

Première édition  
2005-02-01

Version corrigée  
2005-06-01

---

---

**Machines forestières — Code d'essai  
acoustique pour machines portatives  
tenues à la main à moteur à combustion  
interne — Méthode d'expertise (classe de  
précision 2)**

**iTeh STANDARD PREVIEW**  
*Forestry machinery — Noise test code for portable hand-held machines  
(standards.iteh.ai) with internal combustion engine — Engineering method (Grade 2  
accuracy)*

[ISO 22868:2005](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/3ed01f47-51d7-4f38-834a-6a12a12314b8/iso-22868-2005)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/3ed01f47-51d7-4f38-834a-6a12a12314b8/iso-22868-2005>



Numéro de référence  
ISO 22868:2005(F)

**PDF – Exonération de responsabilité**

Le présent fichier PDF peut contenir des polices de caractères intégrées. Conformément aux conditions de licence d'Adobe, ce fichier peut être imprimé ou visualisé, mais ne doit pas être modifié à moins que l'ordinateur employé à cet effet ne bénéficie d'une licence autorisant l'utilisation de ces polices et que celles-ci y soient installées. Lors du téléchargement de ce fichier, les parties concernées acceptent de fait la responsabilité de ne pas enfreindre les conditions de licence d'Adobe. Le Secrétariat central de l'ISO décline toute responsabilité en la matière.

Adobe est une marque déposée d'Adobe Systems Incorporated.

Les détails relatifs aux produits logiciels utilisés pour la création du présent fichier PDF sont disponibles dans la rubrique General Info du fichier; les paramètres de création PDF ont été optimisés pour l'impression. Toutes les mesures ont été prises pour garantir l'exploitation de ce fichier par les comités membres de l'ISO. Dans le cas peu probable où surviendrait un problème d'utilisation, veuillez en informer le Secrétariat central à l'adresse donnée ci-dessous.

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

[ISO 22868:2005](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/3ed01f47-51d7-4f38-834a-6a12a12314b8/iso-22868-2005)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/3ed01f47-51d7-4f38-834a-6a12a12314b8/iso-22868-2005>

© ISO 2005

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

## Sommaire

Page

Avant-propos .....	iv
Introduction .....	v
1 <b>Domaine d'application</b> .....	1
2 <b>Références normatives</b> .....	1
3 <b>Termes et définitions</b> .....	2
4 <b>Valeurs à mesurer et grandeurs à évaluer</b> .....	2
5 <b>Détermination du niveau de puissance acoustique pondéré A</b> .....	2
6 <b>Mesurage du niveau de pression acoustique d'émission pondéré A au poste de l'opérateur</b> .....	3
6.1 <b>Généralités</b> .....	3
6.2 <b>Exigences relatives à la surface artificielle</b> .....	4
6.3 <b>Exigences relatives au sol recouvert d'herbe</b> .....	4
6.4 <b>Exigences relatives au sol en béton recouvert de sciure de bois</b> .....	4
7 <b>Installation, montage et conditions de fonctionnement</b> .....	5
8 <b>Informations à mesurer, à calculer et à rapporter</b> .....	5
9 <b>Déclaration des valeurs acoustiques d'émission</b> .....	5
<b>Annexe A (normative) Conditions spécifiques pour les scies à chaîne</b> .....	6
<b>Annexe B (normative) Conditions spécifiques pour les débroussailleuses et les coupe-herbe</b> .....	13
<b>Annexe C (informative) Exemple de frein hydraulique monté sur le guide-chaîne de la scie à chaîne pour simuler la coupe</b> .....	21
<b>Annexe D (informative) Détermination du niveau de puissance acoustique pondéré A suivant la Directive relative aux émissions sonores des matériels utilisés à l'extérieur des bâtiments, 2000/14/CE</b> .....	22
<b>Bibliographie</b> .....	23

## 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 22868 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 23, *Tracteurs et matériels agricoles et forestiers*, sous-comité SC 17, *Matériel forestier portatif à main*.

Cette première édition annule et remplace l'ISO 7182:1984, l'ISO 7917:1987, l'ISO 9207:1995 et l'ISO 10884:1995, qui ont fait l'objet d'une révision technique.

Cette version corrigée de l'ISO 22868:2005 incorpore les corrections suivantes:

— Page 7, A.2.3, Figure A.1, la dimension (700 ± 10) mm a été déplacée pour être en accord avec le texte.

## Introduction

Au cours des premières étapes de la révision de la présente Norme internationale, il est devenu évident que la répétabilité des résultats d'essai pouvait être améliorée si l'opérateur était remplacé par un processus de simulation, représentant les modes normaux de fonctionnement avec des scies à chaîne et des coupe-herbe/débroussailleuses. De surcroît, il s'est révélé que le processus de coupe réalisé avec des scies à chaîne provoque des écarts considérables, qui ne sont pas liés à l'objet mesuré mais à la méthode d'essai elle-même.

Sur la base de ces observations, il a été conclu que les opérateurs dans les deux méthodes d'essai, c'est-à-dire celle pour les scies à chaîne et celle pour les coupe-herbe/débroussailleuses, seraient remplacés par un appareil fixe défini. Le processus de coupe avec des scies à chaîne est remplacé par un frein simulant la charge. De ce fait, les conditions de fonctionnement pendant le mesurage simulent les conditions de fonctionnement normal.

La détermination des caractéristiques acoustiques d'émission est principalement utile pour

- la déclaration des constructeurs de bruit émis,
- les comparaisons de bruit émis par les machines d'un groupe concerné;
- les besoins de réduction du bruit à la source, au stade de la conception.

L'utilisation du présent code d'essai acoustique garantit la reproductibilité de la détermination des caractéristiques acoustiques d'émission dans les limites spécifiées, déterminées par la classe de précision de la méthode de mesurage acoustique de base utilisée. Les méthodes de mesurage acoustique admises par la présente Norme internationale fournissent des résultats ayant la classe de précision 2.

Les modes de fonctionnement ont pour intérêt l'estimation des niveaux de pression acoustique d'exposition, par exemple sur une journée de travail type.

Les cycles de travail choisis pour ce code d'essai sont basés sur les considérations d'application suivantes:

- a) scies à chaîne avec un moteur de cylindrée  $< 80 \text{ cm}^3$  utilisées pour différentes opérations, y compris l'abattage, le tronçonnage et l'ébranchage;
- b) scies à chaîne avec un moteur de cylindrée  $\geq 80 \text{ cm}^3$  utilisées normalement pour l'abattage et le tronçonnage.

L'ébranchage aura pour conséquence de fonctionner en emballement, donc l'emballement n'est inclus que pour les scies dont la cylindrée moteur est  $< 80 \text{ cm}^3$ .

Pour les débroussailleuses et les coupe-herbe, le mode de coupe (plein régime) est estimé valable seulement pour de courtes périodes, alors que l'emballement et le ralenti sont deux modes dominants. On a également trouvé que le mode de coupe était trop varié et par conséquent impossible à reproduire dans des conditions répétables.

Pour les coupe-herbe, les modes de fonctionnement plein régime et emballement sont intégrés en un seul mode en raison de l'effet de charge du filament flexible.

Pour les débroussailleuses, il n'est pas possible de simuler le mode plein régime en raison de l'absence de conditions de régime constantes comparables à celles des scies à chaîne. Cependant, puisque le mode de fonctionnement «emballement» représente le pire cas, il est retenu comme étant le mode représentatif.

Dans les deux cas, le transport et autres tâches entre les opérations se feront au ralenti du moteur. Il a été déduit par expérience qu'une durée égale de chaque mode de travail est une bonne estimation de l'exposition journalière.

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

[ISO 22868:2005](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/3ed01f47-51d7-4f38-834a-6a12a12314b8/iso-22868-2005)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/3ed01f47-51d7-4f38-834a-6a12a12314b8/iso-22868-2005>

# Machines forestières — Code d'essai acoustique pour machines portatives tenues à la main à moteur à combustion interne — Méthode d'expertise (classe de précision 2)

## 1 Domaine d'application

La présente Norme internationale spécifie un code d'essai acoustique pour déterminer, avec efficacité et dans des conditions normalisées, les caractéristiques acoustiques d'émission des machines forestières portatives tenues à la main à moteur à combustion interne, telles que les scies à chaîne, les débroussailleuses et les coupe-herbe. Les caractéristiques acoustiques d'émission comprennent le niveau de pression acoustique d'émission pondéré A au poste de travail et le niveau de puissance acoustique pondéré A. Le code est applicable au contrôle de la production des constructeurs ainsi qu'aux essais de type. Il est prévu que les résultats obtenus puissent servir pour comparer des machines différentes ou des modèles différents du même type de machine. Bien que les grandeurs mesurées soient obtenues en fonctionnement artificiel, elles donnent cependant une indication des niveaux que l'on rencontre dans une situation de travail réelle.

## iTeh STANDARD PREVIEW

## 2 Références normatives (standards.iteh.ai)

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 354:2003, *Acoustique — Mesurage de l'absorption acoustique en salle réverbérante*

ISO 3744:1994, *Acoustique — Détermination des niveaux de puissance acoustique émis par les sources de bruit à partir de la pression acoustique — Méthode d'expertise dans des conditions approchant celles du champ libre sur plan réfléchissant*

ISO 4871:1996, *Acoustique — Déclaration et vérification des valeurs d'émission sonore des machines et équipements*

ISO 6531, *Matériel forestier — Scies à chaîne portatives — Vocabulaire*

ISO 7112, *Matériel forestier — Débroussailleuses et coupe-herbe portatifs — Vocabulaire*

ISO 7293, *Machines forestières — Scies à chaîne portatives — Puissance et consommation de carburant du moteur*

ISO 8893, *Machines forestières — Débroussailleuses et coupe-herbe portatifs — Puissance et consommation de carburant du moteur*

ISO 11201:1995, *Acoustique — Bruit émis par les machines et équipements — Mesurage des niveaux de pression acoustique d'émission au poste de travail et en d'autres positions spécifiées — Méthode d'expertise dans des conditions approchant celles du champ libre sur plan réfléchissant*

CEI 60651:1979, *Sonomètres*

CEI 60804:2000, *Sonomètres intégrateurs-moyenneurs*

### 3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions donnés dans l'ISO 6531 et l'ISO 7112 s'appliquent.

### 4 Valeurs à mesurer et grandeurs à évaluer

Les valeurs à mesurer sont les niveaux de pression acoustique temporels moyens, définis dans les normes de base applicables relatives au mesurage acoustique (ISO 3744, ISO 11201), pondérés A et, si nécessaire, par bandes de fréquence.

Les grandeurs à évaluer sont les niveaux de puissance acoustique et de pression acoustique d'émission, pondérés A et, si nécessaire, par bandes de fréquence.

### 5 Détermination du niveau de puissance acoustique pondéré A

Pour déterminer le niveau de puissance acoustique pondéré A, l'ISO 3744:1994 doit être utilisée, sous réserve des modifications ou ajouts ci-après.

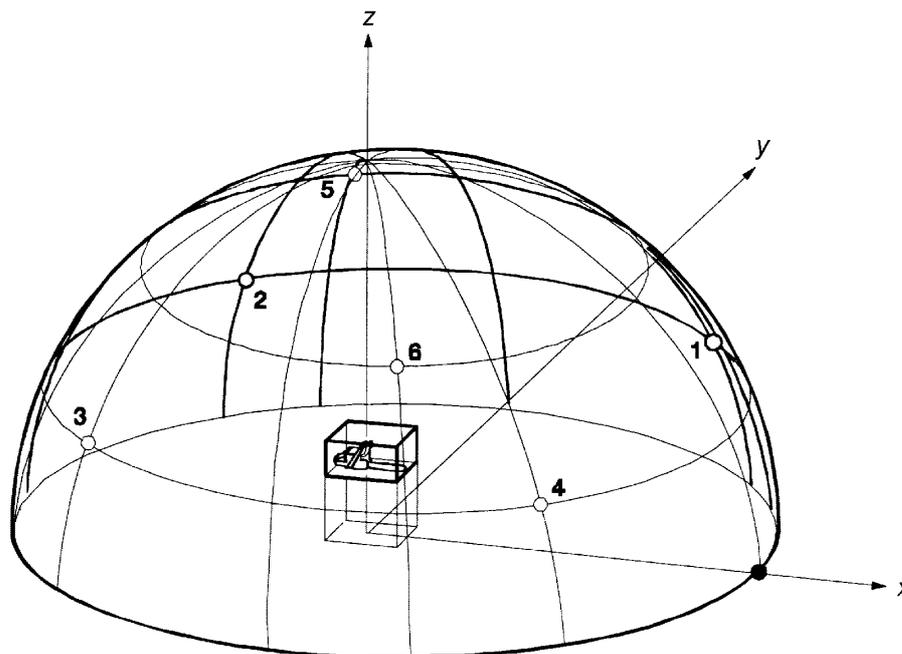
- a) La configuration des microphones doit être à six positions de microphones, conformément à la Figure 1 et au Tableau 1.

NOTE 1 La configuration à six microphones est autorisée car les données expérimentales ont montré que les résultats obtenus avec cette configuration ne diffèrent pas de façon significative de ceux obtenus avec la configuration à dix microphones spécifiée dans l'ISO 3744.

- b) La surface de mesurage doit être hémisphérique, avec un rayon,  $r$ , de 4 m. Un rayon plus petit est autorisé s'il est démontré que les résultats sont à 0,5 dB près, comparé aux mesurages avec un hémisphère de  $r = 4$  m. Si un rayon,  $r$ , plus petit est utilisé, il ne doit pas être inférieur à  $2 d_0$ , où  $d_0$  est défini par le parallélépipède de référence entourant la machine.

NOTE 2 Le rayon plus petit peut être nécessaire dans une salle anéchoïque, où un rayon de 4 m ne peut pas être fourni.

- c) Les conditions pour le type particulier de machine à soumettre aux essais et pour son montage et son orientation doivent être conformes aux Annexes A et B.
- d) Les conditions environnementales doivent s'inscrire dans les limites spécifiées par les constructeurs de l'équipement de mesure. La température de l'air ambiant doit se situer entre  $-10$  °C et  $+30$  °C, et la vitesse du vent doit être inférieure à 5 m/s. Un écran antivent doit être utilisé chaque fois que la vitesse du vent est supérieure à 1 m/s.
- e) Les mesurages doivent être effectués en utilisant des appareils avec les caractéristiques de pondération temporelle «S» (slow), tels que définis dans la CEI 60651, ou, de préférence, en utilisant des sonomètres intégrateurs-moyenneurs tels que définis dans la CEI 60804.
- f) La valeur de  $K_{2A}$ , déterminée conformément à l'Annexe A de l'ISO 3744:1994, doit être de 2 dB au maximum, auquel cas le facteur  $K_{2A}$  doit être considéré comme étant égal à zéro.



NOTE Les positions des microphones diffèrent lors de la détermination du niveau de puissance acoustique suivant la Directive Européenne 2000/14/CE (voir Annexe D).

**Figure 1 — Positions des microphones sur l'hémisphère**  
(standards.iteh.ai)

**Tableau 1 — Coordonnées des positions des microphones**

Position n°	Coordonnées		
	$x$	$y$	$z$
1	$+0,65 r$	$+0,65 r$	$0,38 r$
2	$-0,65 r$	$+0,65 r$	$0,38 r$
3	$-0,65 r$	$-0,65 r$	$0,38 r$
4	$+0,65 r$	$-0,65 r$	$0,38 r$
5	$-0,28 r$	$+0,65 r$	$0,71 r$
6	$+0,28 r$	$-0,65 r$	$0,71 r$

## 6 Mesurage du niveau de pression acoustique d'émission pondéré A au poste de l'opérateur

### 6.1 Généralités

Pour le mesurage du niveau de pression acoustique d'émission pondéré A, l'ISO 11201:1995 doit être utilisée sous réserve des modifications ou ajouts ci-après.

- Les conditions pour le type particulier de machine à soumettre aux essais et pour son montage et son orientation doivent être conformes aux Annexes A et B.
- La surface doit être conforme aux conditions de l'un des paragraphes 6.2, 6.3 ou 6.4. La reproductibilité des résultats obtenus en utilisant de l'herbe naturelle ou un autre matériau organique sera

vraisemblablement plus faible que celle requise pour la classe de précision 2. En cas de désaccord, les mesurages doivent être réalisés en plein air et sur une surface artificielle (voir 6.2).

- c) Les conditions environnementales doivent s'inscrire dans les limites spécifiées par les constructeurs de l'équipement de mesure. La température de l'air ambiant doit se situer entre -10 °C et 30 °C, et la vitesse du vent doit être inférieure à 5 m/s. Un écran antivent doit être utilisé à chaque fois que la vitesse du vent est supérieure à 1 m/s.
- d) Les mesurages doivent être effectués en utilisant des appareils avec les caractéristiques de pondération temporelle «S» (slow), tels que définis dans la CEI 60651, ou, de préférence, en utilisant des sonomètres intégrateurs-moyenneurs tels que définis dans la CEI 60804.
- e) La disposition du type particulier de machine à soumettre aux essais par rapport à la configuration des microphones doit être conforme aux Annexes A et B.

**6.2 Exigences relatives à la surface artificielle**

La surface artificielle doit présenter des coefficients d'absorption conformes au Tableau 2, mesurés conformément à l'ISO 354.

**Tableau 2 — Coefficients d'absorption**

Fréquence Hz	Coefficient d'absorption	Tolérance
125	0,1	± 0,1
250	0,3	± 0,1
500	0,5	± 0,1
1 000	0,7	± 0,1
2 000	0,8	± 0,1
4 000	0,9	± 0,1

La surface artificielle doit être installée sur une surface réfléchissante dure et mesurant au moins 3,6 m × 3,6 m, placée au centre de l'environnement d'essai. La structure d'appui doit être construite de manière à satisfaire aux exigences relatives aux propriétés acoustiques avec le matériau absorbant en place. La structure doit supporter le montage d'essai, de manière à éviter toute compression du matériau absorbant.

NOTE Voir l'ISO 5395:1990<sup>[1]</sup> pour un exemple de matériau et de construction susceptibles de satisfaire à ces exigences.

**6.3 Exigences relatives au sol**

Le sol au centre du site d'essai doit être plan et présenter de bonnes propriétés d'absorption du bruit. La surface doit être un sol forestier ou de l'herbe, l'herbe ou tout autre matériau organique ayant une hauteur de (50 ± 20) mm.

**6.4 Exigences relatives au sol en béton recouvert de sciure de bois**

Le sol au centre du site d'essai doit être plan et présenter de bonnes propriétés d'absorption du bruit. La surface doit être en béton recouverte de sciure de bois ayant une hauteur de (25 ± 10) mm.

## 7 Installation, montage et conditions de fonctionnement

Les mesurages doivent être effectués sur une machine de série normale, neuve, avec l'équipement standard tel que fourni par le constructeur.

Un indicateur de vitesse du moteur doit être utilisé pour vérifier la vitesse du moteur. Son incertitude de mesurage doit être de  $\pm 1,0$  % de la lecture. L'indicateur et son branchement sur la machine ne doivent pas affecter le fonctionnement pendant l'essai.

NOTE Les conditions spécifiques aux types particuliers des machines couvertes par la présente Norme internationale sont données dans les Annexes A et B.

## 8 Informations à mesurer, à calculer et à rapporter

Voir les Annexes A et B pour des détails.

## 9 Déclaration des valeurs acoustiques d'émission

La déclaration du bruit est de la responsabilité du fabricant. Les niveaux acoustiques équivalents calculés pour les cycles de travail (voir A.4.1 et B.4.1) doivent être déclarés, de préférence par une déclaration combinée (voir l'Annexe A de l'ISO 4871:1996). Les valeurs acoustiques d'émission (niveau de puissance acoustique pondéré A et niveau de pression acoustique d'émission pondéré A au poste de l'opérateur) pour le ralenti, le plein régime et l'emballement (lorsque cela est applicable) doivent être fournis par le fabricant sur demande, par exemple, aux clients potentiels.

La déclaration acoustique doit inclure une référence à ce code d'essai acoustique et à la norme de base utilisée (ISO 3744 et/ou ISO 11201). Le cas échéant, toute divergence par rapport à ce code d'essai ou aux normes de base, doit également être indiquée.

Les incertitudes associées aux mesurages doivent être prises en compte pour décider des valeurs acoustiques d'émission déclarées.

NOTE 1 Il convient que la méthodologie utilisée pour prendre en compte les incertitudes soit fondée sur l'utilisation des valeurs mesurées et des incertitudes. Ces dernières sont les incertitudes associées à la méthode de mesurage (qui est déterminée par la classe de précision de la méthode de mesurage utilisée) et à l'incertitude de production (variation de l'émission de bruit d'une machine à une autre, du même type, construites par le même constructeur). L'ISO 4871 fournit une méthode de calcul des incertitudes.

NOTE 2 Pour la déclaration des niveaux de puissance acoustique pondérés A conformément à la Directive Européenne 2000/14/CE, voir l'Annexe D relative aux positions des microphones, aux cycles de travail et à l'utilisation de la valeur à chiffre unique.

Le cas échéant, la vérification des valeurs déclarées doit être effectuée conformément aux méthodes données dans l'ISO 4871.

## Annexe A (normative)

### Conditions spécifiques pour les scies à chaîne

#### A.1 Conditions des scies à chaîne et bille d'essai

Les mesurages doivent être effectués sur une scie équipée du guide-chaîne et de la chaîne recommandés par le constructeur. La longueur minimale du guide-chaîne doit être telle que les dimensions de la Figure A.1 soient respectées. Le moteur et la chaîne de la scie doivent être rodés avant les essais conformément aux recommandations du constructeur. Le moteur de la scie à chaîne doit être à la température de fonctionnement avant le début de l'essai.

Le carburateur doit être réglé conformément aux instructions du constructeur.

Les dispositifs de coupe doivent être lubrifiés conformément aux recommandations du constructeur.

La vitesse du moteur, pour tous les modes d'essai, doit être maintenue constante à  $\pm 3,5$  r/s près. Aucune modification des réglages initiaux n'est autorisée une fois que les mesurages ont commencé.

Une bille d'essai ayant la forme d'une poutre rectangulaire doit être placée sur un chevalet de sorte que son axe soit à  $(600 \pm 10)$  mm au-dessus du sol (voir la Figure A.1).

La largeur latérale de la poutre, dans la direction du guide-chaîne, doit être de  $(200 \pm 10)$  mm et sa hauteur verticale doit être de  $(400 \pm 50)$  mm. La poutre doit avoir une fente ayant une largeur de  $(40 \pm 2)$  mm et une profondeur de  $(260 \pm 10)$  mm.

ISO 22868:2005

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/3ed01f47-51d7-4f38-834a-6a12a12314b8/iso-22868-2005>

#### A.2 Montage et orientation de la scie à chaîne

##### A.2.1 Généralités

La scie à chaîne doit être montée sur un support d'essai, avec l'axe du guide-chaîne horizontal, tel qu'indiqué à la Figure A.1.

Ni la scie à chaîne ni son guide-chaîne avec la chaîne ne doivent toucher la poutre pendant les mesurages. Il doit y avoir une distance de  $(15 \pm 5)$  mm entre la scie à chaîne et le fond de la fente. Il doit y avoir une distance de  $(10 \pm 5)$  mm entre l'extrémité de la griffe d'abattage et la surface arrière de la poutre.

L'extrémité du guide-chaîne doit être pourvue d'un frein hydraulique (ou équivalent) capable d'absorber l'énergie de la scie. Si un frein hydraulique est utilisé, la vitesse du moteur doit être contrôlée par le flux d'eau à l'intérieur du frein hydraulique. Le poids, la forme ou le modèle du dispositif de chargement doivent être tels qu'il n'y ait aucune influence sur les relevés de bruit. Voir l'Annexe C pour un exemple de frein hydraulique.

##### A.2.2 Mesurage du niveau de puissance acoustique pondéré A

Pendant les mesurages, l'extrémité du guide-chaîne doit être dirigée au-dessus et en direction de l'axe  $x$  positif et avec la poignée avant située verticalement au-dessus du point central de l'hémisphère.

La scie doit être placée sur le support d'essai comme illustré à la Figure A.1. Un appareil qui maintienne la scie dans la position prévue et qui ne provoque aucune réflexion doit être utilisé. Un support flexible est recommandé pour éviter d'éventuelles résonances de structure.