

ISO

ORGANISATION INTERNATIONALE DE NORMALISATION

RECOMMANDATION ISO R 376

TARAGE ~~DES~~ DISPOSITIFS DYNAMOMÉTRIQUES
D'ÉTALONNAGE

1^{ère} ÉDITION

Août 1964

REPRODUCTION INTERDITE

Le droit de reproduction des Recommandations ISO et des Normes ISO est la propriété des Comités Membres de l'ISO. En conséquence, dans chaque pays, la reproduction de ces documents ne peut être autorisée que par l'organisation nationale de normalisation de ce pays, membre de l'ISO.

Seules les normes nationales sont valables dans leurs pays respectifs.

Imprimé en Suisse

Ce document est également édité en anglais et en russe. Il peut être obtenu auprès des organisations nationales de normalisation.

HISTORIQUE

La Recommandation ISO/R 376, *Tarage des dispositifs dynamométriques d'étalonnage*, a été élaborée par le Comité Technique ISO/TC 17, *Acier*, dont le Secrétariat est assuré par la British Standards Institution (BSI).

Les travaux relatifs à cette question furent entrepris par le Comité Technique en 1957 et aboutirent en 1962 à l'adoption d'un Projet de Recommandation ISO.

En novembre 1962, ce Projet de Recommandation ISO (N° 521) fut soumis à l'enquête de tous les Comités Membres de l'ISO. Il fut approuvé, sous réserve de quelques modifications d'ordre rédactionnel, par les Comités Membres suivants:

Allemagne	Finlande	Royaume-Uni
Australie	France	Suède
Autriche	Hongrie	Suisse
Belgique	Inde	Tchécoslovaquie
Birmanie	Irlande	Turquie
Brésil	Italie	U.R.S.S.
Canada	Japon	U.S.A.
Chili	Pays-Bas	Yougoslavie
Danemark	Portugal	
Espagne	Roumanie	

Aucun Comité Membre ne se déclara opposé à l'approbation du Projet.

Le Projet de Recommandation ISO fut alors soumis par correspondance au Conseil de l'ISO qui décida, en août 1964, de l'accepter comme RECOMMANDATION ISO.

TARAGE DES DISPOSITIFS DYNAMOMÉTRIQUES D'ÉTALONNAGE

1. DOMAINE D'APPLICATION

La présente Recommandation ISO concerne les dispositifs dynamométriques d'étalonnage pour la vérification statique des machines d'essai. Elle est destinée à couvrir seulement les dispositifs dans lesquels la charge est déterminée par la mesure de la déformation élastique d'un élément chargé. La mesure de la déformation peut être faite par des moyens mécaniques, électriques, optiques ou autres, d'une précision et d'une stabilité suffisantes.

2. EXIGENCES DE CONSTRUCTION POUR LES DISPOSITIFS DYNAMOMÉTRIQUES D'ÉTALONNAGE

Il est recommandé de pourvoir les dispositifs d'étalonnage de moyens permettant l'application axiale de la charge, qu'elle soit de traction ou de compression. (En tout autre cas, il est essentiel que le dispositif d'auto-alignement de la machine soit utilisé conjointement avec le dispositif d'étalonnage).

Si la déformation du dispositif est mesurée sur une échelle, l'épaisseur des traits de la graduation de l'échelle doit être uniforme et la largeur de l'index ou de l'aiguille doit être approximativement égale à la largeur d'un trait de la graduation.

Aucune limite supérieure n'est imposée au nombre de divisions de l'échelle, qui, sur l'appareil de mesure de la déformation, correspond à la lecture relative à la pleine charge appliquée au dispositif, mais une limite inférieure est imposée au nombre de divisions correspondant à la charge minimale à laquelle le dispositif peut être utilisé (voir paragraphe 4.2). En général, la limite inférieure du nombre de divisions de la déformation déterminera la charge minimale pour laquelle le dispositif sera taré.

En outre, pour déterminer la charge minimale à laquelle le dispositif peut être utilisé, il est admis, pour les besoins de la présente Recommandation ISO, qu'une division d'échelle ne peut être subdivisée par estimation au-delà d'un nombre spécifié de subdivisions, qui dépend du type de l'appareil de mesure de la déformation utilisé et de l'espacement de l'échelle *.

Dans le cas de dispositifs comportant un cadran ou une vis micrométrique, il est admis qu'une division peut être subdivisée avec certitude comme suit:

à la moitié d'un intervalle d'échelle, lorsque l'espacement de l'échelle est inférieur à 1 mm (0,04 in);

à un cinquième d'un intervalle d'échelle, lorsque l'espacement de l'échelle est égal ou supérieur à 1 mm (0,04 in).

La limite de lecture ainsi définie sera considérée comme le plus petit intervalle de lecture d'échelle pour la définition de la charge minimale.

Pour les dispositifs comportant d'autres formes de dispositifs de mesure de la déformation, par exemple des microscopes, des circuits électriques, etc..., l'autorité de tarage déterminera le plus petit intervalle de lecture d'échelle qui sera utilisé pour cet usage, compte tenu à la fois du réglage et de la lecture du dispositif de mesure de la déformation.

Les lectures de la déformation sur le dispositif d'étalonnage ne doivent pas être sujettes à des variations dues aux causes extérieures, telles que, par exemple, les variations normales, en tension ou en fréquence, de l'alimentation en courant électrique.

Le dispositif sera convenablement identifié par le nom du constructeur, le numéro de série et la charge maximale.

* Cela n'impose pas, bien entendu, de restriction à l'organisme qualifié pour le tarage, ni à l'utilisateur lors de la lecture du dispositif.

3. TARAGE

- 3.1 Détermination de la déformation.** Une déformation est définie comme la différence entre une lecture sous charge et la moyenne des lectures sans charge avant et après l'application de la charge. Si l'on procède à plusieurs lectures sous charge entre les lectures effectives sans charge, et si une modification de la dernière lecture a eu lieu, on présume, pour déterminer la lecture sans charge applicable à chaque lecture sous charge, que les lectures sans charge ont subi une modification progressive. Si une variation régulière ne peut être présumée, mais si la variation est petite (voir Tableau ci-dessous, colonne 7), l'écart ne sera pas corrigé; cependant, la seconde lecture sans charge est prise comme base des lectures suivantes. La modification maximale de la lecture sans charge ne doit pas dépasser le pourcentage de la déformation sous pleine charge, qui est spécifié dans le Tableau, colonne 7. L'autorité de contrôle peut décider s'il y a lieu de ramener la charge à zéro après chaque déformation.

TABLEAU. — Classement des dispositifs d'étalonnage dynamométriques

1	2	3	4	5	6	7	8
Classe	Charge maximale du dispositif	Exigences pour les charges de tarage		Exigences pour dispositifs d'étalonnage dynamométriques (Ces exigences comprennent les défauts de précision admissibles des charges de tarage)			
		Défaut de fidélité de la charge de tarage appliquée au dispositif, exprimé en pourcentage de la charge appliquée.	Erreur maximale admissible de la charge appliquée au dispositif, exprimée en pourcentage de la charge appliquée.	Pour la fidélité			Pour la linéarité (facultatif)
				A chaque charge de tarage, différence entre le maximum et le minimum des déformations, exprimée en pourcentage de la déformation moyenne.	Modification de la lecture sans charge de l'essai de surcharge, exprimée en pourcentage de la déformation sous pleine charge.	Modification de la lecture sans charge pendant le tarage, exprimée en pourcentage de la déformation sous pleine charge.	Ecart de linéarité indiqué par la courbe de tarage, exprimé en pourcentage du coefficient de tarage de la courbe.
Maximum admissible							
1	Jusqu'à 50 000 kgf (50 tons-force) inclus	0,01	± 0,02	0,2	0,1	0,1	± 0,1
	De 50 000 kgf (50 tons-force) à 500 000 kgf (500 tons-force) inclus	0,10	± 0,2	0,4	0,1	0,1	± 0,3
2	Jusqu'à 50 000 kgf (50 tons-force) inclus	0,01	± 0,02	0,4	0,2	0,2	± 0,2
	De 50 000 kgf (50 tons-force) à 500 000 kgf (500 tons-force) inclus	0,10	± 0,2	0,6	0,2	0,2	± 0,4

NOTES

- Un dispositif d'étalonnage dynamométrique d'une charge maximale au-dessus de 50 000 kgf (50 tons-force) n'est pas nécessairement moins précis qu'un dispositif d'une charge maximale de 50 000 kgf (50 tons-force) ou moins. Pour des charges jusqu'à 50 000 kgf (50 tons-force),

il existe généralement des poids morts pour le tarage des dispositifs d'étalonnage dynamométriques, mais pour des charges au-dessus de 50 000 kgf (50 tons-force), on emploie généralement des étalons secondaires, qui sont moins précis. Les exigences formulées pour les dispositifs d'étalonnage sont donc moins sévères, pour tenir compte d'une moindre précision des charges de tarage.

2. Lorsqu'un dispositif d'étalonnage dynamométrique d'une charge maximale au-dessus de 50 000 kgf (50 tons-force) est taré et que les exigences du paragraphe 4.2 permettent de lui octroyer la classe 1 pour la fidélité pour une charge de 40 000 kgf (40 tons-force) ou moins, toutes les charges de tarage de 50 000 kgf (50 tons-force) et moins seront d'une plus grande précision, soit une fidélité de 0,01 % et des erreurs maximales admissibles de $\pm 0,02\%$.

- 3.2 **Essai de surcharge.** Avant tout tarage ou retarage, le dispositif est soumis quatre fois de suite à une surcharge de même type (traction, compression ou l'une et l'autre) que la charge sous laquelle il doit être employé; cette surcharge doit excéder d'au moins 8 % et d'au plus 10 % la pleine charge. La surcharge est maintenue pendant une durée de 1 à 1½ minute. Il n'est pas tenu compte de la différence entre les lectures sans charge avant et après la première surcharge, mais la modification des lectures sans charge produite par chaque surcharge subséquente ne doit pas dépasser le pourcentage de la déformation sous pleine charge, qui est spécifié dans le Tableau, colonne 6.

- 3.3 **Exactitude des charges appliquées.** La fidélité et l'exactitude des charges appliquées pour le tarage doivent être dans les limites spécifiées dans le Tableau, colonnes 3 et 4.

Il est recommandé que les dispositifs d'étalonnage dynamométriques soient étalonnés en unités techniques * de force rattachées au kilogramme-masse ou au pound-masse (ou aux unités multiples, la tonne métrique-masse égale à 1000 kilogrammes-masse, et la (long) ton-masse égale à 2240 pounds-masse). Le kilogramme-force (kgf) est la force qui, agissant sur un kilogramme-masse, lui imprime une accélération de $980,665 \text{ cm/s}^2$ ($32,174 \text{ ft/s}^2$); le pound-force (lbf) est la force qui, agissant sur un pound-masse, lui imprime une accélération de $980,665 \text{ cm/s}^2$. Si des unités gravitationnelles locales de force sont utilisées pendant le tarage, il est recommandé de convertir les résultats en unités techniques de force.

NOTE. — Le newton (N) est la force qui, agissant sur un kilogramme-masse, lui imprime une accélération de 1 m/s^2 .

- 3.4 **Conditions de chargement.** L'intervalle de temps entre deux chargements successifs doit être aussi uniforme que possible, et aucune lecture ne doit être faite moins de 30 secondes après une modification de la charge. Le tarage d'un dispositif d'étalonnage dynamométrique doit généralement être effectué à une température de $20 \pm 1 \text{ }^\circ\text{C}$ pour les climats tempérés et de $27 \pm 1 \text{ }^\circ\text{C}$ pour les climats tropicaux. Les pièces de dispositif servant aux essais doivent être maintenues à la température d'essai pendant un temps suffisant avant le commencement des essais pour assurer des conditions stables.

Tout dispositif doit être mis en place conformément aux instructions du constructeur et chargé par charges croissantes.

- 3.5 **Charge minimale.** La charge de tarage minimale normalement appliquée à un dispositif devra être au moins égale à la charge correspondant à 250 fois le plus petit intervalle de lecture de l'échelle du dispositif, comme défini au chapitre 2 (voir aussi paragraphe 4.2).

- 3.6 **Mode opératoire du tarage.** Avant l'application des charges d'essai, il faut appliquer trois fois au dispositif la charge d'essai maximale (charge préalable).

Lorsque le dispositif doit être classé pour la linéarité, le nombre des charges d'essai ne doit pas être inférieur à huit, et ces charges doivent être distribuées aussi uniformément que possible sur le domaine de tarage.

* Voir Recommandation ISO/R 31, *Grandeurs et unités fondamentales du système MKSA et grandeurs et unités d'espace et de temps, troisième partie, Grandeurs et unités de mécanique.*

Pour les dispositifs destinés à être utilisés dans un seul sens de chargement, par exemple, en traction seulement, ou en compression seulement, ce mode opératoire doit être répété de façon à donner trois séries de charges.

Pour les dispositifs destinés à être utilisés dans les deux sens (en traction et en compression), trois séries de charges doivent être appliquées dans chaque sens, dont au maximum deux séries successives dans le même sens. Le dispositif doit être préalablement chargé trois fois à la charge d'essai maximale dans le sens dans lequel les charges d'essai subséquentes doivent être appliquées, et de même, lorsqu'on change le sens du chargement, la charge préalable est appliquée dans le nouveau sens.

Une fois au moins pendant le tarage, le dispositif est démonté comme pour l'emballage et le transport. En général, ce démontage est effectué entre la deuxième et la troisième séries de charges de tarage.

Si, pour l'emballage et le transport, le dispositif de mesure de la déformation doit être détaché mécaniquement de l'élément qui supporte la charge, le nombre des séries de charges doit être porté de trois à six.

4. CLASSEMENT

- 4.1 Exigences minimales.** Les dispositifs sont classés pour la fidélité, c'est-à-dire pour la reproductibilité des lectures relatives à des essais répétés dans des conditions identiques, comme défini au paragraphe 4.3.

NOTE. — Le classement pour la linéarité, défini au paragraphe 4.4, est facultatif, mais en aucune partie du domaine d'application d'un dispositif, celui-ci ne peut recevoir un classement pour la linéarité meilleur que celui qu'il reçoit pour la fidélité.

- 4.2 Charge minimale de tarage.** Compte tenu de la précision avec laquelle la déformation du dispositif peut être lue pendant son tarage et pendant son emploi subséquent pour la vérification des machines d'essai, un dispositif ne peut pas recevoir la Classe 1 pour la fidélité pour des charges correspondant à moins de 500 fois le plus petit intervalle de lecture du dispositif, comme défini au chapitre 2.

De même, un dispositif ne peut pas recevoir la Classe 2 pour la fidélité pour des charges correspondant à moins de 250 fois le plus petit intervalle de lecture du dispositif, comme défini au chapitre 2.

- 4.3 Classement pour la fidélité.** A chaque charge de tarage, la différence entre le maximum et le minimum des trois ou six déformations (corrigées pour tout écart de température du dispositif de la température de référence de 20 °C (ou de 27 °C), conformément à la formule 1 du chapitre 5) ne doit pas dépasser le pourcentage de la déformation moyenne pour cette charge, qui est prescrit dans le Tableau, colonne 5.

La fidélité peut en variante être calculée à partir du coefficient de tarage, lorsque celui-ci a été obtenu en vue du classement pour la linéarité (voir paragraphe 4.4).

Après correction pour écart de la température de référence de 20 °C (ou de 27 °C), conformément aux formules 2 et 3 du chapitre 5, la différence entre les coefficients de tarage maximal et minimal pour la même charge appliquée, exprimée comme un pourcentage du coefficient de tarage moyen, ne doit pas dépasser le pourcentage de la déformation moyenne pour la même charge, qui est prescrite dans le Tableau, colonne 5.

Pour déterminer le domaine de charges auquel une classe donnée de fidélité s'applique, on considérera chaque charge de tarage l'une après l'autre, à commencer par la charge maximale de tarage et allant en diminuant. Une classe donnée de fidélité cessera de s'appliquer à la première charge de tarage qui excède la différence maximale permise sur le pourcentage et cette classe ne peut être reprise pour des charges de tarage plus faibles.

- 4.4 Classement pour la linéarité (exigence facultative).** On calcule un coefficient de tarage de la charge (charge correspondant à la déformation unité) à partir de chacune des trois ou six déformations observées pour chaque valeur de la charge appliquée; les coefficients de tarage obtenus doivent être corrigés pour tenir compte de l'écart entre la température du dispositif et la température de référence de 20 °C (ou de 27 °C), conformément à la formule 3 du chapitre 5.

La valeur moyenne des trois ou six coefficients de tarage pour chaque charge appliquée sera portée sur un graphique en fonction de la déformation moyenne correspondante et on tracera une courbe aussi régulièrement balancée que possible, sans aucun point d'inflexion dans le domaine de tarage. Cette courbe doit être considérée comme la courbe de tarage du dispositif, d'où l'on peut tirer la charge correspondant à toute déformation observée.

L'écart entre la courbe et chaque point représentatif ne doit pas dépasser le pourcentage du coefficient de tarage spécifié dans le Tableau, colonne 8.

En variante, on peut aussi calculer un coefficient de tarage de la déformation (déformation correspondant à la charge unité) à partir de chacune des trois ou six déformations observées pour chaque valeur de la charge appliquée; ces coefficients de tarage doivent être corrigés pour tenir compte de tout écart entre la température du dispositif et la température de référence de 20 °C (ou de 27 °C), conformément à la formule 2 du chapitre 5.

La valeur moyenne des trois ou six coefficients de tarage pour chaque charge appliquée sera portée sur un graphique en fonction de la charge appliquée et on tracera une courbe aussi régulièrement balancée que possible, sans aucun point d'inflexion dans le domaine de tarage. Cette courbe doit être considérée comme la courbe de tarage du dispositif, d'où l'on peut tirer la déformation correspondant à toute charge envisagée.

L'écart entre la courbe et chaque point représentatif ne doit pas dépasser le pourcentage du coefficient de tarage spécifié dans le Tableau, colonne 8.

Pour déterminer le domaine de charges auquel une classe donnée de linéarité s'applique, on considérera les écarts des points par rapport à la courbe, à commencer par le point correspondant à la charge maximale de tarage et allant en diminuant.

Pour que le classement de linéarité soit obtenu, il faut que, pour un nombre minimal de quatre points, l'écart sur la linéarité, tel qu'il ressort de la courbe de tarage, n'excède pas le maximum permis; la classe cesse de s'appliquer à la première charge de tarage où l'écart maximal permis est dépassé et cette classe ne peut être reprise pour des charges de tarage plus faibles.

NOTE. — Il est prévu que les dispositifs auxquels seulement un classement pour la fidélité est attribué sont affectés exclusivement à la mesure des charges correspondant à celles pour lesquelles ils ont été étalonnés. Les appareils auxquels en outre le classement facultatif de linéarité aura été attribué peuvent être employés pour mesurer toutes les charges comprises dans les limites où ce classement est applicable.

5. FORMULES DE CORRECTION DE LA TEMPÉRATURE

Lorsqu'un dispositif est taré (ou utilisé par la suite) à une température autre que 20 °C (ou 27 °C), les formules ci-après devront être utilisées pour apporter une correction de la température à la déformation ou au coefficient de tarage. La correction de température n'est effectivement appliquée que si elle excède 0,0006, ce qui permet généralement de tolérer sans correction des écarts de 2 °C avec la température de référence.

$$D_n = D_t [1 - K(t - n)] \dots \dots (1)$$

dans laquelle D_n = déformation à n °C

D_t = déformation à t °C

K = coefficient de température du dispositif

n = 20 °C pour climats tempérés, 27 °C pour climats tropicaux.

$$f_n = f_t [1 - K(t - n)] \dots \dots \dots (2)$$

dans laquelle f_n = coefficient de tarage de la déformation (déformation par unité de charge) à n °C

f_t = coefficient de tarage de la déformation (déformation par unité de charge) à t °C

K = coefficient de température du dispositif

n = 20 °C pour climats tempérés, 27 °C pour climats tropicaux.