
**Matériaux métalliques — Rapport
concernant l'analyse des déformations**

Metallic materials — Strain analysis report

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

[ISO/TR 14936:1998](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/ed57db08-315c-4b6a-8978-03cc2802dc8a/iso-tr-14936-1998)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/ed57db08-315c-4b6a-8978-03cc2802dc8a/iso-tr-14936-1998>



| Sommaire | | Page |
|-----------------|--|------|
| 1 | Domaine d'application | 1 |
| 2 | Référence normative | 1 |
| 3 | Symboles | 2 |
| 4 | Principe | 2 |
| 5 | Conditions d'essai | 2 |
| 6 | Mode opératoire | 3 |
| 6.1 | Diagrammes limites de formage (FLD) | 3 |
| 6.2 | Lignes iso-déformations | 3 |
| 6.3 | Cisaillement dans le plan | 3 |
| 6.4 | Déformation en épaisseur | 4 |
| 7 | Interprétation des résultats | 4 |
| 8 | Rapport d'essai | 4 |
| Annexe A | (normative) Exemple d'un diagramme limite de formage (FLD) | 6 |
| Annexe B | (informative) Bibliographie | 7 |

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

[ISO/TR 14936:1998](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/ed57db08-315c-4b6a-8978-03cc2802dc8a/iso-tr-14936-1998)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/ed57db08-315c-4b6a-8978-03cc2802dc8a/iso-tr-14936-1998>

© ISO 1998

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

Organisation internationale de normalisation
Case postale 56 • CH-1211 Genève 20 • Suisse
Internet central@iso.ch
X.400 c=ch; a=400net; p=iso; o=isocs; s=central

Imprimé en Suisse

Avant-propos

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

La tâche principale des comités techniques de l'ISO est d'élaborer les Normes internationales. Exceptionnellement, un comité technique peut proposer la publication d'un rapport technique de l'un des types suivants:

- type 1: lorsque, en dépit de maints efforts, l'accord requis ne peut être réalisé en faveur de la publication d'une Norme internationale;
- type 2: lorsque le sujet en question est encore en cours de développement technique ou lorsque, pour toute autre raison, la possibilité d'un accord pour la publication d'une Norme internationale peut être envisagée pour l'avenir mais pas dans l'immédiat;
- type 3: lorsqu'un comité technique a réuni des données de nature différente de celles qui sont normalement publiées comme Normes internationales (ceci pouvant comprendre des informations sur l'état de la technique, par exemple).

Les rapports techniques des types 1 et 2 font l'objet d'un nouvel examen trois ans au plus tard après leur publication afin de décider éventuellement de leur transformation en Normes internationales. Les rapports techniques du type 3 ne doivent pas nécessairement être révisés avant que les données fournies ne soient plus jugées valables ou utiles.

L'ISO/TR 14936, rapport technique du type 2, a été élaboré par le comité technique ISO/TC 164, *Essais mécaniques des métaux*, sous-comité SC 2, *Essais de ductilité*.

Le présent document est publié dans la série des Rapports techniques de type 2 (conformément au paragraphe G.3.2.2 de la partie 1 des Directives ISO/CEI, 1995) comme «norme prospective d'application provisoire» dans le domaine de l'analyse des déformations de tôles métalliques en raison de l'urgence d'avoir une indication quant à la manière dont il convient d'utiliser les normes dans ce domaine pour répondre à un besoin déterminé.

Ce document ne doit pas être considéré comme une "Norme internationale". Il est proposé pour une mise en œuvre provisoire, dans le but de recueillir des informations et d'acquérir de l'expérience quant à son application dans la pratique. Il est de règle d'envoyer les observations éventuelles relatives au contenu de ce document au Secrétariat central de l'ISO.

Il sera procédé à un nouvel examen de ce Rapport technique de type 2 trois ans au plus tard après sa publication, avec la faculté d'en prolonger la validité pendant trois autres années, de le transformer en Norme internationale ou de l'annuler.

L'annexe A fait partie intégrante du présent Rapport technique. L'annexe B est donnée uniquement à titre d'information.

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO/TR 14936:1998

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/ed57db08-315c-4b6a-8978-03cc2802dc8a/iso-tr-14936-1998>

Matériaux métalliques — Rapport concernant l'analyse des déformations

1 Domaine d'application

Le présent Rapport technique fournit des renseignements sur l'utilisation de l'analyse des déformations pour évaluer les éléments formés dans des presses d'emboutissage de tôles métalliques, en utilisant la méthode décrite dans l'ISO 12004.

L'analyse des déformations est utilisée pour déterminer les déformations critiques majeure (e_1) et mineure (e_2) pour une tôle métallique qui a été formée par des opérations courantes d'emboutissage avec un outil dans une presse d'emboutissage. Ces déformations sont comparées à la courbe limite de formage (FLC) obtenue pour le même matériau, de manière à évaluer la sévérité du procédé de formage.

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

2 Référence normative

La norme suivante contient des dispositions qui, par suite de la référence qui en est faite, constituent des dispositions valables pour le présent rapport technique. Au moment de la publication, l'édition indiquée était en vigueur. Toute norme est sujette à révision et les parties prenantes des accords fondés sur le présent rapport technique sont invitées à rechercher la possibilité d'appliquer l'édition la plus récente de la norme indiquée ci-après. Les membres de la CEI et de l'ISO possèdent le registre des Normes internationales en vigueur à un moment donné.

ISO 12004:1997, *Matériaux métalliques — Lignes directrices pour la détermination de diagrammes limites de formage.*

3 Symboles

Les symboles utilisés pour l'analyse des déformations sont donnés dans le tableau 1.

Tableau 1 — Symboles et leurs significations

| Symbole | Signification | Unité |
|---------|---|-------|
| a | Épaisseur de l'éprouvette | mm |
| a_3 | Épaisseur de la pièce après formage | mm |
| e_1 | Déformation majeure | % |
| e_2 | Déformation mineure (à 90° de la direction de la déformation majeure) | % |
| e_3 | Déformation en épaisseur | % |
| 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 |
| n | Coefficient d'écroûissage (valeur n) | 1 |
| r_m | Coefficient d'anisotropie plastique, moyenne pondérée | 1 |
| FLD | Diagramme limite de formage | |
| FLC | Courbe limite de formage | |

4 Principe

L'analyse des déformations est une méthode pour évaluer la déformation localisée en surface sur des pièces en tôle métallique formées lors d'opérations d'emboutissage à la presse. Une grille avec des longueurs de base précises est appliquée à la surface du flan issu d'une tôle métallique à étudier. Après formage de la pièce à la presse, on mesure la grille dans les zones critiques et l'on reporte sur le FLD les déformations majeure et mineure.

Une FLC pour la même tôle métallique est placée sur le FLD. Si l'on trouve sur la pièce des déformations voisines ou supérieures à celles de la FLC, une striction locale et une rupture sont probables durant la production courante de la pièce à la presse.

5 Conditions d'essai

Les conditions d'essai doivent être conformes à l'ISO 12004.

6 Mode opératoire

6.1 Diagrammes limites de formage (FLD)

Le flan muni de sa grille est préparé et formé à la presse d'emboutissage en utilisant les mêmes modes opératoires qu'en production courante de pièces. Il est recommandé que le flan muni de sa grille soit préparé et intercalé dans la production courante de pièces. Lorsque l'analyse des déformations est réalisée au titre d'une évaluation préalable à la production et qu'il est procédé à des réglages de la presse, de la lubrification ou du matériau des flans, il convient de réaliser une autre analyse des déformations sur une pièce formée après avoir effectué ces réglages.

Un examen préliminaire de la pièce formée peut fournir des renseignements sur les zones critiques conduisant à ne pas rendre nécessaire l'application de la grille sur toute la surface du flan. S'il y a des doutes concernant les emplacements des déformations, il convient d'appliquer la grille sur toute la surface du flan d'essai initial. Dans certains cas, les grilles sont appliquées sur les deux faces de façon à disposer à coup sûr d'une grille exploitable.

Les mesures du couple e_1 , e_2 , pour les emplacements critiques, sont reportées sur un FLD sur lequel on doit tracer une FLC pour le matériau utilisé dans l'essai. La zone de la pièce formée qui est représentée par des points expérimentaux donnés doit être identifiée sur le FLD, si plus d'une zone critique a été reportée sur un FLD.

Un exemple de diagramme limite de formage est donné dans l'annexe A.

6.2 Lignes iso-déformations

La distribution des déformations sur une pièce a une grande influence sur la formabilité. De forts gradients de déformation sur une zone réduite d'une pièce formée peuvent entraîner sa rupture. Les grilles de déformation constituent un moyen utile pour la détermination des gradients de déformation. Pour ce faire, on utilise seulement la déformation e_1 . On réalise une étude de la pièce en utilisant un compas à pointes sèches ouvert à un écartement donné pour localiser les cercles correspondant à un niveau de déformation donné. Pour plus de commodité, on utilise des incréments de déformation de 10 % entre une valeur minimale de 20 % et le maximum observé sur la pièce. Par exemple si l'on a trouvé un maximum de 53 % pour e_1 , on tracera sur la grille de la pièce, les lignes correspondant à des niveaux de déformations de 20 %, 30 %, 40 % et 50 %. Cette cartographie de la surface est utilisée pour évaluer l'efficacité d'une action corrective prise pour améliorer les performances. Si les lignes caractéristiques du panneau formé sont reportées sur le flan avant formage, il est possible d'observer l'endroit où le métal se déforme et dans quelle mesure les modifications de la forme du flan, de sa position dans l'outil, de la lubrification et des réglages de la presse changent la forme de la pièce, influencent l'amincissement et réduisent la possibilité de rupture. Des défauts de surface dus à une zone en compression sur la pièce peuvent être effectivement éliminés.

6.3 Cisaillement dans le plan

La rupture d'une tôle métallique est mise en évidence par une striction et une rupture localisées. L'autre extrême est l'apparition d'ondulations et de plis dans le métal. Dans l'un ou l'autre cas, du cisaillement dans le plan survient. La surface à un endroit donné se déplace dans une direction tandis que le déplacement s'effectue dans la direction opposée, à un endroit voisin. L'examen de la forme des différentes parties de la grille permet de mettre en évidence ce phénomène. Il convient de noter tout écart par rapport à des déformations biaxiales équilibrées. Les points correspondant à une telle situation ne sont pas reportés sur le FLD.

NOTE — Il convient de prendre soin de ne pas confondre un apparent cisaillement dans le plan avec une compression axiale ou une traction biaxiale.

6.4 Déformation en épaisseur

La déformation en épaisseur, e_3 , n'est pas mesurée dans l'analyse des déformations de surface. La relation entre e_1 , e_2 et e_3 est traduite du fait de la constance du volume, par la formule suivante:

$$e_3 = \left[\frac{1}{\left(\frac{e_1}{100} + 1 \right) \times \left(\frac{e_2}{100} + 1 \right)} - 1 \right] \times 100$$

Il est possible d'évaluer la déformation d'une pièce formée en mesurant l'épaisseur finale et, connaissant l'épaisseur initiale, de calculer e_3 . L'épaisseur peut être mesurée

- avec des palmers; cela requiert de découper la pièce formée en morceaux pour pouvoir effectuer la mesure au moyen de palmers;
- avec des jauges d'épaisseur électroniques.

7 Interprétation des résultats

Les opérations d'emboutissage à la presse utilisées pour le formage de tôles métalliques en pièces tridimensionnelles complexes, dépendent de nombreuses variables. En supposant que les réglages de la presse sont optimisés et que l'outillage fonctionne correctement, la variable la plus critique est la tôle métallique à former.

En appliquant une grille avec de fins repères sur le flan et en formant une pièce d'essai, on peut identifier les zones critiques, reporter les mesures sur un FLD et effectuer une comparaison avec la limite de formage escomptée pour le matériau. Le mode opératoire est rendu efficace en définissant les conditions initiales puis en évaluant la pièce formée. Des mesures et des photographies de la pièce peuvent être utilisées tout le long de la production pour établir si des modifications du procédé de formage sont intervenues. Il est parfois démontré qu'après avoir produit une pièce pendant une période donnée, les déformations sont inférieures, et des économies peuvent être réalisées en réduisant la taille du flan, en utilisant un matériau de flan plus mince ou une nuance de métal moins noble, moins déformable et moins coûteuse.

8 Rapport d'essai

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

- a) référence au présent Rapport technique, c'est-à-dire ISO/TR 14936;
- b) identification de l'éprouvette ou du matériau;
- c) épaisseur de l'éprouvette;
- d) FLC et données relatives à la pièce reportées sur le diagramme limite de formage (FLD);
- e) longueur de base de la grille utilisée;
- f) valeur maximale pour e_1 et valeur e_2 qui lui est associée, obtenues pour la pièce;
- g) coefficient d'écroutissage n .

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

- a) propriétés mécaniques du matériau;
- b) composition chimique du matériau;
- c) description du mode opératoire utilisé pour l'analyse des déformations;
- d) schéma ou photographie du flan et de la pièce;
- e) lignes iso-déformations sur un schéma de la pièce;
- f) aperçu de l'amincissement sur la pièce, avec indication sur le schéma de la pièce des valeurs effectivement constatées.

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

[ISO/TR 14936:1998](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/ed57db08-315c-4b6a-8978-03cc2802dc8a/iso-tr-14936-1998)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/ed57db08-315c-4b6a-8978-03cc2802dc8a/iso-tr-14936-1998>