
Composites plastiques renforcés de fibres — Détermination des caractéristiques en compression dans le plan

*Fibre-reinforced plastic composites — Determination of compressive
properties in the in-plane direction*

iTeh Standards
(<https://standards.iteh.ai>)
Document Preview

ISO 14126:2023

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/c700953f-cb62-42e0-8571-3c7b51467923/iso-14126-2023>



iTeh Standards
(<https://standards.iteh.ai>)
Document Preview

ISO 14126:2023

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/c700953f-cb62-42e0-8571-3c7b51467923/iso-14126-2023>



DOCUMENT PROTÉGÉ PAR COPYRIGHT

© ISO 2023

Tous droits réservés. Sauf prescription différente ou nécessité dans le contexte de sa mise en œuvre, 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, ou la diffusion sur l'internet ou sur un intranet, sans autorisation écrite préalable. Une autorisation peut être demandée à l'ISO à l'adresse ci-après ou au comité membre de l'ISO dans le pays du demandeur.

ISO copyright office
Case postale 401 • Ch. de Blandonnet 8
CH-1214 Vernier, Genève
Tél.: +41 22 749 01 11
E-mail: copyright@iso.org
Web: www.iso.org

Publié en Suisse

Sommaire

Page

Avant-propos	v
Introduction	vi
1 Domaine d'application	1
2 Références normatives	2
3 Termes et définitions	2
4 Principe	4
5 Appareillage	4
5.1 Machine d'essai	4
5.1.1 Généralités	4
5.1.2 Vitesse d'essai	5
5.1.3 Mesurage de la charge	5
5.2 Mesurage de la déformation	5
5.3 Micromètre	5
5.4 Dispositifs de mise en charge	5
5.4.1 Généralités	5
5.4.2 Méthode 1: Charge par cisaillement	6
5.4.3 Méthode 2: Charge mixte	7
6 Éprouvettes	8
6.1 Forme et dimensions	8
6.1.1 Éprouvette de type A	8
6.1.2 Éprouvette de type B	9
6.2 Préparation	10
6.2.1 Généralités	10
6.2.2 Matériau des talons	10
6.2.3 Fixation des talons sur les éprouvettes	10
6.2.4 Usinage des éprouvettes	10
6.3 Vérification de la qualité des éprouvettes	11
6.4 Anisotropie	11
7 Nombre d'éprouvettes	11
8 Conditionnement	12
9 Mode opératoire	12
10 Expression des résultats	13
10.1 Calcul de la résistance à la compression	13
10.2 Calcul du module d'élasticité en compression	14
10.3 Calcul de la déformation en compression à la rupture	14
10.4 Paramètres statistiques	15
10.5 Chiffres significatifs	15
11 Fidélité	15
12 Rapport d'essai	15
Annexe A (normative) Alignement de l'éprouvette et de la machine de traction	16
Annexe B (normative) Préparation des éprouvettes	17
Annexe C (informative) Montages en compression pour la méthode 1	19
Annexe D (informative) Montages en compression pour la méthode 2	21
Annexe E (informative) Critères de gauchissement type Euler	25
Annexe F (informative) Longueur de talons prédite	26

Annexe G (informative) Recommandations pour les mesurages de déformation et de flexion à l'aide d'une corrélation d'images numériques (DIC)	27
Bibliographie	30

iTeh Standards
(<https://standards.iteh.ai>)
Document Preview

[ISO 14126:2023](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/c700953f-cb62-42e0-8571-3c7b51467923/iso-14126-2023)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/c700953f-cb62-42e0-8571-3c7b51467923/iso-14126-2023>

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 (IEC) en ce qui concerne la normalisation électrotechnique.

Les procédures utilisées pour élaborer le présent document et celles destinées à sa mise à jour sont décrites dans les Directives ISO/IEC, Partie 1. Il convient, en particulier, de prendre note des différents critères d'approbation requis pour les différents types de documents ISO. Le présent document a été rédigé conformément aux règles de rédaction données dans les Directives ISO/IEC, Partie 2 (voir www.iso.org/directives).

L'ISO attire l'attention sur le fait que la mise en application du présent document peut entraîner l'utilisation d'un ou de plusieurs brevets. L'ISO ne prend pas position quant à la preuve, à la validité et à l'applicabilité de tout droit de brevet revendiqué à cet égard. À la date de publication du présent document, l'ISO n'avait pas reçu notification qu'un ou plusieurs brevets pouvaient être nécessaires à sa mise en application. Toutefois, il y a lieu d'avertir les responsables de la mise en application du présent document que des informations plus récentes sont susceptibles de figurer dans la base de données de brevets, disponible à l'adresse www.iso.org/brevets. L'ISO ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié tout ou partie de tels droits de propriété.

Les appellations commerciales éventuellement mentionnées dans le présent document sont données pour information, par souci de commodité, à l'intention des utilisateurs et ne sauraient constituer un engagement.

Pour une explication de la nature volontaire des normes, la signification des termes et expressions spécifiques de l'ISO liés à l'évaluation de la conformité, ou pour toute information au sujet de l'adhésion de l'ISO aux principes de l'Organisation mondiale du commerce (OMC) concernant les obstacles techniques au commerce (OTC), voir www.iso.org/avant-propos.

Le présent document a été élaboré par le comité technique ISO/TC 61, *Plastiques*, sous-comité SC 13, *Composites et fibres de renforcement*, en collaboration avec le comité technique CEN/TC 249, *Plastiques*, du Comité européen de normalisation (CEN) conformément à l'Accord de coopération technique entre l'ISO et le CEN (Accord de Vienne).

Cette deuxième édition annule et remplace la première édition (ISO 14126:1999), qui a fait l'objet d'une révision technique.

Les principales modifications sont les suivantes:

- une nouvelle [Annexe A](#) normative, alignement de l'éprouvette et de la machine de traction, a été ajoutée et les annexes suivantes ont été renumérotées;
- l'[Annexe B](#), préparation des éprouvettes, est désormais normative pour souligner l'importance de produire des éprouvettes de bonne qualité ;
- deux nouvelles annexes informatives, [Annexes F](#) et [G](#), ont été ajoutées.

Il convient que l'utilisateur adresse tout retour d'information ou toute question concernant le présent document à l'organisme national de normalisation de son pays. Une liste exhaustive desdits organismes se trouve à l'adresse www.iso.org/fr/members.html.

Introduction

Le présent document, publié à l'origine en 1999, était basée sur l'ISO 8515^[1] avec un domaine d'application élargi des renforcements par fibres de verre à tous les composites plastiques renforcés de fibres, tels que les composites renforcés de fibres de carbone et de fibres aramides. Les autres documents consultés étaient les suivants: ASTM D 3410^[2], SACMA SRM1^[3], prEN 2850^[4], CRAG 400^[5], DIN 65380^[6] et JIS K7076^[7]. Plusieurs types de montages anti-gauchissement/gabarits de mise en charge différents, plusieurs matériaux différents et plusieurs tailles d'éprouvettes différentes sont couverts par ces documents sources, bien que tous concernent des coupons à côtés parallèles. Des gabarits supports ayant une géométrie nouvelle ou modifiée sont encore en cours de développement, par exemple dans le document JIS K7018^[8].

Le présent document harmonise et rationalise la situation actuelle:

- a) en se concentrant sur la qualité de l'essai en limitant la déformation maximale par flexion admissible (c'est-à-dire 10 % entre 10 % et 90 % de la charge maximale, selon les recommandations de l'ASTM), de sorte qu'une charge axiale puisse être supposée;
- b) en normalisant deux modèles d'éprouvettes en lien l'un avec l'autre, l'un principalement pour les matériaux préimprégnés unidirectionnels de type aéronautique (à savoir le type A) et l'autre pour les autres matériaux/formats (à savoir les types B1/B2). Le modèle d'éprouvette choisi peut être utilisé avec différents dispositifs de mise en charge;
- c) en définissant des critères de rupture acceptables (par exemple en évitant les ruptures entre les mâchoires);
- d) en incluant une équation pour déterminer l'épaisseur minimale de l'éprouvette pour éviter un gauchissement type Euler proposée par l'ASTM pour des raisons d'harmonisation (reprise dans l'ASTM D 3410^[2] sous une forme modifiée);
- e) en autorisant l'utilisation de tout modèle de support/dispositif de mise en charge répondant aux exigences de flexion ci-dessus, selon différents principes de mise en charge (c'est-à-dire essentiellement charge par cisaillement et charge mixte);
- f) en s'assurant que l'éprouvette et le dispositif de mise en charge/montage support sont bien alignés (voir l'[Annexe A](#));
- g) en se concentrant sur la qualité de la préparation des éprouvettes (voir l'[Annexe B](#));
- h) en donnant des recommandations sur l'utilisation de la corrélation d'images numériques (DIC) pour les mesurages de déformation et de flexion (voir l'[Annexe G](#)).

NOTE 1 Les caractéristiques de compression mesurées dans la direction de l'épaisseur (direction 3 sur la [Figure 1](#)) sont traitées dans l'ISO 20975-1^[9].

NOTE 2 Les caractéristiques de compression des plastiques rigides ayant seulement des fibres courtes (<7,5 mm) non alignées ou sans taux de fibres [plutôt que des fibres longues (>7,5 mm) discontinues ou continues] sont couvertes dans l'ISO 604^[10].

Composites plastiques renforcés de fibres — Détermination des caractéristiques en compression dans le plan

1 Domaine d'application

1.1 Le présent document spécifie des méthodes pour la détermination des caractéristiques de compression, dans les directions parallèles au plan de stratification, de composites plastiques renforcés de fibres, basée sur des matrices thermodurcissables ou thermoplastiques. Les caractéristiques en compression sont intéressantes pour l'établissement de spécifications et pour le contrôle de la qualité. Les éprouvettes sont usinées à partir d'une plaque d'essai plane ou à partir de produits finis ou semi-finis adaptés.

1.2 Deux méthodes de mise en charge et deux types d'éprouvettes sont décrits.

Les méthodes de mise en charge sont les suivantes:

- la méthode 1, qui fournit une charge par cisaillement de l'éprouvette (longueur de référence non supportée)
- la méthode 2, qui fournit une charge mixte de l'éprouvette (longueur de référence non supportée)

NOTE Pour les éprouvettes avec talons chargées en utilisant la méthode 2, la charge est transférée en associant une charge en bout et une charge par cisaillement à travers les talons.

Les modèles d'éprouvettes sont les suivants:

- éprouvette de type A: éprouvette avec talons, d'épaisseur fixe et à section transversale rectangulaire, utilisée principalement pour les préimprégnés de type aéronautique (~ 0,125 mm d'épaisseur de pli);
- éprouvette de type B: éprouvette avec ou sans talons, avec plusieurs épaisseurs possibles et à section transversale rectangulaire, disponible en deux tailles (B1 et B2).

L'éprouvette de type A est utilisée pour les matériaux renforcés unidirectionnellement ou biaxialement soumis à l'essai dans le sens des fibres, dans lesquels les fibres sont normalement alignées en continu ou de manière discontinue (>7,5 mm). Les éprouvettes de types B1 et B2 sont utilisées pour les mats, tissus et autres matériaux renforcés alignés de manière multidirectionnelle, dans lesquels la structure des fibres est plus complexe et/ou plus grossière.

1.3 Le présent document donne des critères pour vérifier que la combinaison de la méthode d'essai et du modèle d'éprouvette conduit à des ruptures valides. Il est à noter que des combinaisons méthode d'essai/éprouvette alternatives ne donneront pas nécessairement le même résultat.

1.4 Les méthodes spécifient certaines dimensions pour les éprouvettes. Des essais réalisés avec des éprouvettes d'autres dimensions ou avec des éprouvettes préparées dans des conditions différentes peuvent donner des résultats qui ne sont pas comparables. D'autres facteurs, tels que la vitesse d'essai, le montage support utilisé et le conditionnement des éprouvettes, peuvent avoir une répercussion sur les résultats.

2 Références normatives

Les documents suivants sont cités dans le texte de sorte qu'ils constituent, pour tout ou partie de leur contenu, des exigences 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 291, *Plastiques — Atmosphères normales de conditionnement et d'essai*

ISO 1268 (toutes les parties), *Plastiques renforcés de fibres — Méthodes de fabrication de plaques d'essai*

ISO 2602, *Interprétation statistique de résultats d'essais — Estimation de la moyenne — Intervalle de confiance*

ISO 7500-1, *Matériaux métalliques — Étalonnage et vérification des machines pour essais statiques uniaxiaux — Partie 1: Machines d'essai de traction/compression — Étalonnage et vérification du système de mesure de force*

ISO 9513, *Matériaux métalliques — Étalonnage des chaînes extensométriques utilisées lors d'essais uniaxiaux*

ISO 23788, *Matériaux métalliques — Vérification de l'alignement axial des machines d'essai de fatigue*

ASTM E 1012, *Standard practice for verification of testing frame and specimen alignment under tensile and compressive axial force application*

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions suivants s'appliquent.

L'ISO et l'IEC tiennent à jour des bases de données terminologiques destinées à être utilisées en normalisation, consultables aux adresses suivantes:

- ISO Online browsing platform: disponible à l'adresse <https://www.iso.org/obp>
- IEC Electropedia: disponible à l'adresse <https://www.electropedia.org/>

3.1 contrainte en compression

σ_c
force en compression supportée par l'éprouvette à un instant donné, divisée par l'aire de la section transversale de l'éprouvette de la partie à côtés parallèles de l'éprouvette

Note 1 à l'article: Elle est exprimée en mégapascals.

3.2 résistance à la compression contrainte en compression à la rupture

σ_{cM}
contrainte en compression (3.1) maximale supportée par l'éprouvette

Note 1 à l'article: Elle est exprimée en mégapascals.

3.3 déformation en compression

ε_c
diminution de la longueur par unité de longueur initiale de la longueur de référence

Note 1 à l'article: Elle est exprimée comme un rapport sans dimension ou en pourcentage.

3.4

déformation en compression à la rupture

 ε_{cM}

déformation en compression longitudinale à la contrainte en compression à la rupture

Note 1 à l'article: Elle est exprimée comme un rapport sans dimension ou en pourcentage.

3.5

module d'élasticité en compression

module sécant

 E_c

différence de contrainte (σ'' moins σ') divisée par la différence de déformation correspondante ($\varepsilon'' (= 0,002\ 5)$ moins $\varepsilon' (= 0,000\ 5)$)

Note 1 à l'article: Elle est exprimée en mégapascals.

Note 2 à l'article: Voir [10.2](#).

3.6

axes des coordonnées de l'éprouvette

1,2,3

axes de coordonnées orthogonaux pour les matériaux comportant des fibres alignées de préférence dans une seule direction dans un stratifié plan

Note 1 à l'article: Voir la [Figure 1](#). La direction, dans le plan du stratifié, qui est parallèle au sens des fibres est spécifiée comme étant la direction «1» et la direction perpendiculaire au sens des fibres correspond à la direction «2». Pour les autres matériaux, la direction «1» est généralement spécifiée selon une caractéristique liée au procédé de fabrication, telle que la direction longitudinale ou le sens de la chaîne d'un procédé à feuille continue ou à tissu. La direction «2» est ici aussi perpendiculaire, dans le plan, à la direction «1». La direction perpendiculaire au plan est la direction «3». Les résultats des éprouvettes coupées parallèlement à la direction «1» sont identifiés par l'indice «11» (par exemple E_{c11}). De la même façon, les résultats des éprouvettes coupées parallèlement à la direction «2» sont identifiés par l'indice «22» (par exemple E_{c22}).

Note 2 à l'article: La direction «1» est aussi désignée par direction à 0° ou encore direction longitudinale, et la direction «2» est désignée par direction à 90° ou direction transversale. Plus généralement, le système de coordonnées X, Y et Z (sur toute l'épaisseur) d'un matériau peut être équivalent aux directions «1», «2» et «3».

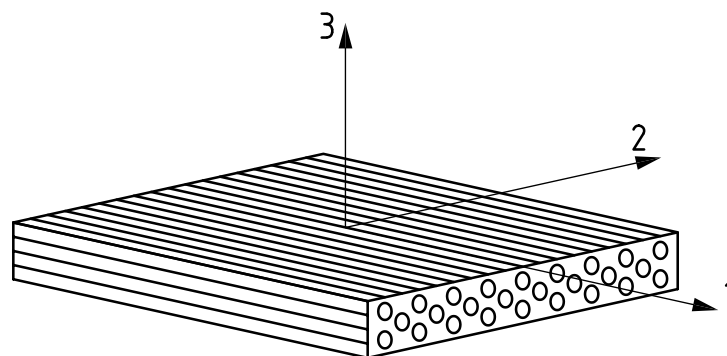


Figure 1 — Élément de plaque composite renforcé unidirectionnellement présentant les axes de symétrie

3.7

longueur de référence

 L_0

distance initiale entre les repères sur la partie centrale de l'éprouvette

Note 1 à l'article: Elle est exprimée en millimètres (mm).

3.8 épaisseur h

plus petite dimension initiale de la section transversale rectangulaire dans la partie centrale d'une éprouvette

Note 1 à l'article: Elle est exprimée en millimètres (mm).

3.9 largeur b

plus grande dimension initiale de la section transversale rectangulaire dans la partie centrale d'une éprouvette

Note 1 à l'article: Elle est exprimée en millimètres (mm).

4 Principe

Une force axiale est appliquée à la longueur de référence non supportée d'une éprouvette rectangulaire maintenue en place dans un montage anti-gauchissement/montage support, tandis que la charge appliquée et la déformation sur cette longueur de référence sont contrôlées. La méthode d'essai se concentre sur la qualité de la déformation axiale éprouvée par l'éprouvette. Tout dispositif de mise en charge peut être utilisé, à condition que la rupture de l'éprouvette ait lieu en dessous d'une déformation par flexion de 10 % dans l'éprouvette (entre 10 % et 90 % de la charge maximale) et que la rupture se fasse de la manière et à l'emplacement prescrits.

La charge de compression est appliquée à l'éprouvette soit:

- par application d'une charge par cisaillement à travers les talons (méthode 1);
- par un mode de charge mixte associant une charge en bout direct de l'éprouvette et une charge par cisaillement à travers le montage support en utilisant une éprouvette avec talons (méthode 2).

NOTE 1 Les résultats d'essai obtenus par ces méthodes avec différents modèles/différentes tailles d'éprouvettes et différents dispositifs de mise en charge ne sont pas nécessairement comparables.

NOTE 2 Le présent document ne couvre pas la charge en bout puisque le montage dans la méthode B de l'EN 2850^[4] pour la charge en bout (c.f. ASTM D695^[11] modifiée) ne convient pas pour les éprouvettes standards de type A ou B. La charge en bout est très souvent une méthode simple et suffisante pour la détermination du module d'élasticité en compression, mais elle est très limitée pour la détermination de la résistance ultime.

NOTE 3 Chacune de ces méthodes présente des avantages et inconvénients spécifiques. Par exemple, la charge par cisaillement n'est pas adaptée pour les stratifiés très épais, car elle engendre une répartition des déformations sur l'épaisseur du stratifié en raison des déformations au cisaillement et les talons peuvent se cisailer sous l'effet des forces élevées. La charge mixte résout plusieurs des problèmes décrits ci-dessus et peut aussi être utilisée pour les stratifiés de plus grande épaisseur. L'inconvénient est la nécessité de réaliser un usinage supplémentaire des extrémités de l'éprouvette pour s'assurer que les tolérances de parallélisme et d'équerrage sont respectées en cas d'utilisation d'éprouvettes avec talons.

5 Appareillage

5.1 Machine d'essai

5.1.1 Généralités

La machine doit être conforme à l'ISO 7500-1 et l'ISO 9513, et doit répondre aux spécifications indiquées de 5.1.2 à 5.1.3. Il convient de conserver la machine d'essai dans un bon état et de remplacer les pièces usées (par exemple filets, mors). L'alignement de la machine d'essai, de l'éprouvette et du dispositif de mise en charge/montage support sur l'axe de la machine doit être vérifié régulièrement ou après tout

déplacement/réassemblage d'une partie de la machine de traction selon les modes opératoires indiqués dans l'[Annexe A](#).

5.1.2 Vitesse d'essai

La machine d'essai doit être capable de maintenir la vitesse d'essai requise (voir [9.5](#)).

5.1.3 Mesurage de la charge

Le système de mesurage de la force doit être conforme à la classe 1 telle que spécifiée dans l'ISO 7500-1 (c'est-à-dire que l'erreur sur la charge indiquée ne doit pas dépasser ± 1 % de la valeur vraie). Un équipement approprié pour l'enregistrement des données (enregistreur de données) doit être utilisé pour enregistrer les valeurs de charge tout au long des essais.

5.2 Mesurage de la déformation

La déformation doit être déterminée au moyen de jauges de déformation, d'extensomètres mécaniques ou d'extensomètres optiques [avec corrélation d'images numériques (DIC)] satisfaisant à l'exigence que l'erreur pour la déformation indiquée ne doit pas dépasser ± 1 % (voir l'ISO 9513). La déformation doit être mesurée sur les deux faces de l'éprouvette afin de déterminer le degré de flexion ou sur les deux côtés (face étroite) des éprouvettes en cas d'utilisation de la DIC (voir l'[Annexe G](#)). Les éléments des jauges de déformation pour les éprouvettes de types A et B1 doivent mesurer moins de 3 mm de longueur. Les éprouvettes B2 s'adaptent à des jauges de déformation plus longues (par exemple ≥ 10 mm).

Les jauges, la préparation des surfaces et les colles doivent être choisies de manière à permettre un déroulement acceptable de l'essai sur le matériau examiné, et un équipement approprié pour l'enregistrement de la déformation en continu (enregistreur de données/ordinateur) doit être utilisé.

NOTE Les mesures de déformation plein-champ, obtenues par DIC, fournissent une preuve de la «structure de répétition» du renforcement^[12] et informent donc sur le choix de la longueur de référence pour la déformation (c'est-à-dire une longueur de référence plus grande que la taille de toute «structure de renfort» répétée qui cause une non-uniformité locale du champ de la déformation). 2023

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/c700953f-cb62-42e0-8571-3c7b51467923/iso-14126-2023>

5.3 Micromètre

Un micromètre, pied à coulisse ou équivalent, donnant une lecture à 0,01 mm ou moins près, doit être utilisé pour le mesurage de l'épaisseur h et de la largeur b de l'éprouvette.

Pour les mesurages d'épaisseur, les pieds à coulisse doivent avoir des faces de contact appropriées pour la surface à mesurer (c'est-à-dire une face plane pour des surfaces planes, découpées ou polies et une face hémisphérique pour les autres surfaces) de ~ 6 mm de diamètre dans les deux cas.

5.4 Dispositifs de mise en charge

5.4.1 Généralités

Il faut utiliser des montages supports/dispositifs de mise en charge appropriés à la méthode de mise en charge choisie. Le montage doit soumettre l'éprouvette à une charge de manière à ce que l'exigence du [9.8](#) relative à la flexion admissible de l'éprouvette soit satisfaite. La principale exigence pour un modèle de montage pour toutes les méthodes de mise en charge est de s'assurer que l'alignement (initial et pendant l'essai) de la machine de traction et de l'éprouvette lorsqu'elle est chargée dans le montage est maintenu, de manière à éviter un gauchissement. Des modes opératoires permettant d'obtenir un alignement satisfaisant de la machine de traction sont donnés dans l'[Annexe A](#). Le montage utilisé doit être complètement identifié et décrit dans le rapport d'essai.