

NORME INTERNATIONALE



2371

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION • МЕЖДУНАРОДНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ПО СТАНДАРТИЗАЦИИ • ORGANISATION INTERNATIONALE DE NORMALISATION

## Appareils pour l'équilibrage *in situ* – Description et caractéristiques

*Field balancing equipment – Description and evaluation*

Première édition – 1974-07-01

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

[ISO 2371:1974](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/170de8ef-95ab-43f2-b5b8-7045c6ae5547/iso-2371-1974)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/170de8ef-95ab-43f2-b5b8-7045c6ae5547/iso-2371-1974>

CDU 621.8.034

Réf. N° : ISO 2371-1974 (F)

Descripteurs : matériel d'équilibrage, matériel de chantier, spécification.

Prix basé sur 6 pages

## AVANT-PROPOS

L'ISO (Organisation Internationale de Normalisation) est une fédération mondiale d'organismes nationaux de normalisation (Comités Membres ISO). L'élaboration de Normes Internationales est confiée aux Comités Techniques ISO. Chaque Comité Membre intéressé par une étude a le droit de faire partie du Comité Technique correspondant. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec l'ISO, participent également aux travaux.

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.

La Norme Internationale ISO 2371 a été établie par le Comité Technique ISO/TC 108, *Vibrations et chocs mécaniques*, et soumise aux Comités Membres en juin 1971.

Elle a été approuvée par les Comités Membres des pays suivants :

Afrique du Sud, Rép. d'  
Allemagne  
Autriche  
Belgique  
Egypte, Rép. arabe d'

France  
Irlande  
Japon  
Nouvelle-Zélande  
Pays-Bas

ISO 2371:1974

Royaume-Uni

Suède

Suisse

U.R.S.S.

U.S.A.

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/170dc8ef-95ab-43f2-b5b8-7045c6a23547/iso-2371-1974>

Aucun Comité Membre n'a désapprouvé le document.

# Appareils pour l'équilibrage *in situ* – Description et caractéristiques

## 0 INTRODUCTION

Les Publications CEI 184, *Méthodes de spécification des caractéristiques relatives aux transducteurs électromécaniques destinés aux mesures de chocs et de vibrations*, et CEI 222, *Méthodes de spécification des caractéristiques relatives à l'équipement auxiliaire pour les mesures de chocs et de vibrations*, ont été prises en considération lors de la préparation de la présente Norme Internationale. Les éléments constituant le matériel et l'installation doivent remplir, lorsqu'il y a lieu, les conditions prescrites dans les Publications CEI correspondantes.

## 1 OBJET ET DOMAINE D'APPLICATION

La présente Norme Internationale formule des règles pour la description et l'indication des caractéristiques du matériel d'équilibrage *in situ*. Elle donne notamment les renseignements que doit fournir le fabricant du matériel pour permettre de déterminer l'aptitude de ce matériel à répondre aux exigences particulières de l'équilibrage *in situ*. Elle peut en outre aider l'utilisateur à spécifier ses exigences au fabricant.

La présente Norme Internationale est applicable aux équipements portatifs d'équilibrage *in situ* donnant les renseignements utiles pour la détermination de la grandeur du déséquilibre et de son angle dans un ou plusieurs plans.

Elle ne s'applique pas au matériel normal de mesurage des vibrations et ne spécifie aucun critère d'équilibrage admissible.

## 2 DÉFINITION

Dans le cadre de la présente Norme Internationale, la définition suivante est applicable :

**équilibrage *in situ*** : Procédé d'équilibrage par lequel on équilibre un rotor, dans ses propres paliers, sans utiliser de machine à équilibrer. Dans ces conditions, les données nécessaires à la réalisation de l'équilibrage proviennent de mesures de forces ou de mouvements vibratoires de la structure support et/ou du rotor, causées par un déséquilibre de ce dernier.

## 3 DESCRIPTION DU MATÉRIEL

3.1 Une description des principes de fonctionnement doit être donnée par tous les principaux éléments suivants du matériel et de l'installation.

3.1.1 Capteur (mécanique, électrodynamique, piézoélectrique, sismique, magnétostrictif, à proximité, etc.).

3.1.2 Filtre (à résonance mécanique, à réseaux actifs ou passifs, wattmétrique, etc.).

3.1.3 Indicateur d'amplitude (mécanique, électromécanique, optique, électronique, etc.).

3.1.4 Indicateur d'angle (mécanique, électrique, stroboscopique, optique, électronique, etc.).

3.1.5 Indicateur de fréquence (vitesse) – (à résonance mécanique, électromécanique, électronique, etc.).

3.1.6 Autres dispositifs spéciaux (séparateur de plans, étalonneur, analyseur de vibrations, etc.).

3.2 Une description physique de l'installation indiquant les dimensions, la masse, la puissance requise et sa consommation doit être donnée. S'il est nécessaire d'avoir une source de puissance extérieure, la tension de la source, sa ou ses gammes de fréquences et son nombre de phases, pour lesquelles le matériel remplit les conditions de fonctionnement spécifiées, doivent être précisées. Si le matériel peut fonctionner avec différentes sources de puissance, la méthode de passage de l'une à l'autre doit être décrite.

3.3 Si une alimentation en tension spécialement stabilisée est nécessaire, le taux de stabilisation nécessaire doit être précisé et les recommandations sur la méthode la plus efficace pour obtenir cette stabilisation doivent être données.

3.4 Pour les matériels fonctionnant sur batteries, doivent être indiqués la force électromotrice de la batterie, sa capacité (en ampère-heures), sa durée de service, les moyens d'essai et, s'il y a lieu, les moyens de recharge.

## 4 DESCRIPTION DES MODES OPÉRATOIRES

### 4.1 Fonctionnement de l'installation

Les modes opératoires types doivent être décrits de manière à illustrer clairement le fonctionnement du matériel. La description doit porter sur les points suivants :

**4.1.1** La mise en place du matériel, y compris tous les moyens de fixation et de réglage préparatoires nécessaires à la réalisation de l'équilibrage.

**4.1.2** Les méthodes de détermination de la grandeur et de l'emplacement des masses de compensation d'après les valeurs mesurées, telles que

- a) séparation de plans et étalonnage subséquent;
- b) évaluation graphique et trigonométrique;
- c) méthode au moyen d'ordinateur.

**4.1.3** Les moyens de vérification et d'étalonnage du matériel.

## 5 LIMITES DE FONCTIONNEMENT DE L'INSTALLATION

Les spécifications suivantes, définissant les limites de fonctionnement de l'installation, doivent être données.

**5.1** Gamme de vitesse de rotation.

**5.2** Gamme d'intensité de vibration (déplacement, vitesse ou accélération)(valeur de crête, valeur efficace, valeur moyenne, etc.).

Indiquer si la gamme d'amplitude dépend de la gamme de vitesses.

**5.3** Justesse et fidélité (répétabilité) de l'amplitude indiquée dans les gammes de vitesses de rotation et d'amplitudes de fonctionnement.

**5.4** Justesse (y compris le retard de phase) et fidélité (répétabilité) de l'angle indiqué par rapport à une certaine référence dans les gammes de vitesses de rotation et d'amplitudes de fonctionnement.

**5.5** Le fabricant doit indiquer l'étendue des facteurs d'environnement dans laquelle le matériel peut atteindre les performances garanties, par exemple :

- a) température;
- b) vibrations extérieures;
- c) champs magnétiques;
- d) champs sonores;
- e) intensités lumineuses;
- f) variations de la puissance d'alimentation;
- g) longueur de câble;
- h) conditions climatiques tropicales.

NOTE — Les limites de fonctionnement intéressent à la fois le capteur et les indicateurs.

**5.6** Lorsqu'il y a lieu, les valeurs extrêmes des facteurs données en 5.5, auxquelles le matériel peut être utilisé sans subir de dommage permanent, doivent être spécifiées.

## 6 FONCTIONNEMENT DES ÉLÉMENTS

Les caractéristiques mécaniques et électriques des éléments de l'appareillage doivent être données, y compris, le cas échéant, les suivantes :

### 6.1 Capteur de vibrations

**6.1.1** Indiquer la gamme de fréquences de fonctionnement du capteur dans les limites de sensibilité spécifiées. Énumérer les facteurs influant sur la sensibilité, par exemple :

- a) surface de montage et finition;
- b) moyens de fixation du capteur tels que mordaches, douilles magnétiques, consoles, etc.;
- c) longueur et caractéristiques des câbles de raccordement.

**6.1.2** Indiquer la sensibilité du capteur, en grandeur de sortie par unité de déplacement, de vitesse ou d'accélération (par exemple,  $\frac{mV}{mm/s}$ ).

NOTE Indiquer, dans le cas des capteurs de proximité, les conditions de montage et l'influence du matériel environnant.

**6.1.3** Indiquer la gamme d'amplitudes du capteur correspondant aux limites spécifiées du rapport signal d'entrée/signal de sortie. Si la gamme d'amplitudes est fonction de la fréquence, cette gamme peut être représentée sur un graphique.

**6.1.4** Indiquer la sensibilité maximale transversale du capteur et sa directivité, exprimer cette grandeur en pourcentage de la sensibilité nominale dans la gamme de fréquences spécifiée.

**6.1.5** Donner les fréquences propres du capteur.

**6.1.6** Si nécessaire, préciser le pourcentage d'amortissement critique et la méthode d'amortissement (huile, air, magnétisme).

**6.1.7** Indiquer les valeurs limites de choc et de vibration sur les trois axes principaux, auxquelles peut être soumis le capteur sans que son fonctionnement en soit perturbé.

**6.1.8** Spécifier les dimensions, la masse, et la masse utile du capteur.

**6.1.9** Décrire en détail les moyens de fixation du capteur sur le rotor ou sur sa structure support, sans oublier les limites d'orientation du capteur par rapport à l'axe de gravité.

**6.1.10** Indiquer le sens de l'axe principal de sensibilité par rapport à la surface de montage.

**6.1.11** Décrire les caractéristiques d'alimentation, si le capteur n'est pas du type à auto-alimentation.

**6.1.12** Indiquer les précautions à prendre *in situ*, en mentionnant l'appareillage de protection nécessaire pour obtenir un fonctionnement satisfaisant, dans les conditions extrêmes d'environnement suivantes :

- a) température;
- b) humidité;
- c) poussière;
- d) substances corrosives;
- e) champs acoustiques des bruits aériens;
- f) champs magnétiques;
- g) risques d'explosions;
- h) huile;
- i) pression atmosphérique;
- j) masses métalliques environnantes.

**6.1.13** Indiquer l'impédance électrique du capteur.

**6.1.14** Si le capteur comprend un dispositif de couplage isolant pour éviter l'intervention des courants telluriques, indiquer les effets correspondants sur ses caractéristiques.

## 6.2 Indicateur d'amplitude

**6.2.1** Décrire le type de l'indicateur d'amplitude (à lecture analogique ou numérique). Indiquer, si nécessaire, l'ensemble des gammes d'amplitudes pouvant être choisies par l'opérateur, les moyens de sélection, et les longueurs et divisions de l'échelle de l'indicateur.

**6.2.2** Le fabricant doit indiquer l'amplitude du bruit pouvant être supporté par le matériel pour une variation donnée de l'indication d'amplitude, par rapport à l'amplitude du signal de la vitesse de rotation. Cette indication doit au moins porter sur la vitesse de rotation donnant les résultats les moins bons dans la gamme de vitesses donnée en 5.1. Cette indication s'applique au bruit à des fréquences supérieures et inférieures à la fréquence du signal de la vitesse de rotation. À titre d'exemple, voir annexe B.

**6.2.3** Spécifier les caractéristiques suivantes du filtre :

- a) gammes et moyens de réglage par l'opérateur des fréquences de coupure nominales maximale et minimale (ou fréquences centrales);
- b) largeur de bande du filtre mesurée à des niveaux spécifiés d'atténuation, exprimée en pourcentage de la fréquence centrale (pour les filtres à largeur de bande à pourcentage constant) ou en unités de fréquence (pour les filtres à largeur de bande constante);

c) atténuation du filtre à une octave ou plus de la fréquence de coupure (ou de la fréquence centrale) exprimée en décibels par rapport à la réponse de la bande passante (ou de la bande de crête);

d) discontinuités éventuelles des caractéristiques de rejet.

**6.2.4** La méthode d'étalonnage du système indicateur utilisé avec un capteur donné doit être décrite.

**6.2.5** Indiquer, pour l'étalonnage, l'énergie électrique nécessaire pour obtenir l'ensemble des indications de l'indicateur d'amplitude, dans la gamme la plus sensible.

**6.2.6** Indiquer l'impédance d'entrée de l'indicateur d'amplitude.

## 6.3 Générateur de référence d'angle

Donner, le cas échéant, les caractéristiques mécaniques et électriques mentionnées de 6.1.1 à 6.1.14. Fournir les renseignements applicables aux conditions spéciales de fonctionnement précis et sûr de l'installation, tels que :

- a) lumière ambiante ou degré de contraste, s'il y a lieu;
- b) raccordements spéciaux au rotor;
- c) fixations ou modifications nécessaires sur le rotor.

## 6.4 Indicateur d'angle

**6.4.1** Décrire les moyens d'adaptation de l'indicateur d'angle sur les générateurs spéciaux de référence d'angle.

**6.4.2** Le fabricant doit indiquer l'amplitude du bruit pouvant être supporté par le matériel pour une variation donnée de l'indication d'angle, par rapport à l'amplitude du signal de la vitesse de rotation. Cette indication doit au moins porter sur la vitesse de rotation donnant les résultats les moins bons dans la gamme de vitesses donnée en 5.1. Cette indication s'applique au bruit à des fréquences supérieures et inférieures à la fréquence du signal de la vitesse de rotation. À titre d'exemple, voir annexe B.

**6.4.3** Indiquer la gamme des caractéristiques du signal d'entrée pour un fonctionnement dans les limites de précision spécifiées.

**6.4.4** Indiquer l'impédance d'entrée de l'indicateur d'angle.

**6.4.5** Donner, de façon assez détaillée, toute autre donnée permettant d'évaluer la précision et l'aptitude à l'emploi pour l'équilibrage *in situ*, telle que :

- a) type de l'indication d'angle (par exemple : lumière stroboscopique, indicateur, oscilloscope ou autres);
- b) intensité lumineuse à une distance donnée aux extrémités de la gamme de fréquences;
- c) durée moyenne de vie des lampes stroboscopiques;

d) longueurs de l'échelle et méthode de choix des gammes de longueur;

e) description des techniques ou interprétations spéciales à suivre par l'opérateur pour obtenir cette donnée, si l'indication d'angle ne s'obtient pas directement.

NOTE — Pour les installations combinant l'indicateur d'amplitude et l'indicateur d'angle, décrire le fonctionnement et les caractéristiques de l'ensemble.

## 7 CARACTÉRISTIQUES SPÉCIALES FACILITANT L'ÉQUILIBRAGE

### 7.1 Indicateur de vitesse de rotation

Le dispositif indicateur de vitesse de rotation (à lecture analogique ou numérique) doit être décrit. La totalité des gammes de fonctionnement, les moyens de sélection des

gammes, ainsi que la longueur et les divisions de l'échelle de l'indicateur doivent être indiqués. On doit donner l'écart de la répétabilité de la vitesse de rotation indiquée par rapport à la vitesse réelle, soit sous forme d'une erreur constante, soit, si c'est faisable, sous forme d'un pourcentage limite, dans la gamme nominale des conditions limites d'amplitude du signal d'entrée.

### 7.2 Dispositifs auxiliaires d'équilibrage

Les dispositifs d'équilibrage auxiliaires au matériel d'équilibrage *in situ* destinés à compenser un déséquilibre initial, à annuler les effets transversaux et à convertir les indications d'amplitude et de phase en grandeur et angle de déséquilibre doivent être décrits. On doit donner suffisamment de détails sur chaque réseau pour permettre d'évaluer l'utilité relative de ces dispositifs.

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

ISO 2371:1974

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/170de8ef-95ab-43f2-b5b8-7045c6ae5547/iso-2371-1974>

## ANNEXE A

## FORMATION DE L'OPÉRATEUR

L'usage à bon escient du matériel pour effectuer un équilibrage requiert, d'un personnel ayant un bagage technique et pratique donné, une formation d'étendue suffisamment générale.

La nature de la formation à donner à l'opérateur doit être décrite (Enseignement théorique, exercices pratiques, documentation).

- 1) Le principe de fonctionnement du matériel et sa conception.
- 2) Installation et réglage du matériel, par exemple :
  - a) mise en service des différents appareils sur le rotor et/ou sa structure support (montage des capteurs, repérage de phase, fixation du générateur indicateur de référence, etc.);
  - b) mise en service et réglage du matériel d'équilibrage (réglage des filtres, gammes de réglage, réglage du séparateur de plans, etc.);
  - c) détermination de la grandeur et de l'angle du déséquilibre à partir des valeurs mesurées telles que :
    - distance des plans et étalonnage correspondant;
    - constructions graphiques et trigonométrie (évaluation graphique, calcul trigonométrique).

lecture directe du séparateur de plan et des réseaux d'étalonnage, etc.).

- 3) Méthodes de contrôle de l'appareil après équilibrage, nécessaires pour s'assurer de la précision de l'étalonnage et de l'évaluation des distances de plan de correction.
- 4) Modes opératoires pour les revisions destinées à l'entretien et à la maintenance de l'appareil, méthodes d'étalonnage *in situ* et en laboratoire, remplacement d'éléments, moyens de dépannage et autres informations utiles pour un fonctionnement sûr et normal.

En outre, sur demande de l'acquéreur, le fabricant doit mentionner les facilités qu'il peut offrir quant à la formation générale des opérateurs, ce qui comporte en particulier :

- 1) La théorie de l'équilibrage, les méthodes pour résoudre les problèmes d'équilibrage (corrections et erreurs, calcul vectoriel, résolutions graphiques) et méthodes de détermination du déséquilibre résiduel.
- 2) La pratique courante de l'équilibrage *in situ*, telle que : position des capteurs, réduction des vibrations parasites, choix des poids de correction, mise en évidence des problèmes de vibrations ne relevant pas de l'équilibrage, moyens utilisés pour apporter des corrections de poids permanentes, etc.).

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/170de8ef-95ab-43f2-b5b8-7045c6ae5547/iso-2371-1974>

ANNEXE B

CARACTÉRISTIQUES D'INTERFÉRENCE EN SURCHARGE

L'utilité des appareils pour l'équilibrage *in situ* (comme de tout ensemble d'instruments) peut être limitée par les valeurs relatives du signal cyclique recherché (dû à la présence d'un balourd) et d'une interférence (due, par exemple, à la surcharge de l'ensemble électronique). L'utilisation efficace de ces appareils n'est pas possible à une valeur donnée du rapport du signal d'interférence au signal recherché. Il est donc souhaitable de connaître ce rapport (en fonction de la vitesse sur la gamme de fonctionnement des appareils) pour évaluer cette gamme de fonctionnement.

La figure donne les courbes du rapport d'interférence en fonction du signal de vitesse de rotation de trois systèmes (en fonction de la vitesse) pour une variation de 10 % de l'amplitude ou de l'indication d'angle.

Le meilleur système est celui qui donne le rapport le plus élevé des fréquences d'interférence observées. Parmi les exemples de la figure, c'est le système A qui donne les mesures les plus précises en présence d'interférences de fréquences supérieures à 1,6 fois ou inférieures à 0,7 fois la vitesse de rotation puisque le rapport maximal admissible d'interférence du système A est plus grand dans cette gamme de vitesses que les rapports correspondants des systèmes B et C. Si les interférences se produisent à des fréquences comprises entre 0,7 fois et 1,6 fois la vitesse de rotation, c'est le système B qui offre les caractéristiques les plus satisfaisantes. A toutes les fréquences, enfin, c'est le système C qui présente les moins bonnes caractéristiques de filtration; le rapport maximal admissible est relativement faible quelles que soient les fréquences, et notamment aux harmoniques impairs de la vitesse de rotation.

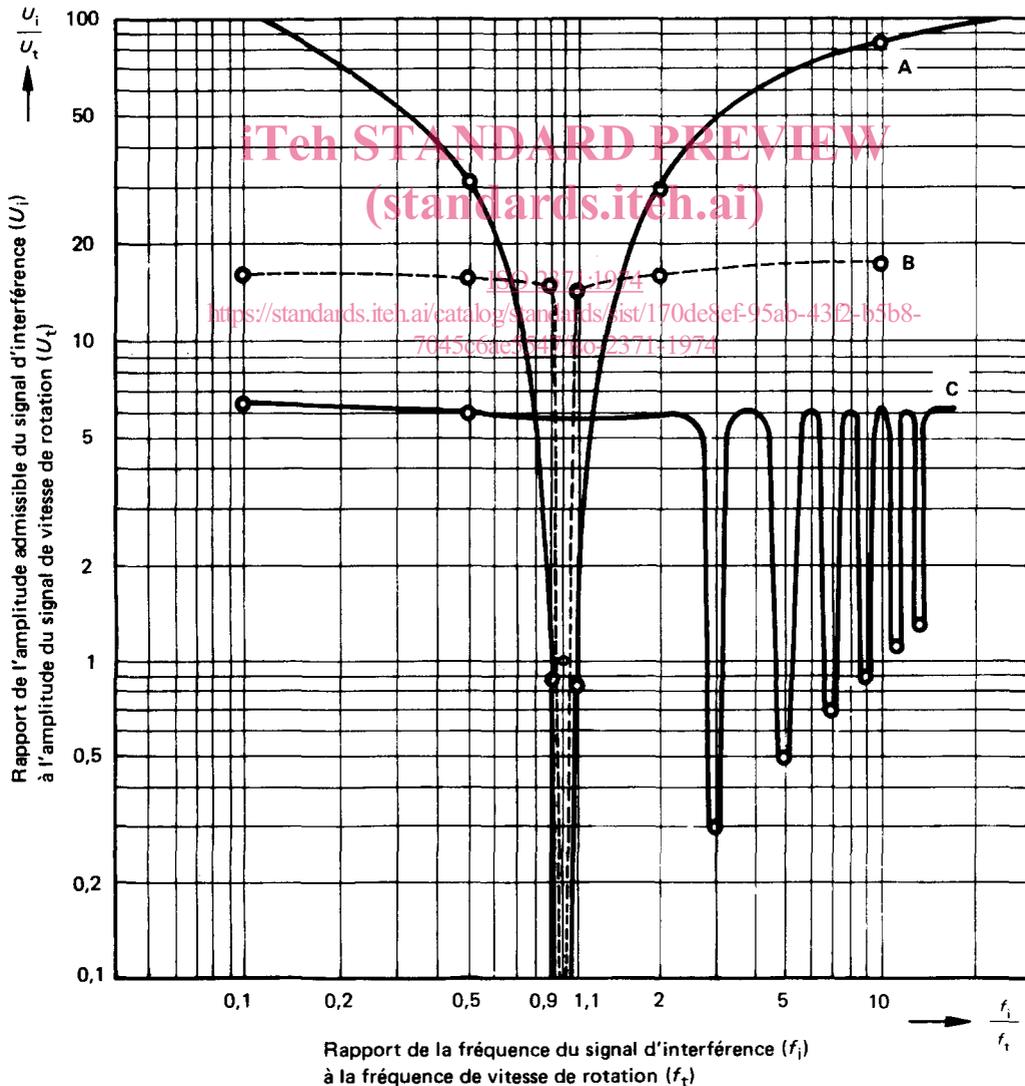


FIGURE — Signal d'interférence maximal admissible pour une variation d'amplitude de 10 % (variation de 10° de l'indication d'angle)