

NORME  
INTERNATIONALE

ISO  
5347-4

Première édition  
1993-12-15

---

---

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

**Partie 4:**

**Étalonnage secondaire de chocs  
(standards.iteh.ai)**

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

*Part 4: Secondary shock calibration*



Numéro de référence  
ISO 5347-4:1993(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 5347-4 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*.

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/61c30011-fbe9-45b2-add6-9122182288/iso-5347-4-1993>

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 5347-4:1993](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/61c30011-fbe9-45b2-add6-c912218f2ff8/iso-5347-4-1993)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/61c30011-fbe9-45b2-add6-c912218f2ff8/iso-5347-4-1993>

Page blanche

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

ISO 5347-4:1993

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/61c30011-fbe9-45b2-add6-c912218f2ff8/iso-5347-4-1993>

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

## Partie 4: Étalonnage secondaire de chocs

### 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 secondaire de chocs d'accéléromètres. Elle s'applique aux accéléromètres de translation rectiligne du type à extensomètre, piézo-résistif et piézo-électrique et aux accéléromètres normalisés secondaires.

La présente partie de l'ISO 5347 est applicable pour une gamme de durée de 0,1 ms à 10 ms et une gamme dynamique de  $100 \text{ m/s}^2$  à  $10^5 \text{ m/s}^2$ .

Les limites d'incertitude applicables sont  $\pm 5 \%$  de la lecture.

### 2 Appareillage

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

**2.2 Accéléromètre normalisé de référence**, étalonné par une méthode d'étalonnage primaire de chocs.

**2.3 Machine de chocs** (voir figure 1), avec un marteau (une bille d'acier est recommandée) qui est capable de déplacer et de frapper une enclume d'acier à laquelle les accéléromètres (accéléromètre normalisé de référence et accéléromètre à étalonner) sont attachés dos à dos.

Le marteau transmet un mouvement à l'enclume qui doit être capable d'accélérer librement pendant que le marteau est automatiquement attrapé et arrêté.

Des ressorts d'acier ou tampons en caoutchouc ou en papier montés sur le haut de l'enclume doivent être utilisés pour obtenir la durée d'impulsion désirée.

Les impulsions de choc obtenues ont une forme d'onde demi-sinusoidale.

Les fréquences de résonance du marteau et de l'enclume doivent être d'au moins  $10/T$  où  $T$  est la durée de l'impulsion, en secondes.

Afin d'éviter des influences des résonances dans la structure de la machine de chocs, le marteau et l'enclume doivent fonctionner indépendamment de la structure.

L'enclume doit être soutenue par une mince barre de matériau fragile ou par un aimant. Il est recommandé d'utiliser un capteur pour déclencher l'équipement de mesure de chocs.

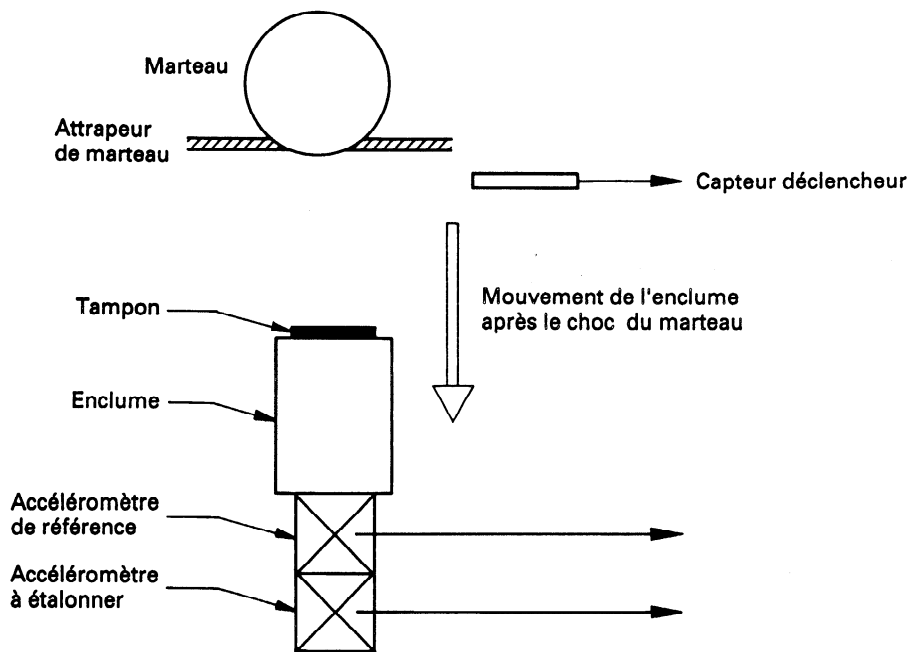


Figure 1 — Machine de chocs

## iTeh STANDARD PREVIEW

### 2.4 Équipement pour l'enregistrement de l'accélération et du temps.

L'équipement doit comporter un oscilloscope de mémoire ou un enregistreur transitoire pour deux voies avec détecteur d'amplitude de crête et un appareil d'affichage pour amplitude d'impulsion de crête ou un enregistreur de niveau ou un enregistreur X-Y pour la lecture du transitoire mémorisé.

L'équipement doit avoir les caractéristiques suivantes:

- gamme: 1  $\mu$ s à 10 ms et 0 à 50 V;
- incertitude pour l'amplitude: maximum  $\pm 2$  % de la lecture;
- linéarité d'amplitude: maximum  $\pm 1$  % d'écart de la meilleure ligne d'approximation.

Étant donné que l'équipement d'enregistrement fonctionne comme filtre passe-bas, les exigences spécifiées pour les filtres passe-bas (voir 2.5) sont valables pour cet équipement.

La réponse de fréquence doit être uniforme, à  $\pm 3$  dB, de  $0,008/T$  à  $10/T$  Hz, où  $T$  est la durée de l'impulsion.

### 2.5 Filtre passe-bas.

On doit éviter l'utilisation de filtres passe-bas.

S'il faut utiliser des filtres, les limites vers les basses fréquences de  $-3$  dB doivent être plus basses que  $0,008/T$  et les limites supérieures à  $-3$  dB doivent être plus hautes que  $10/T$ , où  $T$  est la durée de l'impulsion.

NOTE 1 Les mêmes exigences sont valables pour les amplificateurs et l'équipement d'enregistrement.

### 2.6 Autres exigences de l'appareillage.

Les fréquences fondamentales de résonance des accéléromètres montés doivent être plus hautes que  $20/T$ , où  $T$  est la durée de l'impulsion demi-sinusoidale.

L'accéléromètre de référence doit être d'une structure rigide. La sensibilité de la contrainte de base doit être inférieure à  $0,2 \times 10^{-8}$  m/s<sup>2</sup> à une contrainte de base de  $2,5 \times 10^{-4}$  m/s<sup>2</sup>, la sensibilité transverse doit être inférieure à 2 % et la stabilité de la combinaison de l'accéléromètre et de l'amplificateur doit au moins être égale à 0,2 % de la lecture par an à des valeurs de référence.

S'il existe des filtres dans l'amplificateur, la fréquence de coupure du filtre doit être conforme aux positions de filtre spécifiées en 2.5. La réponse de fréquence doit être uniforme, à  $\pm 3$  dB, de  $0,008/T$  à  $10/T$ , où  $T$  est la durée de l'impulsion.

### 3 Durées d'impulsion et accélérations préférentielles

Les durées d'impulsion de chocs suivantes, en millisecondes, doivent être utilisées:

— 0,1; 0,2; 0,5; 1; 2; 5; 10.

Les accélérations suivantes, en mètres par seconde carrée, doivent être utilisées:

— 100, 200, 500;

— 1 000, 2 000, 5 000;

— 10 000, 20 000, 50 000, 100 000.

## 4 Méthode

### 4.1 Mode opératoire d'essai

Pour les étalonnages de chocs, la constante d'étalonnage de vibrations sinusoïdales doit toujours être utilisée comme constante d'étalonnage de référence.

Les étalonnages de mouvement de chocs seront alors utilisés pour la mesure des écarts de linéarité d'amplitude à des accélérations élevées, si nécessaire.

En donnant des vitesses différentes au marteau et en utilisant des enclumes différentes et des ressorts ou des tampons différents, déterminer les constantes d'étalonnage de chocs aux durées d'impulsion de chocs et aux accélérations normalisées choisies, et pour les positions de commutateur de gamme d'amplificateur normalisés.

Les résultats doivent être donnés en pourcentage de l'écart de la constante d'étalonnage de référence des vibrations sinusoïdales.

### 4.2 Expression des résultats

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

$$S = \frac{A_{\text{peak}}}{A_{\text{st,peak}}} \times S_{\text{st}}$$

où

$A_{\text{peak}}$  est la valeur de crête de l'accélération du capteur à étalonner;

$A_{\text{st,peak}}$  est la valeur de crête d'accélération de la norme de référence;

$S_{\text{st}}$  est la constante d'étalonnage de la norme de référence, en volts par (mètre par seconde carrée).

NOTE 2 S'il y a un changement de zéro dans le signal, le point de zéro immédiatement avant le choc et le point de zéro changé après le choc devraient être connectés par une ligne droite, cette ligne étant la ligne de base pour la détermination de l'accélération.

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

On doit utiliser un niveau de confiance de 95 %.

## 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 = 95 %),  $X_{95}$ , doit être calculée à partir de la formule suivante:

$$X_{95} = \pm \sqrt{X_r^2 + X_s^2}$$

où

$X_r$  est l'incertitude aléatoire;

$X_s$  est l'incertitude systématique.

L'incertitude aléatoire pour le niveau de confiance spécifié,  $X_{r(95)}$ , est calculée à partir de la formule suivante:

$$X_{r(95)} = \pm t \left[ \frac{e_{r1}^2 + e_{r2}^2 + e_{r3}^2 + \dots + e_{rn}^2}{n(n-1)} \right]^{1/2} \quad (\text{standards.iteh.ai})$$

ISO 5347-4:1993

où <https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/61c30011-fbe9-45b2-add6-c912218f2ff8/iso-5347-4-1993>

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

$n$  est le nombre de mesurages;

$t$  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,  $X_{s(95)}$ , qui reste, en utilisant la formule suivante:

$$X_{s(95)} = \frac{K}{\sqrt{3}} \times e_{s,sh2}$$

où

$K$  = 2,0 pour le niveau de confiance de 95 %;

$e_{s,sh2}$  est l'incertitude absolue de la constante d'étalonnage de chocs de l'accéléromètre à étalonner pour les durées d'impulsion, les accélérations et les positions de gain d'amplificateur étalonnées, exprimée en volts par (mètre par seconde carrée) (voir A.2).



## A.2 Calcul de l'incertitude absolue de la constante d'étalonnage de chocs, $e_{S,sh2}$ , pour les durées d'impulsion, les accélérations et les positions de gain d'amplificateur étalonnées

L'incertitude absolue de la constante d'étalonnage de l'accéléromètre à étalonner,  $e_{S,sh2}$ , en volts par (mètre par seconde carrée), pour les durées d'impulsion, les accélérations et les positions de gain d'amplificateur étalonnées, est calculée à partir de la formule suivante:

$$\frac{e_{S,sh2}}{S_{sh}} = \pm \left[ \left( \frac{e_{S,sh1}}{S_{sh1}} \right)^2 + \left( \frac{e_a}{a_{max}} \right)^2 \right]^{1/2}$$

où

- $S_{sh}$  est la constante d'étalonnage de chocs (dépendant de l'amplitude), en volts par (mètre par seconde carrée);
- $e_{S,sh1}$  est l'incertitude absolue de la constante d'étalonnage de chocs de l'accéléromètre de référence, en volts par (mètre par seconde carrée);
- $S_{sh1}$  est la constante d'étalonnage (dépendant de l'amplitude) pour l'accéléromètre de référence, en volts par (mètre par seconde carrée);
- $a_{max}$  est l'accélération maximale mesurée avec équipement enregistreur de l'accélération et du temps, en mètres par seconde carrée;
- $e_a$  est l'erreur totale des mesures de comparaison des deux accélérations de crête, en mètres par seconde carrée, y compris les erreurs de lecture ou les erreurs d'enregistrement de fiche d'étalonnage et les erreurs de lecture de fiche d'étalonnage, ainsi que les erreurs de différence de voies de signal.

(standards.iteh.ai)

## A.3 Calcul de l'incertitude totale absolue de la constante d'étalonnage de chocs, $e_{S,sh2,t}$ pour la gamme complète

ISO 5347-4:1993

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/61c30011-fbe9-45b2-add6-7d879417>

L'incertitude absolue de la constante d'étalonnage de chocs, calculée selon A.2, n'est valable que pour des chocs de référence et des positions d'équipement de référence. Pour utilisation générale, l'incertitude totale absolue de la constante d'étalonnage de chocs,  $e_{S,sh2,t}$ , en volts par (mètre par seconde carrée), pour la gamme complète est calculée à partir de la formule suivante:

$$\frac{e_{S,sh2,t}}{S_{sh}} = \pm \left[ \left( \frac{e_{S,sh2}}{S_{sh}} \right)^2 + \left( \frac{L_{fA2}}{100} \right)^2 + \left( \frac{L_{fP2}}{100} \right)^2 + \left( \frac{L_{aA2}}{100} \right)^2 + \left( \frac{L_{aP2}}{100} \right)^2 + \left( \frac{I_{A2}}{100} \right)^2 + \left( \frac{I_{P2}}{100} \right)^2 + \left( \frac{R_2}{100} \right)^2 + \left( \frac{E_{A2}}{100} \right)^2 + \left( \frac{E_{P2}}{100} \right)^2 + \left( \frac{L_{fL}}{100} \right)^2 + \left( \frac{L_{aL}}{100} \right)^2 + \left( \frac{I_L}{100} \right)^2 + \left( \frac{E_L}{100} \right)^2 + \left( \frac{E_M}{100} \right)^2 \right]^{1/2}$$

où

- $S_{sh}$  est la constante d'étalonnage de chocs (dépendant de l'amplitude), en volts par (mètre par seconde carrée);
- $e_{S,sh2}$  est l'incertitude absolue de la constante d'étalonnage de chocs de l'accéléromètre à étalonner, en volts par (mètre par seconde carrée) (voir A.2);
- $L_{fA2}$  est l'écart de linéarité de fréquence, en pourcentage de la constante d'étalonnage de l'amplificateur pour le capteur à étalonner;
- $L_{fP2}$  est l'écart de linéarité de fréquence, en pourcentage de la constante d'étalonnage pour le capteur à étalonner;
- $L_{aA2}$  est l'écart de linéarité d'amplitude, en pourcentage de la constante d'étalonnage de l'amplificateur pour le capteur à étalonner;
- $L_{aP2}$  est l'écart de linéarité d'amplitude, en pourcentage de la constante d'étalonnage pour le capteur à étalonner;