

---

---

**Vibrations mécaniques — Équilibrage  
des rotors —**

Partie 32:  
**Convention relative aux clavettes  
d'arbres et aux éléments rapportés**

iTeh STANDARD PREVIEW  
(standards.iteh.ai)

*Mechanical vibration — Rotor balancing —  
Part 32: Shaft and fitment key convention*

ISO 21940-32:2012

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/2662ce0c-592c-44f2-849b-e95a24b2c49c/iso-21940-32-2012>



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

ISO 21940-32:2012

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/2662ce0c-592c-44f2-849b-e95a24b2c49c/iso-21940-32-2012>



### DOCUMENT PROTÉGÉ PAR COPYRIGHT

© ISO 2012

Droits de reproduction réservés. Sauf prescription différente, 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'ISO à l'adresse ci-après ou du 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](mailto:copyright@iso.org)  
Web [www.iso.org](http://www.iso.org)

Publié en Suisse

## Contents

	Page
Avant-propos .....	iv
Introduction.....	vi
<b>1</b> <b>Domaine d'application</b> .....	<b>1</b>
<b>2</b> <b>Références normatives</b> .....	<b>1</b>
<b>3</b> <b>Termes et définitions</b> .....	<b>1</b>
<b>4</b> <b>Convention relative aux demi-clavettes</b> .....	<b>3</b>
<b>5</b> <b>Marquage</b> .....	<b>3</b>
<b>6</b> <b>Mise en application de la convention relative aux demi-clavettes</b> .....	<b>4</b>
<b>Annexe A</b> (normative) <b>Spécifications pour la convention relative aux demi-clavettes</b> .....	<b>5</b>
<b>Annexe B</b> (informative) <b>Considérations pratiques concernant la fabrication et l'utilisation de demi-clavettes</b> .....	<b>7</b>
<b>Annexe C</b> (informative) <b>Conventions relatives aux clavettes pour arbres et éléments rapportés</b> .....	<b>13</b>
<b>Bibliographie</b> .....	<b>16</b>

iTech STANDARD PREVIEW  
(standards.iteh.ai)

[ISO 21940-32:2012](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/2662ce0c-592c-44f2-849b-e95a24b2c49c/iso-21940-32-2012)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/2662ce0c-592c-44f2-849b-e95a24b2c49c/iso-21940-32-2012>

## 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 21940-32 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 108, *Vibrations et choc mécaniques, et leur surveillance*, sous-comité SC 2, *Mesure et évaluation des vibrations et chocs mécaniques intéressant les machines, les véhicules et les structures*.

Cette première édition de l'ISO 21940-32 annule et remplace l'ISO 8821:1989, dont elle constitue une révision technique de nature rédactionnelle. Le changement principal est la suppression des énoncés concernant la date de mise en vigueur, la période de transition et la convention antérieure relative à l'utilisation des clavettes.

L'ISO 21940 comprend les parties suivantes, présentées sous le titre général *Vibrations mécaniques — Équilibrage des rotors*:

- *Partie 1: Introduction*<sup>1)</sup>
- *Partie 2: Vocabulaire*<sup>2)</sup>
- *Partie 11: Modes opératoires et tolérances pour rotors à comportement rigide*<sup>3)</sup>
- *Partie 12: Modes opératoires et tolérances pour les rotors à comportement flexible*<sup>4)</sup>
- *Partie 13: Critères et sauvegardes relatifs à l'équilibrage in situ des rotors moyens et grands*<sup>5)</sup>

---

1) Révision de l'ISO 19499:2007, *Vibrations mécaniques — Équilibrage — Lignes directrices pour l'utilisation et l'application de normes d'équilibrage*

2) Révision de l'ISO 1925:2001, *Vibrations mécaniques — Équilibrage — Vocabulaire*

3) Révision de l'ISO 1940-1:2003, *Vibrations mécaniques — Exigences en matière de qualité dans l'équilibrage pour les rotors en état (rigide) constant — Partie 1: Spécifications et vérification des tolérances d'équilibrage*

4) Révision de l'ISO 11342:1998, *Vibrations mécaniques — Méthodes et critères pour l'équilibrage mécanique des rotors flexibles*

5) Révision de l'ISO 20806:2009, *Vibrations mécaniques — Critères et sauvegardes relatifs à l'équilibrage in situ des rotors moyens et grands*

- *Partie 14: Modes opératoires d'évaluation des erreurs d'équilibrage*<sup>6)</sup>
- *Partie 21: Description et évaluation des machines à équilibrer*<sup>7)</sup>
- *Partie 23: Enceintes et autres mesures de protection pour machines à équilibrer*<sup>8)</sup>
- *Partie 31: Susceptibilité et sensibilité des machines aux balourds*<sup>9)</sup>
- *Partie 32: Convention relative aux clavettes d'arbres et aux éléments rapportés*<sup>10)</sup>

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

[ISO 21940-32:2012](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/2662ce0c-592c-44f2-849b-e95a24b2c49c/iso-21940-32-2012)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/2662ce0c-592c-44f2-849b-e95a24b2c49c/iso-21940-32-2012>

---

6) Révision de l'ISO 1940-2:1997, *Vibrations mécaniques — Exigences en matière de qualité dans l'équilibrage des rotors rigides — Partie 2: Défauts d'équilibrage*

7) Révision de l'ISO 2953:1999, *Vibrations mécaniques — Machines à équilibrer — Description et évaluation*

8) Révision de l'ISO 7475:2002, *Vibrations mécaniques — Machines à équilibrer — Enceintes et autres mesures de protection pour le poste de mesurage*

9) Révision de l'ISO 10814:1996, *Vibrations mécaniques — Susceptibilité et sensibilité des machines aux balourds*

10) Révision de l'ISO 8821:1989, *Vibrations mécaniques — Équilibrage — Convention relative aux clavettes d'arbres et aux éléments rapportés*

## Introduction

Il est souvent impossible ou non rationnel du point de vue économique d'équilibrer les rotors et les éléments rapportés une fois qu'ils ont été assemblés; c'est pourquoi on procède séparément à l'équilibrage des composants du rotor, qui peuvent par ailleurs provenir de fournisseurs différents. Une tolérance appropriée d'équilibrage est appliquée à chacun des deux composants essayés de manière que, lorsque le rotor et son élément rapporté sont accouplés avec la clavette adéquate, l'assemblage réponde à la tolérance d'équilibrage requise et au niveau de sévérité des vibrations. Toutefois, si l'on adopte des conventions différentes en ce qui concerne les clavettes quand on équilibre l'arbre puis l'élément rapporté, il est fort probable que l'ensemble présente des erreurs d'équilibrage qui dépassent le balourd résiduel admissible.

Il existe trois méthodes ou «conventions de clavettes» pour l'équilibrage des arbres et leurs éléments rapportés accouplés par des clavettes:

- convention relative aux clavettes entières;
- convention relative aux demi-clavettes;
- convention sans clavette.

La présente partie de l'ISO 21940 unifie les conventions relatives aux clavettes utilisées à travers le monde et donne des instructions pour le marquage des composants équilibrés conformément à la convention relative aux clavettes utilisée. Sa mise en pratique uniforme permettra d'assurer la compatibilité entre les arbres et leurs éléments rapportés de sorte qu'ils puissent être équilibrés par différents fournisseurs et, après assemblage, répondent aux niveaux de tolérances admis pour l'équilibrage et/ou aux limites pour les vibrations de ces ensembles.

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/2662ce0c-592c-44f2-849b-e95a24b2c49c/iso-21940-32-2012>

# Vibrations mécaniques — Équilibrage des rotors —

## Partie 32:

## Convention relative aux clavettes d'arbres et aux éléments rapportés

### 1 Domaine d'application

La présente partie de l'ISO 21940 spécifie une convention unique en ce qui concerne l'équilibrage de composants individuels (arbre et éléments rapportés) d'un assemblage claveté. Elle a pour but d'instituer une compatibilité entre tous les éléments équilibrés de sorte que, une fois assemblés, ils répondent aux tolérances générales d'équilibrage et/ou aux limites de vibrations pour cet assemblage claveté.

La présente partie de l'ISO 21940 spécifie l'utilisation de demi-clavettes lors de l'équilibrage de composants individuels d'assemblages clavetés. Elle spécifie également le marquage des composants équilibrés conformément à la convention relative aux clavettes utilisée.

La présente partie de l'ISO 21940 s'applique aux rotors équilibrés dans une machine à équilibrer et installés dans leur logement ou sur place. La convention relative aux clavettes peut aussi être appliquée quand on mesure le balourd résiduel ou le régime des vibrations de rotors avec des rainures de clavettes mais sur lesquels des éléments rapportés n'ont pas encore été assemblés.

En plus d'être applicable aux clavettes avec une coupe (transversale) constante rectangulaire ou carrée, installées parallèlement à l'axe de l'arbre, la présente partie de l'ISO 21940 s'applique également à des clavettes montées sur des surfaces coniques d'arbres, à des clavettes demi-lune, à des clavettes à mentonnet et à d'autres clavettes spéciales. Le principe de la convention relative aux demi-clavettes est appliqué de la façon qui convient à la forme et à l'emplacement particulier de la clavette spéciale.

### 2 Références normatives

Les documents de référence suivants sont indispensables pour l'application 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 1925, *Vibrations mécaniques — Équilibrage — Vocabulaire*<sup>1)</sup>

### 3 Termes et définitions

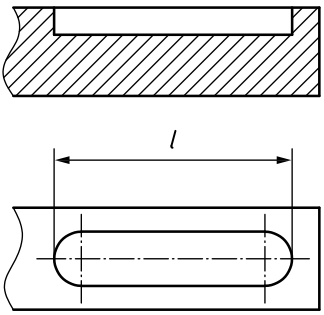
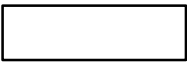
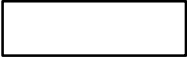
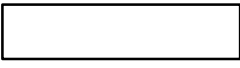
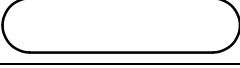
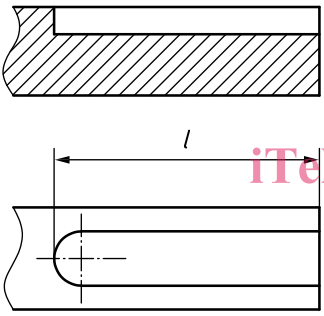
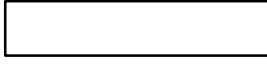
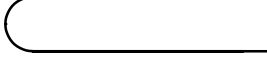
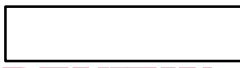

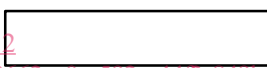
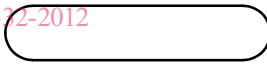
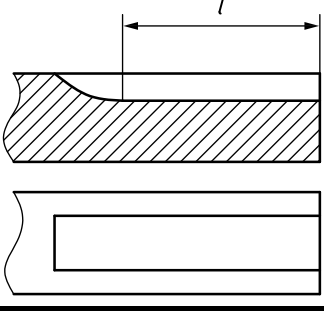
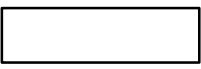
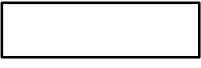
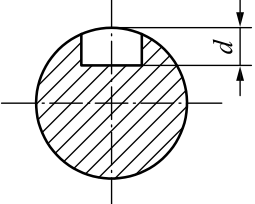
Pour les besoins du présent document, les termes et définitions donnés dans l'ISO 1925 s'appliquent.

NOTE Le Tableau 1 montre différents types de rainures de clavette d'arbres et de clavettes entières de section constante rectangulaire ou carrée.

---

1) Deviendra l'ISO 21940-2 lors de la prochaine révision.

Tableau 1 — Exemples de types de rainures de clavette et de clavettes

Type	Configuration de la rainure de clavette	Nom de la rainure	Configuration de la clavette <sup>a</sup>	Nom de la clavette
A		Ronde/extrémité ronde	 	Carrée/extrémité carrée
			 	Ronde/extrémité ronde
B		Ronde/extrémité carrée	 	Ronde/extrémité carrée
			 	Carrée/extrémité carrée
			 	Ronde/extrémité ronde
C		Patin de traîneau	 	Carrée/extrémité carrée
<sup>a</sup>	Section de la clavette entière	<div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="margin-right: 10px;"> <div style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 10px; margin-bottom: 5px;"></div> Rectangulaire  <div style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 10px; margin-bottom: 5px;"></div> Carrée         </div> <div style="margin-left: 20px;">  </div> </div>		
<i>l</i>	longueur de la rainure			
<i>d</i>	profondeur de la rainure			

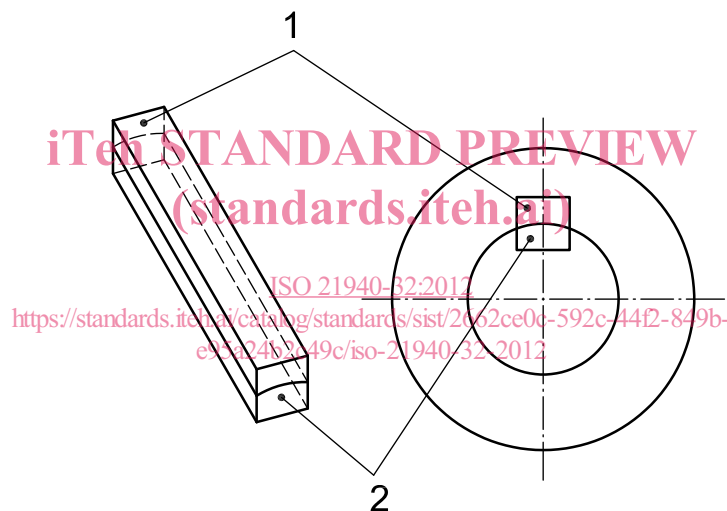


## 4 Convention relative aux demi-clavettes

La présente partie de l'ISO 21940 spécifie que la convention relative aux demi-clavettes soit suivie. Conformément à cette convention, une demi-clavette doit être logée dans la rainure de clavette de l'arbre ayant une rainure lors de l'équilibrage d'un arbre sans élément rapporté. Une demi-clavette complémentaire doit être utilisée lors de l'équilibrage de l'élément rapporté sur un mandrin à équilibrer, à condition que ce dernier n'ait pas de rainure de clavette. Si le mandrin a des rainures de clavette, les méthodes spécifiées en A.1.3 doivent être suivies. Il convient que la position axiale du centre de gravité de la demi-clavette soit la même que celle de la clavette entière dans l'assemblage définitif.

Des considérations pratiques concernant la fabrication et l'utilisation de demi-clavettes sont données dans l'Annexe B. Un jeu de demi-clavettes profilées est montré à la Figure 1.

L'adoption de la convention relative aux demi-clavettes fournit une méthode uniforme pour équilibrer les arbres et les éléments rapportés une fois ceux-ci assemblés par une clavette. Elle élimine les erreurs d'équilibrage et, par conséquent, tout balourd résiduel et/ou vibration inutiles qui peuvent être occasionnés par l'utilisation de conventions relatives aux clavettes différentes, et évite l'apparition d'un moment fléchissant interne dans l'assemblage (comme celui pouvant résulter de l'emploi de clavettes entières lors de l'équilibrage de l'arbre). Pour plus d'informations concernant les différences entre les conventions relatives aux clavettes, voir l'Annexe C.



### Légende

- 1 demi-clavette pour élément rapporté
- 2 demi-clavette pour arbre

Figure 1 — Jeu de demi-clavettes profilées

## 5 Marquage

**5.1** La face de l'arbre adjacente à la rainure de clavette doit être marquée de façon indélébile avec la lettre H indiquant que l'équilibrage a été effectué selon la convention relative aux demi-clavettes. Un marquage permanent par poinçon métallique ou à l'aide d'une gravure par vibrations est recommandé, mais on peut aussi utiliser une encre indélébile.

Si la face de l'arbre est trop petite pour être marquée, on peut utiliser le fond de la rainure de clavette.

**5.2** La face de l'élément rapporté adjacente à la rainure de clavette doit être marquée de façon indélébile avec la lettre H indiquant que l'équilibrage a été effectué selon la convention relative aux demi-clavettes. Il convient que cette lettre soit clairement visible quand l'élément rapporté est monté sur l'arbre. Un marquage

au poinçon métallique ou à l'aide d'une gravure par vibration est recommandé, mais on peut aussi utiliser une encre indélébile.

**5.3** Le marquage de l'arbre et de l'élément rapporté avec la lettre H ne peut être omis que si le risque de confusion est faible quant à la convention relative aux clavettes utilisée.

**5.4** Lorsqu'on équilibre un arbre ou un élément rapporté remplaçant une pièce d'origine et que la pièce qui lui est associée n'a pas été équilibrée selon la convention relative aux demi-clavettes, il est autorisé d'équilibrer la pièce de remplacement en appliquant la convention relative aux clavettes correspondant à la pièce associée existante. Dans ce cas, les deux composants doivent être marqués de façon indélébile d'une lettre identifiant la convention adoptée, à savoir:

- a) les composants équilibrés selon la convention relative aux clavettes entières (voir C.1.2) doivent être marqués de la lettre F à côté de la rainure de clavette;
- b) les composants équilibrés selon la convention sans clavette (voir C.1.4) doivent être marqués de la lettre N à côté de la rainure de clavette.

NOTE 1 Pour l'élément rapporté, le mode opératoire pour la convention relative aux clavettes entières et le mode opératoire pour la convention sans clavette sont identiques. Le marquage est effectué comme requis.

NOTE 2 Si les éléments rapportés sont équilibrés pour être mis en stock, ils peuvent être marqués soit de la lettre F, soit de la lettre N. Mais, étant donné que la convention relative aux clavettes entières est la plus utilisée, ces éléments rapportés sont généralement marqués de la lettre F.

## 6 Mise en application de la convention relative aux demi-clavettes

Tous les fabricants de pièces d'origine et de composants transformés doivent se conformer aux exigences d'équilibrage de la convention relative aux demi-clavettes, et chaque arbre et élément rapporté nouvellement fabriqué doit être marqué de la lettre H.

NOTE Certaines Normes internationales spécifient que la convention relative aux demi-clavettes doit être suivie, par exemple la CEI 60034-14<sup>[1]</sup>.

Lors de la première réparation nécessitant un équilibrage, il est fortement encouragé, en ce qui concerne le matériel en service, de passer à la convention relative aux demi-clavettes, avec un marquage convenable de l'arbre et de l'élément rapporté. Dans tous les cas, un marquage doit être ajouté (voir Article 5).

## Annexe A (normative)

### Spécifications pour la convention relative aux demi-clavettes

#### A.1 Principales spécifications pour la convention relative aux demi-clavettes

**A.1.1** Les spécifications données de A.1.2 à A.1.4 s'appliquent à une section.

**A.1.2** Pour un arbre à une seule rainure de clavette, une demi-clavette doit être utilisée pour la rainure.

**A.1.3** Pour un élément rapporté à une seule rainure de clavette, l'une des exigences suivantes doit être respectée:

- a) quand le mandrin n'a pas de rainure de clavette: utiliser une demi-clavette;
- b) quand le mandrin possède deux rainures de clavette identiques décalées de 180°: utiliser une clavette entière et une demi-clavette;
- c) quand le mandrin a une seule rainure de clavette:
  - utiliser d'abord une demi-clavette pour équilibrer le mandrin,
  - puis utiliser une clavette entière pour équilibrer l'ensemble mandrin/élément rapporté.

**NOTE 1** Les mandrins réalisés conformément au point a) ou b) ci-dessus sont préférables parce qu'ils bénéficient d'un équilibrage inhérent.

**NOTE 2** Le mandrin d'équilibrage devrait avoir les mêmes tolérances de diamètre que l'arbre qu'il est supposé simuler. Il devrait également posséder des plans d'équilibrage permettant de fixer des balourds correcteurs, des repères de référence et de composer des décentremments.

**A.1.4** Si un arbre ou un élément rapporté possède deux rainures de clavette identiques et opposées l'une à l'autre de 180° et que deux clavettes sont utilisées dans l'assemblage définitif, il est autorisé de procéder à l'équilibrage sans clavette. Cela est conforme aux spécifications pour la convention relative aux demi-clavettes. Si les deux rainures ne sont pas identiques ou ne sont pas opposées de 180°, deux demi-clavettes sont requises pour l'équilibrage de l'arbre et deux autres pour l'équilibrage de l'élément rapporté.

**A.1.5** Les clavettes spéciales telles que les clavettes demi-lune, les clavettes à mentonnet ou les clavettes coniques exigent une étude individuelle.

**A.1.6** Si une clavette entière est expédiée en même temps que l'arbre, il va de soi que l'on connaît sa longueur, ce qui permet de déterminer la longueur appropriée de la demi-clavette pour l'équilibrage de l'élément rapporté (voir également B.4). Si aucune clavette n'accompagne l'arbre, la longueur de la demi-clavette utilisée à l'origine pour l'équilibrage de l'arbre est supposée être la même que la longueur de la rainure de clavette de l'arbre (voir également le Tableau 1, dimension *l*).

**A.1.7** Les demi-clavettes utilisées pour l'équilibrage devraient toujours être réalisées dans un matériau ayant la même masse spécifique que celui de la clavette définitive. Sauf indication spécifique contraire, il est supposé que les clavettes définitives sont réalisées en acier; par conséquent, les demi-clavettes devraient également être réalisées en acier.

**A.1.8** Il convient que la demi-clavette soit maintenue en place sur l'arbre par des moyens n'introduisant qu'un balourd négligeable, par exemple du ruban en fibre de verre, mais qui empêchent la demi-clavette de se déloger accidentellement de sa rainure.