

NORME  
INTERNATIONALE

ISO  
5347-5

Première édition  
1993-12-15

---

---

**Méthodes pour l'étalonnage de capteurs  
de vibrations et de chocs —**

**Partie 5:**

Étalonnage par gravitation tellurique

(standards.iteh.ai)

*Methods for the calibration of vibration and shock pick-ups —*

*Part 5: Calibration by Earth's gravitation*

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/867d2c71-02fa-440c-a672-34fe1806c5da/iso-5347-5-1993>

INTERNATIONAL

ISO



Numéro de référence  
ISO 5347-5:1993(F)

## 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 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.

La Norme internationale ISO 5347-5 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 108, *Vibrations et chocs mécaniques*, sous-comité SC 3, *Utilisation et étalonnage des instruments de mesure des vibrations et des chocs*.

L'ISO 5347 comprend les parties suivantes, présentées sous le titre général *Méthodes pour l'étalonnage de capteurs de vibrations et de chocs*:

- *Partie 0: Concepts de base*
- *Partie 1: Étalonnage primaire de vibrations avec interféromètre de laser*
- *Partie 2: Étalonnage primaire de chocs par coupe de lumière*
- *Partie 3: Étalonnage secondaire de vibrations*
- *Partie 4: Étalonnage secondaire de chocs*
- *Partie 5: Étalonnage par gravitation tellurique*
- *Partie 6: Étalonnage primaire de vibrations aux basses fréquences*
- *Partie 7: Étalonnage primaire par centrifugeur*
- *Partie 8: Étalonnage primaire par centrifugeur double*

© ISO 1993

Droits de reproduction réservés. 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

Imprimé en Suisse

- *Partie 9: Étalonnage secondaire de vibrations par comparaison des angles de phase*
- *Partie 10: Étalonnage primaire de chocs à impact élevé*
- *Partie 11: Essai de sensibilité aux vibrations transversales*
- *Partie 12: Essai de sensibilité aux chocs transversaux*
- *Partie 13: Essai de sensibilité de contrainte de base*
- *Partie 14: Essai de fréquence de résonance sur masse d'acier d'accéléromètres non amortis*
- *Partie 15: Essai de sensibilité acoustique*
- *Partie 16: Essai de sensibilité de couple de serrage*
- *Partie 17: Essai de sensibilité de température fixe*
- *Partie 18: Essai de sensibilité de température transitoire*
- *Partie 19: Essai de sensibilité de champ magnétique*
- *Partie 20: Étalonnage primaire de vibrations par méthode réciproque*

L'annexe A fait partie intégrante de la présente partie de l'ISO 5347.

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

[ISO 5347-5:1993](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/867d2c71-02fa-440c-a672-34fef806c5da/iso-5347-5-1993)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/867d2c71-02fa-440c-a672-34fef806c5da/iso-5347-5-1993>

Page blanche

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

ISO 5347-5:1993

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/867d2c71-02fa-440c-a672-34fef806c5da/iso-5347-5-1993>

# Méthodes pour l'étalonnage de capteurs de vibrations et de chocs —

## Partie 5: Étalonnage par gravitation tellurique

### 1 Domaine d'application

L'ISO 5347 comprend une série de documents traitant des méthodes pour l'étalonnage de capteurs de vibrations et de chocs.

La présente partie de l'ISO 5347 fournit des spécifications détaillées sur l'appareillage et le mode opératoire à utiliser pour l'étalonnage primaire d'accéléromètres par gravitation tellurique.

Elle s'applique aux accéléromètres de translation rectiligne avec réponse de la fréquence zéro, principalement du type à extensomètre ou du type piézo-résistif, aux servo-accéléromètres, et aux accéléromètres normalisés primaires et aux accéléromètres en fonctionnement.

Elle est applicable pour une  $\pm$  gravitation tellurique locale à 0 Hz.

Les limites d'incertitude applicables sont  $\pm 0,01 \text{ m/s}^2$ .

### 2 Appareillage

**2.1 Équipement de contrôle de la température ambiante** à  $23 \text{ °C} \pm 3 \text{ °C}$ .

**2.2 Plate-forme**, qui permet la rotation de l'accéléromètre à  $180^\circ$  dans un plan vertical renfermant l'axe sensible de l'accéléromètre.

À des positions de mesure, l'angle de la plate-forme dans tous les sens doit être de  $\pm 0,5^\circ$  par rapport au plan vertical.

**2.3 Instrument pour le mesurage de la sortie d'accéléromètre**, avec une incertitude de maximum  $\pm 0,01 \%$  de la lecture.

### 3 Valeurs préférentielles

Les valeurs locales, positives et négatives, de l'accélération due à la pesanteur, exprimées en mètres par seconde carrée, doivent être utilisées.

**NOTE 1** L'étalonnage à des valeurs entre les valeurs positives et négatives de l'accélération due à la pesanteur, utilisant un composant de la gravitation tellurique ne devrait pas être employé du fait que, normalement, la séparation de la sortie produite par ce composant de la sortie due à la sensibilité transverse, n'est pas possible.

### 4 Méthode

#### 4.1 Mode opératoire d'essai

Puisque l'accélération due à la pesanteur change avec l'emplacement et l'altitude (des valeurs de  $9,78 \text{ m/s}^2$  à  $9,83 \text{ m/s}^2$  sont possibles), la valeur locale avec quatre chiffres significatifs doit être utilisée.

Régler l'axe sensible de l'accéléromètre à  $0^\circ$  et puis à  $180^\circ$  par rapport au plan vertical. Mesurer la tension de sortie aux deux niveaux.

#### 4.2 Expression des résultats

Calculer la constante d'étalonnage de référence,  $S$ , en volts par (mètre par seconde carrée)  $[\text{V}/(\text{m/s}^2)]$ , à partir de la formule suivante:

$$S = \frac{V_a - V_b}{g_1}$$

où

$V_a$  et  $V_b$  sont les valeurs de sortie d'accéléromètre, en volts, aux deux extrémités de rotation au-dessus de 180°;

$g_i$  est la valeur locale de l'accélération due à la pesanteur, en mètres par seconde carrée.

Il convient que les valeurs de  $|V_a|$  et  $|V_b|$  soient également reportées.

Lorsque les résultats d'étalonnage sont reportés, l'incertitude totale d'étalonnage et le niveau de confiance correspondant, calculés conformément à l'annexe A, doivent aussi être reportés.

Un niveau de confiance de 99 % doit être utilisé.

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

ISO 5347-5:1993

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/867d2c71-02fa-440c-a672-34fef806c5da/iso-5347-5-1993>

## Annexe A (normative)

### Calcul de l'incertitude

#### A.1 Calcul de l'incertitude totale

L'incertitude totale d'étalonnage pour le niveau de confiance (CL) spécifié (pour les besoins de la présente partie de l'ISO 5347, CL = 99 %),  $X_{99}$ , doit être calculée à partir de la formule suivante:

$$X_{99} = \pm \sqrt{X_r^2 + X_s^2}$$

où

$X_r$  est l'incertitude aléatoire;

$X_s$  est l'incertitude systématique.

L'incertitude aléatoire pour le niveau de confiance spécifié,  $X_{r(99)}$ , est calculée à partir de la formule suivante:

$$X_{r(99)} = \pm t \left[ \frac{e_{r1}^2 + e_{r2}^2 + e_{r3}^2 + \dots + e_{rn}^2}{n(n-1)} \right]^{1/2}$$

où

$e_{r1}, e_{r2}, \dots$ , sont les écarts de la valeur moyenne arithmétique des mesurages individuels dans la série;

$n$  est le nombre de mesurages; [ISO 5347-5:1993](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/867d2c71-02fa-440c-a672-5110c5114475/iso-5347-5:1993)

[https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/867d2c71-02fa-440c-a672-](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/867d2c71-02fa-440c-a672-5110c5114475/iso-5347-5:1993)

$t$  est la valeur de la distribution de Student pour le niveau de confiance spécifié et le nombre de mesurages.

Les erreurs systématiques doivent d'abord être éliminées ou corrigées. On doit tenir compte de l'incertitude,  $X_{s(99)}$ , qui reste, en utilisant la formule suivante:

$$X_{s(99)} = \frac{K}{\sqrt{3}} \times e_s$$

où

$K$  = 2,6 pour le niveau de confiance de 99 %;

$e_s$  est l'incertitude absolue de la constante d'étalonnage de référence, en volts par (mètre par seconde carrée) (voir A.2).

#### A.2 Calcul de l'incertitude absolue de la constante d'étalonnage de référence, $e_s$

L'incertitude absolue de la constante d'étalonnage de référence (c'est-à-dire à des valeurs locales positives et négatives de l'accélération due à la gravité),  $e_s$ , en volts par (mètre par seconde carrée), est calculée à partir de la loi de la combinaison d'erreurs, à l'aide de la formule suivante:

$$\frac{e_s}{S} = \pm \left[ \left( \frac{e_{V_d}}{V_d} \right)^2 + \left( \frac{2e_{g_1}}{g_1} \right)^2 + (1 - \cos e_0)^2 + (1 - \cos e_{180})^2 \right]^{1/2}$$

où

$S$  est la constante d'étalonnage de référence (voir 4.2);

- $V_d$  est la différence dans la sortie d'accéléromètre, en volts, lorsque l'accéléromètre tourne de 0° à 180° (c'est-à-dire  $V_a - V_b$ , voir 4.2);
- $e_{V_d}$  est l'erreur absolue de la différence dans la sortie d'accéléromètre,  $V_d$ , en volts;
- $g_l$  est la valeur locale de l'accélération due à la pesanteur, en mètres par seconde carrée;
- $e_{g_l}$  est l'incertitude absolue dans l'estimation de la valeur locale de l'accélération due à la pesanteur, en mètres par seconde carrée;
- $e_0$  est l'incertitude absolue, en degrés, pour l'alignement à 0°;
- $e_{180}$  est l'incertitude absolue, en degrés, pour l'alignement à 180°.

### A.3 Calcul de l'incertitude totale absolue de la constante d'étalonnage de référence, $e_{S_i}$ , pour des valeurs en dehors de $\pm g_l$

L'incertitude totale absolue de la constante d'étalonnage de référence,  $e_{S_i}$ , en volts par (mètre par seconde carrée), pour des valeurs en dehors de  $\pm g_l$  est calculée à partir de la formule suivante<sup>1)</sup>:

$$\frac{e_{S_i}}{S} = \pm \left[ \left( \frac{e_S}{S} \right)^2 + \left( \frac{L_{fA}}{100} \right)^2 + \left( \frac{L_{fP}}{100} \right)^2 + \left( \frac{L_{aA}}{100} \right)^2 + \left( \frac{L_{aP}}{100} \right)^2 + \left( \frac{I_A}{100} \right)^2 + \left( \frac{I_P}{100} \right)^2 + \left( \frac{R}{100} \right)^2 + \left( \frac{E_A}{100} \right)^2 + \left( \frac{E_P}{100} \right)^2 \right]^{1/2}$$

où

iTeh STANDARD PREVIEW

- $e_S$  est l'incertitude absolue de la constante d'étalonnage de référence, en volts par (mètre par seconde carrée);
- $S$  est la constante d'étalonnage de référence, en volts par (mètre par seconde carrée);
- $L_{fA}$  est l'écart de linéarité de fréquence, en pourcentage de la constante d'étalonnage de référence pour l'amplificateur;
- $L_{fP}$  est l'écart de linéarité de fréquence, en pourcentage de la constante d'étalonnage de référence pour l'accéléromètre;
- $L_{aA}$  est l'écart de linéarité d'amplitude, en pourcentage de la constante d'étalonnage de référence pour l'amplificateur;
- $L_{aP}$  est l'écart de linéarité d'amplitude, en pourcentage de la constante d'étalonnage de référence pour l'accéléromètre;
- $I_A$  est l'erreur d'instabilité de gain de l'amplificateur et toute erreur d'impédance de la source, en pourcentage de la constante d'étalonnage de référence;
- $I_P$  est l'erreur d'instabilité de l'accéléromètre de référence, en pourcentage de la constante d'étalonnage de référence;
- $R$  est l'erreur de poursuite de la gamme d'amplificateur de référence (erreurs en gain pour diverses positions d'amplification), en pourcentage de la constante d'étalonnage de référence;
- $E_A$  est l'erreur causée par des effets concernant l'environnement sur l'amplificateur, en pourcentage de la constante d'étalonnage de référence;
- $E_P$  est l'erreur causée par des effets concernant l'environnement sur l'accéléromètre, en pourcentage de la constante d'étalonnage de référence.

1) Si l'on n'utilise pas d'amplificateur, les symboles avec indice «A» sont supprimés.

Page blanche

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

ISO 5347-5:1993

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/867d2c71-02fa-440c-a672-34fef806c5da/iso-5347-5-1993>