

---

# Norme internationale



# 5951

---

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

---

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

*Hot-rolled steel sheet of higher yield strength with improved formability*

Première édition — 1980-09-15

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

[ISO 5951:1980](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/8be9924c-8cd4-4af3-97f8-4c3307c26336/iso-5951-1980)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/8be9924c-8cd4-4af3-97f8-4c3307c26336/iso-5951-1980>

---

**CDU 669.14-415**

**Réf. n° : ISO 5951-1980 (F)**

**Descripteurs** : acier, tôle fine, produit sidérurgique, produit laminé à chaud, acier à haute limite d'élasticité, fabrication, propriété mécanique, tolérance de dimension, tolérance de forme, essai, marquage, relation client-fournisseur.

Prix basé sur 12 pages

## 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 confiée aux comités techniques de l'ISO. Chaque comité membre intéressé par une étude a le droit de faire partie du comité technique correspondant. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec l'ISO, participent également aux travaux.

Les projets de Normes internationales adoptés par les comités techniques sont soumis aux comités membres pour approbation, avant leur acceptation comme Normes internationales par le Conseil de l'ISO.

La Norme internationale ISO 5951 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 17, *Acier*, et a été soumise aux comités membres en novembre 1978.

Les comités membres des pays suivants l'ont approuvée :

Afrique du Sud, Rép. d'	Corée, Rép. de	Pologne
Allemagne, R. F.	Danemark	Portugal
Australie	Égypte, Rép. arabe d	Roumanie
Autriche	Espagne	Royaume-Uni
Belgique	France	Suède
Brésil	Inde	Suisse
Bulgarie	Italie	Tchécoslovaquie
Canada	Japon	Turquie
Corée, Rép. dém. p. de	Pays-Bas	URSS

Aucun comité membre ne l'a désapprouvée.

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

## 1 Objet et domaine d'application

**1.1** La présente Norme internationale s'applique aux tôles laminées à chaud en acier à limite d'élasticité et aptitude au formage accrues pour 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 — 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 3573), ni des aciers destinés à la fabrication par relaminage des produits laminés à froid (objet de l'ISO 3576), ni des aciers appelés aciers patinables, ayant une résistance à la corrosion atmosphérique accrue, ni des aciers à limite d'élasticité (objet de l'ISO 4995 et de l'ISO 4996) ayant des propriétés de formage moindres que celles incluses dans ce document.

NOTE — Des conversions approchées en inches sont données dans l'annexe A.

## 2 Références

ISO 82, *Acier — Essai de traction*

ISO/R 85, *Essai de pliage pour l'acier*

ISO 86, *Acier — Essai de traction des tôles et feuillards d'épaisseur inférieure à 3 mm et au moins égale à 0,5 mm.*

ISO/R 87, *Essai de pliage simple des tôles et feuillards en acier d'épaisseur inférieure à 3 mm.*

ISO 148, *Acier — Essai de résilience Charpy (entaille en V)<sup>1)</sup>.*

## 3 Définitions et autres informations

**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 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 des 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

1) Actuellement au stade de projet. (Révision de l'ISO/R 148.)

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 fissures, déchirures ou stries.

**3.5 rive ébarbée** : Rive normale obtenue par cisailage, refendage ou ébarbage de la rive latérale normale produite par un laminage à chaud.

**3.6 état de surface** : La couche d'oxyde de calamine recouvrant la tôle laminée à chaud peut présenter des variations d'épaisseur d'adhérence et de couleur. L'enlèvement de cette couche par décapage chimique ou mécanique peut révéler des défauts de surface difficilement visibles avant cette opération.

## 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 demande, l'acheteur doit être informé du procédé d'élaboration de l'acier 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 fabricant pour déterminer le pourcentage de carbone, manganèse, phosphore et soufre et la teneur des autres éléments donnant les caractéristiques spécifiées de résistance mécanique et d'aptitude accrues au formage. Cette analyse sera 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 le client 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. Lorsque la teneur en carbone dépasse 0,15 %, le soudage par points devient 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 du nom de la pièce ou de l'application prévue, de façon qu'elle soit compatible avec la nuance spécifiée.

### 4.6 Propriétés mécaniques

Au moment où l'acier est disponible à la livraison, ses propriétés mécaniques, lorsqu'elles sont déterminées sur des éprouvettes préparées conformément aux spécifications du chapitre 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

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

## 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 comporte toutes les tôles de mêmes nuances 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 82 et de l'ISO 86. Les éprouvettes transversales doivent être prélevées à mi-distance entre le centre et la rive de la tôle laminée.

### 7.2 Essai de pliage

L'éprouvette transversale pour l'essai 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'on observe 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/R 85 et de l'ISO/R 87.

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

ISO 5951:1980

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/8be9924c-8cd4-4af3-97f8-4c3307c26336/iso-5951-1980>

Tableau 1 — Propriétés mécaniques<sup>1)</sup>

Nuance	$R_e$ min. <sup>2)</sup> N/mm <sup>2</sup>	$R_m$ min. (pour information seulement) N/mm <sup>2</sup>	$A$ min. % <sup>3) 5)</sup>				Diamètre du mandrin de pliage à 180° <sup>4) 5)</sup> (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 a
HSF 420	420	480	18	16	21	20	1 a
HSF 490	490	540	15	13	18	17	1,5 a
HSF 560	560	610	12	10	15	14	1,5 a

1)  $R_e$  = 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

$e$  = épaisseur de la tôle, en millimètres

1 N/mm<sup>2</sup> = 1 MPa

2) On peut prendre la limite conventionnelle d'élasticité à 0,5 % d'allongement  $R_{t0,5}$  (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.

3) 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.

4) Les diamètres du mandrin pour l'essai de pliage indiqués dans le tableau 1 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 B).

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

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

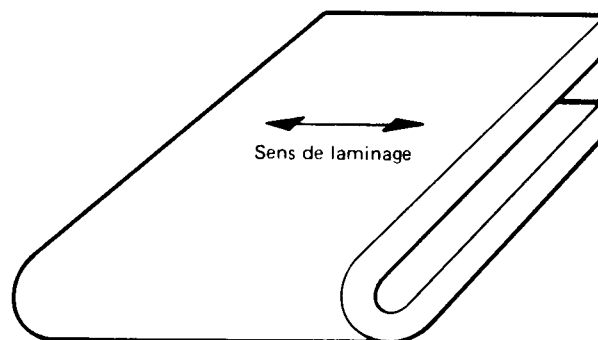


Figure 1 — Éprouvette transversale d'essai de pliage (après pliage)

### 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 prise dans la direction longitudinale 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 qui figure au 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 spécifiés, 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 fabricant peut soumettre à une contre-réception les produits rejetés antérieurement pour non-conformité, 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 fabricant a le droit de soumettre les produits rejetés à un nouvel examen de conformité 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 et décalaminé.

Les tôles d'acier en feuilles 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 fabricant de se rendre compte facilement des imperfections ou de les enlever, comme cela lui est possible sur des produits 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 fabricant avant la livraison, ce dernier doit mettre à la disposition de l'inspecteur du client 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 le client doivent être mis de côté, repérés de façon adéquate et correcte et convenablement protégés. Le fabricant doit en être avisé afin de pouvoir procéder à une vérification.

## 12 Dimension des bobines

Lorsque les tôles en acier laminées à chaud sont commandées en bobines, on doit spécifier 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 spécifiés.

## 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 rame ou sur une étiquette attachée à chaque bobine ou unité de livraison :

- a) nom du fabricant 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 HSF355);
- 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 demandé (le matériau ainsi commandé sera huilé sauf avis contraire) (voir 3.3);
- f) type de rives (voir 3.4 et 3.5);
- g) extrémités cisailées, si demandé;
- h) procès-verbal des essais mécaniques et/ou de l'analyse de coulée, si demandé (voir 4.6 et 4.3.1);
- j) si nécessaire, exigences supplémentaires (voir 4.6);

k) limites de masse et de dimensions des bobines et ballots individuels, si applicable (voir chapitre 12);

m) inspection et essais de réception avant livraison, chez le fabricant, si demandé (voir 11.1).

NOTE — Exemple de commande type :

Norme internationale ISO 5951, tôle laminée à chaud, en acier à limite d'élasticité et aptitude au formage accrues, nuance HSF355, 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.

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

ISO 5951:1980

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/8be9924c-8cd4-4af3-97f8-4a3397266310/iso-5951>

**Tableau 2 — Tolérances d'épaisseur pour tôles en bobines<sup>1)</sup> et longueurs coupées, des nuances HSF275, HSF355 et HSF420 (tôles décalaminées comprises)**  
(Pour les nuances HSF490 et HSF560, augmenter les tolérances d'épaisseur de 25 % en appliquant les règles habituelles d'arrondissement)

NOTE — Voir tableau 10 pour les conversions approchées en inches.

Valeurs en millimètres

Largeurs spécifiées	Tolérances d'épaisseur <sup>2)</sup> , en + et en -, pour épaisseurs spécifiées				
	de 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 6,0 inclus
de 600 à 1 200 inclus	0,23	0,25	0,26	0,29	0,34
plus de 1 200 à 1 500 inclus	0,25	0,28	0,29	0,31	0,35
plus de 1 500 à 1 800 inclus	0,28	0,30	0,31	0,33	0,36
plus de 1 800	—	0,33	0,34	0,35	0,38

1) Les valeurs spécifiées 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 :

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

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

2) 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, et sur une tôle à rives ébarbées, à moins de 25 mm d'une rive, 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**

NOTE — Voir tableau 11 pour les conversions approchées en inches.

Valeurs en millimètres

Largeurs spécifiées	Tolérance <sup>1)</sup>
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 spécifiées 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 :

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

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

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

NOTE — Voir tableau 12 pour les conversions approchées en inches.

Valeurs en millimètres

Largeurs spécifiées	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**

NOTE — Voir tableau 13 pour les conversions approchées en inches.

Valeurs en millimètres

Longueurs spécifiées	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 % X longueur 0

iTeh STANDARD PREVIEW  
(standards.iteh.ai)

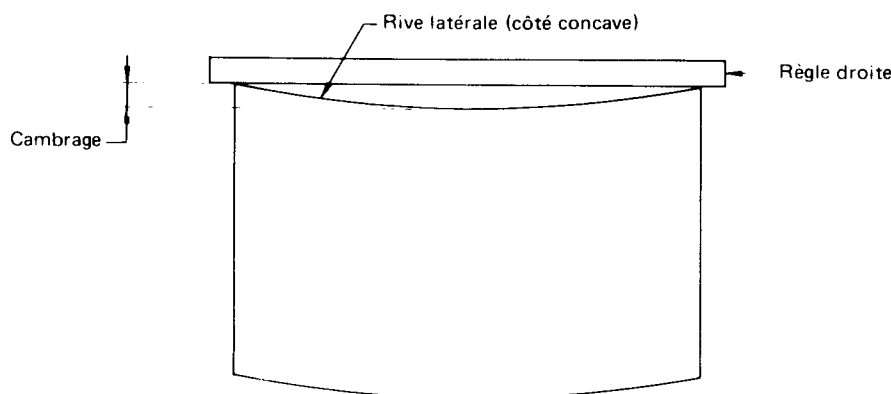
ISO 5951:1980

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/8bc9924c-8cd4-4af5-97f8-4a3307c26336/iso-5951-1980>

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

NOTE — Voir tableau 14 pour les conversions approchées en inches.

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



**Figure 2 — Mesurage du cambrage**

Le cambrage est l'écart maximal entre une rive latérale et la ligne droite, le mesurage s'effectuant sur le côté concave au moyen d'une règle droite.