

NORME
INTERNATIONALE

ISO
12004

Première édition
1997-01-15

**Matériaux métalliques — Lignes directrices
pour la détermination de diagrammes
limites de formage**

iTeh STANDARD PREVIEW

(standards.iteh.ai)

*Metallic materials — Guidelines for the determination of forming-limit
diagrams*

ISO 12004:1997

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/34cdfad2-5b14-4901-8c07-33a35ee962da/iso-12004-1997>

NORME

ISO



Numéro de référence
ISO 12004:1997(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 12004 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 164, *Essais mécaniques des métaux*, sous-comité SC 2, *Essais de ductilité*.

Les annexes A et B de la présente Norme internationale sont données uniquement à titre d'information.

ITeH STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)
ISO 12004:1997
<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/34cdfad2-5b14-4901-8c07-33a35ee962da/iso-12004-1997>

© ISO 1997

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

Organisation internationale de normalisation
Case postale 56 • CH-1211 Genève 20 • Suisse

Imprimé en Suisse

Introduction

Les diagrammes limites de formage sont déterminés pour des matériaux spécifiques afin de définir, à l'aide d'une courbe limite de formage, l'amplitude à laquelle le matériau peut être formé par emboutissage ou étirage ou toute combinaison des deux.

Cette aptitude est limitée par l'apparition d'une rupture, d'un amincissement localisé ou de ride. La connaissance des limites de formabilité est importante pour la conception d'éléments afin d'utiliser complètement le matériau sans dépasser sa limite de formage.

En conséquence, la présente Norme internationale est prévue comme un guide pour la définition de la limite de formage et pour les procédures d'essai qui contiennent des variables connues affectant la courbe de formage.

iTeh STANDARD PREVIEW

Il existe d'autres méthodes qui utilisent des interpolations de déformation pour la détection du début de striction. Il convient d'avoir présent à l'esprit néanmoins que les résultats obtenus par différentes méthodes peuvent ne pas être comparables.

[ISO 12004:1997](https://standards.iso.org/iso-12004-1997)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/34cdfad2-5b14-4901-8c07-33a35ee962da/iso-12004-1997>

Page blanche

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 12004:1997

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/34cdfad2-5b14-4901-8c07-33a35ee962da/iso-12004-1997>

Matériaux métalliques — Lignes directrices pour la détermination de diagrammes limites de formage

1 Domaine d'application

La présente Norme internationale donne des lignes directrices pour le développement de diagrammes limites de formage et des courbes limites de formage des tôles et bandes métalliques d'épaisseur comprise entre 0,2 mm et 3 mm.

2 Symboles

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

Les symboles utilisés dans les diagrammes limites de formage sont prescrits dans le tableau 1, et des exemples de type de grilles utilisées sont donnés dans l'annexe B.

ISO 12004:1997
<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/34cdfad2-5b14-4901-8c07-33a35ee962da/iso-12004-1997>

Tableau 1 — Symboles et leurs significations

Symbole	Signification	Unité
a	Épaisseur de l'éprouvette	mm
l_0	Longueur de base initiale de la grille	mm
l_1	Longueur finale dans la direction de la déformation majeure	mm
l_2	Longueur finale à 90° de la direction de la déformation majeure	mm
e_1	Déformation majeure	%
e_2	Déformation mineure (à 90° de la majeure)	%
FLD	Diagramme limite de formage	
FLC	Courbe limite de formage	

3 Principe

Une grille de longueurs de base précises et de forme appropriée est appliquée sur une éprouvette de tôle métallique, puis l'éprouvette est formée jusqu'à l'instant juste avant le début de l'amincissement localisé et le changement en pourcentage de la longueur de base est mesuré dans la direction de la déformation majeure et à 90° et dans la direction de la déformation mineure, de façon à déterminer la limite de formage pour les conditions imposées de déformation. Un nombre d'essais répétés pour différentes conditions de déformation sont effectués pour fournir des données pour l'établissement de la courbe limite de formage (FLC) du matériau lorsqu'on reportera ces limites de formage sur un diagramme limite de formage (FLD) (voir figure 1).

4 Conditions d'essai

4.1 Les longueurs de base dans la gamme 1,5 mm à 5,0 mm sont recommandées. La valeur réelle de la longueur de base doit être connue à 2 % près.

4.2 Durant le formage de l'éprouvette, la déformation doit être aussi uniforme que possible.

4.3 Afin d'obtenir cela, tout dispositif employant une force de maintien et une force de déformation peut être employé pour développer la condition de déformation limite.

4.4 La courbe limite de formage doit être reportée sur un diagramme limite de formage. La figure 1 est un exemple d'une courbe limite de formage.

4.5 La limite de formage est obtenue juste avant le début de l'amincissement localisé appelé la striction. Il est alors nécessaire d'arrêter le processus de formage avant ce point. La position approximative de ce point peut être établie par un essai initial ou peut être estimé à partir d'essais préliminaires effectués sur des éprouvettes n'ayant pas de grilles.

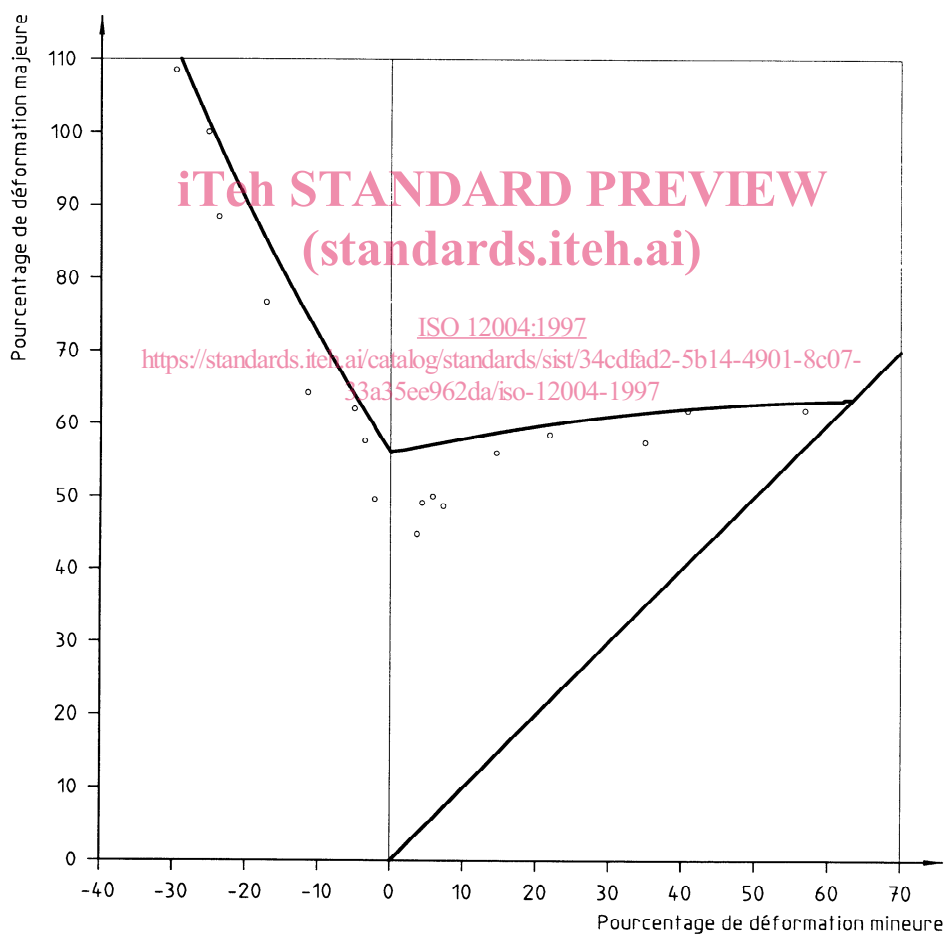


Figure 1 — Courbe limite de formage type

5 Mode opératoire

Le mode opératoire recommandé pour déterminer la limite de formage est le suivant:

5.1 Prendre un échantillon représentatif du matériau à évaluer.

5.2 Appliquer une grille appropriée, qui a été vérifiée en ce qui concerne la précision des longueurs de base, sur la surface d'une éprouvette dans les surfaces de l'élément à former qui sont connues, ou qui ont été établies par recherche, pour être critiques.

5.3 Tout dispositif satisfaisant l'article 4 peut être utilisé pour le formage de l'éprouvette, telle une presse d'emboutissage, un dispositif d'obtention de coupelles, une machine d'expansion hydraulique ou un autre équipement maintenant l'éprouvette et appliquant une force de déformation plastique dans une zone éloignée du bord. Une machine d'essai universelle peut être utilisée et les limites de formage peuvent être établies par utilisation d'un essai de traction.

5.4 Les éprouvettes doivent être soumises à l'essai sur toute leur périphérie, ou découpées en bandes de largeurs variables pour établir une gamme de conditions de déformation. Si nécessaire, différents lubrifiants peuvent être utilisés.

5.5 Arrêter l'essai à la première indication d'amincissement localisé (striction). Une méthode consiste à polir légèrement la surface de l'éprouvette à l'aide d'une pierre plate dure telle qu'une pierre d'affûtage.

(standards.iteh.ai)

5.6 Déterminer les déformations e_1 et e_2 comme suit:

ISO 12004:1997

[https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/34cdfad2-5b14-4901-8c07-](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/34cdfad2-5b14-4901-8c07-33a35ea962da/iso-12004-1997)

5.6.1 Mesurer trois longueurs entre repères adjacentes dans la direction e_1 et qui sont originellement sur une ligne droite. Répéter la mesure jusqu'à ce que les trois valeurs obtenues soient les mêmes à 10 % près. Noter la moyenne de ces valeurs comme l_1 .

5.6.2 S'il n'est pas possible d'obtenir trois valeurs égales à 10 % près, former une nouvelle éprouvette et répéter le mesurage.

5.6.3 Choisir l'une des longueurs entre repères mesurées conformément à 5.6.1 et mesurer la longueur entre repères à 90° de la direction d'origine e_1 , et noter cette valeur comme l_2 .

5.7 Calculer e_1 et e_2 en pourcentage comme suit:

$$e_1 = \frac{l_1 - l_0}{l_0} \times 100$$

$$e_2 = \frac{l_2 - l_0}{l_0} \times 100$$

5.8 Effectuer des mesurages sur un nombre suffisant d'éprouvettes pour établir une courbe limite de formage.

6 Interprétation des résultats

6.1 Reporter e_1 en fonction de e_2 sur un diagramme limite de formage. Comme le montre la figure 1, la déformation majeure e_1 est portée selon l'axe des y et la déformation mineure e_2 selon l'axe des x .

6.2 Tracer la courbe limite de formage passant par le nombre maximal de points (voir figure 1).

6.3 L'effet d'une opération de formage sur un élément particulier peut être estimée à partir du diagramme par mesurage des déformations dans les zones critiques et en comparant les résultats avec la courbe limite de formage du matériau utilisé.

7 Rapport d'essai

7.1 Le rapport d'essai doit contenir les informations suivantes:

- a) référence à la présente Norme internationale;
- b) identification de l'éprouvette;
- c) épaisseur de l'éprouvette;
- d) courbe limite de formage (FLC) tracée sur le diagramme limite de formage (FLD) (comme représenté à la figure 1);
- e) longueur de base de la grille utilisée.

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

7.2 Le rapport d'essai peut également contenir les informations suivantes:

[ISO 12004:1997](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/34cdfad2-5b14-4901-8c07-33a35ee962da/iso-12004-1997)

- a) propriétés mécaniques du matériau soumis à l'essai;
- b) composition chimique (teneur, en pourcentage, des principaux éléments) du matériau soumis à l'essai;
- c) description du mode opératoire utilisé;
- d) type de grille utilisé;
- e) compte rendu de tout écart par rapport au mode opératoire prescrit (voir notamment annexe A).

Annexe A (informative)

Modifications des courbes limites de formage

Afin d'adapter les variables de production d'un produit commercial donnée et de permettre de faire des corrections pour des différences connues, telles que la réponse de matériaux similaires de différentes épaisseurs lors de leur formage avec le même outillage, ou que les caractéristiques d'érouissage différentes dues à un érouissage préalable à l'essai, des modifications ont été proposées pour la courbe limite de formage. Ces modifications déplacent vers le haut la courbe relative aux éprouvettes épaisses d'un matériau donné, ou modifie la forme pour une nuance commerciale donnée, si le procédé de fabrication donne des valeurs significativement différentes du coefficient d'anisotropie (r) (voir ISO 10113:1991, *Matériaux métalliques — Tôles et bandes — Détermination du coefficient d'anisotropie plastique*) ou du coefficient d'érouissage (n) (voir ISO 10275:1993, *Matériaux métalliques — Tôles et bandes — Détermination du coefficient d'érouissage*). De telles modifications des courbes limites de formage n'ont pas été établies comme des corrections faciles à appliquer et, si elles sont employées, doivent être spécifiquement notées dans le rapport d'essai.

La figure 1 montre un exemple de courbe limite de formage. Les zones déformées dans un élément formé ayant des déformations proches de la courbe limite de formage sont probablement défailtantes et il convient de les examiner pour réduire la déformation ou d'employer un matériau ayant une formabilité supérieure.

La relation entre les déformations critiques ϵ_1 et ϵ_2 et la direction initiale de laminage d'un produit plat peut affecter la limite de formage.

ISO 12004:1997

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/34cdfad2-5b14-4901-8c07-33a35ee962da/iso-12004-1997>