

norme française

NF ISO 2017-1

Décembre 2005

Indice de classement : E 90-012-1

ICS : 17.160

Vibrations et chocs mécaniques

Systemes de montage résilients

Partie 1 : Informations techniques à échanger pour l'application des systèmes d'isolation

E : Mechanical vibration and shock — Resilient mounting systems —
Part 1: Technical information to be exchanged for the application
of isolation systems

D : Mechanische Schwingungen und Stöße — Elastische Befestigungssysteme —
Teil 1: Technische Angaben für den Einsatz einer Schwingungsisolierung

Norme française homologuée

par décision du Directeur Général d'AFNOR le 5 novembre 2005 pour prendre effet
le 5 décembre 2005.

Correspondance

Le présent document reproduit intégralement la norme internationale
ISO 2017-1:2005.

Analyse

Le présent document établit les exigences nécessaires en vue d'assurer un échange approprié, des informations relatives à la mise en œuvre des systèmes d'isolation, entre utilisateurs, fabricants, fournisseurs des sources et récepteurs de vibrations. Les sources et les récepteurs peuvent être des machines, des structures, des personnes et des équipements sensibles soumis à des vibrations et chocs produits par des machines, les chemins de fer, la circulation routière et toutes autres sources extérieures et intérieures, où les vibrations sont, en général, transmises au bâtiment par le sol.

Descripteurs

Thésaurus International Technique : vibration, choc mécanique, dispositif élastique, isolateur de vibration, échange d'information, relation client fournisseur.

Modifications

Corrections

Éditée et diffusée par l'Association Française de Normalisation (AFNOR) — 11, avenue Francis de Pressensé — 93571 Saint-Denis La Plaine Cedex
Tél. : + 33 (0)1 41 62 80 00 — Fax : + 33 (0)1 49 17 90 00 — www.afnor.fr



Membres de la commission de normalisation

Président : M MOTTARD — DION PREVENTION POLLUTIONS RISQUES

Secrétariat : M DIAKONOFF — AFNOR

M	BERNASCONI	YSO CONSULTANTS SA
M	BRASSENX	RATP
M	BRZEZINSKI	CETIM
M	CHAMPAVIER	01DB ACOUSTICS & VIBRATION
M	CHEVALIER	EDF R&D
M	COMMO	AFNOR
DR	DANJOUX	FLIR SYSTEMS
M	DUFFEAU	EDF R&D
M	GLEIZOLLES	SPIT
MME	HUBERT	EUROGIP
M	KHEMILI	AFNOR
M	KOROLEFF	BUREAU VERITAS
MME	LUBINEAU	UNM
M	MOTTARD	DION PREVENTION POLLUTIONS RISQUES
M	PROVOST	EDF R&D
M	TANTAWY	APPAVE — APPAVE PARISIENNE
M	TOLLARI	IDETEC SARL

Avant-propos national Avant-propos

Références aux normes françaises

La correspondance entre les normes mentionnées à l'article «Références normatives» et les normes françaises identiques est la suivante :

ISO 2041 : NF ISO 2041 (indice de classement : E 90-611)

ISO 10846-4 : NF EN ISO 10846-4 (indice de classement : S 31-030-4)

Les autres normes mentionnées à l'article «Références normatives» qui n'ont pas de correspondance dans la collection des normes françaises sont les suivantes : (elles peuvent être obtenues auprès d'AFNOR)

ISO 9688

Sommaire

Page

Avant-propos	iv
Introduction	v
1 Domaine d'application	1
2 Références normatives	1
3 Termes et définitions	2
4 Objectif de l'isolation contre les vibrations (pourquoi isoler des systèmes mécaniques?)	2
5 Que faut-il isoler?	3
5.1 Isolation de la source	3
5.2 Isolation du récepteur	3
6 Applicabilité de l'isolation vibratoire (quand isoler les structures ou les systèmes mécaniques?)	3
7 Lignes directrices pour le mesurage et l'évaluation des conditions vibratoires	4
8 Informations permettant de choisir un système de montage isolant	4
9 Informations à fournir par le fabricant de la source et du récepteur	5
9.1 Généralités	5
9.2 Informations à fournir par le fabricant de la source	5
9.3 Informations à fournir par le fabricant du récepteur	7
10 Informations à fournir par le client	8
10.1 Informations à fournir par l'utilisateur de la source	8
10.2 Informations à fournir par l'utilisateur du récepteur	8
11 Informations à communiquer par le fournisseur du système d'isolation	9
11.1 Données physiques du système d'isolation	9
11.2 Comportement dynamique	9
11.3 Durabilité	10
11.4 Conditions de l'environnement	10
11.5 Données de maintenance	10
12 Lignes directrices pour la validation de l'efficacité de l'isolation	10
Annexe A (informative) Éléments pour l'isolation vibratoire	12
Bibliographie	18

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 2017-1 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 108, *Vibrations et chocs mécaniques*.

Cette première édition de l'ISO 2017-1, ensemble avec l'ISO 2017-2, annule et remplace l'ISO 2017:1982 qui a fait l'objet d'une révision technique.

L'ISO 2017 comprend les parties suivantes, présentées sous le titre général *Vibrations et chocs mécaniques — Systèmes de montage résilients*:

- *Partie 1: Informations techniques à échanger pour l'application des systèmes d'isolation*
- *Partie 2: Informations techniques à échanger pour l'application de systèmes d'isolation associés aux chemins de fer*

Introduction

La présente Norme Internationale traite exclusivement des dispositifs résilients.

Certains fournisseurs d'isolateurs de vibrations ou de chocs (montages résilients) possèdent une expérience dans une grande variété d'applications. Dans la plupart des cas, ils sont prêts à faire usage de cette somme d'informations pour résoudre les problèmes d'isolation des utilisateurs. Malgré cela, il leur est souvent difficile d'assurer cette prestation, car le client, l'utilisateur ou le fabricant de la source ou du récepteur n'a pas fourni suffisamment d'informations concernant le problème.

D'un autre côté, lors de la mise en œuvre des isolateurs, l'utilisateur est parfois handicapé par le manque d'informations techniques communiquées par le fournisseur. L'utilisateur se voit alors dans l'obligation de procéder à sa propre évaluation pratique de l'isolateur et il se peut qu'à cette occasion, il effectue à double, sans le savoir, des travaux qui ont déjà été réalisés par le fournisseur.

Dans le cas de certaines sources ou de certains récepteurs, le fabricant fournit le système d'isolation. Pour ce faire, il a besoin que le client lui communique toutes les informations qui se rapportent à ses futures applications, site et environnement.

La présente Norme Internationale est destinée à servir de guide pour l'échange d'informations techniques entre le client, le fournisseur des dispositifs résilients et le fabricant de la source ou du récepteur de vibrations, conformément aux exigences requises dans le but de leur assurer une mise en œuvre appropriée.

Vibrations et chocs mécaniques — Systèmes de montage résilients —

Partie 1:

Informations techniques à échanger pour l'application des systèmes d'isolation

1 Domaine d'application

La présente partie de l'ISO 2017 établit les exigences nécessaires en vue d'assurer un échange approprié des informations relatives à la mise en œuvre des systèmes d'isolation, entre utilisateurs, fabricants, fournisseurs des sources et récepteurs de vibrations. Les sources et les récepteurs peuvent être des machines, des structures, des personnes et des équipements sensibles soumis à des vibrations et à des chocs produits par des machines, les chemins de fer, la circulation routière et toutes autres sources extérieures et intérieures, où les vibrations sont, en général, transmises au bâtiment par le sol.

La présente partie de l'ISO 2017 s'applique à l'utilisation de nouveaux produits (source ou récepteur) et peut également être appliquée à des produits déjà installés lorsque l'utilisateur veut résoudre un problème vibratoire nouvellement apparu.

Elle ne doit pas être considérée comme un manuel permettant de concevoir ou d'installer un système d'isolation. Les exemples d'éléments d'isolation des vibrations présentés dans l'Annexe A ne sont donnés qu'à titre d'information.

La présente partie de l'ISO 2017 vise à apporter des réponses pertinentes aux questions qui sont soulevées par le fabricant et les utilisateurs (par exemple pourquoi, quoi, quand et comment isoler des systèmes mécaniques).

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 2041:1990, *Vibrations et chocs — Vocabulaire*

ISO 9688:1990, *Vibrations et chocs mécaniques — Méthodes analytiques de l'évaluation de la résistance aux chocs des systèmes mécaniques — Échange d'informations entre les fournisseurs et les utilisateurs d'analyses*

ISO 10846-4:2003, *Acoustique et vibrations — Mesurage en laboratoire des propriétés de transfert vibro-acoustique des éléments élastiques — Partie 4: Raideur dynamique en translation des éléments autres que les supports élastiques*

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions donnés dans l'ISO 2041, l'ISO 9688 et l'ISO 10846-4 ainsi que les suivants s'appliquent.

3.1

dispositif résilient

système ou élément flexible utilisé entre une partie d'équipement et la structure qui la supporte pour atténuer la transmission d'un choc ou de vibrations de l'équipement à la structure ou de la structure à l'équipement

3.2

source de vibrations

corps simple ou composé, solide, liquide ou gazeux, provoquant des vibrations dans son environnement

NOTE Cela englobe des sources telles que machines, circulation routière, explosions, efforts dus aux vagues et efforts dus aux vents.

3.3

récepteur de vibrations

toutes les structures ou parties de structures réagissant à l'énergie vibratoire émise par une source intérieure ou extérieure

3.4

client

utilisateur ou acheteur d'un produit (bâtiment, machine, etc.)

3.5

fabricant

partie qui construit ou qui fabrique un produit qui a besoin d'être isolé contre des vibrations internes ou externes

3.6

fournisseur d'isolation

partie responsable de la fourniture et de l'installation d'un système d'isolation qui satisfera aux exigences nécessaires pour réduire les vibrations, conformément à l'accord conclu avec le client

NOTE 1 Dans certains cas, fabricant et fournisseur sont une même partie.

NOTE 2 Le client, le producteur ou le fournisseur d'isolation peuvent chacun mandater des sous-traitants pour exécuter les travaux ou pour acheter des éléments. Du point de vue juridique, tous trois sont responsables en cas d'échec du projet.

4 Objectif de l'isolation contre les vibrations (pourquoi isoler des systèmes mécaniques?)

L'isolation contre les vibrations a pour but de protéger les personnes et les systèmes mécaniques contre les vibrations et les chocs, en agissant sur la source ou le récepteur des vibrations. L'objectif poursuivi peut également tendre à garantir les points suivants:

- a) la sûreté du bâtiment industriel contenant l'équipement vibrant;
- b) la sûreté et le confort des opérateurs de la machine vibrante;
- c) la sûreté et le confort des personnes se tenant à proximité de la machine vibrante;
- d) la sécurité d'un bâtiment situé au voisinage d'une source de vibrations telle qu'une usine ou qu'une voie ferrée;

- e) le confort des personnes dans des habitations temporaires ou permanentes susceptibles d'être exposées à l'excitation vibratoire;
- f) la sécurité d'équipements sensibles dans les bâtiments;
- g) le fonctionnement correct de l'équipement isolé;
- h) la conformité aux exigences réglementaires.

5 Que faut-il isoler?

5.1 Isolation de la source

Dans ce cas, l'objectif visé est la protection de l'environnement au voisinage de la source de vibrations par la modification de l'émission au niveau de la source. Il peut s'agir de

- a) l'isolation de la machine qui émet des vibrations,
- b) l'isolation d'une voie ferrée et des sous-systèmes environnants tels que les réseaux enterrés pour les chemins de fer anciens ou nouveaux, et
- c) l'isolation de remblais de routes et de viaducs pour les autoroutes et l'élimination (la suppression) d'irrégularités.

5.2 Isolation du récepteur

Lorsque l'isolation de la source est impossible ou irréalisable (c'est-à-dire dans le cas des sources environnementales) comme pour les voies ferrées ou la circulation routière, ou quand l'isolation de la source ne s'est pas révélée satisfaisante, on isole le récepteur. C'est parfois un compromis économique. Sont susceptibles d'être dotés d'une isolation

- a) le poste de travail de l'opérateur d'une machine,
- b) un bâtiment neuf ou des parties neuves de bâtiments situés à proximité d'une voie ferrée, d'un tunnel ou d'un axe routier où la circulation est intense,
- c) un bâtiment sensible (les salles de concerts, les laboratoires ou les installations sensibles),
- d) le support d'équipements sensibles (les tables laser, les disques informatiques, les microscopes électroniques, etc.), et
- e) l'isolation par rapport à des sources environnementales.

6 Applicabilité de l'isolation vibratoire (quand isoler les structures ou les systèmes mécaniques?)

Un système d'isolation contre les vibrations peut être utilisé en complément de mesures de conception destinées à réduire les effets des vibrations. Il ne peut remplacer ces mesures, mais on peut y recourir dans les cas suivants:

- a) lors de la conception ou de l'installation de machines vibrantes;
- b) en cas de conception ou de modification de constructions, d'installations ou de bâtiments abritant des machines vibrantes;

- c) lorsque l'on déplace ou modifie des sources de vibrations;
- d) quand il apparaît des bruits produits par une structure;
- e) en cas de conception et de construction de bâtiments, notamment de bâtiments sensibles, au voisinage de voies ferrées ou de routes à forte circulation;
- f) lors de la conception ou de la commande d'équipements sensibles;
- g) quand on reçoit des plaintes de personnes travaillant ou vivant dans la zone proche des sources de vibrations;
- h) en cas de dépassement des limites vibratoires stipulées par la législation.

7 Lignes directrices pour le mesurage et l'évaluation des conditions vibratoires

Pour choisir le système d'isolation vibratoire adapté, il faut tout d'abord effectuer un mesurage et une évaluation des vibrations présentes sur le site.

Le mesurage doit être réalisé dans les conditions environnementales qui correspondent à l'emplacement de la source ou du récepteur. Il convient que les valeurs de mesure obtenues et l'analyse conduite permettent de mieux comprendre l'origine du problème et, éventuellement, de fournir des indications sur les solutions possibles. Les mesurages doivent être exécutés conformément à une norme appropriée et cette norme doit être identifiée.

L'emplacement du mesurage doit être défini dans un contrat, les points de fixation des transducteurs et les directions de mesurage doivent être notées.

Ces mesurages doivent comprendre un contrôle de la variation temporelle des vibrations pendant une période suffisamment longue pour couvrir le cycle de fonctionnement de la source de vibrations.

Concernant les mesurages de la source, l'analyse des réponses en fréquence des structures qui transmettent des vibrations et de celles qui y sont soumises contribuera à éviter une coïncidence entre les fréquences dominantes de la source et les fréquences propres de ces structures.

Pour le mesurage du récepteur, les vibrations environnantes doivent être déterminées de façon à rechercher le niveau inhérent au-dessous duquel aucune isolation n'est normalement nécessaire.

8 Informations permettant de choisir un système de montage isolant

Pour sélectionner des isolateurs appropriés et monter correctement l'isolation, un échange d'informations est nécessaire entre le fabricant, le fournisseur de l'isolateur et le client. L'Article 9 énumère les informations requises pour l'obtention d'une isolation optimale. Si le fabricant de la source ou du récepteur fournit également le système d'isolation, il se peut que certaines des informations requises ne semblent pas pertinentes. Toutefois, ces informations peuvent se révéler utiles lors du remplacement de certains éléments de la machine et il convient qu'elles figurent dans la notice d'instructions.

Le choix du système d'isolation doit être effectué non seulement en fonction des caractéristiques statiques de la structure isolée, mais aussi de ses caractéristiques dynamiques et des caractéristiques dynamiques de la structure périphérique (et d'autres sources).

Il sera souvent nécessaire que le fournisseur d'un système d'isolation vibratoire demande à l'utilisateur des informations complémentaires afin de proposer la meilleure solution possible.

Ces informations varient selon qu'il s'agit d'isoler une source ou un récepteur.

En tous les cas, les personnes intéressées par ces informations sont

- le fabricant (de la source ou du récepteur),
- le fournisseur de l'isolation, et
- le client de la source ou du récepteur.

9 Informations à fournir par le fabricant de la source et du récepteur

9.1 Généralités

Parmi les informations suivantes, le fabricant doit fournir à l'utilisateur le plus grand nombre d'informations énumérées en 9.2 et en 9.3 afin de garantir une installation correcte. Le cas échéant, il convient que le fabricant demande des renseignements au fournisseur du système d'isolation vibratoire.

Les principales sources de vibrations à prendre en compte dans la présente partie de l'ISO 217 sont des machines.

9.2 Informations à fournir par le fabricant de la source

9.2.1 Schéma de la machine

Un schéma donnant les précisions suivantes doit être fourni:

- a) la configuration et l'installation de la machine et, le cas échéant, la fondation intermédiaire prescrite par le fabricant de la machine;
- b) les dimensions hors tout;
- c) le poids total et l'emplacement du centre de gravité (l'inertie rotationnelle est également à préciser);
- d) les spécifications concernant les tailles des boulons et des raccords spéciaux servant à fixer la machine; l'emplacement des fixations, les trous taraudés, les tolérances et toutes les considérations particulières relatives aux matériaux doivent être indiqués sur le schéma;
- e) l'identification et la direction des trois axes mutuellement orthogonaux ayant pour origine le centre de gravité de l'entité à isoler, cette dernière étant placée dans l'orientation choisie;
- f) l'orientation normale de la machine par rapport à l'axe vertical; il faut indiquer la direction des principaux chocs ou vibrations;
- g) les points de fixation possibles à la structure (ces points déterminent fréquemment le système d'isolation par rapport à l'orientation, au centre de gravité, etc.);
- h) la structure et les dimensions de la surface soutenant le mécanisme, avec l'indication relative au raccordement de cette surface au corps du mécanisme.

9.2.2 Excitation vibratoire

Pour garantir une installation et une utilisation sans risque de la machine, il faut décrire de manière suffisamment précise l'excitation vibratoire engendrée par la machine et caractérisée par les forces et couples d'excitation, en fonction de la fréquence ou en fonction du temps.

Les points suivants sont des exemples:

- a) les forces et les couples en fonction de la fréquence de rotation;
- b) les forces et les couples de masses alternatives;
- c) les couples antagonistes;
- d) les amplitudes et/ou les fréquences du phénomène de pulsation de fluide;
- e) les fréquences de phénomènes aérodynamiques (par exemple dans le cas de ventilateurs);
- f) les forces et les fréquences électromagnétiques en relation avec des machines rotatives électriques ou des transformateurs;
- g) les caractéristiques dynamiques du système d'isolation sur lequel le mécanisme a été soumis à l'essai;
- h) la distribution des vibrations (dans trois directions) à la surface de montage du mécanisme et les emplacements où les tuyauteries et les câbles électriques peuvent être montés;
- i) les facteurs établissant que le système d'isolation n'introduit pas de niveaux vibratoires spécifiques néfastes pour la machine.

9.2.3 Exigences particulières

Les caractéristiques particulières propres aux équipements doivent figurer dans la description de la machine et sur les schémas. Parmi ces caractéristiques particulières figurent:

- a) les connecteurs électriques, les tubes, les conduits ou les tuyauteries susceptibles de modifier la réponse mécanique du système de fixation (le type, la taille, la rigidité, etc.);
- b) les forces et moments d'origine externe;
- c) les zones d'accès prescrites;
- d) le dégagement minimal requis pour la circulation de l'air de refroidissement; il faut indiquer sur le schéma tout gradient de température susceptible d'avoir un impact négatif sur le fonctionnement de l'isolateur et préciser le domaine de température prévu;
- e) l'espacement maximal entre l'équipement et la fondation, le cas échéant;
- f) les exigences d'alignement pour les arbres.

9.2.4 Caractéristiques électriques

Les dispositions prévues pour la mise à la terre et les spécifications applicables doivent figurer sur le schéma sous forme de note.

9.2.5 Exigences particulières relatives à la stabilité mécanique

Les exigences particulières relatives à la stabilité mécanique doivent être fournies. Il est, par exemple, nécessaire d'accorder une attention particulière aux appareils possédant un centre de gravité élevé ou variable, supportés par des isolateurs placés au-dessous du centre de gravité, ou soumis à des poussées latérales non compensées.

9.3 Informations à fournir par le fabricant du récepteur

9.3.1 Bâtiment

Le concepteur et le constructeur du bâtiment doivent fournir les informations suivantes au fournisseur du système d'isolation:

- a) un schéma de la structure détaillant la nature, les dimensions et la position des éléments porteurs (en acier, en béton, mixte);
- b) la catégorie de la fondation prévue (peu profonde, profonde);
- c) l'emplacement de la fondation par rapport aux tunnels ou aux voies de circulation;
- d) l'emplacement de la nappe phréatique;
- e) l'utilisation du futur bâtiment (usage de bureaux, de laboratoires, d'habitation, fabrication d'équipements particuliers);
- f) le seuil vibratoire maximal admissible pour les équipements devant être utilisés dans le bâtiment.

9.3.2 Équipements sensibles

Le fabricant d'équipements sensibles doit fournir les informations suivantes à l'utilisateur en vue de l'aider à choisir l'emplacement et la configuration adéquats de l'équipement:

- a) les dimensions hors tout;
- b) la masse totale et l'emplacement du centre de gravité;
- c) les points de fixation possibles à la structure (trois points déterminent souvent le système d'isolation);
- d) le niveau de vibration admissible mesuré à la base de l'équipement;
- e) toute fréquence propre particulière à éviter à la base de l'équipement.

9.3.3 Véhicules

Le concepteur d'un véhicule doit fournir les informations suivantes au fabricant de sièges ou d'éléments secondaires (les cloisons, les portières, etc.) et de mobilier dans le cas des bateaux:

- a) les caractéristiques du moteur et de la transmission ainsi que les systèmes intermédiaires comme les convertisseurs de couple et les systèmes d'embrayage;
- b) la fréquence dominante et le domaine de fréquence des systèmes rotatifs;
- c) la fréquence propre des systèmes de suspension;
- d) les caractéristiques attendues concernant l'état de la mer et de la route pour chaque catégorie de véhicule (par exemple véhicule privé, véhicule agricole, engins de construction et d'aménagements routiers, bateau, etc.);
- e) le seuil de vibration maximal admissible pour l'utilisateur du véhicule;
- f) le bruit maximal admissible produit par la structure (rayonnement) pouvant être perçu par l'utilisateur pour chaque zone du véhicule.

10 Informations à fournir par le client

10.1 Informations à fournir par l'utilisateur de la source

10.1.1 Informations techniques concernant la structure entourant la machine

Une présentation rapide nécessaire à la bonne compréhension des caractéristiques techniques des dispositions proposées doit être faite. Il convient que ces informations comprennent:

- a) le type de structure sur laquelle doit être montée la machine (par exemple un navire, un bâtiment en acier, un bâtiment en béton, une centrale électrique) et ses caractéristiques dynamiques (par exemple la fréquence de résonance, les modes, l'amortissement);
- b) la localisation dans la structure (par exemple la salle des machines, le pont principal, le toit);
- c) les données concernant la structure servant de support (la nature du sol, par exemple la charge au sol admissible, le niveau de la nappe phréatique par rapport au plancher, les fréquences propres et l'impédance mécanique d'entrée de la structure du support);
- d) les critères d'isolation ou les critères d'acceptation de l'utilisateur (le voisinage, à savoir les zones résidentielles ou industrielles; le type des machines avoisinantes, par exemple des machines d'essai, des machines à poinçonner);
- e) éventuellement, le niveau d'activité sismique.

10.1.2 Évaluation des vibrations et des chocs de la structure périphérique

L'évaluation des vibrations et des chocs de la structure périphérique, avant l'installation de la machine, doit être décrite en référence aux trois axes par l'amplitude (le déplacement, la vitesse ou l'accélération), les fréquences correspondantes et la durée pendant laquelle ils se produiront. La variation temporelle, l'analyse spectrale et d'autres paramètres descriptifs doivent être compris.

10.1.3 Environnement

L'utilisateur doit fournir, selon les cas, les informations suivantes concernant l'environnement climatique:

- a) les températures limites supérieure et inférieure;
- b) l'humidité, la présence d'eau, de sable ou de poussière, les embruns salés, l'ozone, les huiles, les solvants, le rayonnement, etc.

10.2 Informations à fournir par l'utilisateur du récepteur

Ce sont les bâtiments existants qui sont les principaux récepteurs des vibrations mais il est souvent irréaliste du point économique de les isoler, sauf dans le cas de certains projets importants où les coûts sont jugés acceptables. Dans ce cas, seule, la technique de l'isolation d'une structure secondaire («boîte dans la boîte») peut être appliquée.

L'isolation du récepteur concerne principalement les équipements sensibles ou les postes de travail des opérateurs de machines. Le système d'isolation est désigné par le fabricant ou par un fournisseur d'isolation suivant la demande de l'utilisateur.

Il faut fournir une description succincte pour permettre la bonne compréhension des détails techniques du système proposé. Il convient d'englober les informations suivantes:

- a) le type d'équipement à isoler;
- b) le type de structure sur laquelle l'équipement est monté;

- c) l'emplacement de l'équipement dans la structure;
- d) des données relatives à la structure du support (par exemple les fréquences propres, la raideur dynamique, le raccordement au système d'isolation vibratoire);
- e) les critères d'acceptation de l'efficacité de l'isolation;
- f) la description de l'état vibratoire de la structure périphérique par rapport aux trois axes orthogonaux, par le biais de l'amplitude, des fréquences et de la durée;
- g) des informations relatives aux conditions d'environnement (la température, l'humidité, etc.).

11 Informations à communiquer par le fournisseur du système d'isolation

11.1 Données physiques du système d'isolation

Le fournisseur du système d'isolation est tenu de fournir des informations détaillées sur les caractéristiques du système d'isolation:

- a) le type de système d'isolation;
- b) les matériaux du système d'isolation;
- c) le poids du système d'isolation;
- d) les caractéristiques de mise à niveau;
- e) la raideur statique des isolateurs;
- f) les forces de gravité maximale et minimale (exprimées en newtons) dans les conditions de fonctionnement de la machine;
- g) les dimensions, la structure, la masse, l'emplacement et l'orientation du système d'isolation (par exemple sous forme de dessin) et comprenant toute structure intermédiaire;
- h) tout vieillissement des isolateurs en fonction de la charge et du temps;
- i) les exigences particulières pour les systèmes pneumatiques;
- j) les matériaux de l'isolateur résistant aux produits chimiques, à la lumière solaire et à l'huile;
- k) les relations contrainte maximale par rapport à la déformation (caractéristiques non linéaires).

11.2 Comportement dynamique

Le fournisseur doit décrire le comportement dynamique du système d'isolation en translation et en rotation, en termes de raideur dynamique. Les conditions de l'environnement et le taux de charge au moment de l'acquisition des données de déformation en charge doivent être décrits et les tolérances doivent être indiquées. Comme alternative, le fournisseur peut toutefois, si cela est nécessaire, décrire le comportement dynamique en termes de facteur de transmission dans une configuration d'essai décrite de manière détaillée. Le comportement dynamique peut être lié à des variations des paramètres d'entrée suivants:

- a) la réponse en fréquence en fonction de la charge;
- b) l'amplitude;

- c) la température;
- d) l'amortissement: la raideur dynamique et l'amortissement pour la direction (pour les détails sur l'orientation et le domaine de fréquence utile, voir l'ISO 10846-1, l'ISO 10846-2 et l'ISO 10846-3).

Le fournisseur doit décrire l'efficacité de l'isolation dans les trois directions principales, en indiquant les fréquences applicables et la résonance interne.

11.3 Durabilité

Le fournisseur doit donner des informations sur la durabilité et sur les changements anticipés des caractéristiques physiques au cours de la vie du matériau, telles que:

- a) la limite d'endurance à des déformations et à des chocs répétés;
- b) les données de fluage (déformation permanente), le cas échéant, et la manière dont elles ont été obtenues;
- c) les effets de vieillissement dus à un stockage dans des environnements déterminés, prenant en compte les températures maximale et minimale;
- d) le déplacement maximal admissible avant qu'un dispositif de retenue soit requis.

11.4 Conditions de l'environnement

Le fournisseur doit fournir les informations suivantes concernant les isolateurs, afin d'assurer une utilisation correcte de ceux-ci:

- a) les températures limites supérieure et inférieure au-delà desquelles l'isolateur soumis à des charges nominales ne remplira pas correctement son rôle ou subira des modifications permanentes de ses caractéristiques;
- b) la capacité de l'isolateur à résister à la corrosion ou à des détériorations causées par des facteurs tels que l'humidité, l'eau, les embruns salés, les moisissures, l'ozone, les huiles, les carburants, les vapeurs corrosives, la lumière solaire;
- c) la capacité à fonctionner dans des conditions défavorables, par exemple dans une atmosphère chargée de sable ou de poussière;
- d) l'environnement de stockage acceptable.

11.5 Données de maintenance

Le fournisseur doit fournir des indications détaillées sur toutes les exigences concernant la maintenance, le contrôle périodique et l'entretien courant.

12 Lignes directrices pour la validation de l'efficacité de l'isolation

Normalement, le fournisseur des machines isolées ou des systèmes d'isolation a l'obligation contractuelle de prouver l'efficacité de l'isolation vibratoire après l'installation dans la structure périphérique de la source ou du récepteur proprement dit; il peut également être tenu de le faire en raison de la garantie. L'efficacité de l'isolation doit être évaluée selon une méthode expérimentale.

Lorsqu'il s'agit de machines fabriquées en série, une telle évaluation peut être effectuée dans les conditions nominales d'installation et ces informations peuvent être utilisées pour qualifier l'efficacité vibratoire après installation. Dans ce cas, le fabricant doit indiquer dans quelles conditions d'installation l'évaluation a été effectuée.

Les exigences suivantes s'appliquent si elles sont pertinentes:

- a) le mesurage et l'évaluation des vibrations doivent être effectués avant l'installation, par un spécialiste indépendant; ils doivent se faire à des emplacements de mesure déterminés et dans les conditions d'environnement et de fonctionnement prévues pour la future machine;
- b) après l'installation, des mesurages doivent être effectués aux mêmes emplacements et dans les mêmes conditions selon la méthode de mesurage spécifiée, le traitement et l'analyse des résultats définis;
- c) les emplacements et les résultats de mesurage doivent être consignés;
- d) les valeurs acceptables doivent être communiquées au fournisseur de la machine (ou au fournisseur du système isolé);
- e) les valeurs limites acceptées par le fournisseur doivent être notifiées dans un contrat;
- f) les valeurs mesurées doivent être comparées aux valeurs limites contractuelles.

Dans le cas de la correction d'une situation existante, il convient d'effectuer les mesurages dans les mêmes conditions qu'à l'Article 7, à des emplacements déterminés. Il convient que ces emplacements soient ceux des sujets gênés (position de l'opérateur ou de l'employé, plancher des bureaux, immeubles avoisinants, etc.).

Comme à l'Article 7, il convient de définir contractuellement des valeurs limites acceptables entre l'utilisateur et le fournisseur.

Une fois les corrections apportées, il convient d'effectuer des mesurages comme stipulé à l'Article 7. Il convient de comparer les résultats aux valeurs contractuelles.

Dans des situations plus complexes, des mesurages plus détaillés seront nécessaires.

Annexe A (informative)

Éléments pour l'isolation vibratoire

A.1 Objet de la présente annexe

La présente annexe informative a pour objectif d'aider l'utilisateur à comprendre les différents rôles des systèmes d'isolation. Ce n'est pas une étude exhaustive des systèmes d'isolation et elle ne doit pas servir de guide pour choisir un système d'isolation.

A.2 Ressorts

A.2.1 Généralités

Les ressorts sont utilisés comme supports élastiques de machines isolant des vibrations et des chocs: ce sont des éléments de construction à déformation essentiellement élastique. Les ressorts parfaits, au sens théorique, ne peuvent être réalisés effectivement, puisque chaque ressort possède une certaine masse et un certain amortissement. Tandis que pour le calcul des vibrations dans le domaine de fréquences utile indiqué dans la présente partie de l'ISO 2017, la masse du ressort peut être négligée, l'amortissement dépend, dans une large mesure, du matériau constitutif du ressort.

A.2.2 Ressorts en élastomère

De par leur déformabilité élastique et leur faible module de Young, les élastomères sont des matériaux qui conviennent bien pour les ressorts. Comparés aux ressorts métalliques, les ressorts en élastomère possèdent un amortissement supérieur.

Les caractéristiques de déformation comme la raideur et l'amortissement dépendent du choix du matériau de base et des composants de l'assemblage de matériaux, ainsi que de la forme du ressort. Elles sont aussi affectées par les conditions environnementales telles que la température. Le vieillissement à long terme dépend en grande partie de la composition du matériau. Le matériau présente des caractéristiques viscoélastiques.

Normalement, la raideur statique et la raideur dynamique de ressorts en élastomère se distinguent l'une de l'autre, la raideur dynamique étant plus grande que la raideur statique. Il convient de ne calculer les fréquences propres du système isolé qu'à partir de la raideur dynamique. En utilisant des ressorts en élastomère, des fréquences propres verticales de 6 Hz à 20 Hz peuvent être obtenues.

En général, la courbe de déformation en charge des ressorts en élastomère est non linéaire, mais elle peut être linéarisée en pratique pour la charge de service.

Les facteurs suivants jouent un rôle important au niveau de la capacité de charge et de la durabilité des ressorts en élastomère:

- a) les matériaux, les additifs et la dureté;
- b) la conception du ressort;
- c) la charge statique et la charge dynamique;
- d) l'amplitude des vibrations et la fréquence du système vibrant.

Grâce à leur conception flexible, à leur fixation à des pièces métalliques et aux nombreux mélanges de matériaux possibles, ces ressorts peuvent s'adapter à un large éventail d'applications.

Les ressorts en élastomère peuvent être utilisés soit séparément, soit en multiples plaques ou coussinets.

La conception précise des ressorts en élastomère est déterminée par le type de charge (forces de compression, efforts de cisaillement, couples de torsion, couples de flexion ou combinaison de ces divers facteurs). La Figure A.1 présente quelques exemples de ressorts en élastomère.

Pour de fortes charges de compression réparties, des ressorts en élastomère sous forme de plaques ou de coussinets sont couramment utilisés. Pour ces applications, les fréquences propres verticales sont normalement supérieures à 12 Hz.

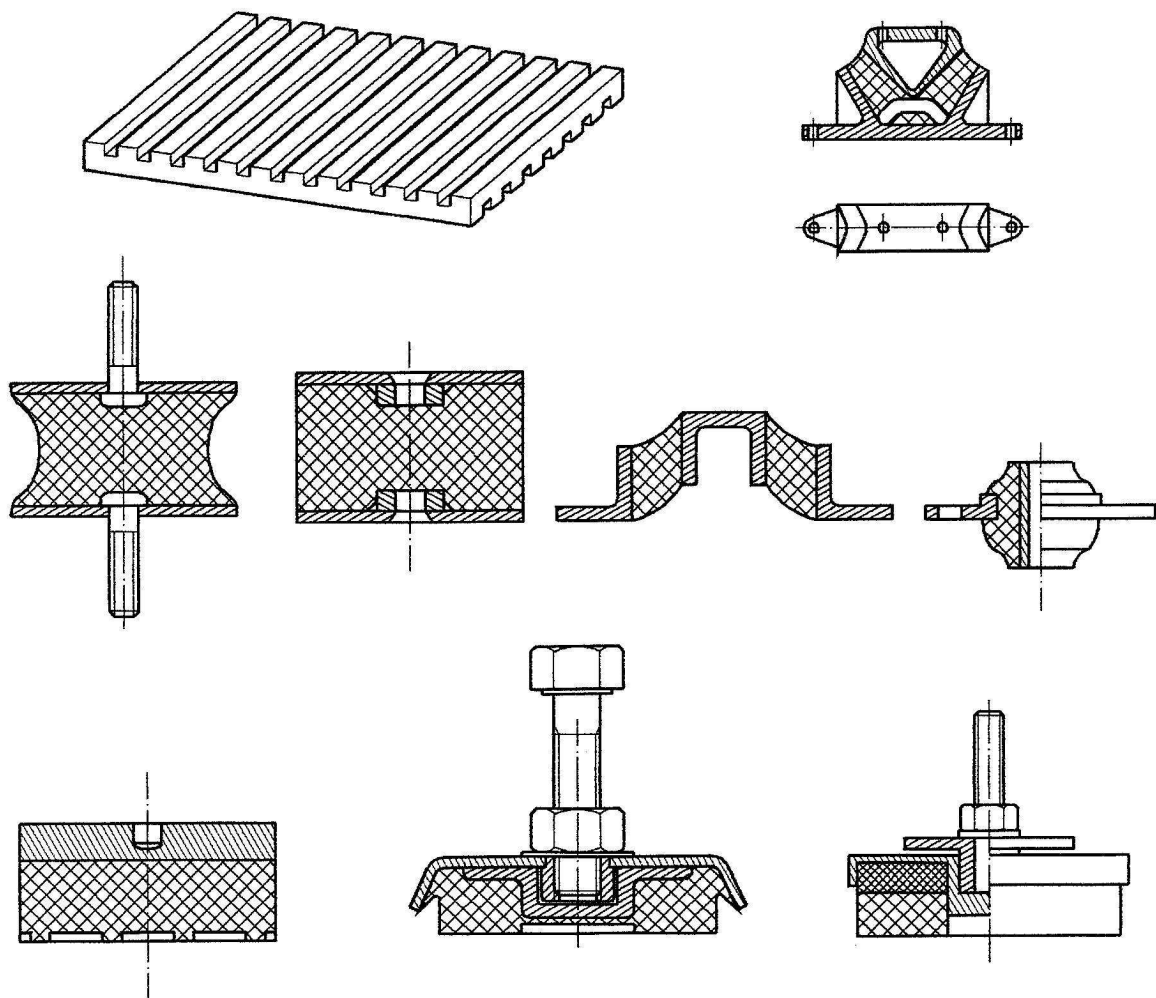


Figure A.1 — Exemples de ressorts en élastomère

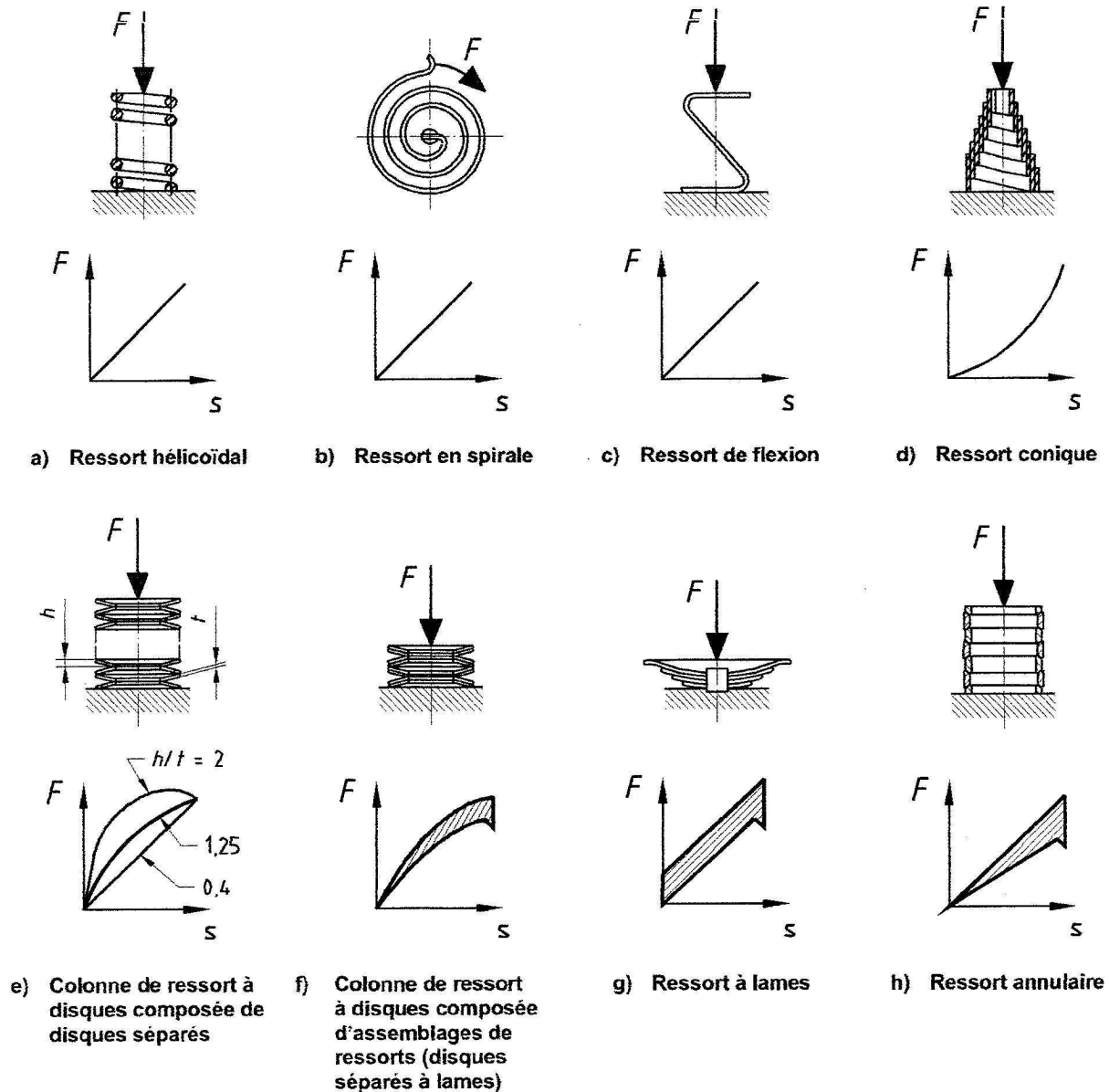
A.2.3 Ressorts métalliques

Les ressorts métalliques ne sont pas sensibles aux grands écarts de température et résistent à la plupart des substances organiques.

Ce sont des ressorts métalliques qui sont utilisés de préférence pour l'isolation vibratoire des machines: ils sont fabriqués spécialement en acier pour cette application et se présentent sous la forme de fils, de plaques et de barres spécialement prévus à cet effet. Il n'y a pas de différence significative entre la raideur statique et

la raideur dynamique des ressorts métalliques. Selon le type et la conception du ressort, la courbe de déformation en charge peut être linéaire, ascendante ou descendante. En utilisant des ressorts métalliques, des fréquences propres verticales de 1,5 Hz à 8 Hz peuvent être obtenues. Les ressorts métalliques ont la faculté d'emmagasiner une énergie de déformation élevée avec des amplitudes de flexion importantes. Leurs caractéristiques élastiques ne varient pas avec le temps.

La Figure A.2 présente des exemples de ressorts métalliques de divers types et leurs courbes de déformation en charge.



Légende

- F charge
- s flexion dans la direction de la charge F
- h et t dimensions

NOTE Les zones hachurées indiquent l'hystérésis due à l'amortissement à friction.

Figure A.2 — Ressorts métalliques et leurs courbes de déformation en charge (caractéristiques)

Le ressort hélicoïdal de compression est le ressort métallique généralement utilisé pour l'isolation vibratoire des machines. Grâce à ses caractéristiques de déformation en grande partie linéaires (courbe de déformation en charge) et au vaste choix de niveaux de raideurs disponibles, pour tous les axes, ce type de ressort est particulièrement adapté à une utilisation dans les fixations résilientes de la plupart des machines.

Il est possible de faire varier, dans une large mesure, le coefficient d'élasticité transversale ou horizontale d'un ressort hélicoïdal de compression par rapport au coefficient d'élasticité verticale, en choisissant pour le ressort les dimensions adéquates.

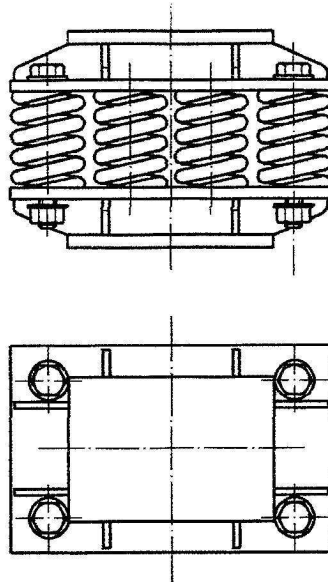


Figure A.3 — Modèle à ressort typique, réalisé à partir de ressorts hélicoïdaux de compression

A.2.4 Ressorts pneumatiques

Un ressort pneumatique est, en principe, constitué d'un volume clos rempli de gaz et possédant des parois élastiques (voir Figure A.4). Lorsque la charge varie, il se déforme au niveau des parois élastiques, ce qui provoque un changement de volume et par-là même un changement de pression. Cela s'applique aux pistons dans des cylindres aussi bien qu'aux divers systèmes à soufflets proposés par les fabricants. Les caractéristiques de déformation des ressorts pneumatiques dépendent de l'équilibre entre la charge externe et la différence de pression entre les pressions interne et externe (par exemple l'atmosphère), multiplié par la surface utile dépendant du gaz utilisé. La raideur statique et la raideur dynamique peuvent différer l'une de l'autre.

Pour permettre un réglage de niveau, les ressorts pneumatiques sont livrés dans des configurations non réglables et réglables.

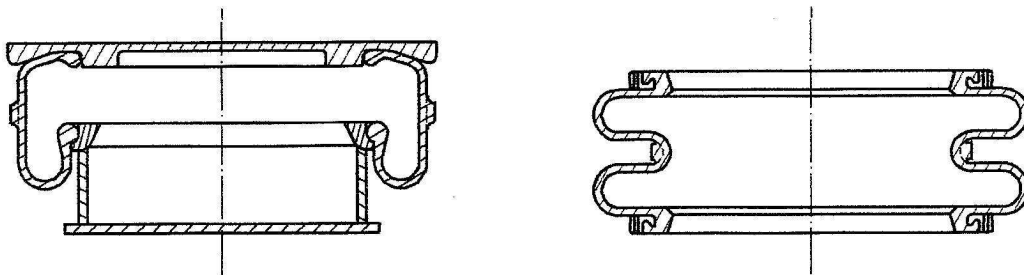


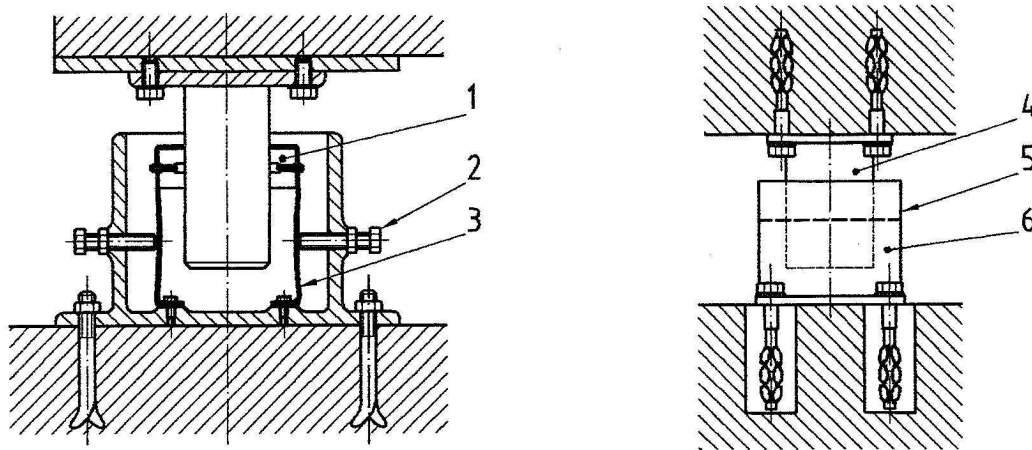
Figure A.4 — Exemples de ressorts pneumatiques

A.3 Amortisseurs

Les amortisseurs sont utilisés pour limiter les mouvements des systèmes à supports élastiques lorsqu'ils sont soumis à des résonances, dans le cas d'excitations périodiques, de chocs ou d'excitations aléatoires. Ils sont montés en parallèle avec les unités de ressorts et transforment l'énergie mécanique en chaleur.

On distingue les amortisseurs qui utilisent l'amortissement entre des corps rigides (amortisseurs à friction, voir Figure A.5) et les amortisseurs qui utilisent les échanges énergétiques en milieu liquide (amortisseurs liquides, voir Figure A.5) ou gazeux. Les caractéristiques de force-vitesse peuvent être rendues indépendantes de la vitesse, ascendantes, linéaires ou descendantes. Il convient de prêter attention au risque de problèmes de rayonnement acoustique de la structure lors de l'utilisation d'amortisseurs à friction.

Les principaux types d'amortisseurs pour l'isolation vibratoire des machines, utilisés conjointement avec des unités à ressort, sont les amortisseurs à liquide visqueux. Les amortisseurs visqueux sont particulièrement adaptés aux grandes amplitudes de vibrations, pour des basses à moyennes fréquences. Ils se composent d'une enveloppe, d'un milieu amortisseur et d'un piston. Le piston immergé dans le milieu amortisseur peut se déplacer dans toutes les directions (verticale et horizontale), imposées par l'enveloppe de l'amortisseur. L'amortisseur est donc en mesure de réduire les vibrations dans les six degrés de liberté.



Légende

- | | |
|--------------------------|------------------|
| 1 matériau de friction | 4 piston |
| 2 vis de réglage | 5 enveloppe |
| 3 ressort de compression | 6 milieu liquide |

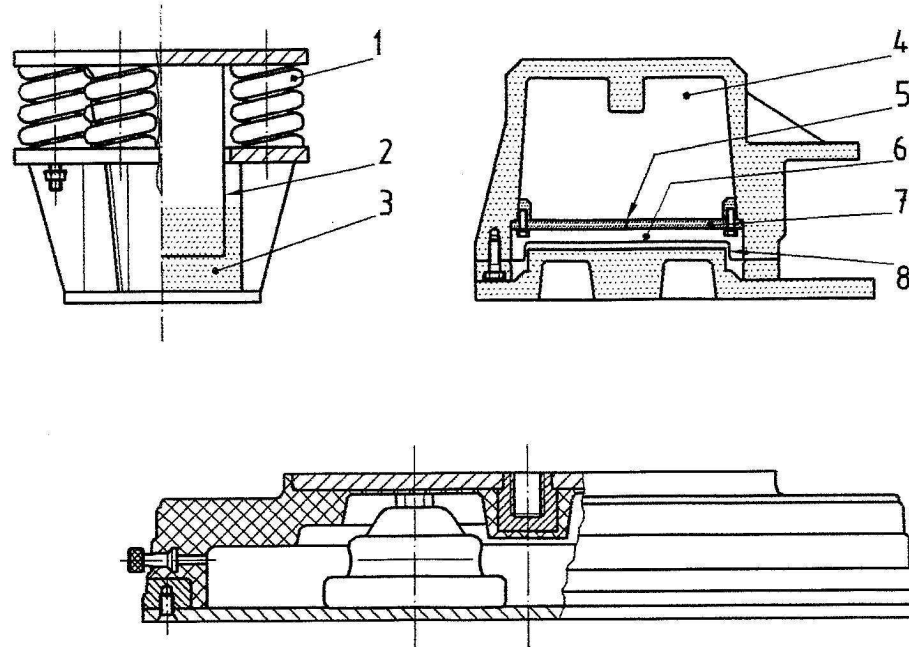
Figure A.5 — Principe d'un amortisseur à friction et d'un amortisseur visqueux

A.4 Combinaisons de ressorts et d'amortisseurs

Il est nécessaire que l'amortissement joue un rôle important dans le système d'isolation vibratoire soit sous la forme d'un amortissement par matériau, soit sous forme d'amortisseurs intégrés (voir Figure A.6):

- a) dans tous les cas où il est nécessaire d'éviter une augmentation de l'amplitude des vibrations en passant à travers des fréquences de résonance;
- b) pour la plupart des machines rotatives dont les conditions de fonctionnement sont susceptibles d'engendrer des forces de déséquilibre;
- c) pour l'amortissement de moments de torsion transitoires induits par court-circuit sur des machines électriques;

- d) pour la stabilisation de machines et de systèmes devant être montés de façon résiliente sur des fondations de masse inadéquate, pour des raisons techniques ou économiques;
- e) pour obtenir une décroissance rapide des vibrations causées par des chocs.



Légende

- | | |
|--------------------------|------------------------|
| 1 ressort | 5 perçage |
| 2 piston | 6 volume de charge |
| 3 liquide | 7 plaque intermédiaire |
| 4 volume d'amortissement | 8 membrane |

Figure A.6 — Combinaisons de ressorts et d'amortisseurs

A.5 Isolateurs vibratoires actifs

La présente partie de l'ISO 2017 ne traite que de l'isolation vibratoire à l'aide de systèmes passifs (ressorts et amortisseurs). Dans certains cas spéciaux, il est possible de réduire les vibrations en utilisant des amortisseurs vibratoires dynamiques ou des amortisseurs à masse active accordés.

Bibliographie

- [1] ISO 10846-1, *Acoustique et vibrations — Mesurage en laboratoire des propriétés de transfert vibro-acoustique des éléments élastiques — Partie 1: Principes et lignes directrices*
- [2] ISO 10846-2, *Acoustique et vibrations — Mesurage en laboratoire des propriétés de transfert vibro-acoustique des éléments élastiques — Partie 2: Raideur dynamique en translation des supports élastiques — Méthode directe*
- [3] ISO 10846-3, *Acoustique et vibrations — Mesurage en laboratoire des propriétés de transfert vibro-acoustique des éléments élastiques — Partie 3: Méthode indirecte pour la détermination de la raideur dynamique en translation des supports élastiques*
- [4] EN 1299, *Vibrations et chocs mécaniques — Isolation vibratoire des machines — Informations pour la mise en œuvre de l'isolation des sources*