20 0
Plus de 3 000 et jusqu'à 6 000 inclus	+30 0
Plus de 6 000	+0,5 0 % × longueur

Tableau 8 — Tolérances d'équerrage pour tôles (tôles décalaminées comprises) remises d'équerre

Valeurs en millimètres

Longueur prescrite	Largeur prescrite	Tolérance d'équerrage
		Jusqu'à 6 mm inclus d'épaisseur
Jusqu'à 3 000 inclus	Jusqu'à 1 200 inclus	+2 0
	Plus de 1 200	+3 0
Plus de 3 000	Toutes largeurs	+3 0

NOTES

- Voir figure 3.
- Lors des mesurages sur tôles remises d'équerre, on doit tenir compte des variations extrêmes de température.