
**Caoutchouc vulcanisé ou
thermoplastique — Détermination de
la résilience de rebondissement**

*Rubber, vulcanized or thermoplastic — Determination of rebound
resilience*

Sample Document

get full document from standards.iteh.ai



Numéro de référence
ISO 4662:2017(F)

© ISO 2017

Sample Document

get full document from standards.iteh.ai



DOCUMENT PROTÉGÉ PAR COPYRIGHT

© ISO 2017, Publié en Suisse

Droits de reproduction réservés. Sauf indication contraire, aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie, l'affichage sur l'internet ou sur un Intranet, sans autorisation écrite préalable. Les demandes d'autorisation peuvent être adressées à l'ISO à l'adresse ci-après ou au comité membre de l'ISO dans le pays du demandeur.

ISO copyright office
Ch. de Blandonnet 8 • CP 401
CH-1214 Vernier, Geneva, Switzerland
Tel. +41 22 749 01 11
Fax +41 22 749 09 47
copyright@iso.org
www.iso.org

Sommaire

Page

Avant-propos.....	v
Introduction.....	vi
1 Domaine d'application	1
2 Références normatives	1
3 Termes et définitions	1
4 Principe	2
5 Méthode du pendule	2
5.1 Appareillage.....	2
5.1.1 Généralités.....	2
5.1.2 Dispositif oscillant.....	3
5.1.3 Système permettant de suivre le mouvement du marteau.....	3
5.1.4 Porte-éprouvette.....	4
5.1.5 Contrôle de température.....	4
5.1.6 Ajustage du dispositif oscillant.....	5
5.2 Éprouvettes.....	7
5.2.1 Préparation.....	7
5.2.2 Dimensions.....	7
5.2.3 Mesurage dimensionnel.....	7
5.2.4 Nombre d'éprouvettes.....	7
5.2.5 Intervalle de temps entre le formage et l'essai.....	7
5.2.6 Conditionnement.....	8
5.3 Température d'essai.....	8
5.4 Mode opératoire.....	8
5.4.1 Conditionnement thermique et montage de l'éprouvette.....	8
5.4.2 Conditionnement mécanique de l'éprouvette.....	8
5.4.3 Mesurage de la résilience de rebondissement.....	8
5.4.4 Calcul et expression des résultats.....	9
5.5 Fidélité.....	9
5.6 Rapport d'essai.....	9
6 Méthode du tripsomètre	10
6.1 Appareillage.....	10
6.1.1 Généralités.....	10
6.1.2 Pendule.....	11
6.1.3 Système permettant de suivre le mouvement du disque.....	11
6.1.4 Porte-éprouvette.....	12
6.1.5 Contrôle de température.....	14
6.1.6 Ajustage du dispositif oscillant.....	15
6.2 Éprouvettes.....	17
6.2.1 Préparation.....	17
6.2.2 Dimensions.....	17
6.2.3 Mesurage des dimensions.....	17
6.2.4 Nombre d'éprouvettes.....	17
6.2.5 Intervalle de temps entre le formage et l'essai.....	17
6.2.6 Conditionnement.....	17
6.3 Température d'essai.....	18
6.4 Mode opératoire.....	18
6.4.1 Conditionnement thermique et montage de l'éprouvette.....	18
6.4.2 Conditionnement mécanique de l'éprouvette.....	18
6.4.3 Mesurage.....	18
6.4.4 Calcul et expression des résultats.....	18
6.5 Fidélité.....	19
6.6 Rapport d'essai.....	19

Annexe A (informative) Utilisation d'éprouvettes non normalisées	21
Annexe B (informative) Conceptions de montage d'essai	24
Annexe C (informative) Système de montage du disque du tripsomètre	25
Annexe D (informative) Fidélité	27
Annexe E (informative) Méthode de calcul pour la vitesse d'impact du tripsomètre	31
Bibliographie	34

Sample Document

get full document from standards.iteh.ai

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 (IEC) en ce qui concerne la normalisation électrotechnique.

Les procédures utilisées pour élaborer le présent document et celles destinées à sa mise à jour sont décrites dans les Directives ISO/IEC, Partie 1. Il convient, en particulier de prendre note des différents critères d'approbation requis pour les différents types de documents ISO. Le présent document a été rédigé conformément aux règles de rédaction données dans les Directives ISO/IEC, Partie 2 (voir www.iso.org/directives).

L'attention est attirée 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. Les détails concernant les références aux droits de propriété intellectuelle ou autres droits analogues identifiés lors de l'élaboration du document sont indiqués dans l'Introduction et/ou dans la liste des déclarations de brevets reçues par l'ISO (voir www.iso.org/brevets).

Les appellations commerciales éventuellement mentionnées dans le présent document sont données pour information, par souci de commodité, à l'intention des utilisateurs et ne sauraient constituer un engagement.

Pour une explication de la nature volontaire des normes, la signification des termes et expressions spécifiques de l'ISO liés à l'évaluation de la conformité, ou pour toute information au sujet de l'adhésion de l'ISO aux principes de l'Organisation Mondiale du Commerce (OMC) concernant les Obstacles Techniques au Commerce (OTC), voir le lien suivant: www.iso.org/iso/fr/avant-propos.html

Le présent document a été élaboré par le comité technique ISO/TC 45, *Élastomères et produits à base d'élastomères*, sous-comité SC 2, *Essais et analyses*.

Cette quatrième édition annule et remplace la troisième édition (ISO 4662:2009), qui a fait l'objet d'une révision technique afin d'ajouter le calcul de la vitesse d'impact pour la méthode du tripsomètre ([Annexe E](#)). Elle incorpore également le Rectificatif technique ISO 4662:2009/Cor.1:2010.

Introduction

Lorsqu'un caoutchouc est déformé, un apport d'énergie est mis en jeu dont une partie est restituée lorsque le caoutchouc reprend sa forme initiale. Cette partie de l'énergie qui n'est pas rendue sous forme d'énergie mécanique est dissipée sous forme de chaleur dans le caoutchouc.

Le rapport de l'énergie rendue à l'énergie appliquée est appelé la résilience. Lorsque la déformation est une indentation due à un impact unique, ce rapport est appelé la résilience de rebondissement.

La valeur de la résilience de rebondissement pour un matériau donné n'est pas une quantité fixe, mais varie avec la température, la distribution de la déformation (déterminée par le type et les dimensions du pénétrateur et de l'éprouvette), la vitesse de déformation (déterminée par la vitesse du pénétrateur), l'énergie de déformation (déterminée par la masse et la vitesse du pénétrateur) et l'historique de déformation. L'historique de déformation est particulièrement important dans le cas de polymères renforcés pour lesquels l'effet de diminution de la contrainte nécessite un conditionnement mécanique.

Cette variation de la résilience avec les conditions est une propriété inhérente aux polymères dont l'évaluation complète n'est par conséquent possible que si les essais sont effectués sur une vaste gamme de conditions. Les facteurs décrits peuvent avoir une influence quantitative différente sur la résilience. Alors que la température peut sévèrement affecter la résilience à proximité des zones de transition du matériau soumis à essai, les facteurs liés au temps et à l'amplitude de l'indentation n'ont que des effets modérés et s'accommodent de marges de tolérance relativement larges.

Idéalement, il convient que la résilience de rebondissement soit mesurée sur une éprouvette dont la face arrière est adhésivée sur un support rigide afin d'éviter les pertes par frottement provoquées par le glissement au cours du choc. Du fait que l'utilisation d'éprouvettes adhésivées se révèle impossible dans de nombreuses applications, on utilise des éprouvettes non adhésivées. Les pertes par frottement sont évitées grâce à un système de fixation des éprouvettes.

Afin de se rapprocher de ces conditions idéales dans un montage d'essai pratique, des limites sont mises sur la dureté (voir l'ISO 48) du caoutchouc qui peut être soumis à essai: pour les matériaux les plus durs, afin d'éviter des exigences de rigidité inhabituelles pour l'appareillage; pour les matériaux les moins durs, afin d'éviter des difficultés de serrage.

Le choix d'un ensemble défini de conditions mécaniques et d'un montage d'essai approprié permet d'obtenir une valeur de résilience de rebondissement normalisée à n'importe quelle température, avec un degré de reproductibilité satisfaisant.

Caoutchouc vulcanisé ou thermoplastique — Détermination de la résilience de rebondissement

AVERTISSEMENT 1 — Il convient que l'utilisateur du présent document connaisse bien les pratiques courantes de laboratoire. Le présent document n'a pas pour but de traiter tous les problèmes de sécurité qui sont, le cas échéant, liés à son utilisation. Il incombe à l'utilisateur d'établir des pratiques appropriées en matière d'hygiène et de sécurité, et de s'assurer de la conformité à la réglementation nationale en vigueur.

AVERTISSEMENT 2 — Certains modes opératoires spécifiés dans le présent document peuvent impliquer l'utilisation ou la génération de substances, ou la génération de déchets susceptibles de constituer un danger environnemental localisé. Il convient de se référer à la documentation appropriée relative à la manipulation et à l'élimination de ces substances en toute sécurité après utilisation.

1 Domaine d'application

Le présent document spécifie deux méthodes de détermination de la résilience de rebondissement des caoutchoucs de dureté comprise entre 30 DIDC et 85 DIDC. Il s'agit de la méthode du pendule et de la méthode du tripsomètre.

Avec la méthode du pendule, une masse d'extrémité sphérique heurte une éprouvette plate, fermement maintenue mais libre de se déformer. L'énergie cinétique de la masse d'impact est mesurée immédiatement avant et après le choc.

Avec la méthode du tripsomètre, une éprouvette plate est heurtée par une demi-sphère montée en périphérie d'un disque porté par un axe entraîné en rotation par une masse excentrée. L'énergie cinétique de la masse d'impact est mesurée immédiatement avant et après le choc.

2 Références normatives

Les documents suivants sont référencés dans le texte de sorte qu'une partie ou la totalité de leur contenu constitue les exigences 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 23529, *Caoutchouc — Procédures générales pour la préparation et le conditionnement des éprouvettes pour les méthodes d'essais physiques*

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions suivants s'appliquent.

L'ISO et l'IEC maintiennent des bases de données terminologiques pour utilisation dans le domaine de la normalisation aux adresses suivantes:

- IEC Electropedia: disponible à <http://www.electropedia.org/>
- ISO Online browsing platform: disponible à <http://www.iso.org/obp>

3.1 résilience de rebondissement

rapport de l'énergie restituée à l'énergie appliquée par une masse en mouvement heurtant une éprouvette

Note 1 à l'article: Elle est généralement exprimée sous forme de pourcentage.

4 Principe

Une éprouvette aux surfaces parallèles et planes est heurtée sur l'une de ses faces par un corps oscillant de façon linéaire ou circulaire, corps dont la surface d'impact est sphérique. La résilience de rebondissement est déterminée par mesurage de l'énergie de la masse d'impact immédiatement avant et après le choc.

NOTE Par convention, le mesurage des énergies apportée et restituée de la masse mobile est effectuée par l'observation de l'énergie potentielle de la masse au repos, avant d'être mise en mouvement pour heurter l'éprouvette, et lorsqu'elle atteint une vitesse nulle après le rebond. Les descriptions détaillées du montage d'essai décrit dans le présent document suivent cette convention. Néanmoins, il est tout aussi acceptable de mesurer les énergies apportée et restituée de la masse mobile en observant sa vitesse immédiatement avant et après le choc et en calculant les énergies cinétiques.

5 Méthode du pendule

5.1 Appareillage

5.1.1 Généralités

La résilience de rebondissement doit être mesurée au moyen d'un montage d'essai constitué d'un système mécanique oscillant à un degré de liberté de type pendule et d'un support d'éprouvette massif et robuste.

Ces deux éléments doivent être convenablement rendus solidaires pour les mesurages de résilience de rebondissement, et peuvent être éventuellement séparés à des fins d'ajustage ou de vérification du dispositif oscillant.

Des moyens pour le mesurage du rebond du pendule doivent être prévus, soit sur une échelle étalonnée, soit sous forme d'un signal électrique.

Différentes conceptions pratiques de l'appareillage se conformant aux présentes spécifications existent (voir l'[Annexe B](#) et l'[Annexe C](#)).

NOTE 1 Les différents types d'appareillage conçus pour fonctionner dans les plages spécifiées pour les différents paramètres (voir ci-dessous) et correctement étalonnés donnent sensiblement les mêmes valeurs de résilience de rebondissement.

Les caractéristiques du montage d'essai et de l'éprouvette heurtée doivent être comprises dans les plages spécifiées suivantes:

- diamètre du percuteur (D): 12,45 mm à 15,05 mm;
- épaisseur de l'éprouvette (d): $(12,5 \pm 0,5)$ mm;
- masse d'impact (m): 0,25 kg à 0,35 kg;
- vitesse d'impact (v): 1,4 m/s à 2,0 m/s;
- indice volumique d'énergie de déformation (mv^2/Dd^2): 324 kJ/m³ à 463 kJ/m³.

NOTE 2 Les conditions et l'appareillage spécifiés dans le présent document impliquent le choix d'un percuteur sphérique et d'une éprouvette plate et sont supposés dépendre essentiellement des paramètres fondamentaux D , d , m et v répertoriés ci-dessus. De plus, le rapport de l'énergie d'impact à un volume équivalent, ou «indice volumique d'énergie de déformation» (mv^2/Dd^2), lequel est, en simplifiant, lié à la déformation au choc, doit être maintenu dans l'étroite fourchette spécifiée.

NOTE 3 Les plages sont telles qu'elles incluent les exigences de la méthode du pendule de Lüpke (12,5 mm; 12,5 mm; 0,35 kg; 1,4 m/s; 351 kJ/m³) et celles de la méthode du pendule de Schob modifié (15,0 mm; 12,5 mm; 0,25 kg; 2 m/s; 427 kJ/m³).

De plus, il a été tenu compte

- a) d'une petite tolérance ($\pm 0,05$ mm) pour intégrer les imperfections mécaniques des sphères de 12,5 mm et 15 mm de diamètre nominal;
- b) d'une tolérance supplémentaire ($^{+112}_{-27}$ kJ/m³) sur mv^2/Dd^2 pour intégrer l'effet de variation de l'épaisseur de l'éprouvette ($\pm 0,5$ mm).

5.1.2 Dispositif oscillant

Le dispositif oscillant doit consister en un corps rigide ou marteau, terminé par une surface d'indentation sphérique, supporté de façon à osciller de manière linéaire ou circulaire sous l'action d'une force de rappel, laquelle peut provenir de la pesanteur, de la réaction élastique de ressorts ou d'un fil de torsion. La vitesse de la surface d'indentation sphérique au point d'impact doit être dirigée horizontalement et perpendiculairement à la surface de l'éprouvette.

5.1.3 Système permettant de suivre le mouvement du marteau

Le mouvement du marteau doit être suivi soit au moyen d'un système comprenant un index et une échelle fixe, soit au moyen d'un système mesurant la position ou la vitesse du marteau afin de fournir un signal électrique.

Pour les pendules dont la force de rappel est due à la pesanteur, la résilience de rebondissement, R , est donnée par la [Formule \(1\)](#):

$$R = \frac{h}{H} \quad (1)$$

où

h est la hauteur de rebondissement;

H est la hauteur de chute.

Il est généralement pratique avec une échelle de mesurer soit la distance horizontale de rebond, soit l'angle de rebond, dans le cas des pendules à bras rigide. Pour les pendules dont la force de rappel est produite par un fil de torsion ou la réaction élastique de ressorts, la résilience de rebondissement est donnée par la [Formule \(2\)](#):

$$R = \frac{\alpha_R^2}{\alpha_1^2} \quad (2)$$

où

α_R est l'angle de rebondissement;

α_1 est l'angle de choc.

Pour cette forme de montage d'essai, il est pratique que l'échelle permette de mesurer l'angle de rebondissement.

L'échelle peut être graduée uniformément ou directement étalonnée en unités de résilience. Pour les échelles à graduation uniforme, les équations de conversion et les diagrammes ou tableaux permettant la détermination de la résilience sont aussi nécessaires.

5.1.4 Porte-éprouvette

Le disque éprouvette doit être solidement fixé au cours du conditionnement mécanique et du mesurage du rebondissement.

La surface contre laquelle est appliqué le dos de l'éprouvette doit être métallique, plane et lisse, verticale et perpendiculaire à la direction de la vitesse d'impact.

Cette face plate fait partie d'une enclume, laquelle, si elle est libre, doit avoir une masse supérieure à 200 fois celle de la masse d'impact, ou doit être solidement fixée à un système très rigide tel qu'une structure maçonnée.

Tout type de dispositif de fixation peut être utilisé pourvu qu'il permette d'obtenir des valeurs de résilience de rebondissement ne s'éloignant pas de plus de 0,02 (résilience de rebondissement absolue) de celles obtenues avec des éprouvettes adhérant à une plaque arrière rigide. Ce résultat doit être vérifié au moyen d'un mélange à forte résilience de rebondissement (environ 0,90) et d'un mélange de dureté élevée (environ 85 DIDC).

Aucun maintien latéral ne doit être appliqué à l'éprouvette. Un dégagement d'au moins 2 mm doit être laissé autour de celle-ci afin de lui permettre de se déformer librement sous le choc.

On peut citer, en exemple de systèmes de fixation adaptés, les dispositifs de maintien par aspiration (par le vide), les dispositifs de fixation mécanique et des combinaisons des deux. Dans tous les cas, le dispositif de fixation ne doit pas entraîner de déformation excessive de la surface à heurter, ni permettre de déplacement ou de glissement. Un dispositif de bridage mécanique recommandé consiste en un anneau métallique (voir [Figure 1](#)) avec un diamètre intérieur de 20 mm et un diamètre extérieur de 35 mm, capable d'exercer sur la face avant de l'éprouvette une force de (200 ± 20) N, obtenue par exemple à l'aide de ressorts. Dans ce cas, la sphère d'indentation doit entrer, en position de repos, au centre de l'anneau de maintien. Une autre méthode de maintien recommandée est l'aspiration au dos de l'éprouvette. Cela peut être appliqué au travers d'une gorge circulaire de 25 mm de diamètre et de 2 mm de largeur, reliée à une pompe maintenant une pression absolue ne dépassant pas 10 kPa. Dans ce cas, la force exercée par l'anneau de retenue peut être réduite à (150 ± 15) N.

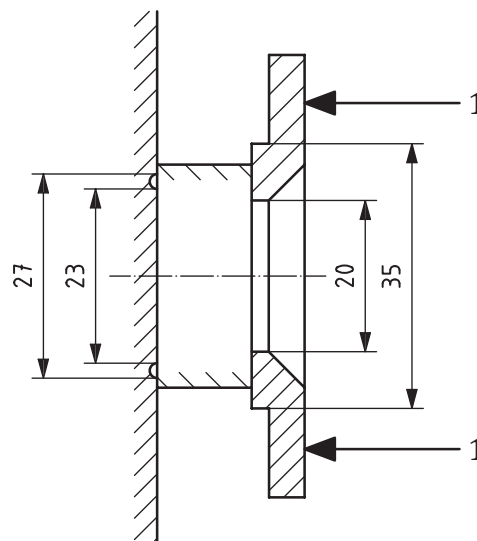
5.1.5 Contrôle de température

Si des mesurages sont à effectuer à une série de températures différentes de la température normale de laboratoire, le pendule peut être placé et fonctionner dans une étuve appropriée ou une chambre froide conforme à l'ISO 23529. Dans ce cas, le bon fonctionnement du montage d'essai doit être vérifié (voir [5.1.6](#)) sur la plage des températures considérées.

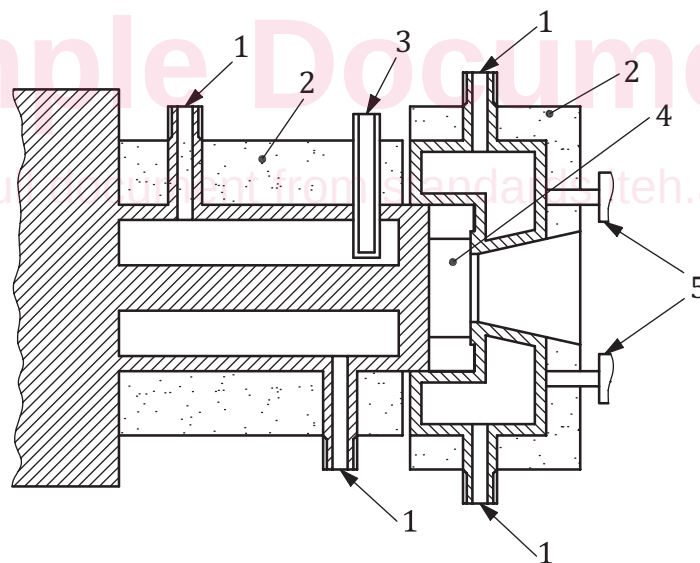
Il est aussi possible de prévoir un chauffage ou un refroidissement du porte-éprouvette au moyen de fluides circulants (voir [Figure 2](#)). Un rideau de gaz chauffé ou refroidi sur l'orifice central du porte-éprouvette est recommandé afin d'assurer que l'éprouvette baigne complètement dans un milieu thermorégulé.

Des thermocouples ou d'autres instruments doivent être prévus pour mesurer la température du support à un emplacement aussi proche que possible de l'éprouvette.

Dimensions en millimètres

**Légende**

- 1 force de maintien: (150 ± 15) N avec aspiration ou (200 ± 20) N sans aspiration

Figure 1 — Dispositif de fixation mécanique (facultatif)**Légende**

- 1 entrée/sortie du fluide
2 isolation
3 doigt de gant pour sonde de température
4 éprouvette
5 leviers à ressort

Figure 2 — Exemple de porte-éprouvette thermorégulé**5.1.6 Ajustage du dispositif oscillant**

L'ensemble du montage d'essai doit être actionné de façon répétée et heurter des éprouvettes de caoutchouc de duretés extrêmes (30 DIDC et 85 DIDC). Son mouvement doit se faire en douceur et

aucune forme d'oscillation parasite, telle qu'un battement ou une vibration, ne doit être occasionnée par le choc en raison d'un manque de rigidité du bâti ou d'un système de guidage défectueux.

Aux fins de réglage initial ou de contrôle périodique, le porte-éprouvette doit être retiré du dispositif oscillant et le mode opératoire suivant doit être exécuté (le mesurage du décrétement logarithmique du pendule de Lüpke n'est pas indispensable car il est évident que son décrétement logarithmique est inférieur à 0,01).

Peser le marteau mobile et mesurer ses dimensions et ses distances par rapport aux axes de guidage ou aux suspensions afin d'effectuer les calculs de paramètre d'inertie. À partir de ceux-ci, vérifier que la masse d'impact équivalente est conforme aux spécifications en 5.1.1 et que sa ligne de choc ne cause pas de réaction significative sur les axes ou les suspensions.

S'assurer que le diamètre de la sphère d'indentation est conforme aux spécifications en 5.1.1 et que, dans tous les cas, la surface sphérique du percuteur est supérieure à la surface indentée du caoutchouc durant le choc. Il est préférable que la surface d'impact soit une demi-sphère complète.

Laisser l'ensemble du dispositif oscillant libre de revenir à sa position de repos. En cas d'utilisation d'un index et d'une échelle fixe (voir 5.1.3), vérifier qu'il se trouve au zéro de l'échelle et qu'il s'agit de la position à laquelle le choc se produit. À ce point, la sphère d'indentation doit se déplacer horizontalement.

Le mode opératoire suivant doit être effectué pour corriger les pertes par frottement lorsque cela est nécessaire. Ce n'est pas le cas lorsqu'une méthode d'observation des vitesses de choc et de rebondissement est utilisée ou lorsque le décrétement logarithmique se révèle inférieur à 0,01.

Pour corriger les pertes par frottement, déterminer les décrétements logarithmiques et les corrections d'amortissement correspondantes comme suit. Mettre le dispositif oscillant en mouvement. Chronométrer ses périodes d'oscillation et mesurer les amplitudes des oscillations successives (sur un même côté). Calculer le décrétement logarithmique, Λ , à l'aide de la [Formule \(3\)](#):

$$\begin{aligned}\Lambda &= \frac{1}{n} \log_e \frac{l_x}{l_{x+n}} \\ &= \frac{1}{2n} \log_e \frac{R_x}{R_{x+n}}\end{aligned}\quad (3)$$

où

- n est le nombre d'oscillations complètes considérées;
- l_x et l_{x+n} sont les amplitudes lues sur une échelle uniforme;
- R_x et R_{x+n} sont les amplitudes lues sur une échelle quadratique.

Dans le cas présent, le fait que l'échelle ait ou n'ait pas déjà été corrigée pour des petites non-linéarités est sans conséquence.

Si le fonctionnement de l'instrument implique des conditions d'amortissement différentes au cours des déplacements aller et retour, dues par exemple à un cliquet bloquant l'index, les mesurages décrits doivent alors être effectués dans les deux conditions et leur moyenne doit être établie.

Calculer la période complète, T , et le décrétement logarithmique, Λ , comme les moyennes de cinq oscillations pour différentes amplitudes, de la manière suivante:

- échelle complète T_1 Λ_1
- demi-échelle T_2 Λ_2
- quart d'échelle T_4 Λ_4