

NORME  
INTERNATIONALE

ISO  
4386-1

Deuxième édition  
1992-02-15

---

---

**Paliers lisses — Paliers lisses métalliques  
multicouches —**

**Partie 1:**

**Contrôle non destructif aux ultrasons des défauts  
d'adhérence**

[ISO 4386-1:1992](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/iso-4386-1-1992)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/iso-4386-1-1992>  
*Plain bearings — Metallic multilayer plain bearings —  
Part 1: Non-destructive ultrasonic testing of bond*



Numéro de référence  
ISO 4386-1:1992(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 vote. Leur publication comme Normes internationales requiert l'approbation de 75 % au moins des comités membres votants.

La Norme internationale ISO 4386-1 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 123, *Paliers lisses*, sous-comité SC 2, *Matériaux et lubrifiants, leurs propriétés, caractéristiques, méthodes d'essais et conditions d'essais*.

Cette deuxième édition annule et remplace la première édition (ISO 4386-1:1982), dont elle constitue une révision technique.

L'ISO 4386 comprend les parties suivantes, présentées sous le titre général *Paliers lisses — Paliers lisses métalliques multicouches*:

- *Partie 1: Contrôle non destructif aux ultrasons des défauts d'adhérence*
- *Partie 2: Détermination, par essai destructif, de l'adhérence du matériau antifriction d'épaisseur supérieure ou égale à 2 mm*
- *Partie 3: Contrôle non destructif par ressuage*

L'annexe A de la présente partie de l'ISO 4386 est donnée uniquement à titre d'information.

© ISO 1992

Droits de reproduction réservés. Aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie et les microfilms, sans l'accord écrit de l'éditeur.

Organisation internationale de normalisation  
Case Postale 56 • CH-1211 Genève 20 • Suisse

Imprimé en Suisse

# Paliers lisses — Paliers lisses métalliques multicouches —

## Partie 1:

### Contrôle non destructif aux ultrasons des défauts d'adhérence

#### 1 Domaine d'application

La présente partie de l'ISO 4386 prescrit une méthode de détection aux ultrasons des défauts d'adhérence entre le matériau antifriction et le support. L'essai peut être effectué sur des paliers lisses métalliques multicouches revêtus de matériau antifriction à base de plomb et d'étain d'épaisseur supérieure ou égale à 0,5 mm.

Ce contrôle n'est pas possible sur une distance correspondant à la moitié du diamètre du cristal des bords des paliers et autour des trous de graissage, rainures, etc., à cause de distorsions indéterminées. Sur les paliers à rainures clavetées en queue d'aronde, l'essai peut être impossible le long des bords de la rainure. L'évaluation de l'adhérence sur les faces d'extrémité et les faces de joints est possible par la méthode de ressuage prescrite dans l'ISO 4386-3.

Aux termes de la présente partie de l'ISO 4386, la méthode aux ultrasons ne permet qu'une évaluation qualitative de l'assemblage et non une évaluation quantitative de la résistance de lien comme spécifié dans l'ISO 4386-2.

La présente partie de l'ISO 4386 ne décrit que la méthode de contrôle échographique avec application du palpeur du côté du matériau antifriction. Le cas où le palpeur est appliqué du côté du matériau support peut être traité de façon analogue.

L'énergie sonore réfléchie par la surface d'assemblage entre le matériau antifriction et le support sert à déterminer la qualité de l'adhérence.

#### 2 Références normatives

Les normes suivantes contiennent des dispositions qui, par suite de la référence qui en est faite,

constituent des dispositions valables pour la présente partie de l'ISO 4386. Au moment de la publication, les éditions indiquées étaient en vigueur. Toute norme est sujette à révision et les parties prenantes des accords fondés sur la présente partie de l'ISO 4386 sont invitées à rechercher la possibilité d'appliquer les éditions les plus récentes des normes indiquées ci-après. Les membres de la CEI et de l'ISO possèdent le registre des Normes internationales en vigueur à un moment donné.

ISO 2400:1972, *Soudures sur acier — Bloc de référence pour l'étalonnage des appareils pour l'examen par ultra-sons.*

ISO 4386-2:1982, *Paliers lisses — Paliers lisses métalliques multicouches — Partie 2: Détermination, par essai destructif, de l'adhérence du matériau antifriction d'épaisseur supérieure ou égale à 2 mm.*

ISO 4386-3:1992, *Paliers lisses — Paliers lisses métalliques multicouches — Partie 3: Contrôle non destructif par ressuage.*

ISO 7963:1985, *Soudures sur acier — Bloc d'étalonnage no 2 pour l'examen par ultrasons des soudures.*

#### 3 Symboles

Les symboles suivants sont utilisés dans la présente partie de l'ISO 4386.

IS	signal d'entrée
BE	écho d'assemblage
WE	écho de fond
RE	écho de référence

## 4 Appareillage

### 4.1 Appareillage d'essai à ultrasons

L'essai doit être effectué avec des systèmes de contrôle échographique à visualisation de type A rectifiée. Ces systèmes doivent être équipés d'un régulateur d'amplification, étalonné en décibels, à base de temps réglable. Les fonctions effacement et gain balayé doivent être coupées.

### 4.2 Palpeurs

La dimension, la fréquence et le type de palpeur doivent être choisis en fonction de l'épaisseur du matériau antifriction, de l'épaisseur et du type du matériau support. Voir tableau 1.

Si le signal d'entrée et l'écho d'assemblage ne peuvent pas apparaître séparément sur l'écran du fait de la faible épaisseur du matériau antifriction, des palpeurs à émetteur et récepteur séparés doivent être utilisés.

### 4.3 Étendue de la base de temps

L'étendue de la base de temps doit être réglée de manière à obtenir deux échos pour un bloc de référence approprié. Ce bloc consiste en une couche de matériau antifriction pour partie convenablement collée sur un matériau support adéquat et pour partie adhérent de façon insuffisante. Le matériau du bloc de référence et son épaisseur doivent être les mêmes que ceux du palier inspecté.

## 5 Préparation

### 5.1 Préparation de la surface d'essai (surface de frottement)

#### 5.1.1 État de la surface d'essai

La surface d'essai doit avoir une rugosité  $R_a < 5 \mu\text{m}$ .

#### 5.1.2 Nettoyage de la surface d'essai

Éliminer la crasse et l'huile après usinage, à l'aide d'agents de nettoyage appropriés. La surface peut ensuite, si nécessaire, être séchée au moyen de papier ou de chiffons.

### 5.2 Contrôle aux ultrasons

Contrôler les paliers lisses soit par contact en utilisant de l'huile légère de machine comme produit de couplage, soit en immersion. Le contrôle par contact peut s'avérer difficile pour les paliers de petit diamètre en raison de la difficulté d'établir un couplage uniforme sur les surfaces incurvées.

Le couplage peut être amélioré par le choix d'un palpeur fabriqué avec une surface incurvée adaptée au rayon de la surface. On peut aussi, notamment pour les paliers de diamètre inférieur à 100 mm, procéder à un contrôle par contact de la surface du support là où elle est lisse (voir 5.1.1). Ce balayage peut également être utilisé pour vérifier les défauts si les signaux de la surface de matériau antifriction ne sont pas concluants en raison, par exemple, de défauts situés dans l'épaisseur du matériau support.

Tableau 1 — Choix de palpeurs

Épaisseur de la couche de matériau antifriction mm	Épaisseur du support (acier) <sup>1)</sup> mm	Diamètre du palpeur mm	Fréquence du palpeur MHz	Type de palpeur
> 2	20 à 250	10 à 30	2 à 5	Émetteur-récepteur
1 à 3	5 à 50	10 à 15	4 à 6	À émetteur et récepteur séparés
0,5 à 3	1 à 25	6	10	À émetteur et récepteur séparés

1) Pour la fonte, le maximum est réduit d'un facteur de 0,5, pour le bronze d'un facteur de 0,3 à 0,2.

## 6 Classes d'essai

L'essai peut être effectué selon l'une des trois classes de sévérité croissante suivantes.

- **Classe 1:** inspection complète des bords de la surface de frottement au niveau de la collerette et des plans de joint, inspection ponctuelle de la surface de frottement.
- **Classe 2:** inspection complète de la surface de collerette, des bords de la surface de frottement au niveau de la collerette et des plans de joint, plus inspection complète de la surface sous charge maximale (par exemple, dans le cas de paliers radiaux sur lesquels la charge s'exerce verticalement et du haut vers le bas entre 60° et 120° par rapport à la surface de frottement).
- **Classe 3:** inspection complète de la surface de la collerette et de la surface de frottement, ligne par ligne, à l'aide du palpeur. Pour ne négliger aucun point, la vérification se fait sur des lignes espacées de 20 % du diamètre du vibreur.

## 7 Groupes de défauts

Le choix du groupe de défauts dépend des contraintes auxquelles le palier lisse est soumis en cours de fonctionnement. La conception du support joue sur les coûts de fabrication. On a donc établi la classification suivante (voir tableau 2).

- **Groupe A:** applicable aux paliers lisses neufs, à support en acier d'une épaisseur inférieure ou égale à 70 mm, sans vides, ni pores ni solution de continuité de la partie revêtue. La variation d'épaisseur ne doit pas dépasser 25 %.
- **Groupes B1 et B2:** applicables aux paliers lisses neufs, à support en acier d'une épaisseur inférieure ou égale à 100 mm, sans vides, ni pores ni solution de continuité de la partie revêtue. La variation d'épaisseur ne doit pas dépasser 50 %.
- **Groupe C:** applicable aux paliers lisses neufs ou réparés, à support en acier d'une épaisseur inférieure ou égale à 100 mm (avec éventuellement quelques vides, pores ou solutions de continuité de la partie revêtue). La variation d'épaisseur ne doit pas dépasser 50 %.
- **Groupe D:** applicable aux paliers lisses neufs ou réparés dont les défauts ne peuvent pas être classés comme appartenant aux groupes A, B ou C.

## 8 Essais

### 8.1 Essai avec écho de fond

Si la géométrie du palier multicouche et le matériau support le permettent, vérifier toujours l'assemblage à l'aide d'un système de comparaison de l'écho d'assemblage et de l'écho de fond. Les diverses méthodes sont données en 8.1.1 et 8.1.2.

#### 8.1.1 Essai en fonction de la hauteur des échos d'assemblage et de fond

L'assemblage est déclaré satisfaisant lorsqu'avec un palpeur conforme à celui décrit en 4.2, l'écho donné par la surface d'assemblage (écho d'assemblage) est égal ou inférieur à l'écho de fond (voir figure 1).

Si l'écho d'assemblage est supérieur à l'écho de fond, c'est que l'adhérence entre le matériau anti-friction et le support n'est pas suffisante. Si, par ailleurs, il n'y a pas d'écho de fond et que l'écho d'assemblage se répète (au moins trois fois), c'est qu'il n'y a pas adhérence du tout (voir figure 2). Durant l'évaluation, les deux cas sont traités comme des cas de défauts d'adhérence. Si l'écho d'assemblage et l'écho de fond sont tous les deux réduits, ou si le signal devient diffus, c'est le signe d'une porosité du métal antifriction. Si des zones présentant une porosité du matériau antifriction jouxtent des zones défectueuses, ces zones sont aussi considérées comme défectueuses par suite de l'incertitude qu'elle font peser sur l'évaluation de l'adhérence.

Dans le cas de paliers très épais de petit diamètre, ou d'emploi de palpeurs à émetteur et récepteur séparés, il se peut que l'écho de fond devienne inférieur à l'écho d'assemblage par suite d'une divergence du faisceau sonore ou d'un affaissement de l'onde sonore, même si l'adhérence est satisfaisante. En cas de doute, le rapport des niveaux de deux échos correspondant respectivement à un assemblage parfait et à un assemblage défectueux doit être déterminé à l'aide d'une éprouvette de référence (acier/métal antifriction).

#### 8.1.2 Essai en fonction de la réduction de hauteur de l'écho de fond

Étalonner le balayage du matériel d'essai à l'aide d'un bloc de référence conforme à l'ISO 2400 ou à l'ISO 7963 de manière à obtenir au moins deux échos de fond sur l'écran. Régler l'amplification de telle sorte que le premier écho de fond représente 80 % de la hauteur de l'écran. Il convient de repérer la position de l'écho de fond sur l'écran. Les défauts d'adhérence ou les défauts du support sont alors repérés par la position d'échos intermédiaires apparaissant avant le premier écho de fond. Apprécier alors la gravité des défauts en fonction de la réduc-

iTeh STANDARD PREVIEW  
(standards.iteh.ai)

ISO 4386-1:1992

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/422419c-1878-4ccc-b5848-28144342/iso-4386-1-1992>

tion de hauteur de l'écho de fond (voir figures 3 et 4). Un écho représentant 50 % ou moins de la hauteur de l'écran est considéré comme indiquant un défaut significatif dans l'évaluation du palier suivant les indications de 8.2.

## 8.2 Essai sans écho de fond

Évaluer l'adhérence à partir d'un écho de référence obtenu sur un bloc de référence. Ce bloc doit avoir un revêtement massif ayant à peu près la même épaisseur que le revêtement de matériau antifric-tion. Régler cet écho de référence à 80 % de la hauteur de l'écran (voir figures 5 et 7; pour les pal-peurs à émetteur et récepteur séparés, voir figures 9 et 11). L'adhérence est satisfaisante si le premier

écho d'assemblage est inférieur à l'écho de référé-rence (voir figure 6; pour les palpeurs à émetteur et récepteur séparés, voir figure 10). Il y a défaut d'adhérence si le premier écho d'assemblage est égal ou supérieur à l'écho de référence (voir figure 8; pour les palpeurs à émetteur et récepteur séparés, voir figure 12).

Un signal devenant irrégulier ou diffus est le signe d'une porosité du métal antifric-tion.

Si des zones présentant une porosité du matériau jouxtent des zones défectueuses, ces zones sont considérées comme défectueuses par suite de l'in-certitude qu'elles font peser sur l'évaluation de l'adhérence.

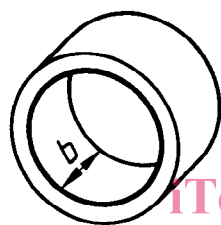
# iTeh STANDARD PREVIEW (standards.iteh.ai)

ISO 4386-1:1992

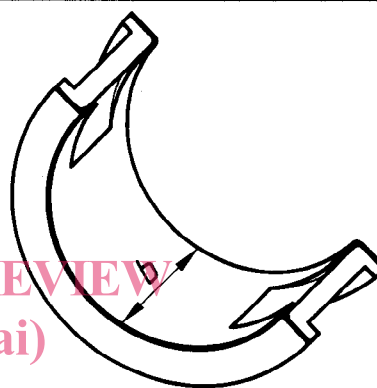
<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/f22420e-7c78-4eed-b387-4882f8044342/iso-4386-1-1992>

Tableau 2 — Groupes de défauts

Groupe de défauts	Surface d'appui <sup>1)</sup>		Défaut admis sur la zone périphérique en fonction de la longueur du bord <sup>2)</sup>		
	Défauts isolés admis	Total des défauts admis	%	n'excédant pas	mm
	mm <sup>2</sup> max.	% max.	% max.		max.
<b>A</b>	0	0	0		0
<b>B1</b>	0,75b	1	1		5
<b>B2</b>	2b	1	1		5
<b>C</b>	2b	2	2		10
<b>D</b>	4b	5	4		20

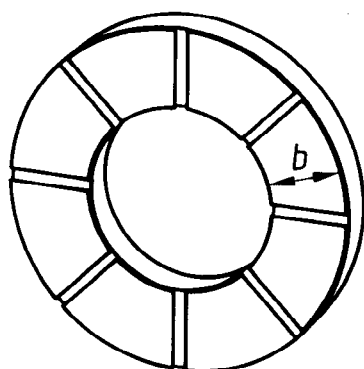


Bague

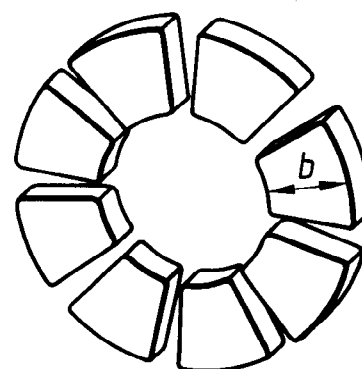


Coussinet

ISO 4386-1:1992  
<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/f22420e-7c78-4eed-b387-4882f8a1> Palier lisse radial - 1992



Rondelle de butée



Ensemble des patins de butée

## b) Butée

1) Il s'agit de la totalité de la zone d'appui réel continu du tourillon ou de l'élément porteur (patin) de la butée.

$b$ , en millimètres, représente la largeur fonctionnelle du palier dans le cas de paliers radiaux, et la largeur du segment ou de la bague dans le cas de butées.

Si un défaut isolé représente plus que le total des défauts admis, c'est le dernier qu'on retiendra.

2) La zone de transition est la partie visible entre le support et le matériau antifricion. Dans le cas des paliers radiaux ou des butées, la longueur du bord est la zone de transition entre la face et le plan du joint. Dans le cas des paliers à patins normaux ou oscillants, c'est la longueur périphérique d'un seul patin.

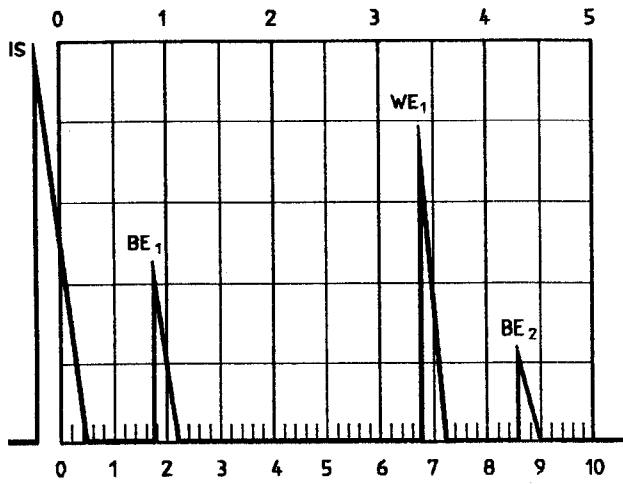


Figure 1 — Adhérence satisfaisante

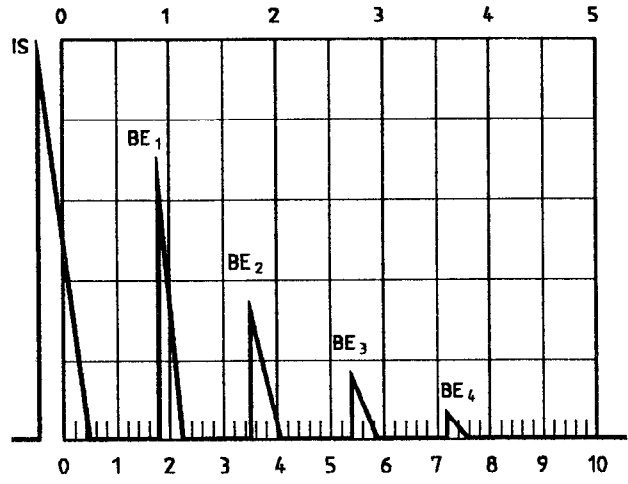


Figure 2 — Absence d'adhérence

iTeh STANDARD PREVIEW  
(standards.iteh.ai)

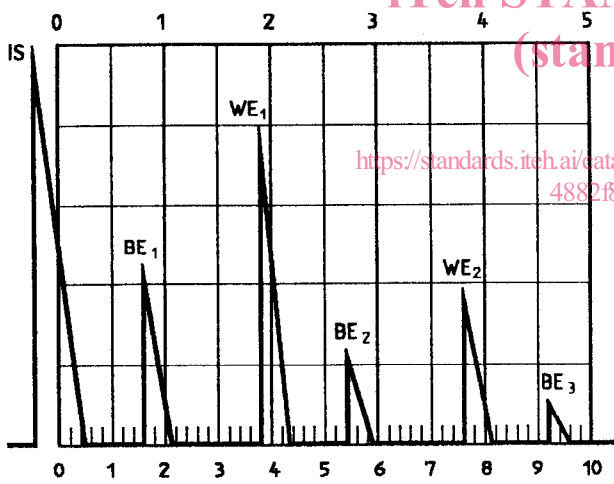


Figure 3 — Adhérence satisfaisante

ISO 4386-1:1992

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/f22420e-7c78-4eed-b387-4882f8044342/iso-4386-1-1992>

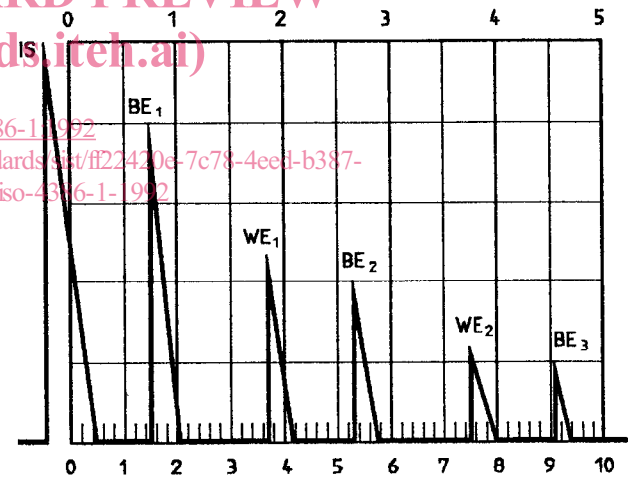


Figure 4 — Mauvaise adhérence



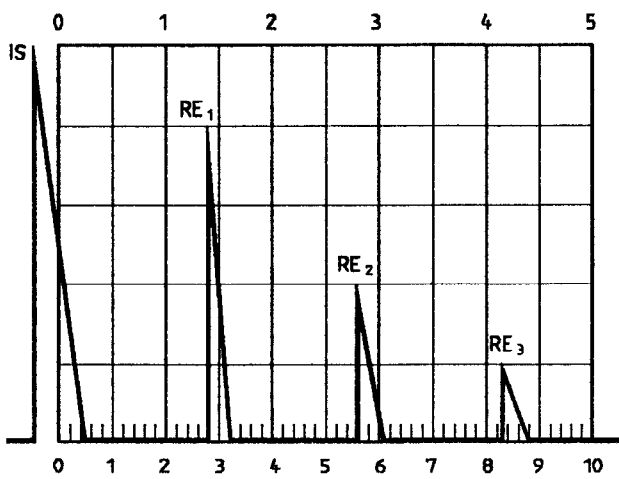


Figure 5 — Réglage de l'écho de référence

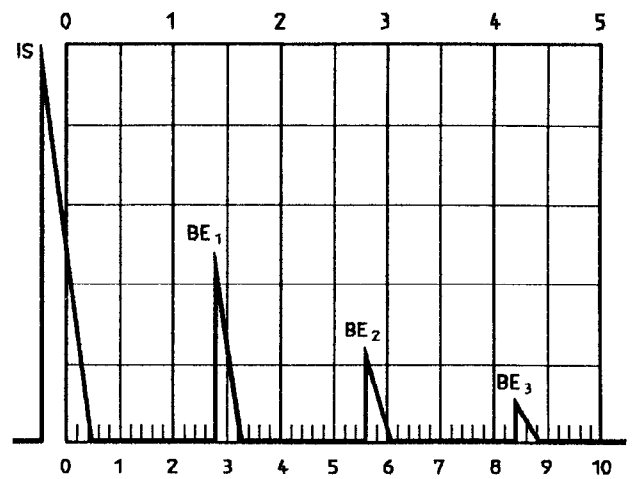


Figure 6 — Adhérence satisfaisante

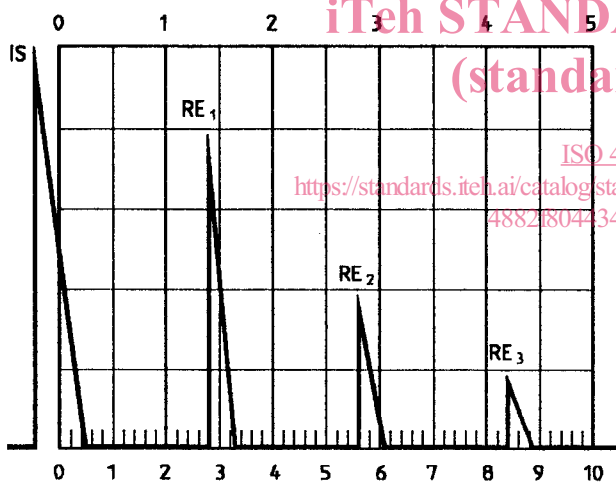


Figure 7 — Réglage de l'écho de référence

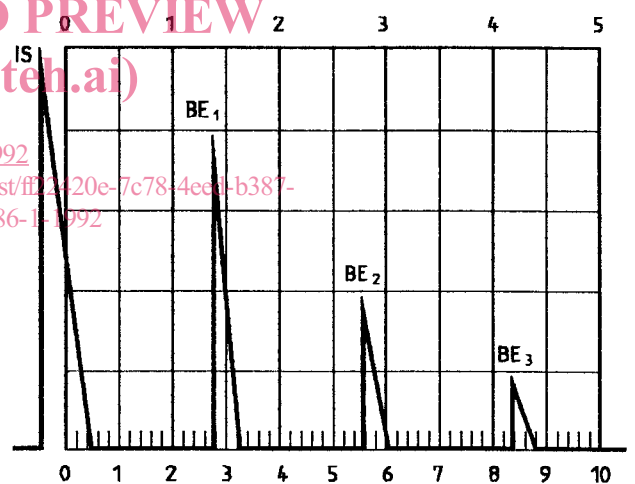


Figure 8 — Mauvaise adhérence

iTeh STANDARD PREVIEW

(standards.iteh.ai)

ISO 4386-1:1992

[https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/f2420e-7c78-4eed-b387-](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/f2420e-7c78-4eed-b387-4882f8043342/iso-4386-1-1992)

[4882f8043342/iso-4386-1-1992](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/f2420e-7c78-4eed-b387-4882f8043342/iso-4386-1-1992)