
**Essais non destructifs —
Magnétoscopie —**

**Partie 1:
Principes généraux du contrôle**

Non-destructive testing — Magnetic particle testing —

Part 1: General principles
iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 9934-1:2016

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/4c07909b-1958-4eee-a3b0-b7b3e1ec656b/iso-9934-1-2016>



iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 9934-1:2016

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/4c07909b-1958-4eee-a3b0-b7b3e1ec656b/iso-9934-1-2016>



DOCUMENT PROTÉGÉ PAR COPYRIGHT

© ISO 2016, 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.....	iv
1 Domaine d'application	1
2 Références normatives	1
3 Termes et définitions	1
4 Qualification et certification du personnel	2
5 Sécurité et l'environnement	2
6 Mode opératoire du contrôle	2
7 Préparation de la surface	2
8 Aimantation	2
8.1 Exigences générales.....	2
8.2 Vérification de l'aimantation.....	3
8.3 Techniques d'aimantation.....	4
8.3.1 Généralités.....	4
8.3.2 Techniques par passage de courant.....	4
8.3.3 Techniques par passage de flux magnétique.....	6
9 Produits indicateurs	10
9.1 Propriétés et choix des produits.....	10
9.2 Caractérisation des produits indicateurs.....	11
9.3 Mode d'application des produits indicateurs.....	11
10 Conditions d'observation	11
11 Contrôle de la performance globale	11
12 Interprétation et enregistrement des indications	12
13 Désaimantation	12
14 Nettoyage	12
15 Rapport de contrôle	12
Annexe A (informative) Exemple de détermination des intensités de courant requises pour obtenir les intensités de champ magnétique tangentiel spécifiées pour les diverses techniques d'aimantation	14
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 (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 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. 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 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/foreword.html.

Le comité chargé de l'élaboration du présent document est l'ISO/TC 135, *Essais non destructifs*, sous-comité SC 2, *Moyens d'examen superficiels*.

Cette troisième édition annule et remplace la deuxième édition (ISO 9934-1:2015), dont elle constitue une révision mineure, avec la modification pour la clarté de l'article 13 et d'autres améliorations d'ordre rédactionnel.

Une liste de toutes les parties de la série ISO 9934, publiées sous le titre général *Essais non destructifs — Magnétoscopie*, est disponible sur le site web de l'ISO.

Essais non destructifs — Magnétoscopie —

Partie 1: Principes généraux du contrôle

1 Domaine d'application

Le présent document définit les principes généraux pour l'examen par magnétoscopie des matériaux ferromagnétiques. Le contrôle par magnétoscopie s'applique principalement à la détection des discontinuités superficielles débouchantes, en particulier les fissures. Il peut aussi concerner les discontinuités sous-jacentes, mais sa sensibilité diminue rapidement avec la profondeur.

Le présent document définit la préparation de surface de la pièce soumise à essai, les exigences concernant les techniques d'aimantation, les produits indicateurs et leur mode d'application ainsi que l'enregistrement et l'interprétation des résultats. Les critères d'acceptation ne sont pas définis. Des spécifications supplémentaires pour le contrôle par magnétoscopie de pièces particulières sont définies dans les normes de produits (voir les Normes Internationales ou des normes Européennes pertinentes).

Le présent document ne s'applique pas à la technique par aimantation résiduelle.

iTeh STANDARD PREVIEW

2 Références normatives (standards.iteh.ai)

Les documents suivants cités dans le texte constituent, pour tout ou partie de leur contenu, des 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 3059, *Essais non destructifs — Contrôle par ressuage et contrôle par magnétoscopie — Conditions d'observation*

ISO 9934-2, *Essais non destructifs — Magnétoscopie — Partie 2: Produits indicateurs*

ISO 9934-3, *Essais non destructifs — Magnétoscopie — Partie 3: Équipement*

ISO 12707, *Essais non destructifs — Magnétoscopie — Vocabulaire*

EN 1330-1, *Essais non destructifs — Terminologie — Partie 1: Liste des termes généraux*

EN 1330-2, *Essais non destructifs — Terminologie — Partie 2: Termes communs aux méthodes d'essais non destructifs*

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions donnés dans l'ISO 12707, l'EN 1330-1 et l'EN 1330-2 s'appliquent.

L'ISO et l'IEC tiennent à jour des bases de données terminologiques destinées à être utilisées en normalisation, consultables aux adresses suivantes:

— IEC Electropedia: disponible à l'adresse <http://www.electropedia.org/>

— ISO Online browsing platform: disponible à l'adresse <http://www.iso.org/obp>

4 Qualification et certification du personnel

Le personnel qui effectue des contrôles par magnétoscopie est supposé être qualifié et compétent. Afin de démontrer cette qualification, il est recommandé de certifier le personnel conformément à l'ISO 9712 ou équivalent.

5 Sécurité et l'environnement

Des réglementations internationales, régionales, nationales et/ou locales relatives à la santé, à la sécurité et en matière d'environnement peuvent exister et peuvent devoir être prises en considération.

Le contrôle par magnétoscopie génère souvent des champs magnétiques élevés à proximité de la pièce en cours d'examen et de l'équipement d'aimantation. Il convient d'exclure de ces zones les objets sensibles à ces champs.

6 Mode opératoire du contrôle

Si demandé lors de l'appel d'offres et de la commande, le contrôle par magnétoscopie doit être réalisé conformément à une procédure écrite.

Celle-ci peut prendre la forme d'une fiche technique succincte faisant référence à la présente norme et à d'autres normes appropriées. Il convient que le mode opératoire spécifie les paramètres de contrôle avec suffisamment de détails pour assurer une bonne répétabilité de l'essai.

Tous les essais doivent être effectués conformément à une procédure écrite approuvée ou la norme de produit pertinente doit être mentionnée.

7 Préparation de la surface

ISO 9934-1:2016

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/4c07909b-1958-4eee-a3b0-0765c7d03061/iso-9934-1-2016>

Les zones soumises à l'essai doivent être exemptes de corps étrangers, calamine, écailles de rouille, projections de soudure, graisse, huile et de toutes les autres matières étrangères qui pourraient affecter la sensibilité de l'essai.

Les exigences de qualité de surface dépendent de la taille et de l'orientation de la discontinuité à détecter. La surface doit être préparée de sorte que les indications significatives puissent être distinguées clairement des indications fallacieuses.

Les revêtements non ferromagnétiques jusqu'à approximativement 50 µm d'épaisseur, tels que les couches de peintures adhérentes et ininterrompues, n'altèrent normalement pas la sensibilité de détection. Des revêtements plus épais réduisent la sensibilité; dans ces conditions, la sensibilité de détection doit être vérifiée.

Il doit y avoir un contraste visuel suffisant entre les indications et la surface soumise à l'essai. Pour la technique non-fluorescente, il peut être nécessaire d'appliquer une couche temporaire adhérente, mince et uniforme d'une peinture de contraste agréée.

8 Aimantation

8.1 Exigences générales

L'induction magnétique minimale (B) considérée comme adéquate pour les essais est de 1 T. Le champ magnétique appliqué (H), nécessaire pour obtenir cette induction dans les aciers faiblement alliés et les aciers à faible teneur en carbone, est déterminé par la perméabilité relative du matériau. Or, comme celle-ci varie en fonction du matériau, des températures et également du champ magnétique appliqué, il n'est pas possible de spécifier une exigence définitive pour le champ magnétique appliqué. Cependant, en règle générale, un champ magnétique tangentiel d'environ 2 kA/m sera requis.

Si des courants (I) variables dans le temps sont utilisés pour produire un champ magnétique (également variable dans le temps), il est important de contrôler le facteur de crête de la forme d'onde et la méthode de mesure du courant afin d'établir une technique assurant une bonne répétabilité. Les mesures des valeurs crête et efficace sont en général utilisées et la mesure des valeurs peut être affectée par la réponse de l'appareil de mesure. Pour cette raison, seuls des appareils de mesure répondant directement à la forme d'onde (par exemple, des appareils de mesure de la valeur efficace vraie avec une capacité de facteur de crête appropriée pour des mesures précises des valeurs efficaces) doivent être utilisés. Les appareils de mesure qui effectuent un calcul théorique des valeurs crête ou efficace sur la base d'autres valeurs, ne doivent pas être utilisés. Cela doit également s'appliquer aux appareils utilisés pour les mesures de champs magnétiques.

Étant donné que les formes d'ondes proches d'une forme sinusoïdale fournissent de faibles facteurs de crête et une variation moindre entre les valeurs crête et efficace vraie, leur utilisation est recommandée pour les contrôles par magnétoscopie. Les formes d'ondes présentant un facteur de crête (c'est-à-dire $I_{\text{crête}}/I_{\text{efficace}}$) supérieur à 3 ne doivent pas être utilisées sans preuves documentées de l'efficacité de la technique.

En cas d'utilisation de techniques de magnétisation multidirectionnelles, le courant utilisé doit être purement sinusoïdal ou à réglage de phase, mais la coupure de phase ne doit pas être supérieure à 90°. L'efficacité de la technique dans toutes les directions doit faire l'objet d'une démonstration pratique (par exemple, en utilisant des échantillons de pièces présentant des défauts connus ou des témoins d'aimantation du type languette déformable).

Sous réserve que la perméabilité se situe dans la plage normale et que les méthodes de mesure du courant soient dûment maîtrisées, les calculs basés sur l'utilisation d'un champ de 2 kA/m peuvent fournir une méthode intéressante pour la préparation d'un contrôle. L'utilisation d'un courant de crête ou d'un courant efficace vrai est acceptable si le facteur de crête est connu. Il serait optimal de connaître la forme d'onde complète de la courbe d'aimantation, mais la connaissance du facteur de crête constitue une bonne approximation pratique. Pour des formes d'ondes sinusoïdales pures, la relation entre les valeurs crête, moyenne et efficace est indiquée dans l'Annexe A. Les techniques basées sur le calcul doivent être vérifiées avant d'être mises en œuvre.

NOTE 1 Pour des aciers ayant une perméabilité relative faible, une intensité plus élevée de champ magnétique tangentiel peut être nécessaire. Si l'aimantation est trop élevée, des indications fallacieuses peuvent apparaître et masquer les indications significatives.

Si des fissures ou autres discontinuités linéaires sont susceptibles d'être orientées dans une direction particulière, le flux magnétique doit être dirigé perpendiculairement à cette direction lorsque cela est possible.

NOTE 2 L'induction magnétique peut être considéré comme satisfaisant pour la détection des discontinuités dont l'orientation ne s'écarte pas de plus de 60° par rapport à la direction optimale. Une couverture complète peut donc être obtenue en aimantant la surface dans deux directions perpendiculaires.

Il convient de considérer le contrôle par magnétoscopie comme une méthode d'essai non destructif de surface, mais les discontinuités proches de la surface peuvent également être détectées. Pour les formes d'onde variables dans le temps, la profondeur d'aimantation (profondeur de pénétration) dépendra de la fréquence de la forme d'onde du courant. Les champs de fuites magnétiques générés par des imperfections au-dessous de la surface s'atténueront rapidement avec la distance. En conséquence, bien que le contrôle par magnétoscopie ne soit pas recommandé pour la détection d'imperfections autres que superficielles, il est possible de noter que l'utilisation de courants continus ou redressés peut améliorer la détection d'imperfections sous-jacentes juste au-dessous de la surface.

8.2 Vérification de l'aimantation

La bonne valeur de l'induction magnétique de surface doit être établie par une ou plusieurs des techniques suivantes:

- a) en contrôlant une pièce contenant de fines discontinuités naturelles ou artificielles dans les zones les moins favorables;

- b) en mesurant l'intensité du champ magnétique tangentiel aussi près que possible de la surface (des informations sur cette technique sont données dans l'ISO 9934-3);
- c) en calculant l'intensité du champ magnétique tangentiel pour les techniques par passage de courant— des calculs simples sont possibles dans de nombreux cas et ils servent de base pour les déterminations des intensités de courant spécifiées dans l'Annexe A;
- d) en utilisant d'autres techniques basées sur des principes reconnus.

Les témoins d'aimantation (comme par exemple ceux du type languette déformable), placés en contact avec la surface contrôlée, peuvent servir de guide pour l'amplitude et la direction du champ magnétique tangentiel, mais il n'est pas recommandé de les utiliser pour vérifier que l'intensité du champ magnétique tangentiel est acceptable.

8.3 Techniques d'aimantation

8.3.1 Généralités

Ce paragraphe décrit une gamme de techniques d'aimantation. Une aimantation multidirectionnelle peut être utilisée pour déceler les discontinuités orientées dans toute direction. Dans le cas de pièces de forme simple, des formules pour obtenir les intensités approchées de champ magnétique tangentiel sont données dans l'Annexe A. Les équipements de magnétoscopie doivent répondre aux exigences et être utilisés conformément à l'ISO 9934-3.

Les techniques d'aimantation sont décrites dans les paragraphes suivants.

Il peut être nécessaire de faire appel à plusieurs techniques pour déceler les discontinuités sur toutes les surfaces à contrôler et dans toutes les directions. La désaimantation peut être nécessaire si le champ résiduel de la première aimantation est gênant. Des techniques, autres que celles indiquées, peuvent être utilisées à condition de démontrer qu'elles permettent une aimantation satisfaisante conformément à 8.1.

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/4c07909b-1958-4eee-a3b0-b7b3e1ec656b/iso-9934-1-2016>

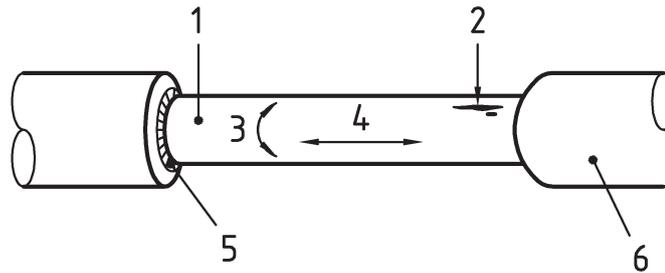
8.3.2 Techniques par passage de courant

8.3.2.1 Passage axial de courant

Cette technique présente une haute sensibilité pour la détection des discontinuités orientées parallèlement à la direction du courant.

Le courant passe à travers la pièce à examiner, de bons contacts électriques devant être assurés entre elle et les touches de contact. Une disposition typique est indiquée en Figure 1. Le courant est supposé se répartir de façon uniforme sur la surface et doit être déduit du périmètre de la pièce à contrôler. Un exemple de formule approchée pour calculer l'intensité de courant requise pour obtenir l'intensité spécifiée du champ magnétique tangentiel est donné en Annexe A.

Il faut prendre garde d'éviter tout dommage à la pièce aux points de contacts électriques. Les risques sont, par exemple, une température excessive, des brûlures et des amorçages d'arcs.



Légende

1	pièce à contrôler	4	courant
2	discontinuité	5	touche de contact
3	induction magnétique	6	tête de contact

Figure 1 — Passage axial du courant

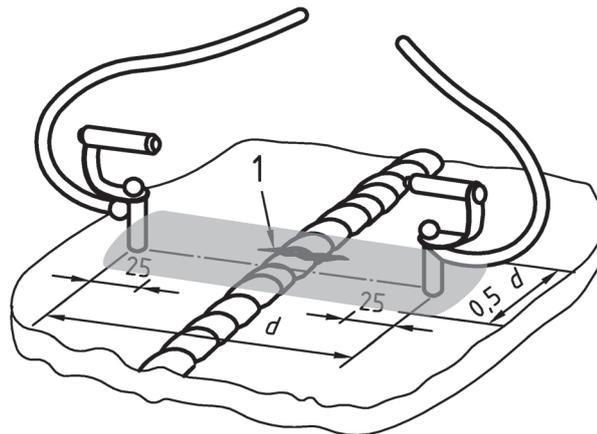
8.3.2.2 Touches, passage de courant

Le courant passe entre des touches de contact tenues à la main ou fixées par un collier comme le montre la Figure 2, permettant le contrôle d'une petite zone d'une grande surface. Les touches sont ensuite déplacées selon un maillage spécifié pour couvrir toute la surface à contrôler. Des exemples de maillage de contrôle sont donnés aux Figures 2 et 3. Des formules approchées pour calculer l'intensité de courant requise pour obtenir l'intensité spécifiée du champ magnétique tangentiel sont données en Annexe A.

(standards.iteh.ai)

Cette technique présente la plus grande sensibilité pour la détection des discontinuités orientées parallèlement à la direction de passage du courant. Un soin particulier doit être pris pour éviter tout dommage superficiel par brûlure ou contamination de la pièce par les touches. L'amorçage d'arc ou un chauffage excessif doivent être considérés comme un défaut nécessitant une décision quant à son acceptabilité. Si un examen supplémentaire des zones affectées est nécessaire, il doit être effectué à l'aide d'une technique différente.

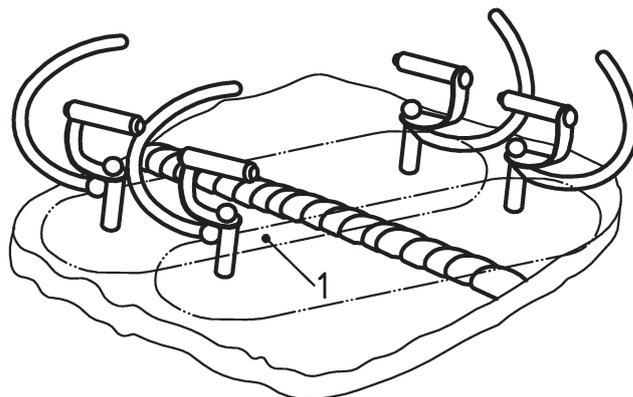
Dimensions en millimètres



Légende

1	discontinuité
---	---------------

Figure 2 — Touches, passage de courant



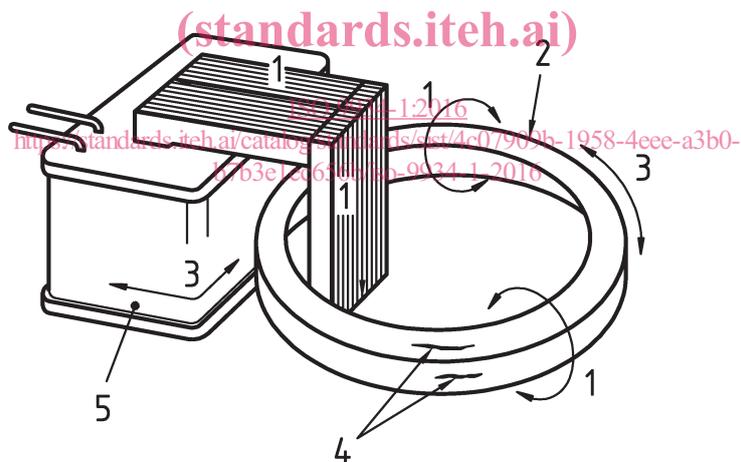
Légende

- 1 recouvrement

Figure 3 — Touches, passage de courant

8.3.2.3 Passage de courant induit

Le courant est induit dans une pièce de forme annulaire qui constitue en fait le secondaire d'un transformateur, comme indiqué à la [Figure 4](#). Un exemple d'une formule approchée pour calculer l'intensité de courant induit requise pour obtenir l'intensité spécifiée du champ magnétique tangentiel est donné en [Annexe A](#).



Légende

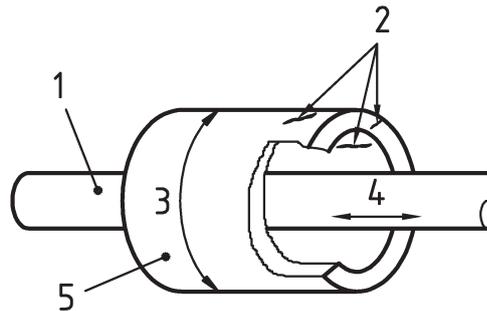
- 1 flux
- 2 pièce à contrôler
- 3 courant
- 4 discontinuité
- 5 bobine primaire du transformateur

Figure 4 — Passage de courant induit

8.3.3 Techniques par passage de flux magnétique

8.3.3.1 Conducteur traversant

Le courant passe dans une barre isolée ou un câble souple placé à l'intérieur de l'alésage d'une pièce ou dans une ouverture, comme indiqué à la [Figure 5](#).



Légende

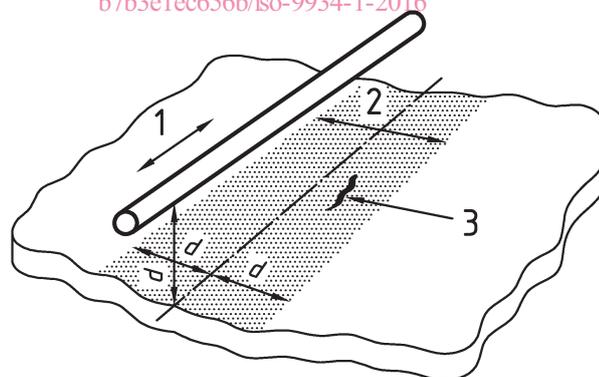
- | | | | |
|---|--------------------------|---|-------------------|
| 1 | barre traversante isolée | 4 | courant |
| 2 | discontinuités | 5 | pièce à contrôler |
| 3 | induction magnétique | | |

Figure 5 — Conducteur traversant

Cette technique présente la plus haute sensibilité pour la détection des discontinuités orientées parallèlement à la direction de passage du courant. L'exemple de formule approchée donné dans l'[Annexe A](#) pour un conducteur central est aussi applicable dans ce cas. Pour un conducteur non centré, l'intensité du champ magnétique tangentiel doit être vérifiée par mesurage.

8.3.3.2 Conducteur(s) adjacent(s)

Un ou plusieurs câbles ou barres isolés sont parcourus par un courant et disposés parallèlement à la surface de la pièce, à proximité de la zone à contrôler et maintenus à une distance d au-dessus d'elle, comme indiqué aux [Figures 6 et 7](#).



Légende

- | | |
|---|----------------------|
| 1 | courant |
| 2 | induction magnétique |
| 3 | discontinuité |

Figure 6 — Conducteur adjacent