

NORME
INTERNATIONALE

ISO
9302

Deuxième édition
1994-02-15

**Tubes en acier sans soudure et soudés
(sauf à l'arc immergé) pour service sous
pression — Contrôle électromagnétique
pour vérification de l'étanchéité
(standards.iteh.ai)**

*Seamless and welded (except submerged arc-welded) steel tubes for
pressure purposes — Electromagnetic testing for verification of hydraulic
leak-tightness*

<https://standards.iteh.ai/standards/sist/611f0fd2-ad42-40cd-a7b1-44ccb2b9b88/iso-9302-1994>



Numéro de référence
ISO 9302:1994(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 9302 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 17, *Acier*, sous-comité SC 19, *Conditions techniques de livraison des tubes d'acier pour appareils à pression*.

[ISO 9302:1994](#)

Les annexes A et B de la présente Norme internationale sont données uniquement à titre d'information.

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/611f0fd2-ad42-40cd-a7b1-44ccbd267688/iso-9302-1994>

© ISO 1994

Droits de reproduction réservés. Sauf prescription différente, 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

Tubes en acier sans soudure et soudés (sauf à l'arc immergé) pour service sous pression — Contrôle électromagnétique pour vérification de l'étanchéité

1 Domaine d'application

La présente Norme internationale spécifie des prescriptions pour le contrôle électromagnétique de tubes sans soudure et soudés (aciers ferromagnétiques) pour service sous pression, à l'exception des tubes soudés à l'arc immergé (SAW), pour vérification de leur étanchéité. Elle est applicable au contrôle des tubes de diamètre extérieur supérieur ou égal à 4 mm.

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 Norme internationale. 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 Norme internationale 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 235:1980, *Forets à queue cylindrique courts et extra-courts et forets à queue cône Morse.*

ISO 286-2:1988, *Système ISO de tolérances et d'ajustements — Partie 2: Tables des degrés de tolérance normalisés et des écarts limites des alésages et des arbres.*

ISO 4200:1991, *Tubes lisses en acier, soudés et sans soudure — Tableaux généraux des dimensions et des masses linéiques.*

ISO 11484:—¹⁾, *Tubes en acier pour service sous pression — Qualification et certification du personnel de contrôle non destructif (CND).*

3 Généralités

3.1 Le contrôle électromagnétique faisant l'objet de la présente Norme internationale est habituellement effectué sur les tubes après exécution de toutes les opérations du processus de fabrication primaire.

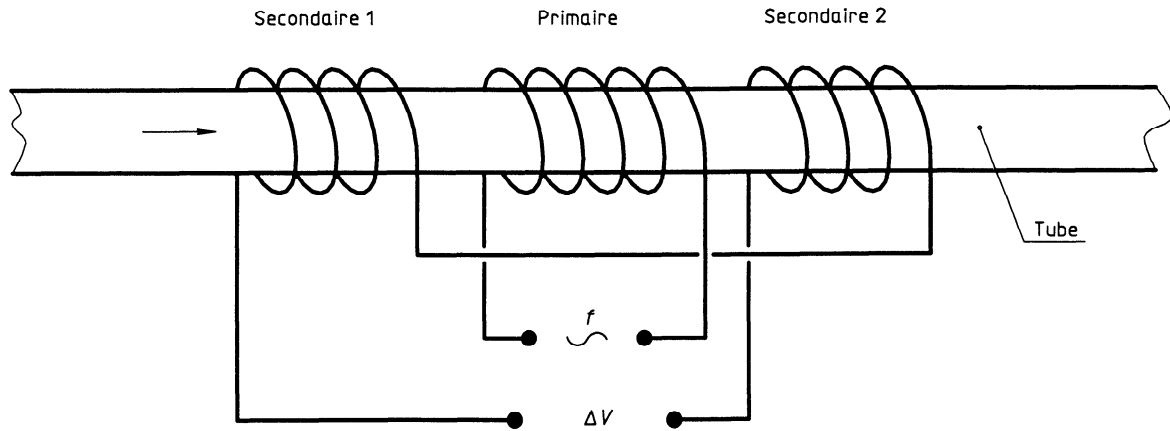
Ce contrôle doit être effectué par des personnels certifiés conformément à l'ISO 11484 désignés par le producteur. En cas de contrôle par tierce personne, l'inspection doit faire l'objet d'un accord entre l'acheteur et le producteur.

3.2 Les tubes à contrôler doivent être suffisamment droits pour garantir la validité de l'essai. Les surfaces doivent être suffisamment exemptes de corps étrangers pouvant perturber la validité de l'essai.

4 Méthodes d'essai

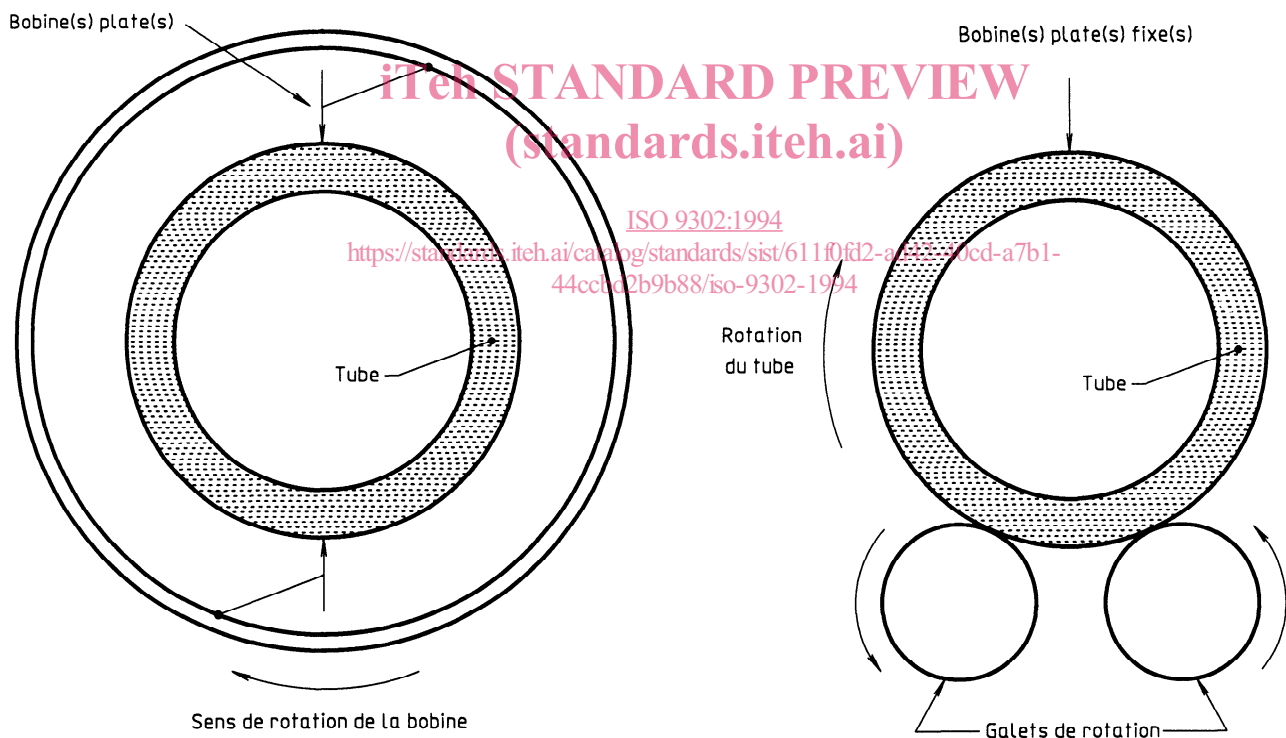
4.1 Les tubes doivent être contrôlés pour vérification de l'étanchéité au moyen d'une technique par courants de Foucault avec bobine encerclante ou courants de Foucault avec rotation tube/bobine plate ou au moyen d'une technique de flux de fuite avec rotation tube/sondes magnétiques. Voir figures 1 à 3.

1) À publier.



NOTE — Le diagramme ci-dessus est une présentation simplifiée d'un dispositif à bobines multiples pouvant contenir par exemple des bobines primaires dédoublées, des paires de bobines différentielles, une bobine d'étalonnage, etc.

Figure 1 — Diagramme simplifié de la technique par courants de Foucault avec bobine encerclante

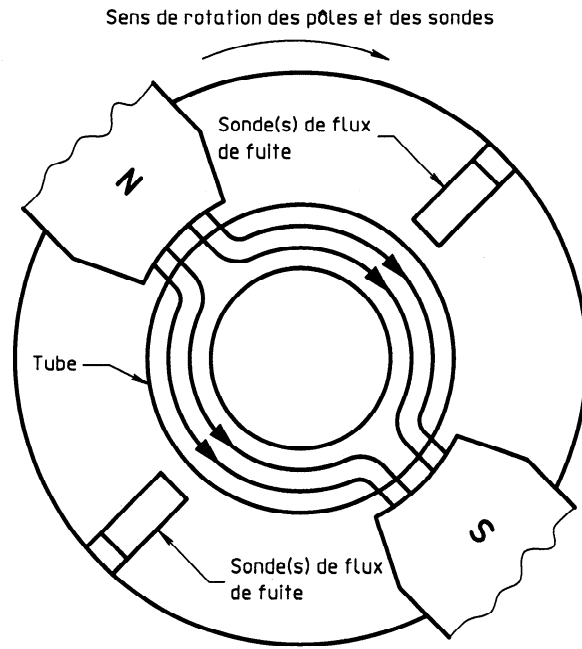


a) Technique avec bobines plates en rotation (mouvement linéaire du tube à travers l'ensemble de bobines plates en rotation)

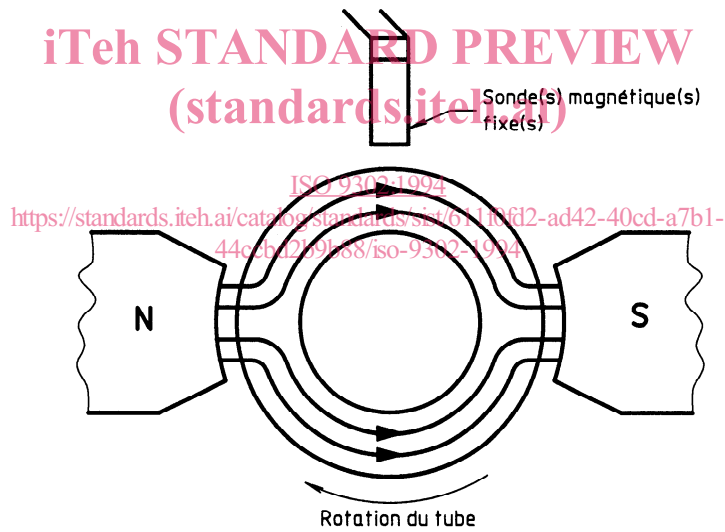
b) Techniques avec rotation du tube (déplacement linéaire transversal de la bobine le long du tube)

NOTE — Les bobines plates utilisées en a) et b) ci-dessus peuvent prendre de nombreuses formes, par exemple bobine unique, bobines multiples de configurations variées en fonction, par exemple, de l'équipement utilisé et autres facteurs.

Figure 2 — Diagramme simplifié des techniques par courants de Foucault avec rotation du tube ou des bobines (balayage en hélice)



a) Technique avec sondes magnétiques tournantes (rotation des pôles et des sondes)



b) Technique avec tube en rotation [(pôles et sonde(s) magnétique(s) fixe(s))]

NOTE — Les sondes magnétiques utilisées en a) et b) ci-dessus peuvent prendre de nombreuses formes, par exemple, absolues, différentielles, multidifférentielles, etc., selon l'équipement utilisé et autres facteurs.

Figure 3 — Diagramme simplifié de la technique par flux de fuite avec rotation du tube ou rotation des sondes magnétiques

NOTES

1 Il est reconnu qu'il existe aux deux extrémités du tube une courte longueur qui peut ne pas pouvoir être contrôlée.

2 Des notes explicatives sur les limites de la méthode d'essai aux courants de Foucault et de la technique de contrôle par traducteur magnétique avec fuite de flux sont données respectivement aux annexes A et B.

4.1.1 Lors du contrôle de tubes sans soudure ou soudés par la technique par courants de Foucault avec bobine encerclante, le diamètre extérieur maximal des tubes à contrôler est limité à 177,8 mm.

4.1.2 Lors du contrôle de tubes sans soudure ou soudés par la technique par courants de Foucault avec rotation tube/bobine plate ou par technique de flux de fuite avec rotation du tube ou des sondes magnétiques, le tube et/ou les bobines plates/sondes magnétiques doivent avoir l'un par rapport à l'autre un mouvement relatif permettant de balayer la totalité de la surface du tube. Avec ces techniques il n'y a pas de limite du diamètre extérieur.

4.2 Dans le cas d'un contrôle automatique, l'équipement doit être capable de différencier les tubes acceptables et suspects au moyen d'un seuil automatique de déclenchement et d'alarme combiné avec des systèmes de marquage et/ou de tri.

5 Étalons de référence

5.1 Les étalons de référence définis dans la présente Norme internationale sont conçus pour l'étalonnage des équipements de contrôle non destructif. Les dimensions de ces étalons ne doivent pas être considérées comme correspondant à la dimension minimale des imperfections détectables par de tels équipements.

5.2 L'équipement doit être calibré à l'aide d'un tube d'essai comprenant les étalons de référence. Ce tube d'essai doit avoir les mêmes diamètre nominal, épaisseur et fini de surface que les tubes à contrôler et des caractéristiques électromagnétiques similaires.

NOTE 3 Dans des cas spéciaux, par exemple lors du contrôle de tubes chauds, une procédure d'essai modifiée peut être utilisée lorsqu'il peut être démontré que les paramètres d'étalonnage sont au moins équivalents à l'état électromagnétique des tubes à contrôler.

5.3 Les étalons de référence pour les différentes techniques d'essais sont les suivants:

a) un ou plusieurs trous de référence tels que définis

en 5.4 en cas d'utilisation de la technique par courants de Foucault avec bobine encerclante;

b) une entaille de référence telle que définie en 5.5 en cas d'utilisation de la technique par courants de Foucault avec rotation tube/bobine plate ou de la technique de flux de fuite avec rotation du tube ou des sondes magnétiques.

5.4 Lorsqu'on utilise la technique par courants de Foucault avec bobine encerclante, le tube d'essai doit comporter trois trous circulaires percés radialement à travers toute l'épaisseur du tube. Les trois trous doivent être sur le plan circonférentiel décalés l'un par rapport à l'autre de 120° et, sur le plan longitudinal, suffisamment séparés les uns des autres et loin des extrémités du tube d'essai pour qu'on obtienne des signaux nettement distincts.

En alternative, un seul trou doit être percé radialement au travers de la totalité de l'épaisseur du tube d'essai. Lors de l'étalonnage et des vérifications, le tube d'essai doit être passé dans l'équipement, le trou étant successivement positionné à 0°, 90°, 180° et 270°.

Les diamètres de forets nécessaires pour obtenir ces trous dépendent, comme indiqué au tableau 1, du diamètre extérieur du tube.

Le diamètre du/ou des trous-étalons doit être contrôlé. Il ne doit pas excéder de plus de 0,2 mm le diamètre du foret spécifié.

Tableau 1

Diamètre extérieur du tube D ¹⁾ mm	Diamètre du foret ²⁾ mm
$D \leq 26,9$	1,20
$26,9 < D \leq 48,3$	1,70
$48,3 < D \leq 63,5$	2,20
$63,5 < D \leq 114,3$	2,70
$114,3 < D \leq 139,7$	3,20
$139,7 < D \leq 177,8$	3,70

1) Voir ISO 4200.
2) Voir tolérances selon l'ISO 235 série courte et l'ISO 286-2 (h8).

5.5 En cas d'utilisation de la technique par courants de Foucault avec rotation tube/bobine plate ou de la technique de flux de fuite avec rotation du tube ou des sondes magnétiques, le tube d'essai doit com-

porter sur sa surface extérieure une entaille-étalon longitudinale.

5.5.1 L'entaille de référence doit être suffisamment éloignée des extrémités du tube d'essai de telle sorte qu'on puisse obtenir un signal clairement identifiable.

5.5.2 L'entaille de référence doit être du type «N» (voir figure 4) et parallèle à l'axe longitudinal du tube. Les côtés doivent être pratiquement parallèles entre eux, et le fond doit être pratiquement perpendiculaire aux côtés.

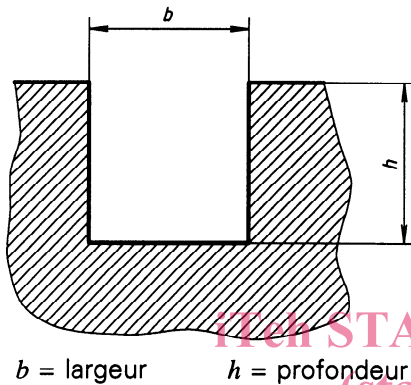


Figure 4 — Entaille de type «N»

5.5.3 L'entaille de référence doit être formée par usinage, électroérosion ou autre méthode.

NOTE 4 Il est admis que le fond de l'entaille ou les angles du fond soient arrondis.

6 Dimensions des entailles de référence

Les dimensions de l'entaille de référence doivent être les suivantes.

6.1 Longueur

50 mm minimum (à pleine profondeur) ou au moins deux fois la largeur de chaque transducteur individuel.

6.2 Largeur, b (voir figure 4)

Non supérieure à la profondeur de l'entaille de référence.

6.3 Profondeur, h (voir figure 4)

12,5 % de l'épaisseur spécifiée avec les limites suivantes:

— Profondeur minimale: 0,5 mm

— Profondeur maximale: 1,5 mm

6.4 Tolérances sur la profondeur, h

$\pm 15\%$ de la profondeur de l'entaille de référence ou $\pm 0,05$ mm, la plus grande de ces deux valeurs.

6.5 Vérification

Les dimensions et la forme de l'entaille de référence doivent être vérifiées selon une technique adéquate.

7 Étalonnage et vérification de l'équipement

7.1 L'équipement doit être ajusté de façon à produire de façon sûre, à la satisfaction de l'acheteur, des signaux clairement identifiables à partir des étalons de référence. Ces signaux doivent être utilisés pour régler le seuil de déclenchement et d'alarme de l'équipement.

Lorsqu'on utilise un tube d'essai avec trous-étalons multiples (technique par courants de Foucault avec bobine encerclante), on doit utiliser, pour le réglage du seuil de déclenchement et d'alarme de l'équipement, l'amplitude totale provenant du trou-étalon donnant le plus petit signal. Lorsqu'on utilise un tube d'essai avec un seul trou, ce tube d'essai doit être passé dans l'équipement avec le trou-étalon successivement positionné à 0° , 90° , 180° et 270° , et l'amplitude totale du plus petit signal provenant du trou-étalon doit être utilisée pour régler le seuil de déclenchement et d'alarme de l'équipement.

En cas d'utilisation de l'entaille-étalon (technique par courants de Foucault avec rotation tube/bobine plate ou technique de flux de fuite avec rotation tube ou sondes magnétiques), l'amplitude totale du signal doit être utilisée pour régler le seuil de déclenchement et d'alarme de l'équipement.

7.2 Durant l'étalonnage, la vitesse du mouvement relatif du tube d'essai et des bobines doit être la même que celle devant être utilisée lors du contrôle de production. On doit utiliser les mêmes réglages de l'appareil, tels que fréquence, sensibilité, discrimination de phase, filtrage, saturation magnétique, etc.

7.3 L'étalonnage de l'équipement doit être vérifié à des intervalles réguliers durant les contrôles de production des tubes de mêmes diamètre, épaisseur et nuance par passage du tube d'essai dans l'équipement.

La fréquence des vérifications doit être au moins une fois toutes les 4 h, ainsi qu'à chaque changement d'opérateur et au début et à la fin de la campagne de production.

NOTE 5 Au cas où une campagne de contrôle des tubes est continue d'un poste de travail à l'autre, la période maximale de 4 h peut être étendue par accord entre acheteur et producteur.

7.4 L'équipement doit être réétalonné après tout nouveau réglage du système ou à chaque changement du diamètre extérieur nominal spécifié, de l'épaisseur ou de la nuance d'acier.

7.5 Si lors d'une vérification durant les contrôles de production, les exigences d'étalonnage ne sont pas satisfaites, même après avoir augmenté de 3 dB la sensibilité d'essai pour tenir compte de la dérive du système, tous les tubes contrôlés depuis la vérification précédente doivent être recontrôlés après réétalonnage de l'équipement.

Ce nouveau contrôle n'est pas nécessaire, même après une chute de sensibilité de plus de 3 dB depuis la vérification précédente, si on dispose d'enregistrements adéquats du contrôle des tubes identifiés individuellement et permettant une classification précise dans les catégories «acceptables» et «suspects».

8 Acceptation

8.1 Tout tube produisant des signaux inférieurs au seuil de déclenchement et d'alarme doit être réputé avoir satisfait au contrôle.

8.2 Tout tube produisant des signaux égaux ou supérieurs au seuil de déclenchement et d'alarme est classé «douteux» ou, au gré du producteur, peut être recontrôlé comme spécifié ci-dessus.

8.3 Si lors de ce nouveau contrôle, il n'est pas obtenu de signal égal ou supérieur au seuil de déclenchement et d'alarme, le tube doit être réputé avoir satisfait au contrôle.

Les tubes donnant des signaux égaux ou supérieurs au seuil de déclenchement et d'alarme sont classés «douteux».

8.4 En ce qui concerne les tubes douteux, une ou plusieurs des actions suivantes doivent être exécutées en fonction des exigences de la norme de produit:

a) La zone douteuse doit être explorée par meulage selon une méthode acceptable. Après vérification que l'épaisseur restante est dans les tolérances, le tube doit être recontrôlé comme spécifié plus haut. S'il n'est pas obtenu de signal égal ou supérieur au seuil de déclenchement et d'alarme, le tube doit être réputé avoir satisfait au contrôle.

La zone douteuse peut être recontrôlée en utilisant d'autres techniques non destructives et d'autres méthodes d'essais, suivant accord entre acheteur et producteur. Cet accord doit aussi porter sur les niveaux de sévérité.

b) Tout tube douteux doit être soumis, sauf accord contraire entre acheteur et producteur, à un essai hydraulique d'étanchéité conforme à la norme de produit correspondante.

c) On procède à un chutage de la zone douteuse. Le producteur doit garantir, à la satisfaction de l'acheteur, que la totalité de la zone douteuse a été enlevée.

d) Le tube doit être réputé ne pas avoir satisfait au contrôle.

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/6110fd2-ad42-40cd-a7b1-44ccbd2b9b88/iso-9302-1994>

9 Rapport d'essai

Lorsque cela est stipulé, le producteur doit présenter à l'acheteur un rapport d'essai contenant, au moins, les informations suivantes:

- référence à la présente Norme internationale;
- date du rapport d'essai;
- niveau de sévérité;
- attestation de conformité;
- désignation du matériau par nuance et dimensions;
- type et détails de la technique d'inspection;
- description de l'étalon de référence.

Annexe A (informative)

Notes sur les limites de la méthode d'essai aux courants de Foucault

A.1 Contrôle par courants de Foucault en général

Il est à noter que pendant un contrôle des tubes par courants de Foucault, la sensibilité est à son maximum en surface du tube, à proximité de la bobine, mais diminue au fur et à mesure de l'éloignement. La réponse à une imperfection interne ou se trouvant juste sous la surface est donc plus faible que la réponse à une imperfection externe de mêmes dimensions. La capacité de l'appareillage d'essai à détecter des imperfections internes ou sous-cutanées dépend de nombreux facteurs mais plus particulièrement de l'épaisseur du tube contrôlé et de la fréquence d'excitation des courants de Foucault.

La fréquence d'excitation appliquée à la bobine détermine la quantité de pénétration de l'intensité des courants de Foucault induits dans la paroi du tube. Plus cette fréquence est élevée et moins elle pénètre et inversement, plus elle est faible, plus elle pénètre. Il convient en outre de tenir compte des paramètres physiques du tube, du type conductivité, perméabilité, etc.

A.2 Bobines encerclantes

Cette méthode d'essai est privilégiée, car elle permet de détecter des imperfections longitudinales et transversales de petites tailles, débouchant en surface ou juste sous la surface, à proximité de la bobine.

La longueur maximale d'imperfection longitudinale détectable est déterminée essentiellement par la disposition de la bobine de contrôle et par la rapidité de variation de la section sur la longueur de l'imperfection.

A.3 Bobines plates

Cette méthode d'essai utilise une ou plusieurs bobines aplaties pour décrire une trajectoire en spirale sur la surface du tube. C'est la raison pour laquelle elle permet de détecter des imperfections longitudinales de longueur minimale, en fonction de la largeur de la bobine et du pas hélicoïdal. Les imperfections transversales ne sont pas normalement détectables avec cette méthode.

La fréquence d'excitation étant notablement plus élevée qu'avec les bobines encerclantes, seules sont détectables les imperfections débouchant en surface à proximité de la bobine.