

NORME  
INTERNATIONALE

ISO  
8626

Première édition  
1989-07-01

---

---

**Moyens d'essais servo-hydrauliques utilisés pour  
la génération de vibrations — Méthodes de  
description des caractéristiques**

iTeh Standards

*Servo-hydraulic test equipment for generating vibration — Method of describing  
characteristics*

(<https://standards.iteh.ai>)

Document Preview

[ISO 8626:1989](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/iso/ae8e7ea2-066c-4b5d-bddd-68af8190c983/iso-8626-1989)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/iso/ae8e7ea2-066c-4b5d-bddd-68af8190c983/iso-8626-1989>



Numéro de référence  
ISO 8626 : 1989 (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 approbation, avant leur acceptation comme Normes internationales par le Conseil de l'ISO. Les Normes internationales sont approuvées conformément aux procédures de l'ISO qui requièrent l'approbation de 75 % au moins des comités membres votants.

La Norme internationale ISO 8626 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 108, *Vibrations et chocs mécaniques*.

L'attention des utilisateurs est attirée sur le fait que toutes les Normes internationales sont de temps en temps soumises à révision et que toute référence faite à une autre Norme internationale dans le présent document implique qu'il s'agit, sauf indication contraire, de la dernière édition.

| <b>Sommaire</b>                                                                                         | <b>Page</b> |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| <b>0</b> Introduction .....                                                                             | 1           |
| <b>1</b> Objet et domaine d'application .....                                                           | 1           |
| <b>2</b> Références .....                                                                               | 1           |
| <b>3</b> Symboles .....                                                                                 | 2           |
| <b>4</b> Unités et grandeurs .....                                                                      | 2           |
| <b>5</b> Définitions .....                                                                              | 2           |
| <b>6</b> Caractéristiques à fournir par le constructeur pour chacun<br>des niveaux de description ..... | 7           |
| <b>7</b> Générateurs hydrauliques de vibrations .....                                                   | 11          |
| <b>7.1</b> Caractéristiques générales .....                                                             | 11          |
| <b>7.2</b> Équipage mobile .....                                                                        | 15          |
| <b>7.3</b> Appareillage auxiliaire .....                                                                | 17          |
| <b>7.4</b> Conditions d'installation .....                                                              | 17          |
| <b>7.5</b> Environnement et conditions d'utilisation .....                                              | 18          |
| <b>7.6</b> Documents .....                                                                              | 18          |
| <b>8</b> Dispositifs de commande .....                                                                  | 19          |
| <b>8.1</b> Dispositif de commande du servodistributeur .....                                            | 19          |
| <b>8.2</b> Tableau de commande et de protection .....                                                   | 20          |
| <b>8.3</b> Appareillage auxiliaire .....                                                                | 21          |
| <b>8.4</b> Conditions d'installation .....                                                              | 21          |
| <b>8.5</b> Environnement et conditions d'utilisation .....                                              | 21          |
| <b>8.6</b> Documents .....                                                                              | 21          |
| <b>9</b> Centrale hydraulique .....                                                                     | 21          |
| <b>9.1</b> Caractéristiques générales .....                                                             | 21          |
| <b>9.2</b> Caractéristiques des équipements .....                                                       | 21          |
| <b>9.3</b> Appareillage auxiliaire .....                                                                | 22          |
| <b>9.4</b> Conditions d'installation .....                                                              | 23          |
| <b>9.5</b> Environnement et conditions d'utilisation .....                                              | 24          |
| <b>9.6</b> Documents .....                                                                              | 24          |

|             |                                                     |    |
|-------------|-----------------------------------------------------|----|
| <b>10</b>   | Ensemble générateur hydraulique de vibrations ..... | 24 |
| <b>10.1</b> | Caractéristiques générales .....                    | 24 |
| <b>10.2</b> | Équipage mobile .....                               | 26 |
| <b>10.3</b> | Appareillage auxiliaire .....                       | 26 |
| <b>10.4</b> | Conditions d'installation .....                     | 26 |
| <b>10.5</b> | Environnement et conditions d'utilisation .....     | 27 |
| <b>10.6</b> | Documents .....                                     | 27 |

**Annexes**

|          |                                                                                                       |    |
|----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>A</b> | Schémas de principe .....                                                                             | 28 |
| <b>B</b> | Méthodes de mesure ou de calcul de divers paramètres des générateurs hydrauliques de vibrations ..... | 31 |
| <b>C</b> | Choix d'une masse d'épreuve .....                                                                     | 32 |
| <b>D</b> | Dispositif de commande du servodistributeur .....                                                     | 36 |

ISO 8626:1989

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/iso/ae8e7ea2-066c-4b5d-bddd-68af8190c983/iso-8626-1989>

# Moyens d'essais servo-hydrauliques utilisés pour la génération de vibrations — Méthodes de description des caractéristiques

## 0 Introduction

La présente Norme internationale traite des caractéristiques relatives aux moyens d'essais servo-hydrauliques utilisés pour la génération de vibrations rectilignes et sert de guide de choix pour de tels moyens.

NOTE — Dans le cadre de la présente Norme internationale, les moyens d'essais servo-hydrauliques sont appelés plus simplement «moyens d'essais hydrauliques».

Le terme «hydraulique» signifie que le mouvement vibratoire engendré résulte du débit variable d'un fluide assuré par l'intermédiaire d'une commande généralement électro-hydraulique alimentée par une centrale hydraulique et agissant sur un vérin utilisant une ou plusieurs boucles d'asservissement.

Un moyen d'essai hydraulique pour la génération des vibrations, dont des schémas de principe sont donnés aux figures 6 et 7, comprend :

- un ensemble générateur hydraulique de vibrations [générateur(s) hydraulique(s) de vibrations, dispositif(s) de commande du servodistributeur, centrale hydraulique],
- les consoles de commande,
- les tables auxiliaires,
- d'autres matériels périphériques.

NOTE — Les consoles de commande feront l'objet d'une Norme internationale ultérieure. Les tables auxiliaires sont traitées dans l'ISO 6070.

Les chapitres 6, 7, 8 et 9 permettent à l'utilisateur de spécifier séparément les éléments individuels composant le moyen d'essai servo-hydraulique, s'il choisit d'assembler ce moyen d'essai à partir d'éléments provenant de plus d'une source.

Si l'utilisateur choisit d'acquérir un moyen d'essai servo-hydraulique provenant d'une seule source, il doit se référer aux chapitres 6, 9 et 10.

## 1 Objet et domaine d'application

Les moyens d'essais hydrauliques utilisés pour la génération de vibrations présentent un grand nombre de caractéristiques qui peuvent être appréciées de façons très différentes.

Dans le but de permettre la comparaison des possibilités présentées par des moyens d'essais de provenances diverses, la présente Norme internationale établit :

- a) la liste des caractéristiques;
- b) le mode d'obtention normalisé pour certaines de ces caractéristiques.

La présente Norme internationale propose deux niveaux à utiliser dans la description des moyens d'essais :

- a) niveau 1 de description;
- b) niveau 2 de description.

Elle donne, pour chaque niveau de description choisi par accord entre l'utilisateur et le constructeur, une liste de caractéristiques que doit fournir le constructeur dans ses offres, ainsi que la liste des documents techniques à remettre avec le matériel. De plus, les catalogues des constructeurs doivent contenir au moins les caractéristiques correspondant au niveau 1 de description.

La présente Norme internationale s'applique :

- aux générateurs hydrauliques de vibrations (vérins, servodistributeurs, tout ou partie du dispositif permettant le maintien en position, et éventuellement dispositif de compensation d'effort statique) (voir chapitres 5, 6 et 7);
- aux dispositifs de commande du servodistributeur (voir chapitres 5, 6 et 8);
- aux centrales hydrauliques (voir chapitres 5, 6 et 9);
- aux ensembles générateurs hydrauliques de vibrations (voir chapitres 5, 6 et 10).

## 2 Références

ISO 2041, *Vibrations et chocs — Vocabulaire*.

ISO 3746, *Acoustique — Détermination des niveaux de puissance acoustique émis par les sources de bruit — Méthode de contrôle*.

ISO 4406, *Transmissions hydrauliques — Fluides — Méthode de codification du niveau de pollution par particules solides.*

ISO 4413, *Transmissions hydrauliques — Règles générales pour l'installation et l'utilisation d'équipements dans les systèmes de transmission et de commande.*

ISO 6070, *Tables auxiliaires pour générateurs de vibrations — Méthode de description des caractéristiques.*

### 3 Symboles

|            |                                                                                                                                                            |
|------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $A$        | Section utile                                                                                                                                              |
| $a$        | Accélération                                                                                                                                               |
| $a_b$      | Accélération efficace maximale en régime aléatoire                                                                                                         |
| $a_g$      | Accélération de bruit, l'entrée de l'amplificateur, sans signal de commande, étant chargée par une impédance équivalente à l'impédance de source du signal |
| $a_o$      | Accélération maximale à vide                                                                                                                               |
| $a_{max}$  | Accélération maximale (voir 5.5.7.2.1.1)                                                                                                                   |
| $b$        | Amortissement visqueux                                                                                                                                     |
| $c$        | Célérité longitudinale (voir annexe C)                                                                                                                     |
| $d$        | Distorsion totale (voir 5.5.10.1)                                                                                                                          |
| $d_o$      | Distorsion totale nominale (voir 5.5.10.2)                                                                                                                 |
| $D$        | Diamètre de la charge d'épreuve                                                                                                                            |
| $E$        | Module d'élasticité longitudinale (module de Young)                                                                                                        |
| $f$        | Fréquence fondamentale                                                                                                                                     |
| $f_{min}$  | Fréquence minimale d'utilisation                                                                                                                           |
| $f_{max}$  | Fréquence maximale d'utilisation                                                                                                                           |
| $f_o$      | La plus petite fréquence modale de la masse d'épreuve (voir annexe C)                                                                                      |
| $f_{oh}$   | Fréquence du mode propre hydraulique (voir 5.5.6)                                                                                                          |
| $F_o$      | Force nominale en régime sinusoïdal (voir 5.5.7.2.1.2)                                                                                                     |
| $F_{ob}$   | Force nominale en régime aléatoire en bande large (voir 5.5.7.2.2)                                                                                         |
| $F_{om_t}$ | Force nominale en régime sinusoïdal pour une masse d'épreuve $m_t$ (voir 5.5.7.2.1.1), (l'indice $t$ représente les différentes masses)                    |
| $F_{st}$   | Force statique (voir 5.5.7.1)                                                                                                                              |
| $g_n$      | Accélération normalisée due à la pesanteur                                                                                                                 |
| $H_h(s)$   | Fonction de transfert hydraulique                                                                                                                          |
| $H_t(f)$   | Caractéristique de vitesse-fréquence à courant constant (voir chapitre B.1)                                                                                |
| $I_d$      | Intensité du courant à l'entrée du servodistributeur                                                                                                       |
| $I_{so}$   | Intensité nominale efficace en régime sinusoïdal à l'entrée du servodistributeur                                                                           |

|               |                                                                                  |
|---------------|----------------------------------------------------------------------------------|
| $k_h$         | Raideur hydraulique en translation                                               |
| $L$           | Hauteur de la masse d'épreuve (voir annexe C)                                    |
| $m_e$         | Masse de l'équipage mobile (voir 5.5.5)                                          |
| $m_t$         | Masse d'épreuve ( $t = 0, 1, 2, 3, 4, 5$ ) (voir 5.4)                            |
| $p_s$         | Pression d'alimentation                                                          |
| $p_{s,max}$   | Pression maximale d'alimentation                                                 |
| $q_V$         | Débit généré par le servodistributeur                                            |
| $q_{Vn}$      | Débit de la centrale hydraulique                                                 |
| $s$           | Opérateur de Laplace                                                             |
| $S$           | Facteur d'amplification dynamique                                                |
| $U$           | Tension de commande à l'entrée de l'amplificateur de boucle de position          |
| $U_{so}$      | Tension nominale efficace en régime sinusoïdal à l'entrée du servodistributeur   |
| $v$           | Vitesse                                                                          |
| $x$           | Déplacement                                                                      |
| $x_b$         | Valeur efficace du déplacement en régime aléatoire                               |
| $\varepsilon$ | Facteur d'amortissement réduit                                                   |
| $\mu$         | Coefficient de contraction transversale (coefficient de Poisson) (voir annexe C) |
| $\nu$         | Fréquence modale                                                                 |
| $\rho$        | Masse volumique (voir annexe C)                                                  |
| $\varphi$     | Bruit en fonctionnement                                                          |
| $\Phi(f)$     | Densité spectrale de puissance d'accélération (DSP d'accélération)               |
| $\theta(f)$   | Densité spectrale de puissance de déplacement (DSP de déplacement)               |

### 4 Unités et grandeurs

Lorsque le constructeur, ou l'utilisateur, donne des valeurs pour les paramètres exigés par la présente Norme internationale, il doit définir clairement les unités utilisées et préciser, le cas échéant, si les grandeurs sont indiquées en valeurs efficaces, en valeurs de crête ou en valeurs de crête-à-crête.

### 5 Définitions

Dans le cadre de la présente Norme internationale, les définitions générales données dans l'ISO 2041 ainsi que les définitions suivantes sont applicables.

**5.1 générateur hydraulique de vibrations:** Dispositif d'essai aux vibrations dans lequel le mouvement vibratoire de translation de la table d'essai ou de la prise de force<sup>1)</sup> est produit par l'action d'un fluide sur un piston.

Des schémas de principe de générateurs de vibrations à table d'essai et à prise de force sont donnés en figure 7.

1) Par simplification dans tout le texte, partout où on lit «table d'essai» il faut lire «table d'essai ou prise de force».

Le générateur hydraulique de vibrations comporte les éléments suivants.

**5.1.1 équipage mobile:** Dispositif comprenant la tige, le piston et, s'ils existent,

- la table mobile,
- l'élément de liaison entre la tige et la prise de force si celle-ci n'est pas sur la tige,
- la partie mobile du capteur de position et
- les accessoires mobiles des systèmes d'antirotation.

**5.1.2 socle:** Système de liaison du corps du vérin avec le massif, la masse de réaction ou la plaque de base, s'ils existent.

**5.1.3 dispositif de compensation de charge:** Dispositif intégré, dans certains cas, aux générateurs hydrauliques de vibrations afin de s'opposer aux forces statiques créées par le matériel en essai.

**5.2 dispositif de commande du servodistributeur:** Dispositif ayant pour fonction d'assurer

- le conditionnement des signaux de commande en statique et en dynamique,
- le maintien de la position moyenne de l'équipage mobile (voir note 1) et
- la minimisation des taux de distorsion harmonique (voir note 2).

#### NOTES

1 Dans certains cas d'utilisation ou pour certains servodistributeurs, le tiroir de distribution peut ne pas comporter de contrôle hydromécanique de position; celui-ci devrait alors être assuré par le dispositif de commande.

2 Dans le but de minimiser les facteurs de distorsion harmonique, ce dispositif peut recevoir en plus des données de position du générateur de vibration et de son tiroir de distribution, des informations d'accélération de vitesse ou de pression.

**5.3 centrale hydraulique:** Ensemble de l'installation hydraulique nécessaire à l'alimentation du ou des générateurs hydrauliques de vibrations.

Un schéma de principe est donné à la figure 8.

La centrale hydraulique prévue pour alimenter le générateur hydraulique de vibrations comporte généralement les éléments suivants.

**5.3.1 fluide hydraulique:** Agent de transfert d'énergie entre la centrale hydraulique et le générateur de vibrations.

**5.3.2 réservoir:** Récipient destiné à emmagasiner le fluide hydraulique et dont la capacité est généralement fonction du débit maximal de la pompe hydraulique.

**5.3.3 pompe hydraulique:** Appareil qui délivre le débit et la pression nécessaires à l'alimentation du générateur hydraulique de vibrations; elle peut être à débit fixe ou variable.

**5.3.4 régulateur de pression:** Appareil qui maintient la pression entre certaines limites fixées par le constructeur du générateur de vibrations; il peut être à action proportionnelle ou par tout ou rien.

**5.3.5 système de filtration:** Ensemble de filtres sur le refoulement et le retour au réservoir qui a pour fonction de maintenir le circuit hydraulique propre, tel qu'il est spécifié dans les applications du servodistributeur.

**5.3.6 échangeur thermique:** Appareil qui maintient la température du fluide hydraulique dans le réservoir dans la gamme de températures fixée par le constructeur.

**5.3.7 accumulateur:** Réservoir de fluide sous pression destiné à faire face aux débits instantanés qui apparaîtraient dans les circuits hydrauliques (de refoulement et de retour) et à atténuer les coups de bélier dans l'installation.

**5.3.8 appareillage auxiliaire:** Appareillage comprenant les accessoires utilisés, l'appareillage fournissant des informations et les systèmes d'alarme et de sécurité (voir 10.3.2).

**5.4 masses d'épreuve,  $m_i$ :** Masses mécaniques choisies par le constructeur et utilisées dans les essais des générateurs hydrauliques de vibrations.

NOTE — Pour les spécifications concernant la forme, les dimensions, la planéité, la rugosité et la fixation des masses d'épreuve, voir annexe C.

**5.4.1 masse d'épreuve  $m_0$ :** Cas particulier où la masse d'épreuve est nulle et où la table mobile nue est seule entraînée.

**5.4.2 masse d'épreuve  $m_1$ :** Masse permettant une accélération de crête de 1g environ en régime sinusoïdal.

**5.4.3 masse d'épreuve  $m_2$ :** Masse permettant une accélération de crête de 4g environ en régime sinusoïdal.

**5.4.4 masse d'épreuve  $m_3$ :** Masse permettant une accélération de crête de 10g environ en régime sinusoïdal.

**5.4.5 masse d'épreuve  $m_4$ :** Masse permettant une accélération de crête de 20g environ en régime sinusoïdal.

**5.4.6 masse d'épreuve  $m_5$ :** Masse permettant une accélération de crête de 40g environ en régime sinusoïdal.

## 5.5 Grandeurs

**5.5.1 pression d'alimentation,  $p_s$ :** Pression délivrée par la centrale hydraulique pour un débit  $q_{Vn}$ ; elle est mesurée à la sortie du régulateur de pression en bars ou en pascals.

**5.5.2 débit de la centrale hydraulique,  $q_{V_n}$** : Débit maximal que peut délivrer la centrale à la pression d'alimentation,  $p_s$ , mesuré à la sortie du régulateur de pression en litres par minute ou en centimètres cubes par seconde.

**5.5.3 Course**

**5.5.3.1 course nominale**: Limites, en millimètres, entre lesquelles l'équipage mobile du générateur de vibrations fonctionne normalement et au-delà desquelles les performances ne sont plus garanties par le constructeur.

**5.5.3.2 course entre butées**: Course comprenant la course nominale et à chaque extrémité les débattements de sécurité pouvant servir pour le freinage.

**5.5.4 vitesse nominale,  $X_n$** : Amplitude maximale de la vitesse que l'équipage mobile peut atteindre en régime sinusoïdal pour une masse d'épreuve  $m_0$  sans utilisation d'un quelconque effet de résonance. La vitesse nominale est donnée en millimètres par seconde ou en mètres par seconde.

**5.5.5 masse de l'équipage mobile,  $m_e$** : Masse, en kilogrammes, de l'équipage mobile tel qu'il est décrit en 5.1.1.

NOTE — Cette masse ne prend pas en compte les forces d'inertie du fluide hydraulique en mouvement.

**5.5.6 fréquence du mode propre hydraulique  $f_{oh}$** : Fréquence donnée par la formule suivante:

$$f_{oh} = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{k_h}{m_e + m_t}}$$

En effet, le générateur hydraulique présente un comportement assimilable à celui d'un système à un degré de liberté ayant pour paramètres:

- une masse mobile totale  $m_e + m_t$
- une raideur hydraulique  $k_h$

NOTE — L'amortissement visqueux  $b$  est négligé.

**5.5.7 force**: Dans le cadre de la présente Norme internationale, la force en newtons ou en kilonewtons, qu'un générateur hydraulique de vibrations est capable d'appliquer à une masse montée sur la table d'essai ou reliée à la force délivrée, c'est-à-dire, la force de sortie.

**5.5.7.1 force statique,  $F_{st}$**  (à vitesse nulle): Force à vitesse nulle de l'équipage mobile et sous la pression d'alimentation  $p_s$ , c'est le produit de la pression d'alimentation  $p_s$  par la section utile  $A$ :

$$F_{st} = p_s A$$

NOTE — Le dispositif de compensation de charge, s'il existe, n'intervient pas dans cette définition (voir 5.1.3 et 7.2.7).

**5.5.7.2 Forces dynamiques**

Elles sont généralement fonction de deux variables principales:

- a) la fréquence;
- b) la configuration de charge de l'équipage mobile.

Des charges utilisées peuvent inclure des forces d'élasticité et/ou d'amortissement qui influenceront les performances du générateur. Les caractéristiques des générateurs de vibrations sont normalement spécifiées pour des masses d'épreuve qui sont la base de la présente Norme internationale. Un constructeur pourra, toutefois, donner les performances d'un vérin avec une charge élastique pure ou une charge d'amortissement pure, si cela lui est demandé.

**5.5.7.2.1 Force dynamique en régime sinusoïdal**

**5.5.7.2.1.1 force nominale,  $F_{omf}$ , pour une masse d'épreuve,  $m_t$ , spécifiée**: Valeur maximale qui peut être appliquée à une masse d'épreuve,  $m_t$ , sans utilisation d'un quelconque effet de résonance.

$$F_{omf} = F_o - m_e a_{max} = m_t a_{max}$$

L'accélération maximale  $a_{max}$  est définie en liaison avec les masses d'épreuve  $m_t$  (voir 5.4). La gamme de fréquences dans laquelle  $a_{max}$  peut être obtenue est la gamme nominale de fréquences pour la masse d'épreuve  $m_t$ .

**5.5.7.2.1.2 force nominale,  $F_o$** : La force dynamique  $F_o$  que le générateur de vibrations peut délivrer pour toutes les masses d'épreuve  $m_t$  (voir 5.4).

$$F_o = (m_e + m_t) a_{max}$$

NOTE — La force dynamique nominale  $F_o$  peut être différente de la force statique  $F_{st}$  et ne devrait provoquer aucun dommage dû à la fatigue du vérin.

**5.5.7.2.2 force nominale en régime aléatoire en bande large,  $F_{ob}$** : Valeur minimale de la force en régime aléatoire, dans une bande large, et avec la masse d'épreuve  $m_t$ . Cette force correspond à la DSP de l'accélération uniforme  $a_b$  dans la gamme des fréquences allant de  $f_3$  à  $f_4$  (voir 5.5.8, 5.5.9 et figure 5).

$$F_{ob} = m_t a_b$$

**5.5.8 Densité spectrale de puissance (DSP) d'accélération et de déplacement en régime aléatoire**

Pour des applications d'essais utilisant des moyens d'essais servo-hydrauliques de vibrations, la densité spectrale de puissance de l'accélération  $\Phi(f)$  et la densité spectrale de puissance de déplacement,  $\theta(f)$ , qui lui est liée, sont toutes deux importantes.

**5.5.8.1 densité spectrale de puissance d'accélération,**

$\Phi(f)$ : Valeur limite de  $\frac{a_b^2}{\Delta f}$  quand  $\Delta f$  tend vers zéro, où  $a_b$  est la valeur efficace de l'accélération ayant une distribution d'amplitude gaussienne et  $\Delta f$  est une bande de fréquences centrée autour de la fréquence  $f$ .



**5.5.8.2 densité spectrale de puissance de déplacement,**

$\theta(f)$ : Valeur limite de  $\frac{x_b^2}{\Delta f}$  quand  $\Delta f$  tend vers zéro, où  $x_b$  est la valeur efficace du déplacement ayant une distribution d'amplitude gaussienne et  $\Delta f$  est une bande de fréquences centrée autour de la fréquence  $f$ .

Le graphe des fonctions de densité spectrale de puissance d'accélération et de déplacement peut être spécifié en termes de fréquence de fonctionnement la plus basse  $f_1$ , de fréquence de transfert déplacement-vitesse  $f_2$ , de fréquence de transfert vitesse-accélération  $f_3$ , de fréquence de coupure  $f_4$ , éventuellement de deuxième fréquence de coupure  $f_5$  et de fréquence de fonctionnement la plus élevée  $f_6$ . Entre  $f_1$  et  $f_2$  la DSP de déplacement est constante, entre  $f_3$  et  $f_4$  la DSP d'accélération est constante.

Les valeurs de DSP de déplacement et d'accélération sont rappelées pour les différentes plages de fréquences dans le tableau 1.

**Tableau 1 – Valeurs de DSP de déplacement et d'accélération**

| Bandes de fréquences | DSP de déplacement                                     | DSP d'accélération                         |
|----------------------|--------------------------------------------------------|--------------------------------------------|
| $f < f_1$            | $\theta(f) = 0$                                        | $\phi(f) = 0$                              |
| $f_1 < f < f_2$      | $\theta(f) = \theta_0$                                 | $\phi(f) = \frac{f^4}{(f_2 f_3)^2} \phi_1$ |
| $f_2 < f < f_3$      | $\theta(f) = \frac{f_2^2}{f^2} \theta_0$               | $\phi(f) = \frac{f^2}{f_3^2} \phi_1$       |
| $f_3 < f < f_4$      | $\theta(f) = \frac{(f_3 f_2)^2}{f^4} \theta_0$         | $\phi(f) = \phi_1$                         |
| $f_4 < f < f_5$      | $\theta(f) = \frac{(f_4 f_3 f_2)^2}{f^6} \theta_0$     | $\phi(f) = \frac{f_4^2}{f^2} \phi_1$       |
| $f_5 < f < f_6$      | $\theta(f) = \frac{(f_5 f_4 f_3 f_2)^2}{f^8} \theta_0$ | $\phi(f) = \frac{(f_4 f_5)^2}{f^4} \phi_1$ |
| $f > f_6$            | $\theta(f) = 0$                                        | $\phi(f) = 0$                              |

Dans le tableau 1

$$\theta_0 = \frac{1}{(2\pi f_2)^4} \phi_0$$

**5.5.9 Valeurs efficaces de déplacement et d'accélération**

**5.5.9.1 valeur efficace de déplacement.**  $x_b$ : Valeur donnée par la formule

$$x_b = \theta_0^{1/2} \left[ (f_2 - f_1) + f_2^2 \left( \frac{1}{f_2} - \frac{1}{f_3} \right) + \frac{1}{3} (f_3 f_2)^2 \left( \frac{1}{f_3^3} - \frac{1}{f_4^3} \right) + \frac{1}{5} (f_4 f_3 f_2)^2 \left( \frac{1}{f_4^5} - \frac{1}{f_5^5} \right) + \frac{1}{7} (f_5 f_4 f_3 f_2)^2 \left( \frac{1}{f_5^7} - \frac{1}{f_6^7} \right) \right]^{1/2}$$

**5.5.9.2 valeur efficace d'accélération.**  $a_b$ : Valeur donnée par la formule

$$a_b = \phi_1^{1/2} \left[ \frac{1}{5(f_2 f_3)^2} (f_2^5 - f_1^5) + \frac{1}{3f_3^2} (f_3^3 - f_2^3) + (f_4 - f_3) + f_4^2 \left( \frac{1}{f_4} - \frac{1}{f_5} \right) + \frac{(f_4 f_5)^2}{3} \left( \frac{1}{f_5^3} - \frac{1}{f_6^3} \right) \right]^{1/2}$$

**5.5.9.3** Les formules données en 5.5.9.1 et 5.5.9.2 se simplifient dans le cas de suppression de bandes de fréquences particulières, par exemple dans le cas où la fréquence de fonctionnement la plus élevée,  $f_6$ , est inférieure à la première fréquence de coupure,  $f_4$ , les formules deviennent:

$$x_b = \theta_0^{1/2} \left[ (f_2 - f_1) + f_2^2 \left( \frac{1}{f_2} - \frac{1}{f_3} \right) + \frac{1}{3} (f_3 f_2)^2 \left( \frac{1}{f_3^3} - \frac{1}{f_6^3} \right) \right]^{1/2}$$

$$a_b = \phi_1^{1/2} \left[ \frac{1}{5(f_2 f_3)^2} (f_2^5 - f_1^5) + \frac{1}{3f_3^2} (f_3^3 - f_2^3) + (f_6 - f_3) \right]^{1/2}$$

Le facteur de crête du déplacement ou de l'accélération doit être au moins égal à 3.

La course nominale (voir 5.5.3.1) doit être au moins égale à 2 fois la valeur efficace du déplacement,  $x_b$ , multiplié par le facteur de crête pour éviter le contact des butées mécaniques.

**5.5.10 Distorsion**

Il existe deux définitions de la distorsion pour des valeurs différentes de  $d$ , déterminées par les formules:

$$d = \frac{\sqrt{a^2 - a_1^2}}{a_1}$$

$$d = \frac{\sqrt{a^2 - a_1^2}}{a}$$

où  $a$  et  $a_1$  sont tels que définis en 5.5.10.1.

En ce qui concerne le bruit de fonctionnement  $\varphi$ , la distorsion est souvent déterminée par la formule

$$d = \sqrt{\frac{\int_{f_{\min}}^{f_1 - \Delta f/2} G_{XX}(f)df + \int_{f_1 + \Delta f/2}^{f_{\max}} G_{XX}(f)df}{\int_{f_{\min}}^{f_{\max}} G_{XX}(f)df}}$$

où

$G_{XX}(f)$  est la DSP du signal;

$f$  est la fréquence du signal de base.

**5.5.10.1 Distorsion totale,  $d$**  (voir figure 1)

**5.5.10.1.1 distorsion d'accélération:** Un signal d'accélération  $a$  peut être considéré comme constitué de composantes suivant la formule

$$a = \sqrt{\varphi^2 + a_1^2 + a_2^2 + a_3^2 + \dots + a_n^2} = \sqrt{\varphi^2 + \sum_{i=1}^n a_i^2}$$

où

$a$  est la valeur efficace de l'accélération;

$a_1$  est la valeur efficace de la composante de l'accélération à la fréquence fondamentale  $f$ , qui est en fait la seule composante désirée;

$a_2, a_3, \dots, a_n$  sont les valeurs efficaces des composantes aux fréquences  $2f, 3f, \dots, nf$ , où  $n$  comprend toutes les composantes de valeur significative;

$\varphi$  est le bruit en fonctionnement (voir 5.5.11.2).

La distorsion totale,  $d$ , est le rapport de toutes les composantes d'accélération indésirables à l'accélération désirée,  $a_1$ :

$$d = \frac{\sqrt{\varphi^2 + a_2^2 + a_3^2 + \dots + a_n^2}}{a_1} =$$

$$= \frac{\sqrt{\varphi^2 + \sum_{i=2}^n a_i^2}}{a_1} = \frac{\sqrt{a^2 - a_1^2}}{a_1}$$

**5.5.10.1.2 distorsion de vitesse:** Lorsque le signal d'accélération est intégré pour obtenir un signal de vitesse, chaque composante est divisée par sa propre fréquence et on en déduit le rapport entre les composantes et la fréquence fondamentale. Si les composantes sont très supérieures au bruit, comme c'est généralement le cas, la distorsion de vitesse sera beaucoup plus faible que la distorsion d'accélération. Si l'on fait référence à la distorsion de vitesse plutôt qu'à la distorsion d'accélération, cela doit être clairement indiqué.

Le taux de distorsion de vitesse s'exprime par:

$$d_v = \frac{\sqrt{\left(\int_0^t \varphi_a dt\right)^2 + \sum_{i=2}^n \left(\frac{a_i}{i 2\pi f}\right)^2}}{\frac{a_1}{2\pi f}} = \frac{\sqrt{v^2 - v_1^2}}{v_1}$$

**5.5.10.1.3 distorsion de déplacement:** Si le signal de vitesse est à nouveau intégré pour obtenir un signal de déplacement et si les composantes de déplacement sont plus grandes que le bruit de déplacement, ce qui peut arriver, la distorsion de déplacement sera inférieure à la distorsion de vitesse. Si l'on fait référence à la distorsion de déplacement plutôt qu'à la distorsion d'accélération, cela doit être clairement indiqué.

Le taux de distorsion de déplacement s'exprime par

$$d_x = \frac{\sqrt{\left(\int_0^t \int_0^t \varphi_a dt dt\right)^2 + \sum_{i=2}^n \left(\frac{a_i}{i^2 4\pi^2 f^2}\right)^2}}{\frac{a_1}{4\pi^2 f^2}} = \frac{\sqrt{x^2 - x_1^2}}{x_1}$$

**5.5.10.2 distorsion totale nominale,  $d_0$ :** Valeur maximale de la distorsion totale,  $d$ , déterminée à l'accélération maximale dans la gamme de fréquences nominale pour une masse d'épreuve donnée. Voir figure 2.

**5.5.11 bruit:** Bruit causé par le système de mesurage ainsi que par la boucle de contrôle.

**5.5.11.1 bruit de fond:** Valeur efficace ou crête dans une bande de fréquences donnée, du paramètre vibratoire considéré, le signal d'entrée du système ayant une valeur nulle.

NOTE — L'accélération  $a_g$  du bruit de fond est définie pour une entrée du dispositif de commande du servodistributeur chargée d'une impédance équivalente à l'impédance de source du signal et pour un dispositif de commande réglé à ses performances de commande optimales.

**5.5.11.2 bruit en fonctionnement,  $\varphi$ :** Valeur résiduelle, dans une bande de fréquences donnée, du paramètre vibratoire considéré en présence d'un signal de commande.

$\varphi$  est la valeur efficace du «bruit», ou des composantes d'accélération non harmoniques provenant généralement:

- de fréquences de tuyauteries dans la commande du servodistributeur,
- de frottement «marche/arrêt» du servodistributeur et/ou du vérin,
- de chocs de parties mal fixées à l'éprouvette en essai,
- des effets des turbulences aux bornes de commande du servodistributeur.

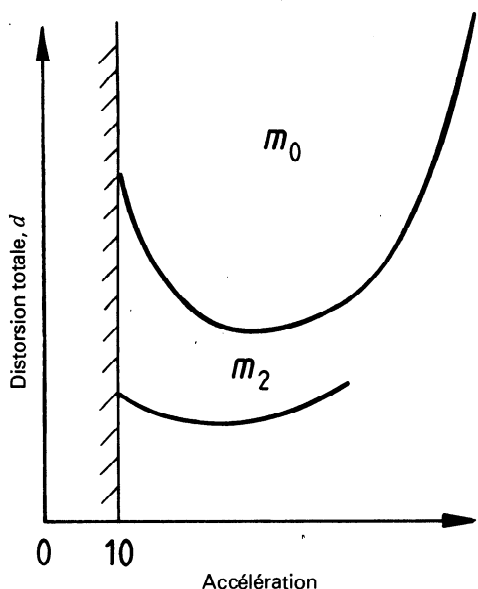


Figure 1 — Distorsion totale à fréquence fixe en fonction de l'accélération

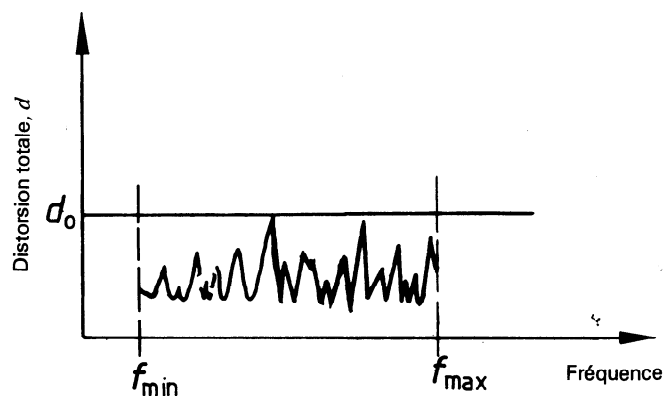


Figure 2 — Distorsion totale en fonction de la fréquence à l'accélération maximale pour une masse d'épreuve donnée

**5.5.11.3 rapport signal-bruit:** Valeur relative à des termes d'origine mécanique, exprimée en décibels et déduite de l'expression:

$$20 \lg \frac{a}{a_g}$$

où <https://standards.iteh.ai/catalog/standards/iso/ae8e7ea2->

$a$  est l'accélération maximale admise en régime sinusoïdal à la force nominale  $F_{om}$  et pour une masse d'épreuve  $m_0$ ;

$a_g$  est l'accélération du bruit de fond (voir 5.5.11.1).

**5.5.12 signal à fréquence élevée («dither»):** Signal à fréquence élevée introduit dans le dispositif de commande du servodistributeur pour linéariser la région du zéro de consigne, ainsi que pour diminuer les frottements afin d'améliorer la résolution du distributeur et du vérin.

**5.5.13 rapport d'accélération transversale:** Rapport de l'accélération transversale à l'accélération axiale. Cela peut être relié aux charges d'épreuves et aux fréquences.

**5.5.14 dérive de la position moyenne sous charge:** L'application d'une charge introduit un déplacement de la position moyenne qui est fonction des caractéristiques de la boucle de contrôle en position. Statiquement la pression différentielle de chaque côté du piston, donnée par l'ouverture du servodistributeur équilibre les forces extérieures. L'ouverture du servodistributeur dépend donc des charges à équilibrer, du débit de fuite et de l'erreur de position moyenne du piston. Elle est commandée par l'intermédiaire de la boucle de contrôle en position moyenne.

## 6 Caractéristiques à fournir par le constructeur pour chacun des niveaux de description

L'attention est attirée sur le fait que les deux niveaux de description adoptés dans la présente Norme internationale ne sont pas afférents à la qualité et à l'importance des moyens d'essais.

Un niveau 1 de description peut suffire pour un moyen d'essai de grande taille et de haute qualité, alors que, dans certaines circonstances, un niveau 2 de description pourra, par exemple, être exigé pour un moyen d'essai de petite taille et de qualité moyenne.

Le niveau de description requis dépendra normalement de l'usage que l'utilisateur compte faire du moyen d'essai.

La présente Norme internationale donne également les caractéristiques utiles pour l'appariement des différents éléments de l'ensemble générateur de vibrations.

Les caractéristiques indiquées par «X» dans les tableaux 2 à 5 doivent être fournies lorsque le niveau de description considéré l'exige. Les caractéristiques qui ne sont pas imposées pour un niveau de description choisi (c'est-à-dire celles non indiquées par «X») pourront cependant, être décrites après accord entre le constructeur et l'utilisateur.

NOTE — L'attention est attirée sur la nécessité de préciser des caractéristiques particulières au moment de la demande d'offre et à la commande; en effet, leur coût, parfois important, devrait être pris en considération.

Les tableaux 2, 3, 4 et 5 donnent la liste des caractéristiques à décrire par le constructeur en fonction du niveau de description choisi. Des indications sur les caractéristiques énumérées sont données dans les chapitres 7, 8 et 9. Des indications pour des méthodes de mesure de certaines de ces caractéristiques sont données à l'annexe B.

Tableau 2 — Générateur de vibrations

| Caractéristique                                                                          | Référence du paragraphe correspondant | Niveau de description |   |
|------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|-----------------------|---|
|                                                                                          |                                       | 1                     | 2 |
| <b>Caractéristiques générales</b>                                                        |                                       |                       |   |
| Conditions d'alimentation hydrauliques                                                   | 7.1.1                                 | X                     | X |
| Caractéristiques du servodistributeur                                                    | 7.1.2                                 | X                     | X |
| Force statique                                                                           | 7.1.3                                 | X                     | X |
| Vitesse nominale                                                                         | 7.1.4                                 | X                     | X |
| Gammes nominales de fréquences                                                           | 7.1.5                                 | X                     | X |
| Limitation des caractéristiques en régime sinusoïdal                                     | 7.1.6                                 | X                     | X |
| Limitation des caractéristiques en régime aléatoire                                      | 7.1.7                                 |                       |   |
| Force nominale en régime sinusoïdal, $F_{omf}$                                           | 7.1.8                                 | X                     | X |
| Force nominale en régime aléatoire en bande large, $F_{ob}$                              | 7.1.9                                 |                       |   |
| Uniformité du champ d'accélération de la table d'essai                                   | 7.1.10                                |                       |   |
| Mouvement transversal de la table d'essai                                                | 7.1.11                                |                       |   |
| Limitation des caractéristiques                                                          | 7.1.12                                |                       | X |
| <b>Équipage mobile</b>                                                                   |                                       |                       |   |
| Masse                                                                                    | 7.2.1                                 | X                     | X |
| Course nominale                                                                          | 7.2.2                                 | X                     | X |
| Course entre dispositifs de sécurité électriques                                         | 7.2.3                                 |                       | X |
| Course entre butées                                                                      | 7.2.4                                 | X                     | X |
| Fréquence du mode propre hydraulique                                                     | 7.2.5                                 |                       | X |
| Raideur hydraulique                                                                      | 7.2.6                                 |                       | X |
| Dispositif de compensation de charge                                                     | 7.2.7                                 | X                     | X |
| Effort transversal maximal                                                               | 7.2.8.1                               |                       | X |
| Effort statique transversal nominal                                                      | 7.2.8.2                               |                       | X |
| Raideur transversale statique                                                            | 7.2.9                                 |                       | X |
| Frottement au démarrage de l'équipage mobile                                             | 7.2.10                                |                       |   |
| Dimension de la table d'essai                                                            | 7.2.11                                | X                     | X |
| Moyens de fixation des masses ou des matériels en essai                                  | 7.2.12                                | X                     | X |
| Couple recommandé de montage des canons filetés ou des éléments de fixation sur la table | 7.2.13                                | X                     | X |
| Force axiale maximale admissible par canon fileté ou autres éléments de fixation         | 7.2.14                                |                       | X |
| Planéité de la table d'essai                                                             | 7.2.15                                |                       | X |
| Perpendicularité des canons filetés avec le plan de la table d'essai                     | 7.2.16                                |                       | X |
| Perpendicularité du plan de la table d'essai par rapport à l'axe de la tige              | 7.2.17                                |                       | X |
| Coïncidence d'axes (prise de force d'un excitateur)                                      | 7.2.18                                | X                     | X |
| Tolérances d'accouplement d'une table auxiliaire                                         | 7.2.19                                | X                     | X |
| <b>Appareillage auxiliaire</b>                                                           |                                       |                       |   |
| Capteur de déplacement                                                                   | 7.3.1.1                               | X                     | X |
| Capteurs de pression, de force, de vitesse ou d'accélération                             | 7.3.1.2                               |                       | X |
| Système de refroidissement                                                               | 7.3.2                                 | X                     | X |
| Système de sécurité, alarme et déclenchement                                             | 7.3.3                                 | X                     | X |
| Fin de course                                                                            | 7.3.3.1                               | X                     | X |
| Force du vérin                                                                           | 7.3.3.2                               | X                     | X |
| Température des paliers                                                                  | 7.3.3.3                               | X                     | X |
| Débit d'huile                                                                            | 7.3.3.4                               | X                     | X |
| Encrassement de filtre                                                                   | 7.3.3.5                               | X                     | X |
| Canalisations et câbles                                                                  | 7.3.4                                 | X                     | X |
| <b>Conditions d'installation</b>                                                         |                                       |                       |   |
| Généralités                                                                              | 7.4.1                                 | X                     | X |
| Masses du générateur de vibrations                                                       | 7.4.2                                 | X                     | X |
| Socle du générateur de vibrations                                                        |                                       |                       |   |
| Dispositif d'orientation                                                                 | 7.4.3 a)                              | X                     | X |
| Caractéristiques dynamiques                                                              | 7.4.3 b)                              |                       | X |
| Conditions de fixation                                                                   | 7.4.3 c)                              | X                     | X |
| Niveau de puissance acoustique émis                                                      | 7.4.4                                 |                       |   |
| Dissipation thermique                                                                    | 7.4.5                                 |                       |   |
| Température de la table d'essai                                                          | 7.4.6                                 |                       |   |
| <b>Environnement et condition d'utilisation</b>                                          |                                       |                       |   |
| Site d'implantation                                                                      | 7.5.1                                 | X                     | X |
| Essais combinés                                                                          | 7.5.2                                 |                       |   |
| <b>Documents</b>                                                                         | 7.6                                   | X                     | X |