

ISO/TC 164/SC 1

Secrétariat: **AFNOR**

Début de vote:
2012-09-13

Vote clos le:
2012-11-13

Matériaux métalliques — Étalonnage des chaînes extensométriques utilisées lors d'essais uniaxiaux

Metallic materials — Calibration of extensometer systems used in uniaxial testing

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)
Full standard:
<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/6712437-c83d-4195-b6e7-131b52896e49/iso-9513-2012>

LES DESTINATAIRES DU PRÉSENT PROJET SONT INVITÉS À PRÉSENTER, AVEC LEURS OBSERVATIONS, NOTIFICATION DES DROITS DE PROPRIÉTÉ DONT ILS AURAIENT ÉVENTUELLEMENT CONNAISSANCE ET À FOURNIR UNE DOCUMENTATION EXPLICATIVE.

OUTRE LE FAIT D'ÊTRE EXAMINÉS POUR ÉTABLIR S'ILS SONT ACCEPTABLES À DES FINS INDUSTRIELLES, TECHNOLOGIQUES ET COMMERCIALES, AINSI QUE DU POINT DE VUE DES UTILISATEURS, LES PROJETS DE NORMES INTERNATIONALES DOIVENT PARFOIS ÊTRE CONSIDÉRÉS DU POINT DE VUE DE LEUR POSSIBILITÉ DE DEVENIR DES NORMES POUVANT SERVIR DE RÉFÉRENCE DANS LA RÉGLEMENTATION NATIONALE.

Veillez consulter les notes administratives en page iii



Numéro de référence
ISO/FDIS 9513:2012(F)

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

Full standard:
<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/67124378-c83d-4195-b6e7-131b52896e49/iso-9513-2012>

Notice de droit d'auteur

Ce document de l'ISO est un projet de Norme internationale qui est protégé par les droits d'auteur de l'ISO. Sauf autorisé par les lois en matière de droits d'auteur du pays utilisateur, aucune partie de ce projet ISO ne peut être reproduite, enregistrée dans un système d'extraction ou transmise sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie, les enregistrements ou autres, sans autorisation écrite préalable.

Les demandes d'autorisation de reproduction doivent être envoyées 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 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

Toute reproduction est soumise au paiement de droits ou à un contrat de licence.

Les contrevenants pourront être poursuivis.

TRAITEMENT PARALLÈLE ISO/CEN

Le présent projet final a été élaboré dans le cadre de l'Organisation internationale de normalisation (ISO) et soumis selon le mode de collaboration **sous la direction de l'ISO**, tel que défini dans l'Accord de Vienne. Le projet final a été établi sur la base des observations reçues lors de l'enquête parallèle sur le projet.

Le projet final est par conséquent soumis aux comités membres de l'ISO et aux comités membres du CEN en parallèle à un vote d'approbation de deux mois au sein de l'ISO et à un vote formel au sein du CEN.

Les votes positifs ne doivent pas être accompagnés d'observations.

Les votes négatifs doivent être accompagnés des arguments techniques pertinents.

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

Full standard:
<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/67124378-c83d-4195-b6e7-131b52896e49/iso-9513-2012>

Sommaire

Page

| | |
|---|-----------|
| Avant-propos..... | v |
| Introduction..... | vi |
| 1 Domaine d'application | 1 |
| 2 Termes et définitions | 1 |
| 3 Symboles et désignations | 1 |
| 4 Principe | 1 |
| 5 Équipement d'étalonnage | 2 |
| 5.1 Appareil d'étalonnage | 2 |
| 5.2 Traçabilité de l'étalonnage | 2 |
| 6 Contrôle préalable à l'étalonnage | 2 |
| 6.1 Objectif | 2 |
| 6.2 Enregistrements du contrôle | 3 |
| 6.3 Identification des éléments de la chaîne extensométrique | 3 |
| 7 Mesurage de la longueur de base de l'extensomètre | 3 |
| 7.1 Extensométrie à longueur de base fixe | 3 |
| 7.2 Extensométrie à longueur de base variable | 3 |
| 7.3 Extensométrie sans contact | 4 |
| 7.4 Longueurs de base d'extensomètre établies au moyen de capteurs de réglage | 4 |
| 8 Processus d'étalonnage | 4 |
| 8.1 Considérations environnementales | 4 |
| 8.2 Position de l'extensomètre | 5 |
| 8.3 Incréments d'étalonnage | 5 |
| 8.4 Processus d'étalonnage | 6 |
| 8.5 Détermination des caractéristiques de la chaîne extensométrique | 7 |
| 9 Classification de la chaîne extensométrique | 7 |
| 9.1 Données d'entrée | 7 |
| 9.2 Analyse des données | 8 |
| 9.3 Critères de classification | 8 |
| 9.4 Évaluation des résultats | 8 |
| 10 Détermination de l'incertitude | 9 |
| 10.1 Incertitude de l'étalonnage | 9 |
| 10.2 Détermination du budget d'incertitude | 9 |
| 11 Intervalles entre les étalonnages d'une chaîne extensométrique | 9 |
| 12 Certificat d'étalonnage | 9 |
| 12.1 Informations obligatoires | 9 |
| 12.2 Présentation des données | 10 |
| Annexe A (informative) Incertitude de mesure | 11 |
| Annexe B (informative) Étalonnage de l'appareil d'étalonnage | 16 |
| Annexe C (informative) Exemple de rapport d'étalonnage d'un appareil d'étalonnage | 18 |
| Annexe D (informative) Exemples de configurations de chaînes extensométriques | 21 |
| Annexe E (informative) Extensométrie laser | 30 |
| Annexe F (informative) Extensométrie vidéo | 38 |
| Annexe G (informative) Extensométrie vidéo avec mesure de déformation plein champ | 42 |
| Annexe H (informative) Étalonnage d'un système de mesure sur traverses | 44 |
| Bibliographie | 45 |

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 9513 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 164, *Essais mécaniques des métaux*, sous-comité SC 1, *Essais uniaxiaux*.

Cette troisième édition annule et remplace la deuxième édition (ISO 9513:1999), qui a fait l'objet d'une révision technique. Elle incorpore également le Rectificatif technique ISO 9513:1999/Cor.1:2000.

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)
Full standard:
<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/c83d-4195-b6e7-131b52896e49/iso-9513-2012>

Introduction

La présente Norme internationale établit les critères pour l'étalonnage des chaînes extensométriques, couvrant les principes généraux, l'équipement d'étalonnage à utiliser, l'inspection avant étalonnage et la mesure de la longueur de base pour différents types de chaînes extensométriques. Les aspects du processus d'étalonnage sont abordés comme l'évaluation des résultats, les incertitudes, les intervalles entre étalonnages et la manière de rendre compte des résultats. Les critères relatifs à l'appareil d'étalonnage, leur étalonnage et leur classification sont traités, complétés par une bibliographie couvrant un certain nombre d'articles importants se rapportant aux chaînes extensométriques et à leur application^[1] à [10]. Des travaux sont en cours pour développer des processus pour l'étalonnage dynamique des extensomètres; toutefois, ceux-ci n'ont pas atteint, à la date de rédaction de la présente Norme internationale, le niveau de développement approprié pour être inclus dans le présent document. Pour plus d'informations, voir la Référence [6].

Des annexes informatives traitent du calcul des incertitudes de mesure pour l'étalonnage d'une chaîne extensométrique (Annexe A), de l'étalonnage de l'équipement d'étalonnage (Annexe B) et d'un exemple de rapport d'étalonnage (Annexe C). D'autres annexes traitent d'exemples de configurations de chaînes extensométriques (Annexe D), de l'extensométrie laser (Annexe E), de l'extensométrie vidéo (Annexe F), de l'extensométrie plein champ (Annexe G) et de l'étalonnage d'un système de mesure sur traverses (Annexe H).

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

Full standard:
<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/67124378-c83d-4195-b6e7-131b52896e49/iso-9513-2012>

Matériaux métalliques — Étalonnage des chaînes extensométriques utilisées lors d'essais uniaxiaux

1 Domaine d'application

La présente Norme internationale spécifie une méthode pour l'étalonnage statique des chaînes extensométriques utilisées lors d'essais uniaxiaux, y compris les chaînes extensométriques axiales et diamétrales, avec contact ou sans contact.

2 Termes et définitions

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

2.1

chaîne extensométrique

équipement utilisé pour mesurer le déplacement ou la déformation à la surface d'une éprouvette

NOTE Pour les besoins de la présente Norme internationale, le terme «chaîne extensométrique» inclut l'indicateur. Certains extensomètres indiquent la déformation directement (par exemple extensomètres laser ou techniques numériques de corrélation d'images), alors que d'autres extensomètres indiquent l'évolution de la longueur de base d'une éprouvette qui est convertie en déformation en le divisant par la longueur de base concernée.

2.2

longueur de base

partie de l'éprouvette sur laquelle l'extension est mesurée

3 Symboles et désignations

Les symboles utilisés dans la présente Norme internationale et leur désignation sont donnés dans le Tableau 1.

Tableau 1 — Symboles et désignations

| Symbole | Désignation | Unité |
|-----------|--|---------------|
| L_e | Valeur nominale de la longueur de base de l'extensomètre | mm |
| L'_e | Valeur mesurée de la longueur de base de l'extensomètre | mm |
| l_{max} | Limite maximale du domaine d'étalonnage | mm |
| l_{min} | Limite minimale du domaine d'étalonnage | mm |
| l_i | Déplacement indiqué par l'extensomètre | μm |
| l_t | Déplacement donné par l'appareil d'étalonnage | μm |
| q_{L_e} | Erreur relative sur la longueur de base de la chaîne extensométrique | % |
| q_{rb} | Erreur relative de justesse de la chaîne extensométrique | % |
| q_b | Erreur absolue de justesse de la chaîne extensométrique | μm |
| r | Résolution de la chaîne extensométrique | μm |

4 Principe

L'étalonnage des chaînes extensométriques consiste à comparer les indications données par l'extensomètre à des variations de longueurs connues imposées par un appareil d'étalonnage.

L'utilisateur peut définir la(les) gamme(s) de déplacement sur la(les)quelle(s) l'étalonnage est à réaliser. Ainsi, la performance de la chaîne extensométrique peut être optimisée. Par exemple, pour la fatigue olygocyclique avec contrôle de la déformation, seule une petite partie de la gamme opérationnelle de l'extensomètre est typiquement utilisée. Par suite, il serait approprié, dans ce cas, de concentrer l'étalonnage sur la partie centrale de la gamme opérationnelle.

Le processus d'étalonnage compare le déplacement connu à partir du dispositif d'étalonnage avec la sortie de la chaîne extensométrique. Cette sortie peut provenir de lectures manuelles à partir, par exemple, de comparateurs à haute précision, jusqu'à l'indication de déplacement d'un capteur/une électronique/un système de stockage de données. Dans le dernier cas, la sortie de la chaîne extensométrique inclurait tout lissage de courbes de données appliqué par l'électronique/le système de stockage de données.

Pour certains types de chaînes extensométriques, l'étalonnage et la classification dépendront également de la capacité de la chaîne extensométrique à définir la longueur de base.

5 Équipement d'étalonnage

5.1 Appareil d'étalonnage

L'appareil d'étalonnage qui permet d'appliquer un déplacement connu, l_t , à l'extensomètre peut être constitué d'un cadre rigide, avec des tiges coaxiales appropriées ou d'autres dispositifs, sur lequel l'extensomètre peut être fixé. L'appareil d'étalonnage doit comporter un mécanisme permettant de déplacer au moins l'une des tiges axiales et un dispositif de mesure permettant de mesurer avec précision le changement de longueur produit. Ces variations de longueur peuvent être mesurées, par exemple, à l'aide d'un interféromètre, d'un encodeur incrémental linéaire ou de cales-étalons et d'un comparateur ou d'un micromètre.

Des dispositifs spéciaux de fixation aux tiges de l'appareil d'étalonnage sont utilisés pour l'étalonnage des extensomètres diamétraux.

Il convient que l'appareil d'étalonnage soit étalonné conformément à l'Annexe B et satisfasse aux exigences de performance données dans le Tableau B.1.

L'Annexe B donne une procédure d'étalonnage recommandée pour l'équipement d'étalonnage et détaille les critères de performance qui indiqueront que l'équipement convient pour l'étalonnage des chaînes extensométriques conformément à la présente Norme internationale.

5.2 Traçabilité de l'étalonnage

L'appareil d'étalonnage et les équipements connexes utilisés (tels que micromètres, pieds à coulisse, microscopes optiques) doivent être étalonnés au moyen d'étalons qui peuvent être raccordés au système international d'unités (SI). L'incertitude associée à toutes mesures réalisées au moyen des équipements connexes ne doit pas dépasser un tiers de l'erreur admissible de la chaîne extensométrique qui est étalonnée (voir Tableau 2). L'instrument de mesure de la température doit avoir une résolution de 0,1 °C.

6 Contrôle préalable à l'étalonnage

6.1 Objectif

Avant étalonnage, la chaîne extensométrique doit faire l'objet d'un contrôle. Celui-ci doit comporter, de façon non limitative, un contrôle des éléments mécaniques pour ce qui est, par exemple, du libre mouvement, des pièces endommagées, des arêtes de couteaux usées et des pattes/dispositifs de fixation établissant une longueur de base détériorée. Pour les chaînes extensométriques comportant des capteurs électroniques, le câblage et les connexions doivent être examinés pour vérifier s'ils sont endommagés, usés etc.

La chaîne extensométrique doit être étalonnée dans l'état où elle se trouve pour autant que cela soit possible. Les résultats doivent être évalués et, si nécessaire, la chaîne doit être réglée et ré-étalonnée. Dans ce cas, les deux séries de données doivent être consignées.

6.2 Enregistrements du contrôle

Les enregistrements du contrôle préalable à l'étalonnage doivent être conservés, en identifiant l'état dans lequel la chaîne extensométrique a été trouvée, quand la vérification a été réalisée et qui l'a réalisée. Ces enregistrements du contrôle préalable à l'étalonnage peuvent prendre la forme d'un rapport écrit ou d'une check-list «pro-forma» complétée.

6.3 Identification des éléments de la chaîne extensométrique

L'extensomètre doit avoir une identification unique. Les pièces qui peuvent être changées par l'utilisateur pendant l'utilisation normale de l'extensomètre qui ont une influence sur l'étalonnage de l'extensomètre doivent également avoir une identification unique lorsque cela est possible. Toutefois, cette exigence ne s'étend pas aux dispositifs d'attache utilisés pour fixer l'extensomètre sur l'éprouvette. Ces identifications uniques font partie des enregistrements pour la chaîne extensométrique.

7 Mesurage de la longueur de base de l'extensomètre

7.1 Extensométrie à longueur de base fixe

7.1.1 La longueur de base mesurée, L'_e , d'un extensomètre de longueur de base fixe doit être déterminée par des moyens directs ou indirects. Dans les deux cas, la patte de réglage ou la partie fixe de l'extensomètre est utilisée pour régler les points de contact de l'extensomètre à leur déplacement préréglé.

NOTE On peut observer une variabilité de la longueur de base mesurée du fait d'un jeu/d'une usure excessif/ive du mécanisme de réglage de la longueur de base.

7.1.1.1 Un mesurage direct de la longueur de base, L'_e , est réalisé entre les points de contact de l'extensomètre, au moyen d'un instrument de mesure étalonné tel qu'un pied à coulisse ou un projecteur de profil.

7.1.1.2 Un mesurage indirect de la longueur de base, L'_e , est réalisé en plaçant l'extensomètre sur une éprouvette de métal doux de façon que les couteaux ou les pointes de l'extensomètre laissent leurs marques. Une fois que l'extensomètre est retiré, la distance entre les marques sur l'éprouvette doit être mesurée, au moyen d'un équipement d'une exactitude compatible avec la classe requise de l'extensomètre.

7.1.2 L'erreur relative sur la longueur de base, q_{L_e} , calculée à partir de la Formule (1), ne doit pas dépasser les valeurs données dans le Tableau 2.

$$q_{L_e} = \frac{L'_e - L_e}{L_e} \times 100 \quad (1)$$

7.2 Extensométrie à longueur de base variable

7.2.1 La longueur de base d'un extensomètre à longueur de base variable doit être mesurée directement ou indirectement.

7.2.1.1 Un mesurage direct de la longueur de base est réalisé en réglant l'extensomètre à la longueur de base requise au moyen de gabarits, appareils fixes ou d'autres outils, puis en mesurant la longueur entre les points de contact de l'extensomètre, au moyen d'un instrument de mesure étalonné tel qu'un pied à coulisse ou un projecteur de profil.

7.2.1.2 Un mesurage indirect de la longueur de base, L'_e , est réalisé en fixant l'extensomètre sur une éprouvette de métal doux de façon que les lames ou les pointes de l'extensomètre laissent leurs marques. Une fois que l'extensomètre est retiré, la distance entre les marques sur l'éprouvette est mesurée, au moyen d'un équipement d'une exactitude compatible avec la classe requise de l'extensomètre.

7.2.2 Les extensomètres communément utilisés pour les essais de fluage, les essais de traction à température élevée ou les essais de relaxation ont leur longueur de base définie par de petites collerettes usinées sur la longueur calibrée de l'éprouvette, sur lesquelles l'extensomètre est fixé. La longueur de base de tels extensomètres doit être déterminée directement à partir de l'éprouvette et doit être d'une exactitude compatible avec la classe requise d'extensomètre.

7.2.3 L'erreur relative sur la longueur de base, q_{L_e} , calculée à partir de la Formule (2), ne doit pas dépasser les valeurs données dans le Tableau 2.

$$q_{L_e} = \frac{L'_e - L_e}{L_e} \times 100 \quad (2)$$

7.2.4 Lorsqu'un extensomètre fixe ou mesure la longueur de base, l'erreur relative sur la longueur de base doit être déterminée. Si des reliefs sur l'éprouvette définissent la longueur de base, il n'est pas nécessaire de déterminer l'erreur relative sur la longueur de base.

7.2.5 Lorsqu'un extensomètre fixe automatiquement la longueur de base, les longueurs de base maximale et minimale utilisées, plus trois longueurs de base supplémentaires entre le minimum et le maximum doivent être mesurées. Lorsque moins de cinq longueurs de base sont utilisées, toutes les longueurs de base doivent être mesurées.

7.3 Extensométrie sans contact

La longueur de base pour une extensométrie sans contact est fixée conformément aux instructions du fabricant.

7.4 Longueurs de base d'extensomètre établies au moyen de capteurs de réglage

Lorsqu'une longueur de base d'extensomètre est fixée au moyen d'un capteur amovible, l'erreur relative sur la longueur de base, q_{L_e} , calculée à partir de la Formule (3), ne doit pas dépasser les valeurs données dans le Tableau 2.

$$q_{L_e} = \frac{L'_e - L_e}{L_e} \times 100 \quad (3)$$

où L'_e est la longueur effective du capteur et L_e est la longueur de base nominale. L'incertitude de mesure pour la longueur de base doit être trois fois meilleure que l'erreur permise pour la longueur de base.

8 Processus d'étalonnage

8.1 Considérations environnementales

8.1.1 La température ambiante, pendant l'étalonnage de la chaîne extensométrique, doit être enregistrée.

En général, il convient de réaliser l'étalonnage de la chaîne extensométrique à une température stable à ± 2 °C près, la température cible se situant dans l'intervalle de 18 °C à 28 °C. Les changements de température pendant le processus d'étalonnage peuvent ajouter une composante à l'incertitude d'étalonnage et dans certains cas peuvent affecter la possibilité d'étalonner correctement l'extensomètre.

8.1.2 Pour les extensomètres utilisés pour les essais uniaxiaux à des températures en dehors de l'intervalle de 10 °C à 35 °C, il convient de réaliser l'étalonnage à la température d'essai ou à une température proche de celle-ci, si les installations existent.

8.1.3 L'extensomètre doit être placé près de l'appareil d'étalonnage ou monté sur celui-ci pendant un temps suffisant avant son étalonnage de façon que les pièces de la chaîne extensométrique et de l'appareil d'étalonnage qui sont en contact se stabilisent à la température d'étalonnage.

8.2 Position de l'extensomètre

L'extensomètre doit être placé, lorsque cela est faisable, dans l'appareil d'étalonnage selon une orientation similaire à celle dans laquelle il sera utilisé pendant les essais uniaxiaux de façon à éviter des erreurs dues à une perte d'équilibre ou une déformation d'une partie quelconque de l'extensomètre.

L'extensomètre doit être fixé d'une manière similaire à celle utilisée pendant les essais uniaxiaux.

8.3 Incréments d'étalonnage

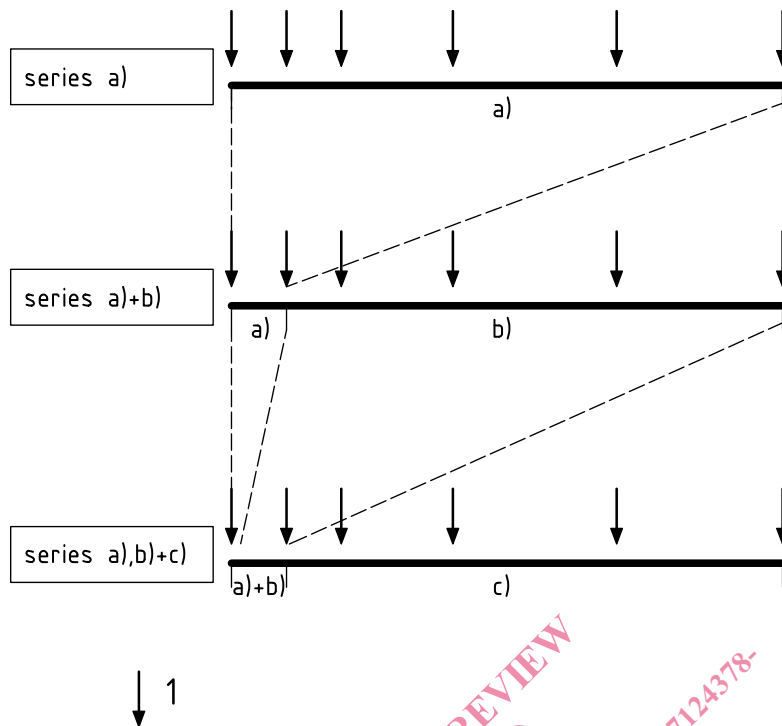
8.3.1 L'utilisateur doit établir la gamme des déplacements sur laquelle la chaîne extensométrique doit être étalonnée.

8.3.2 Le nombre de points d'étalonnage et le nombre d'intervalles pour lesquels l'étalonnage est réalisé doit être basé sur la relation entre le déplacement minimal pour lequel une caractéristique est déterminée, l_{\min} , et le déplacement maximal pour lequel une caractéristique est déterminée, l_{\max} .

8.3.3 Pour des essais monotones, la série suivante de lectures doit être réalisée.

- Si (l_{\max}/l_{\min}) est inférieur ou égal à 10, un intervalle d'au moins cinq incréments doit être enregistré.
- Si (l_{\max}/l_{\min}) est supérieur à 10 mais inférieur ou égal à 100, deux intervalles (l_{\min} à $10l_{\min}$ et $10l_{\min}$ à l_{\max}), ou (l_{\min} à $0,1l_{\max}$ et $0,1l_{\max}$ à l_{\max}), chacun d'au moins cinq incréments, doivent être enregistrés.
- Si (l_{\max}/l_{\min}) est supérieur à 100, trois intervalles (l_{\min} à $10l_{\min}$, $10l_{\min}$ à $100l_{\min}$, $100l_{\min}$ à l_{\max}), ou (l_{\min} à $0,01l_{\max}$, $0,01l_{\max}$ à $0,1l_{\max}$, $0,1l_{\max}$ à l_{\max}), chacun d'au moins cinq incréments, doivent être enregistrés.

Pour chacune des trois catégories [a), b), c) ci-dessus], l'incrément entre deux points adjacents quelconques ne doit pas dépasser un tiers de l'intervalle. Des exemples de ces incréments sont présentés à la Figure 1.



Légende

1 point d'étalonnage

Figure 1 — Diagramme schématique montrant la répartition des points d'étalonnage

NOTE 1 Un essai de traction avec mesure, à partir de l'extensomètre, du module d'élasticité et des limites conventionnelles d'élasticité seulement, tomberait dans la catégorie a). Un essai de traction, avec détermination des limites conventionnelles d'élasticité et de l'allongement à la rupture à partir de l'extensomètre, ou un essai de rupture par fluage, tomberait dans la catégorie b) ou la catégorie c).

NOTE 2 Pour les essais de fatigue, un intervalle d'au moins cinq incréments (avec l'incrément entre deux points adjacents quelconques ne dépassant pas un tiers de l'intervalle entre l_{min} et l_{max}) est utilisé.

NOTE 3 Les valeurs déduites à partir des calculs ci-avant peuvent être ajustées aux incréments les plus proches et convenant le mieux pour correspondre à ceux de l'appareil d'étalonnage.

8.3.4 En établissant l_{max} et l_{min} , les facteurs opérationnels tels que la dilatation thermique pour les essais à température élevée et les contingences supplémentaires relatives au déplacement pour couvrir des sujets comme la variabilité du montage d'un essai à l'autre doivent être pris en compte.

8.4 Processus d'étalonnage

8.4.1 L'étalonnage doit être entrepris dans l'état de réception sans nettoyage spécial.

8.4.2 Lorsque la température est stabilisée, il est recommandé que, avant l'étalonnage et au moyen de l'appareil d'étalonnage, l'extensomètre soit actionné deux fois sur l'intervalle d'étalonnage de la chaîne extensométrique. Si possible, le déplacement est pris égal à une valeur légèrement négative et remis à zéro. Lorsque cela est approprié, la chaîne extensométrique est réglée à zéro.

8.4.3 L'étalonnage consiste en deux séries de mesures, les incréments étant comme définis en 8.3.

— La première série est réalisée et enregistrée; l'extensomètre est retiré puis placé à nouveau sur l'appareil d'étalonnage.

— Une deuxième série de mesures est alors réalisée de la même manière que la première.

En fonction de l'utilisation escomptée de l'extensomètre, les deux séries de mesures sont réalisées pour des longueurs croissantes ou pour des longueurs décroissantes, ou pour les deux.

8.5 Détermination des caractéristiques de la chaîne extensométrique

8.5.1 Résolution

8.5.1.1 La résolution, r , est la plus petite quantité qui peut être lue sur l'instrument.

8.5.1.2 Pour les extensomètres avec des échelles analogiques, la résolution de l'indicateur doit être obtenue à partir du rapport entre la largeur de l'aiguille et la distance centre-à-centre entre deux graduations adjacentes de l'échelle (intervalle de l'échelle), multiplié par la dimension physique que représente un incrément de l'échelle. La résolution ne doit pas être inférieure au cinquième de la dimension physique représentée par un intervalle de l'échelle à moins que la distance entre deux marques adjacentes soit supérieure ou égale à 2,5 mm; dans ce cas, la résolution peut être aussi petite qu'un dixième de l'intervalle de l'échelle.

8.5.1.3 Pour les chaînes extensométriques munies d'un affichage électronique, la sortie doit être observée pendant 10 s et les valeurs maximale et minimale doivent être enregistrées. La moitié de la différence entre valeurs maximale et minimale observées doit être établie et enregistrée comme la résolution, r . Lorsque les valeurs minimale et maximale sont égales, la résolution doit être un digit sur l'affichage.

8.5.2 Erreur de justesse

8.5.2.1 Erreur relative de justesse

L'erreur relative de justesse, q_{rb} , pour un déplacement donné, l_t , est calculée à partir de la Formule (4):

$$q_{rb} = \frac{l_i - l_t}{l_t} \times 100 \quad (4)$$

8.5.2.2 Erreur absolue de justesse

L'erreur absolue de justesse, q_b , pour un déplacement donné, l_t , est calculée à partir de la Formule (5):

$$q_b = (l_i - l_t) \quad (5)$$

9 Classification de la chaîne extensométrique

9.1 Données d'entrée

Les données d'entrée requises pour la classification de la chaîne extensométrique sont:

- l'erreur relative de la longueur de base (voir 7.2.5);
- la résolution (absolue et/ou relative) de la chaîne extensométrique (voir 8.5.1);
- pour chaque point de données d'étalonnage, l'erreur de justesse (absolue et/ou relative) (voir 8.5.2);
- la confirmation que l'appareil d'étalonnage a rempli les exigences de la présente Norme internationale pour chaque point de données d'étalonnage.