
**Matériaux métalliques — Essai de
traction à vitesses de déformation
élevées —**

Partie 2:

**Systèmes d'essai servo-hydrauliques et
autres systèmes d'essai**

iTeh STANDARD PREVIEW

(standards.iteh.ai)

Metallic materials — Tensile testing at high strain rates — Part 2: Servo-hydraulic and other test systems

ISO 26203-2:2011

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/27af004f-1d7c-4506-8e27-378364f780f6/iso-26203-2-2011>



iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 26203-2:2011

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/27af004f-1d7c-4506-8e27-378364f780f6/iso-26203-2-2011>



DOCUMENT PROTÉGÉ PAR COPYRIGHT

© ISO 2011

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'ISO à l'adresse ci-après ou du comité membre de l'ISO dans le pays du demandeur.

ISO copyright office
Case postale 56 • CH-1211 Geneva 20
Tel. + 41 22 749 01 11
Fax + 41 22 749 09 47
E-mail copyright@iso.org
Web www.iso.org

Publié en Suisse

Sommaire

Page

Avant-propos.....	iv
Introduction.....	v
1 Domaine d'application	1
2 Références normatives	1
3 Termes et définitions	1
4 Symboles	1
5 Principe	3
6 Appareillage	3
7 Éprouvettes	4
7.1 Géométrie des éprouvettes	4
7.2 Préparation des éprouvettes	5
8 Mode opératoire et mesurages	5
8.1 Choix de la vitesse	5
8.2 Mesurage de la force	5
8.3 Mesurage de l'extension	6
8.4 Acquisition des données	7
9 Évaluation des essais	7
9.1 Courbe contrainte-déformation	7
9.2 Détermination des valeurs clés	8
9.3 Vitesses de déformation	8
9.4 Détermination des courbes d'écoulement	9
10 Rapport d'essai	10
Annexe A (informative) Appareillage d'essai	11
Annexe B (informative) Exemples de géométries d'éprouvettes	13
Annexe C (informative) Exemple de courbe contrainte conventionnelle-déformation conventionnelle ..	15
Bibliographie	16

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 Normes internationales sont rédigées conformément aux règles données dans les Directives ISO/CEI, Partie 2.

La tâche principale des comités techniques est d'élaborer les Normes internationales. 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.

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.

L'ISO 26203-2 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 164, *Essais mécaniques des métaux*, sous-comité SC 1, *Essais uniaxiaux*.

L'ISO 26203 comprend les parties suivantes, présentées sous le titre général *Matériaux métalliques — Essai de traction à vitesses de déformation élevées*:

- *Partie 1: Systèmes de type à barre élastique*
- *Partie 2: Systèmes d'essai servo-hydrauliques et autres systèmes d'essai*

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/27af004f-1d7c-4506-8e27-378364f780f6/iso-26203-2-2011>

Introduction

Le comportement en déformation de nombreux matériaux techniques présente un effet positif de la vitesse de déformation jusqu'à la rupture ductile, c'est-à-dire qu'avec une vitesse de déformation croissante, une augmentation de la limite d'élasticité et de la déformation à la rupture peut être observée. Cette information revêt une grande importance pour l'évaluation fiable du comportement au choc de structures automobiles dont la détermination fait de plus en plus appel aux méthodes numériques afin de réduire le plus possible le recours à des essais de choc qui sont très coûteux et gourmands en temps. Pour la simulation numérique des charges de type choc, des courbes contrainte-déformation déterminées à des vitesses de déformation plus élevées sont nécessaires. Les valeurs quasi statiques déterminées conformément à l'ISO 6892-1, c'est-à-dire avec des vitesses de déformation inférieures ou égales à $0,008 \text{ s}^{-1}$, ne sont pas adaptées à la description du comportement du matériau d'un élément soumis à une charge dynamique, c'est-à-dire avec des vitesses de déformation supérieures à celles des essais quasi statiques.

iTeh STANDARD PREVIEW (standards.iteh.ai)

[ISO 26203-2:2011](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/27af004f-1d7c-4506-8e27-378364f780f6/iso-26203-2-2011)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/27af004f-1d7c-4506-8e27-378364f780f6/iso-26203-2-2011>

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 26203-2:2011

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/27af004f-1d7c-4506-8e27-378364f780f6/iso-26203-2-2011>

Matériaux métalliques — Essai de traction à vitesses de déformation élevées —

Partie 2:

Systemes d'essai servo-hydrauliques et autres systemes d'essai

1 Domaine d'application

La présente partie de l'ISO 26203 spécifie des exigences pour les essais réalisés sur des matériaux métalliques. Seuls des exemples pour les essais sur des éprouvettes plates sont donnés; cependant, d'autres géométries peuvent être essayées. Le domaine d'application couvre une plage de vitesses de déformation comprise entre 10^{-2} s^{-1} et 10^3 s^{-1} . Les essais doivent être réalisés, sauf spécification contraire, entre 10 °C et 35 °C, à l'aide d'un système d'essai de type servo-hydraulique.

NOTE 1 Les mesurages pour des vitesses de déformation inférieures à 10^{-2} s^{-1} peuvent être réalisés à l'aide de machines conçues pour des essais quasi statiques.

NOTE 2 Pour des géométries d'éprouvettes différentes de celles présentées en 7.1 et à l'Annexe B, voir ESIS P7 (Référence [1]) et la directive FAT (Référence [2]).

[ISO 26203-2:2011](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/27af004f-1d7c-4506-8e27-378364f780f6/iso-26203-2-2011)

2 Références normatives

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/27af004f-1d7c-4506-8e27-378364f780f6/iso-26203-2-2011>

Les documents de référence suivants sont indispensables pour l'application 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 6892-1, *Matériaux métalliques — Essai de traction — Partie 1: Méthode d'essai à température ambiante*

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions donnés dans l'ISO 6892-1 s'appliquent.

4 Symboles

Pour les besoins du présent document, les symboles donnés dans l'ISO 6892-1 s'appliquent. Des symboles, unités et désignations supplémentaires sont donnés dans le Tableau 1.

Tableau 1 — Symboles

Symbole	Unité	Description
Éprouvette		
a_0	mm	Épaisseur initiale d'une éprouvette plate
b_0	mm	Largeur initiale de la longueur calibrée d'une éprouvette plate
b_K	mm	Largeur(s) de la surface de serrage de l'éprouvette
L_0	mm	Longueur initiale entre repères
L_C	mm	Longueur calibrée
L_e	mm	Longueur de base de l'extensomètre
r	mm	Rayon du congé raccordement
S_0	mm ²	Aire initiale de la section transversale de la longueur calibrée
S_D	mm ²	Aire de la zone réservée au dynamomètre: aire sur la face de l'éprouvette fixée dans les mâchoires pour laquelle seules des déformations élastiques sont requises lors de l'essai
Temps		
t	s	Temps
t_f	s	Durée comprise entre le début de l'essai et le moment d'amorçage de la rupture
Allongement		
A	%	Allongement pour cent après rupture NOTE Dans le cas d'éprouvettes non proportionnelles, le symbole A est complété d'un indice qui indique la longueur initiale entre repères, en millimètres, par exemple: $A_{20\text{ mm}}$ = allongement pour cent après rupture avec une longueur initiale entre repères $L_0 = 20$ mm.
Extension		
A_g	%	Extension plastique pour cent à la force maximale, F_m (déformation plastique à la force maximale, F_m)
A_{gt}	%	Extension totale pour cent à la force maximale, F_m (déformation totale à la force maximale, F_m)
Déformation		
$e(t)$	%	Déformation conventionnelle en fonction du temps
e_{pl}	%	Déformation plastique conventionnelle
e_t	%	Déformation conventionnelle totale
ε_{pl}		Déformation plastique vraie
ε_t		Déformation vraie totale
Vitesses		
v_0	mm s ⁻¹	Vitesse de déplacement initiale
\dot{e}_{nom}	s ⁻¹	Vitesse nominale de déformation conventionnelle = v_0/L_C [Équation (1)]
\dot{e}_{mean}	s ⁻¹	Vitesse moyenne de déformation conventionnelle = A/t_f [Équation (4)]
$\dot{e}(t)$	s ⁻¹	Vitesse de déformation conventionnelle en fonction du temps = $de(t)/dt$
\dot{e}_{pl}	s ⁻¹	Valeur moyenne de la vitesse de déformation conventionnelle en fonction du temps: $de(t)/dt$ dans la plage comprise entre le début de l'écoulement ou 1 % de déformation et la déformation à la force maximale [Équation (5)]
f_u	Hz	Limite supérieure de fréquence du système de mesure applicable (force ou déplacement)
Force		
F_m	N	Force maximale
Contrainte conventionnelle — Contrainte vraie		
R	MPa ^a	Contrainte conventionnelle
σ	MPa	Contrainte vraie

Tableau 1 (suite)

Symbole	Unité	Description
Limite apparente d'élasticité — Limite conventionnelle d'élasticité — Résistance à la traction		
R_{eL}	MPa	Limite inférieure d'écoulement
R_p	MPa	Limite conventionnelle d'élasticité pour une extension plastique
R_m	MPa	Résistance à la traction
Module d'élasticité — Pente de la courbe contrainte-déformation		
E	MPa	Module d'élasticité
m_E	MPa	Pente de la partie élastique de la courbe contrainte-déformation ^b
<p>^a 1 MPa = 1 N/mm².</p> <p>^b Dans la partie élastique de la courbe contrainte-déformation, la valeur de la pente peut être très proche de la valeur du module d'élasticité si des conditions optimales (haute résolution, extensomètres assurant une moyenne sur deux faces, alignement correct de l'éprouvette, etc.) sont appliquées.</p>		

5 Principe

Les caractéristiques de contrainte-déformation des matériaux métalliques pour des vitesses de déformation plastique spécifiques sont déterminées.

Pour réaliser des essais de traction à des vitesses de déformation plus élevées que celles décrites dans l'ISO 6892-1, les mesurages de force et d'allongement de la longueur initiale entre repères, L_0 , doivent répondre à des exigences supplémentaires afin d'obtenir des courbes contrainte-déformation à vitesse élevée fiables. La présente partie de l'ISO 26203 décrit les exigences pour déterminer et évaluer les contraintes et les déformations, dans des conditions d'équilibre de la force, au cours de la déformation plastique à des vitesses de déformation pouvant atteindre 10^3 s^{-1} .

ISO 26203-2:2011

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/27af004f-1d7c-4506-8e27-378364f780f6/iso-26203-2-2011>

6 Appareillage

Les machines d'essai conformes à la présente partie de l'ISO 26203 fonctionnent sur le principe que l'énergie cinétique requise pour l'essai est appliquée à l'éprouvette du côté de l'impact (ou du chargement) (voir Figure A.1). La cellule de force se trouve à l'extrémité opposée de l'éprouvette qui est fixée ou maintenue dans les mâchoires (voir Figure A.1). Le chargement à des vitesses élevées de déformation est de préférence de type impact; de ce fait, il ne permet pas, souvent, un couplage fixe de l'éprouvette à la machine d'essai. Toutes les machines d'essai autorisant une vitesse de déformation constante (comprise dans certaines limites; voir 9.3) pendant l'intégralité de l'essai conviennent pour les essais.

Les machines d'essai à vitesse élevée les plus communes, applicables pour la présente partie de l'ISO 26203, utilisent un système de pilotage servo-hydraulique muni d'un adaptateur de jeu (voir Référence [3]). D'autres systèmes, qui peuvent inclure des machines d'impact à volant et tours à chute, peuvent être utilisés à condition que les exigences données dans la présente partie de l'ISO 26203 soient satisfaites.

Un alignement parallèle axisymétrique des éprouvettes dans le système de mise en charge doit être vérifié afin d'empêcher les moments de flexion. L'alignement des éléments du système de mise en charge peut être réalisé conformément à l'ASTM E1012 (voir Référence [4]).

D'un point de vue mécanique, il convient que le système de mise en charge soit compact et facile à gérer. Cela permet d'obtenir des temps d'accélération courts pour le système de mise en charge tout en conservant la fréquence propre du système de serrage et du système de cellule de mesure de la force la plus élevée possible.

7 Éprouvettes

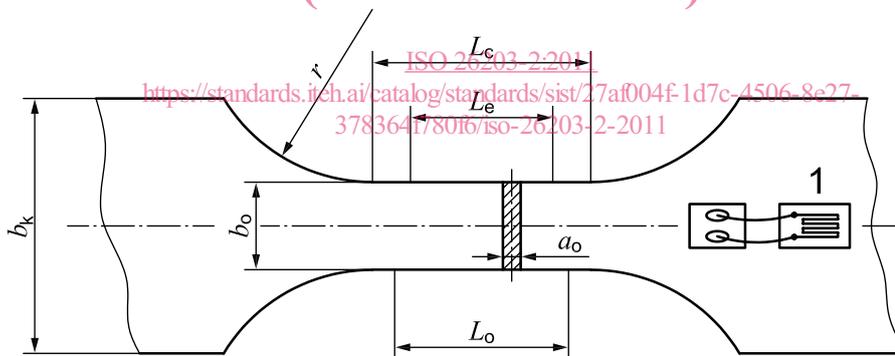
7.1 Géométrie des éprouvettes

Des éprouvettes plates pour essais de traction sont utilisées pour les essais dynamiques réalisés sur des matériaux en feuilles. La vitesse de déformation développée dans la longueur entre repères de l'éprouvette dépend de la vitesse de déplacement appliquée et de la longueur calibrée de section réduite de l'éprouvette. Une éprouvette avec une longueur calibrée plus petite permet d'atteindre des vitesses de déformation plus élevées. Toutefois, une longueur calibrée, L_c , doit être conservée de façon que la longueur initiale entre repères, L_o , soit soumise à une contrainte uniaxiale (voir Figure 1). Par conséquent, les dimensions recommandées pour la longueur calibrée, L_c , la largeur, b_o , l'épaisseur de l'éprouvette, a_o et le rayon du congé de raccordement, r , de l'éprouvette sont les suivantes:

- $L_o / b_o \geq 2$
- $L_c \geq L_o + b_o / 2$
- $b_o / a_o \geq 2$
- $b_o / b_k \leq 0,5$
- $r \geq 10 \text{ mm}$

Ici, b_k désigne la largeur de la zone de serrage.

Des dimensions d'éprouvettes fréquemment utilisées sur la base de l'ISO 6892-1 sont données à titre d'exemples dans l'Annexe B. D'autres géométries d'éprouvettes (par exemple ISO 26203-1, ESIS P7 et directive FAT) peuvent être appliquées si celles-ci font l'objet d'un accord entre les parties intéressées.



Légende

- 1 jauge de déformation
- a_o épaisseur initiale
- b_o largeur initiale de la longueur calibrée
- b_k largeur de la surface de serrage
- L_c longueur calibrée
- L_e longueur de base de l'extensomètre
- L_o longueur initiale entre repères
- r rayon du congé de raccordement

Figure 1 — Dimensions caractéristiques de l'éprouvette

NOTE Afin de parvenir à un équilibre des forces pour une déformation faible (début de l'essai) pour des vitesses de déformation élevées pouvant atteindre 10^3 s^{-1} , il est important de choisir une longueur appropriée d'éprouvette.

Les extrémités des éprouvettes sont conçues pour s'adapter aux dispositifs existants de serrage des machines. Les dimensions des extrémités des éprouvettes doivent être telles que seule une déformation élastique se produise au niveau des extrémités de l'échantillon lors de l'essai.

Un mesurage de la force au moyen de jauges de déformation fixées sur l'éprouvette (voir Figure 1) nécessite une zone réservée au dynamomètre (voir Références [1] et [5]). La zone réservée au dynamomètre est située dans la partie de l'extrémité de l'éprouvette qui est fixée ou maintenue. Aucune déformation plastique n'est permise dans la zone réservée au dynamomètre.

Il convient de valider la conception de l'éprouvette avant des essais à vitesse de déformation élevée. La validation peut typiquement comporter la réalisation d'essais quasi statiques sur des éprouvettes destinées à des essais à vitesse élevée dans les limites de vitesse de déformation permises dans l'ISO 6892-1. Il convient de comparer les caractéristiques du matériau déduites de ces essais à celles obtenues à l'aide d'une conception d'éprouvette, d'un mode opératoire et d'une machine d'essai conformes à l'ISO 6892-1.

7.2 Préparation des éprouvettes

Les instructions et les commentaires relatifs à la fabrication des éprouvettes plates de traction dans l'ISO 6892-1:2009, Annexe B, doivent être suivis. En outre, il convient de veiller tout particulièrement à éviter un écrouissage des bords découpés. L'électroérosion, la découpe au jet d'eau, l'usinage à grande vitesse ou d'autres procédés réduisant le plus possible les bords écrouis, la rugosité de surface et la déformation des éprouvettes sont recommandés. Il convient de conserver les surfaces des échantillons prélevés dans des feuilles dans leur état brut de réception. La rugosité de surface des bords découpés doit être minimisée.

8 Mode opératoire et mesurages

8.1 Choix de la vitesse

Avant de réaliser un essai à vitesse de déformation élevée, la vitesse d'essai est choisie pour obtenir la vitesse de déformation souhaitée dans la longueur calibrée de l'éprouvette. Une vitesse initiale de déplacement, v_0 , permet d'estimer la vitesse nominale de déformation conventionnelle pouvant être obtenue à l'aide de l'Équation (1):

$$\dot{\epsilon}_{\text{nom}} = v_0 / L_c \quad \text{ISO 26203-2:2011} \quad \text{https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/27af004f-1d7c-4506-8e27-378364f780f6/iso-26203-2-2011} \quad (1)$$

où L_c est la longueur calibrée de l'éprouvette.

Du fait de la compliance du système de mise en charge, la vitesse de déformation enregistrée au cours d'un essai s'écarte de la valeur estimée (voir 9.3).

NOTE Pour les tours à chute, la vitesse est déterminée par un calcul effectué sur la base de la hauteur de chute.

Le comportement des matériaux est gouverné par la vitesse de déformation dans la longueur calibrée de l'éprouvette pendant l'essai. Par conséquent, le mode opératoire d'essai a pour objectif de réaliser un essai à vitesse de déformation constante dans la longueur calibrée de l'éprouvette (voir 9.3) et pas nécessairement à une vitesse constante du vérin.

8.2 Mesurage de la force

La fréquence propre des cellules de mesure de la force piézo-électriques est typiquement assez élevée pour une mesure précise de la force à de faibles vitesses de déformation. Pour des vitesses de déformation supérieures à approximativement 50 s^{-1} , il est recommandé de mesurer la force soit avec des jauges de déformation dans une zone de l'éprouvette soumise à une déformation purement élastique (zone réservée au dynamomètre; voir Figure 1) ou au moyen d'un dynamomètre tel qu'une jauge de déformation placée sur une mâchoire (voir Références [2], [6], [7] et [8]).

Un transfert spontané de la force dans l'éprouvette à une vitesse de déformation élevée provoque une oscillation de l'éprouvette et des éléments de la machine d'essai qui croît à mesure que la vitesse de déplacement augmente. Il peut s'agir d'oscillations longitudinales ou d'oscillations en flexion. Elles sont enregistrées comme des oscillations superposées au signal de force et de ce fait dans la courbe contrainte-déformation. Le comportement de déformation inhérent au matériau peut se présenter sous la forme de phénomènes