

norme européenne

norme française

NF EN 1714
Octobre 1997

Indice de classement : A 89-520

ICS : 25.160.40 ; 77.040.20

**Contrôle non destructif
des assemblages soudés**

**Contrôle par ultrasons
des assemblages soudés**

E : Non destructive examination of welds — Ultrasonic examination of welded joints

D : Zerstörungsfreie Prüfung von Schweißverbindungen — Ultraschallprüfung von Schweißverbindungen

Norme française homologuée

par décision du Directeur Général d'AFNOR le 5 septembre 1997 pour prendre effet le 5 octobre 1997.

Correspondance La norme européenne EN 1714:1997 a le statut d'une norme française.

Analyse

Le présent document spécifie les méthodes de contrôle manuel par ultrasons des assemblages en matériaux métalliques soudés par fusion, d'épaisseur égale ou supérieure à 8 mm.

Descripteurs

Thésaurus International Technique : assemblage soudé, soudage par fusion, métal, essai non destructif, contrôle de qualité, défaut des soudures, essai par ultrasons, conditions d'essai, préparation de surface.

Modifications

Corrections

Éditée et diffusée par l'Association Française de Normalisation (AFNOR), Tour Europe 92049 Paris La Défense Cedex
Tél. : 01 42 91 55 55 — Tél. international : + 33 1 42 91 55 55

Diffusée par le Comité de Normalisation de la Soudure (CNS), Z.I. Paris Nord II, 90, rue des Vanesses, 93420 Villepinte —
Tél. : 01 49 90 36 00 — Tél. international : + 33 1 49 90 36 00 — bp 50362 — 95942 Roissy CdG Cedex

Membres de la commission de normalisation

Président : M TCHILIAN

Secrétariat : M BEAUFILS — CNS

M	ADAM	BUREAU VERITAS
M	AMBROSIANI	INERIS
M	ARMAGHANIAN	KSB SA
M	BAILLET	GEC ALSTHOM
M	BEAUFILS	LE RESERVOIR
M	BERGER	EDF
M	BROCHARD	DELATTRE LEVIVIER
MME	BRUN-MAGUET	AFNOR
M	BRUYAS	BOCCARD
M	CAGLIESI	APAVE
M	CALMEL	AUXITROL
M	CHAUVEAU	INSTITUT DE SOUDURE
M	CHONEZ	EDF
MME	CORMIER	GDF
MLLE	COTTIN	LINCOLN ELECTRIC
M	COTTINEAU	MANITOU
M	CRUCHAUDET	STEIN INDUSTRIE
M	DARDEVET	GDF
M	DAVID	RENAULT
M	DE MARTIN	INSTITUT DE SOUDURE
MLLE	DELVALLEE	CEP
M	DESBAZEILLE	SYMAP
M	DESVIGNES	SNCF
M	DUBOIS	GDF
M	DUQUENNE	FIVES CAIL BABCOCK
M	DYRLA	GAPAVE
M	ESCH	BABCOCK ENTREPRISE
M	FERRO	TUCKER
M	GALLET	INTERCONTROLE
M	GAUTHÉ	SNCF
M	GENOT	PLS
M	GERANDAL	BSL INDUSTRIE
M	GERARD	SGS QUALITEST
M	GOELLNER	MINISTÈRE DE L'INDUSTRIE — DARPMI
M	GOUCOVITCH	MINISTÈRE DE LA DEFENSE — DCN CHERBOURG
M	GRASSER	EDF
M	HENNEQUIERE	PECQUET-TESSON
M	LAXENAIRE	PLS
M	LE GRANDAIS	GDF
M	LIEGEIOS	GDF
M	MACQUET	BNCM/CTICM
M	MICHEL	SNCF
M	MONNOT	FRAMATOME
M	PENISSON	SNCF
M	PERINET	GIAT INDUSTRIES
M	PERPIGNAN	CEP
M	PIERROT	CTE
M	POMINI	EDF
M	POUDRAI	COFREND
M	PROVOU	BNS
M	RAMIÈRE	AEROSPATIALE
MME	RIGAUD	EDF
M	ROUSSEL	INSTITUT DE SOUDURE
M	RUAUT	
M	SALIN	EDF
MLLE	SOUVILLE	CNS
M	SPERRY	STEIN FASEL
M	TAFFARD	DELATTRE LEVIVIER
M	TCHILIAN	FRAMATOME
M	THEOPHILE	BABCOCK ENTREPRISE
M	TISSANDIER	STEIN INDUSTRIE
M	VAERMAN	
MME	VEROLLET	AFNOR
M	VIEL	SNCT

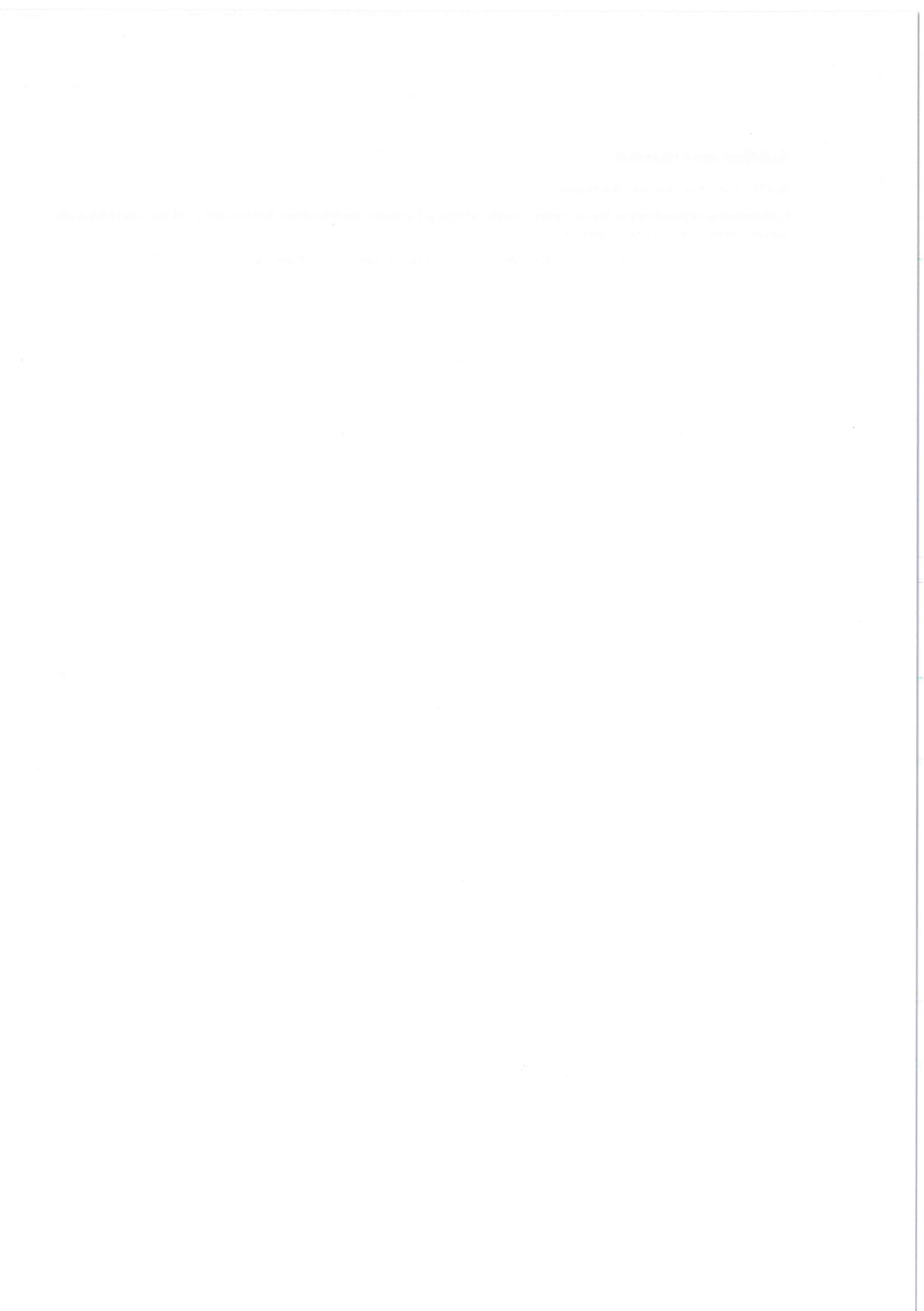
Avant-propos national

Références aux normes françaises

La correspondance entre les normes mentionnées à l'article «Références normatives» et les normes françaises identiques est la suivante :

<i>EN 473</i>	<i>: NF EN 473 (indice de classement : A 09-010)</i>
<i>prEN 583-1</i>	<i>: NF EN 583-1 (indice de classement : A 09-340-1) ¹⁾</i>
<i>prEN 583-2</i>	<i>: NF EN 583-2 (indice de classement : A 09-340-2) ¹⁾</i>
<i>prEN 1330-4</i>	<i>: NF EN 1330-4 (indice de classement : A 09-020-4) ¹⁾</i>
<i>EN 1712</i>	<i>: NF EN 1712 (indice de classement : A 89-521)</i>
<i>prEN 1713</i>	<i>: NF EN 1713 (indice de classement : A 89-522) ¹⁾</i>
<i>EN 12062</i>	<i>: NF EN 12062 (indice de classement : A 89-500)</i>
<i>EN 25817</i>	<i>: NF EN 25817 (indice de classement : A 89-231)</i>

1) En préparation.



NORME EUROPÉENNE EUROPÄISCHE NORM EUROPEAN STANDARD

EN 1714

Août 1997

ICS 25.160.40

Descripteurs : assemblage soudé, soudage par fusion, métal, essai non destructif, contrôle de qualité, défaut des soudures, essai par ultrasons, conditions d'essai, préparation de surface.

Version française

Contrôle non destructif des assemblages soudés — Contrôle par ultrasons des assemblages soudés

Zerstörungsfreie Prüfung
von Schweißverbindungen —
Ultraschallprüfung von Schweißverbindungen

Non destructive examination of welds —
Ultrasonic examination of welded joints

La présente norme européenne a été adoptée par le CEN le 1997-08-02.

Les membres du CEN sont tenus de se soumettre au Règlement Intérieur du CEN/CENELEC qui définit les conditions dans lesquelles doit être attribué, sans modification, le statut de norme nationale à la norme européenne.

Les listes mises à jour et les références bibliographiques relatives à ces normes nationales peuvent être obtenues auprès du Secrétariat Central ou auprès des membres du CEN.

La présente norme européenne existe en trois versions officielles (allemand, anglais, français). Une version faite par traduction sous la responsabilité d'un membre du CEN dans sa langue nationale, et notifiée au Secrétariat Central, a le même statut que les versions officielles.

Les membres du CEN sont les organismes nationaux de normalisation des pays suivants : Allemagne, Autriche, Belgique, Danemark, Espagne, Finlande, France, Grèce, Irlande, Islande, Italie, Luxembourg, Norvège, Pays-Bas, Portugal, République Tchèque, Royaume-Uni, Suède et Suisse.

CEN

COMITÉ EUROPÉEN DE NORMALISATION

Europäisches Komitee für Normung
European Committee for Standardization

Secrétariat Central : rue de Stassart 36, B-1050 Bruxelles

Sommaire

	Page
Avant-propos	3
1 Domaine d'application	4
2 Références normatives	4
3 Définitions et symboles	5
4 Généralités	5
5 Informations requises avant le contrôle	6
5.1 Points soumis à accord entre les parties contractantes	6
5.2 Informations spécifiques requises avant le contrôle	6
5.3 Procédure de contrôle écrite	6
6 Prescriptions relatives au personnel et au matériel	7
6.1 Qualification du personnel	7
6.2 Matériel	7
6.3 Paramètres des traducteurs	7
7 Volume à contrôler	8
8 Préparation des surfaces d'exploration	8
9 Contrôle du matériau de base	8
10 Réglage de l'étendue et de la sensibilité	9
10.1 Généralités	9
10.2 Niveaux de référence	10
10.3 Niveaux d'évaluation	10
10.4 Correction de transfert	10
10.5 Rapport signal/bruit	11
11 Niveaux d'examen	11
12 Technique d'examen	11
12.1 Généralités	11
12.2 Exploration manuelle	11
12.3 Recherche des imperfections perpendiculaires à la surface	12
12.4 Localisation des indications	12
12.5 Évaluation des indications	12
13 Rapport d'examen	13
13.1 Généralités	13
13.2 Données générales	13
13.3 Informations sur le matériel de contrôle	13
13.4 Informations sur la méthode de contrôle	14
13.5 Résultats du contrôle	14
Annexe A (normative) Niveaux d'examen pour différents types d'assemblages soudés	15

Avant-propos

La présente norme européenne a été élaborée par le Comité Technique CEN/TC 121 «Soudage» dont le secrétariat est tenu par le DS.

Cette norme européenne devra recevoir le statut de norme nationale soit par publication d'un texte identique, soit par entérinement au plus tard en février 1998, et toutes les normes nationales en contradiction devront être retirées au plus tard en février 1998.

Selon le Règlement intérieur du CEN/CENELEC, les instituts de normalisation nationaux des pays suivants sont tenus de mettre cette norme en application : Allemagne, Autriche, Belgique, Danemark, Espagne, Finlande, France, Grèce, Irlande, Islande, Italie, Luxembourg, Norvège, Pays-Bas, Portugal, République Tchèque, Royaume-Uni, Suède et Suisse.

1 Domaine d'application

La présente norme européenne spécifie des méthodes de contrôle manuel par ultrasons des assemblages en matériaux métalliques soudés par fusion, d'épaisseur égale ou supérieure à 8 mm, présentant une atténuation relativement faible des ultrasons (due en particulier à la diffusion). Elle vise particulièrement les assemblages soudés à pleine pénétration dont le métal de base et la soudure sont ferritiques.

Lorsqu'elles sont spécifiées et appropriées, ces techniques peuvent également être utilisées :

- pour des matériaux autres que ceux indiqués ;
- sur des soudures à pénétration partielle ;
- avec des équipements automatisés ;

après accord entre les parties contractantes.

Lorsque les valeurs des caractéristiques ultrasonores des matériaux sont précisées dans la présente norme européenne, elles concernent des aciers dans lesquels la vitesse des ondes ultrasonores est égale à $(5\ 920 \pm 50)$ m/s pour les ondes longitudinales et $(3\ 255 \pm 30)$ m/s pour les ondes transversales. Cet élément doit être pris en compte pour le contrôle des matériaux présentant des vitesses de propagation ultrasonores différentes.

La présente norme européenne spécifie quatre niveaux de contrôle, chacun correspondant à une probabilité différente de détection des imperfections. Un guide du choix des niveaux de contrôle A, B et C est donné en annexe A. Les prescriptions relatives au quatrième niveau de contrôle, qui est prévu pour des applications spéciales, sont conformes aux prescriptions générales de la présente norme européenne et doivent être convenues entre les parties contractantes.

La présente norme européenne, par accord entre les parties contractantes, permet l'évaluation des indications aux fins de réception par l'une des méthodes suivantes :

- 1) évaluation basée principalement sur la longueur et l'amplitude de l'écho du signal de l'indication ;
- 2) évaluation basée sur la caractérisation et le dimensionnement de l'indication par des méthodes de déplacement du traducteur.

2 Références normatives

Cette norme européenne comporte par référence datée ou non datée des dispositions d'autres publications. Ces références normatives sont citées aux endroits appropriés dans le texte et les publications sont énumérées ci-après. Pour les références datées, les amendements ou révisions ultérieurs de l'une quelconque de ces publications ne s'appliquent à cette norme européenne que s'ils y ont été incorporés par amendement ou révision. Pour les références non datées, la dernière édition de la publication à laquelle il est fait référence s'applique.

EN 473	Qualification et certification du personnel en contrôle non destructif — Principes généraux.
prEN 583-1	Contrôle non destructif — Contrôle par ultrasons — Partie 1 : Principes généraux.
prEN 583-2	Contrôle non destructif — Contrôle par ultrasons — Partie 2 : Sensibilité et réglage du domaine.
prEN 1330-4	Contrôle non destructif — Terminologie — Partie 4 : Termes utilisés en ultrasons.
EN 1712	Contrôle non destructif des assemblages soudés — Contrôle par ultrasons des assemblages soudés — Niveaux d'acceptation.
prEN 1713	Contrôle non destructif des assemblages soudés — Contrôle par ultrasons — Caractérisation des défauts dans les assemblages soudés.
EN 12062	Contrôle non destructif des assemblages soudés — Règles générales pour les matériaux métalliques.
EN 25817	Assemblages en acier soudés à l'arc — Guide des niveaux d'acceptation des défauts (ISO 5817:1992).

3 Définitions et symboles

Pour les besoins de la présente norme, les définitions données dans l'EN 12062 et dans le prEN 1330-4 s'appliquent.

Les grandeurs et les symboles sont indiqués au tableau 1.

Les indications doivent être considérées comme longitudinales ou transversales selon l'orientation de leur plus grande dimension par rapport à l'axe de la soudure, x, conformément à la figure 2.

Tableau 1 : Grandeurs et symboles

Symbole	Grandeur	Unité
t	Épaisseur du métal de base	mm
D_{DSR}	Diamètre du réflecteur en forme de disque	mm
D_{SDH}	Diamètre du trou percé sur le côté	mm
l	Longueur de l'indication	mm
h	Hauteur de l'indication dans la direction de la profondeur	mm
x	Position de l'indication dans la direction longitudinale	mm
y	Position de l'indication dans la direction transversale	mm
z	Position de l'indication en profondeur	mm
l_z	Longueur projetée de l'indication en profondeur	mm
l_x	Longueur projetée de l'indication dans la direction X	mm
l_y	Longueur projetée de l'indication dans la direction Y	mm
p	Distance projetée entière	mm

4 Généralités

L'objet de la présente norme européenne est de décrire des méthodes générales de contrôle par ultrasons, avec des critères normalisés, pour les assemblages soudés les plus couramment utilisés. Les spécifications données dans la présente norme européenne se rapportent au matériel, à la préparation, au contrôle lui-même et au rapport de contrôle. Les paramètres spécifiés, en particulier ceux relatifs aux traducteurs, sont compatibles avec les prescriptions des EN 1712 et prEN 1713, et conviennent également pour l'utilisation d'autres normes définissant des critères d'acceptation. Les techniques recommandées dans la présente norme européenne sont appropriées pour la détection des indications présentes dans les soudures et définies dans les normes typiques d'acceptation des soudures. Les méthodes à utiliser pour l'évaluation par ultrasons des indications ainsi que les critères d'acceptation doivent être convenus entre les parties contractantes.

Si les critères d'acceptation convenus demandent une détermination plus précise de la hauteur et de la nature du défaut, par exemple pour des critères d'aptitude à l'emploi, il peut s'avérer nécessaire d'utiliser des techniques ou méthodes sortant du cadre de la présente norme.

5 Informations requises avant le contrôle

5.1 Points soumis à accord entre les parties contractantes

Les points suivants doivent être convenus :

- méthode de fixation du niveau de référence ;
- méthode à utiliser pour l'évaluation des indications ;
- niveaux d'acceptation ;
- niveaux de contrôle ;
- stades de fabrication ou de mise en œuvre auxquels le contrôle doit être effectué ;
- qualification du personnel ;
- étendue du contrôle pour les indications transversales ;
- exigences pour le contrôle tandem ;
- contrôle du métal de base avant et/ou après soudage ;
- exigence, ou non, d'une procédure de contrôle écrite ;
- exigences pour les procédures de contrôle écrites.

5.2 Informations spécifiques requises avant le contrôle

Avant que le contrôle d'un assemblage soudé ne puisse commencer, l'opérateur doit disposer des éléments essentiels suivants :

- procédure de contrôle écrite, si nécessaire (voir 5.3) ;
- type(s) de métal de base et de produit (c'est-à-dire moulé, forgé ou laminé) ;
- stade de fabrication ou de mise en œuvre auquel doit avoir lieu le contrôle, y compris le traitement thermique éventuel ;
- durée et étendue de tout traitement thermique après soudage ;
- préparation et dimensions des joints ;
- état de surface requis ;
- mode opératoire de soudage ou renseignements pertinents concernant le procédé de soudage ;
- contenu du rapport ;
- niveaux d'acceptation ;
- étendue des contrôles, y compris si nécessaire, les exigences pour le contrôle des indications transversales ;
- niveau d'examen ;
- niveau de qualification du personnel ;
- méthodes d'action corrective si le contrôle révèle des défauts inacceptables.

5.3 Procédure de contrôle écrite

Les définitions et prescriptions figurant dans la présente norme européenne répondent normalement au besoin d'une procédure de contrôle écrite. Si tel n'est pas le cas, ou si les techniques décrites dans la présente norme européenne ne sont pas applicables à l'assemblage soudé contrôlé, d'autres procédures écrites doivent être utilisées par accord entre les parties contractantes.

6 Prescriptions relatives au personnel et au matériel

6.1 Qualification du personnel

Le personnel effectuant des contrôles non destructifs conformément à la présente norme européenne doit être qualifié et certifié à un niveau approprié conformément à l'EN 473 ou à une norme équivalente, dans le secteur industriel correspondant.

Outre une connaissance générale du contrôle par ultrasons des soudures, il doit également être familiarisé avec les problèmes de contrôle spécifiquement liés aux types d'assemblages soudés à contrôler.

6.2 Matériel

Tout matériel utilisé pour le contrôle des soudures, conformément à la présente norme européenne, doit respecter les prescriptions des normes européennes pertinentes. Avant la publication des normes européennes sur le sujet, les normes nationales correspondantes peuvent être utilisées.

6.3 Paramètres des traducteurs

6.3.1 Fréquence

La fréquence doit être comprise entre 2 MHz et 5 MHz et doit être choisie en fonction des niveaux d'acceptation spécifiés.

Lors du contrôle initial, la fréquence doit être aussi basse que possible, dans l'intervalle ci-dessus, lorsque l'évaluation est effectuée conformément aux niveaux d'acceptation basés sur l'amplitude et la longueur, par exemple dans l'EN 1712. Si nécessaire, des fréquences supérieures peuvent être utilisées pour améliorer l'intervalle lorsque l'on utilise des normes sur les niveaux d'acceptation basées sur la caractérisation des imperfections, par exemple le prEN 1713.

Des fréquences d'environ 1 MHz peuvent être utilisées pour des contrôles effectués avec de grands trajets ultrasonores dans un matériau ayant des caractéristiques d'atténuation supérieures à la moyenne.

6.3.2 Angles d'incidence

Lorsque le contrôle est effectué avec des ondes transversales suivant une technique exigeant que le faisceau ultrasonore soit réfléchi par une surface opposée, on doit s'assurer que l'angle d'incidence du faisceau sur la surface réfléchissante ne soit pas inférieur à 35°, et de préférence pas supérieur à 70°. Lorsque l'on utilise plusieurs angles d'incidence, au moins l'un des traducteurs utilisés doit être conforme à cette prescription. L'un des angles d'incidence doit garantir que le plan des bords à souder est contrôlé sous incidence normale, ou aussi voisine que possible de la normale. Lorsque l'utilisation d'au moins deux angles d'incidence est prescrite, la différence entre les angles de faisceau nominaux doit être égale ou supérieure à 10°.

L'angle d'incidence du traducteur et l'angle formé sur la surface réfléchissante, si elle est incurvée, peuvent être déterminés en représentant une vue en coupe de la soudure ou par les méthodes données dans le prEN 583-2. Si les angles d'incidence ne peuvent pas être déterminés comme spécifié dans cette norme, le rapport d'examen doit comporter une description complète des explorations effectuées et l'étendue des zones non contrôlées, avec une explication des difficultés rencontrées.

6.3.3 Adaptation des traducteurs aux surfaces d'exploration incurvées

Le jeu entre la surface examinée et la semelle du traducteur ne doit pas dépasser 0,5 mm. Sur les surfaces cylindriques ou sphériques, cette exigence est normalement respectée si l'équation suivante est satisfaite :

$$D \geq 15 a$$

où :

D est le diamètre, en millimètres, de la pièce ;

a est la dimension, en millimètres, de la semelle du traducteur dans le sens du contrôle.

Si cette exigence ne peut pas être satisfaite, la semelle du traducteur doit être adaptée à la surface et la sensibilité et l'étendue doivent être réglées en accord.

7 Volume à contrôler

Le volume à contrôler (voir figure 1) est défini comme la zone incluant la soudure et le métal de base sur la plus grande des deux zones suivantes : au moins 10 mm de chaque côté de la soudure ou la zone affectée thermiquement.

Dans tous les cas, l'exploration doit couvrir la totalité du volume à contrôler. Si tous les éléments du volume ne peuvent pas être contrôlés dans au moins une direction d'exploration ou si les angles d'incidence sur la surface opposée ne respectent pas les prescriptions de 6.3.2, d'autres méthodes de contrôle par ultrasons, des contrôles par ultrasons supplémentaires ou d'autres méthodes de contrôles non destructifs doivent être convenus. Cela peut, dans certains cas, nécessiter d'éliminer la surépaisseur de la soudure.

Des méthodes supplémentaires peuvent nécessiter un contrôle avec traducteur d'angle à émetteur et récepteur séparés, traducteur à ondes de Lamb, d'autres techniques ultrasonores ou d'autres méthodes appropriées, par exemple le ressage, la magnétoscopie ou la radiographie. Lors du choix de méthodes différentes ou complémentaires, il est recommandé de prendre en compte le type de soudure et l'orientation probable des imperfections à détecter.

8 Préparation des surfaces d'exploration

Les surfaces à explorer doivent être assez larges pour permettre de couvrir totalement le volume à contrôler (voir figure 1). Alternativement, la largeur des surfaces à contrôler peut être plus petite si l'on peut couvrir le volume à contrôler équivalent en effectuant une exploration à partir à la fois de la surface inférieure et de la surface supérieure de la soudure.

Les surfaces d'exploration doivent être planes et exemptes de produits (par exemple rouille, calamine libre, projections de soudure, entaille, rainures) susceptibles de perturber le couplage du traducteur. L'ondulation de la surface de contrôle ne doit pas laisser un jeu supérieur à 0,5 mm entre le traducteur et cette surface. Au besoin, ces exigences peuvent être réalisées par arasage. Des variations locales du profil de la surface, par exemple le long du bord de la soudure, qui conduisent à un jeu au-dessous du traducteur mesurant jusqu'à 1 mm, ne peuvent être autorisées que si au moins un angle d'incidence supplémentaire est utilisé pour le côté dégradé de la soudure. Cette exploration supplémentaire est nécessaire pour compenser l'exploration incomplète de la soudure due à un jeu de cette dimension.

Dans tous les cas, le jeu maximal autorisé pour la surface de contrôle où l'évaluation des indications doit être effectuée, doit être de 0,5 mm. Les surfaces d'exploration et les surfaces sur lesquelles se réfléchit le faisceau ultrasonore sont considérées satisfaisantes si leur rugosité, Ra, n'est pas supérieure à 6,3 µm pour des surfaces usinées et n'est pas supérieur à 12,5 µm pour des surfaces grenaillées.

9 Contrôle du matériau de base

Le métal de base, dans la zone à explorer, doit être contrôlé avec des traducteurs droits avant ou après soudage, à moins qu'il puisse être démontré (par exemple avec des contrôles antérieurs, avec le procédé de fabrication) que le contrôle de la soudure avec des traducteurs d'angle n'est pas influencé par la présence d'indications ou par une atténuation élevée.

Lorsque des imperfections sont détectées, il convient d'évaluer leur influence sur le contrôle proposé et d'ajuster éventuellement les techniques correspondantes. Si elles compromettent sérieusement le contrôle par ultrasons, d'autres méthodes de contrôle (par exemple la radiographie) doivent être considérées.

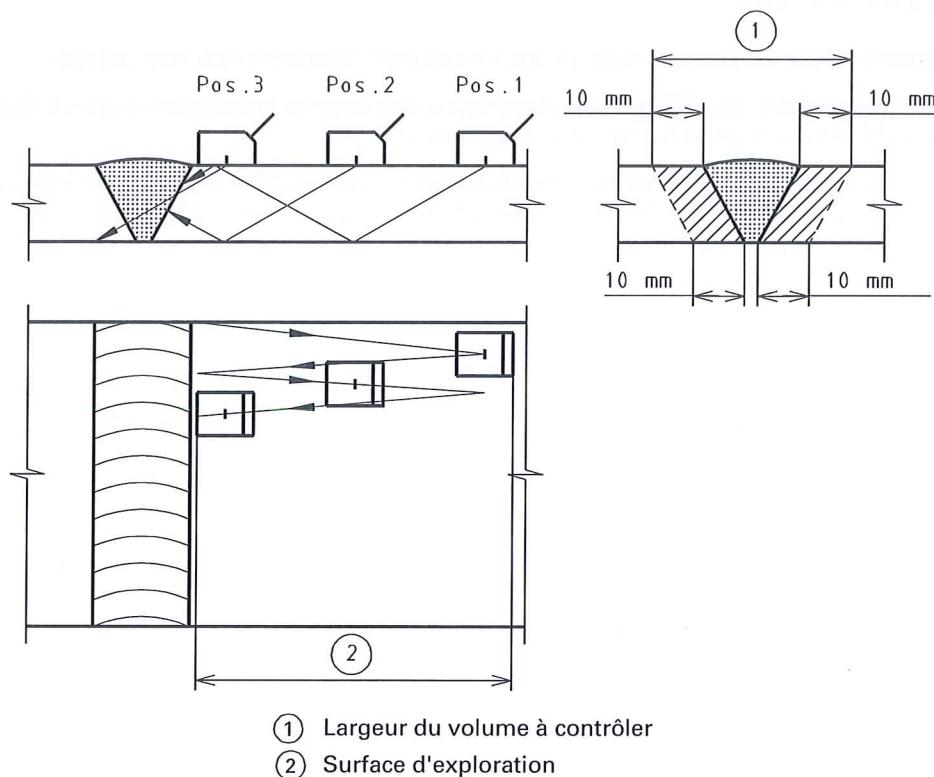


Figure 1 : Exemple de volume à contrôler à explorer pour la détection des indications longitudinales

10 Réglage de l'étendue et de la sensibilité

10.1 Généralités

Un réglage d'étendue et de sensibilité doit intervenir avant chaque contrôle conformément à la présente norme et au prEN 583-2. Une vérification des réglages doit être effectuée au moins toutes les 4 h et en fin de contrôle. Cette vérification doit également être faite à chaque modification d'un paramètre du système ou lorsque l'on soupçonne des modifications des réglages équivalents correspondants.

Si des erreurs sont découvertes en cours de vérification, les corrections indiquées au tableau 2 doivent être effectuées.

Tableau 2 : Corrections portant sur la sensibilité et l'étendue

Sensibilité		
1	Erreurs ≤ 4 dB	Le réglage doit être corrigé avant poursuite du contrôle.
2	Réduction de sensibilité > 4 dB	Le réglage doit être corrigé et tous les contrôles effectués sur la période précédente doivent être repris.
3	Augmentation de la sensibilité > 4 dB	Le réglage doit être corrigé et toutes les indications enregistrées doivent être soumises à un nouveau contrôle.
Étendue		
1	Erreurs $\leq 2\%$ de l'étendue	Le réglage doit être corrigé avant poursuite du contrôle.
2	Erreurs $> 2\%$ de l'étendue	Le réglage doit être corrigé et tous les contrôles effectués sur la période précédente avec le même matériel doivent être repris.

10.2 Niveaux de référence

Une des méthodes suivantes pour le réglage des niveaux de référence doit être utilisée :

- Méthode 1 : Le niveau de référence correspond à une courbe amplitude-distance (C.A.D.) pour une génératrice de 3 mm de diamètre percée latéralement ;
- Méthode 2 : Les niveaux de référence pour les ondes transversales et longitudinales utilisant un système des diamètres équivalents (DGC) basé sur un réflecteur en forme de disque (DSR) sont indiquées aux tableaux 3 et 4 respectivement ;
- Méthode 3 : Le niveau de référence correspond à une C.A.D. pour une entaille rectangulaire de 1 mm de profondeur ;
- Contrôle tandem : $D_{DSR} = 6$ mm (pour toutes les épaisseurs).

Tableau 3 : Niveaux de référence pour les ondes inclinées transversales pour la méthode 2 (DGS ou AVG)

Fréquence nominale du traducteur (MHz)	Épaisseur du matériau de base (mm)		
	$8 \leq t < 15$	$15 \leq t < 40$	$40 \leq t \leq 100$
1,5 à 2,5	—	$D_{DSR} = 2$ mm	$D_{DSR} = 3$ mm
3 à 5	$D_{DSR} = 1$ mm	$D_{DSR} = 1,5$ mm	—

Tableau 4 : Niveaux de référence pour les ondes longitudinales pour la méthode 2 (DGS)

Fréquence nominale du traducteur (MHz)	Épaisseur du matériau de base (mm)		
	$8 \leq t < 15$	$15 \leq t < 40$	$40 \leq t \leq 100$
1,5 à 2,5	—	$D_{DSR} = 2$ mm	$D_{DSR} = 3$ mm
3 à 5	$D_{DSR} = 2$ mm	$D_{DSR} = 2$ mm	$D_{DSR} = 3$ mm

10.3 Niveaux d'évaluation

Toutes les indications égales ou supérieures aux valeurs suivantes doivent être évaluées :

- Méthodes 1 et 3 : Niveau de référence – 10 dB (33 % de la C.A.D.) ;
- Méthode 2 : Niveau de référence – 4 dB, suivant les tableaux 3 et 4 respectivement ;
- Contrôle tandem : $D_{DSR} = 6$ mm (pour toutes les épaisseurs).

10.4 Correction de transfert

Si l'on utilise des blocs différents pour établir les niveaux de référence, on doit mesurer les différences de transfert entre l'objet contrôlé et le bloc, en un nombre représentatif d'emplacements. Les techniques appropriées sont décrites dans le prEN 583-2.

Si les différences sont inférieures à 2 dB, la correction n'est pas requise.

Si les différences sont supérieures à 2 dB mais inférieures à 12 dB, elles doivent être compensées.

Si des pertes de transfert dépassent 12 dB, il faut en rechercher les causes et recommencer la préparation de la surface, si nécessaire.

S'il n'existe pas de raison apparente d'adopter des valeurs de correction élevées, il faut mesurer l'atténuation en différents endroits de l'objet contrôlé, et s'il s'avère qu'elle varie de façon significative, envisager des mesures correctives.

10.5 Rapport signal/bruit

Pendant le contrôle de la soudure, le niveau de bruit, indications superficielles parasites exclues, doit demeurer au moins 12 dB au-dessous du niveau d'évaluation. Cette exigence peut être atténuée par accord entre les parties contractantes.

11 Niveaux d'examen

Les exigences de qualité des assemblages soudés portent principalement sur le matériau, le procédé de soudage et les conditions de service. Pour prendre en compte toutes ces exigences, la présente norme européenne prévoit quatre niveaux d'examen (A, B, C et D).

Depuis le niveau de contrôle A jusqu'au niveau d'examen C, la probabilité de détection augmente avec les efforts consacrés aux examens, par exemple des explorations plus nombreuses ou l'arasage de la surface. Pour des applications spéciales, un niveau d'examen supplémentaire, D, basé sur une procédure d'examen écrite prenant en compte les prescriptions générales de la présente norme européenne peut être convenu.

Les niveaux d'examen sont généralement liés aux niveaux de qualité (par exemple EN 25817). Le niveau d'examen approprié peut être spécifié par des normes sur l'examen des soudures (par exemple EN 12062), par des normes de produits ou par d'autres documents.

Lorsque l'EN 12062 est spécifiée, les niveaux d'examen recommandés sont ceux indiqués au tableau 5.

Tableau 5 : Niveaux d'examen recommandés

Niveau d'examen	Niveau de qualité dans l'EN 25817
A	C
B	B
C	par accord
D	application spéciale

Les prescriptions particulières des niveaux A à C sont données en annexe A pour divers types d'assemblages. Il convient de noter que les types d'assemblage représentés ne sont que des exemples idéaux et si les conditions réelles de soudage ou d'accessibilité ne correspondent pas exactement à celles qui sont présentées, la technique d'examen doit être modifiée de façon à respecter les exigences générales de la présente norme européenne et le niveau spécifique d'examen requis. Dans ce cas, une procédure d'examen écrite doit être préparée.

12 Technique d'examen

12.1 Généralités

Les contrôles par ultrasons doivent être exécutés conformément au prEN 583-1 et aux dispositions complémentaires suivantes.

12.2 Exploration manuelle

Pendant l'exploration avec un traducteur d'angle (comme illustré à la figure 1), un léger mouvement d'oscillation de 10° maximum de part et d'autre de la direction du faisceau nominal peut être imprimé au traducteur.

12.3 Recherche des imperfections perpendiculaires à la surface

Les imperfections planes situées sous la surface et perpendiculairement à celle-ci sont difficiles à détecter par des techniques utilisant un seul traducteur d'angle. Pour ce type d'imperfections, il est recommandé d'utiliser des techniques d'examen spécifiques, en particulier pour les soudures sur matériaux épais. L'utilisation de ces techniques d'examen doit faire l'objet d'un accord entre les parties contractantes.

12.4 Localisation des indications

La localisation de toutes les indications doit être définie par rapport à un système de coordonnées par exemple celui représenté à la figure 2. Un point de la surface contrôlée doit servir d'origine aux mesures.

Lorsque le contrôle est effectué à partir de plusieurs surfaces, des points de référence doivent être définis sur chaque surface. Dans ce cas, on veillera à établir une relation entre la position de tous les points de référence utilisés, de façon à pouvoir définir l'emplacement de toutes les indications dans l'absolu par rapport à n'importe quel point de référence défini.

En cas de soudure circonférentielle, il peut être nécessaire de définir l'emplacement des points de référence intérieur et extérieur avant l'assemblage pour le soudage.

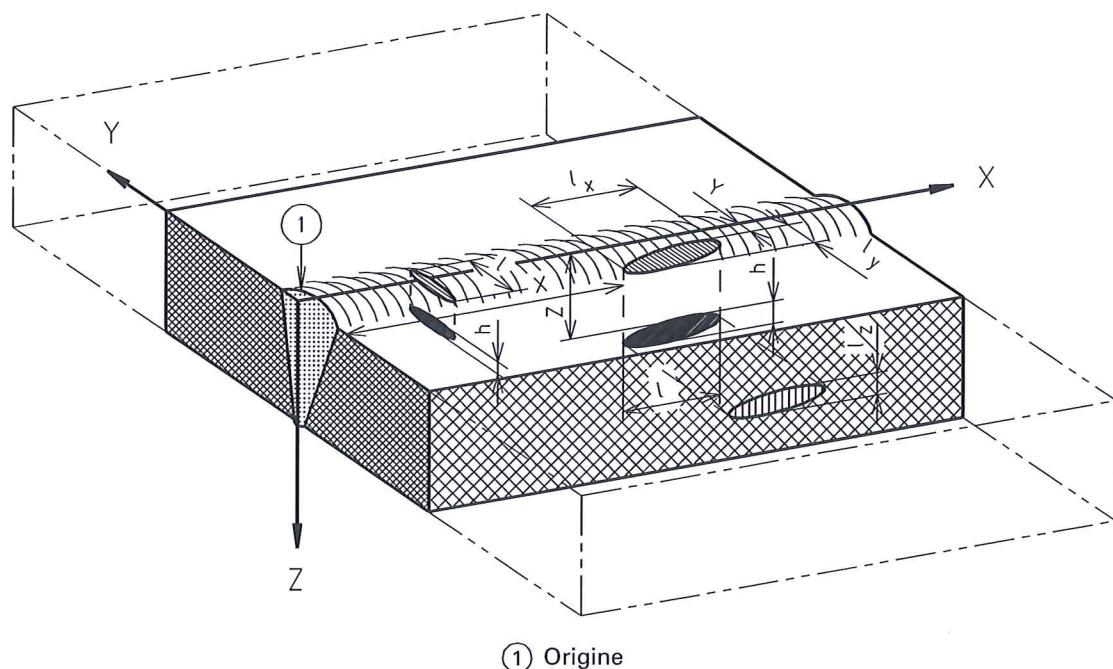


Figure 2 : Système de coordonnées définissant l'emplacement des indications

12.5 Évaluation des indications

12.5.1 Généralités

Toutes les indications significatives dépassant le niveau d'évaluation doivent être évaluées conformément aux paragraphes 12.5.2 à 12.5.4.

12.5.2 Amplitude maximale de l'écho

L'amplitude de l'écho doit être amplifiée au maximum par le mouvement du traducteur et notée par rapport au niveau de référence convenu.

12.5.3 Longueur de l'indication

La longueur de l'indication, dans le sens longitudinal ou transversal, doit si possible et sauf accord contraire, être déterminée par la méthode spécifiée dans la norme définissant les niveaux d'acceptation ou par la méthode à – 6 dB.

12.5.4 Hauteur de l'indication

La hauteur de l'indication ne doit être mesurée que par accord. Dans ce cas, on utilisera la méthode suivante :

Si possible, lorsque les imperfections engendrent plusieurs pics distincts dans le signal reçu pendant une exploration en profondeur, la hauteur, h, doit être mesurée par une technique de déplacement du traducteur. Lorsque la hauteur mesurée d'une indication est égale ou supérieure à 3 mm, il est recommandé de noter cette hauteur au rapport. Cependant, d'autres hauteurs limites plus élevées peuvent être convenues.

12.5.5 Caractérisation des imperfections

Les imperfections ne doivent être caractérisées que par accord entre les parties contractantes, ou lorsque cela est nécessaire pour satisfaire les prescriptions des niveaux d'acceptation spécifiés.

13 Rapport d'examen

13.1 Généralités

Les rapports de contrôle doivent comporter une référence à la présente norme européenne et indiquer au minimum les informations suivantes :

13.2 Données générales

- a) identification de l'objet contrôlé :
 - matériau et type de produit ;
 - dimensions ;
 - localisation de la soudure ou de l'assemblage soudé à contrôler ;
 - schéma représentant les objets de forme complexe (si nécessaire) ;
 - référence au mode opératoire de soudage, aux spécifications et au traitement thermique ;
 - stade de fabrication ;
 - état de surface ;
 - température de l'objet, si celle-ci se situe hors de l'intervalle de 0 °C à 40 °C.
- b) exigences contractuelles, par exemple : spécifications, lignes directrices, accords spéciaux, etc. ;
- c) date et lieu du contrôle ;
- d) identification des organismes de contrôle, identification et certification de l'agent de contrôle ;
- e) identification de l'autorité de contrôle.

13.3 Informations sur le matériel de contrôle

- a) marque et type de l'appareil à ultrasons, avec numéro d'identification de celui-ci, si requis ;
- b) marque, type, fréquence nominale et angle réel d'incidence des traducteurs utilisés, avec leur numéro d'identification, si requis ;
- c) identification des blocs de référence utilisés, avec un schéma si nécessaire ;
- d) milieu de couplage.

13.4 Informations sur la méthode de contrôle

- a) niveau(x) d'examen et référence, le cas échéant, à une procédure écrite ;
- b) étendue du contrôle ;
- c) localisation des zones à explorer ;
- d) points de référence et détails du système de coordonnées utilisé, comme indiqué en 12.4 ;
- e) identification des emplacements des traducteurs comme indiqué en annexe A, ou par un schéma ;
- f) étendue de la base de temps ;
- g) méthode et valeurs utilisées pour le réglage de sensibilité (réglage du gain pour les niveaux de référence et les valeurs utilisées pour les corrections de transfert) ;
- h) niveaux de référence ;
- i) résultats du contrôle du matériau de base ;
- j) normes pour les niveaux d'acceptation ;
- k) écarts par rapport à la présente norme européenne, ou aux prescriptions contractuelles.

13.5 Résultats du contrôle

Tableau récapitulatif (ou schémas) fournissant les données suivantes sur les indications notées :

- a) coordonnées de l'indication, comme spécifié en 12.4, avec le détail des traducteurs utilisés et leurs positions correspondantes ;
- b) amplitude maximale de l'écho, comme spécifié en 12.5.2 et, si requis, informations sur le type et la taille des indications ;
- c) longueurs des indications, comme spécifié en 12.5.3 ;
- d) résultats de l'évaluation selon les niveaux d'acceptation spécifiés.

Annexe A

(normative)

Niveaux d'examen pour différents types d'assemblages soudés

Voir les figures A.1 à A.7 et les tableaux A.1 à A.7

Légende des tableaux :

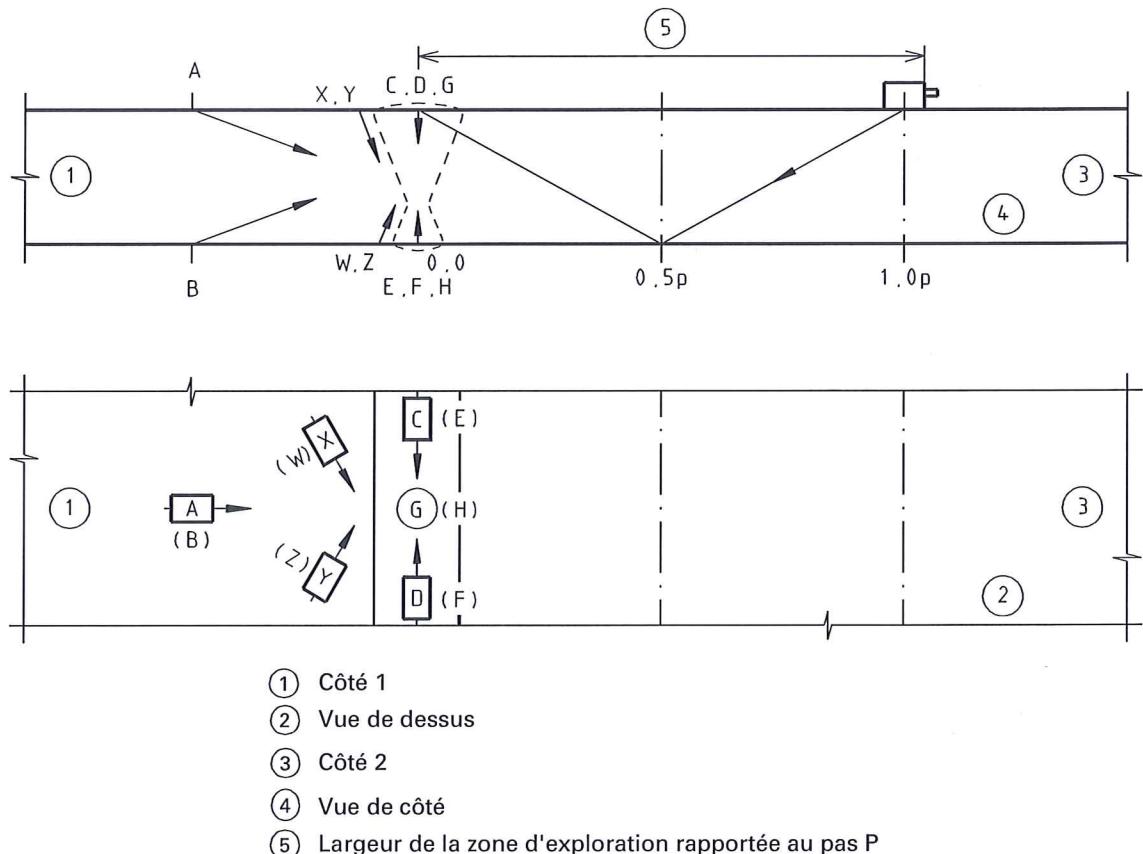
Exploration L : exploration avec traducteurs d'angle pour détecter des discontinuités longitudinales.

Exploration N : exploration avec traducteur droit.

Exploration T : exploration avec traducteurs d'angle pour détecter des discontinuités transversales.

p : distance projetée entière.

SZW : largeur de la zone d'exploration.



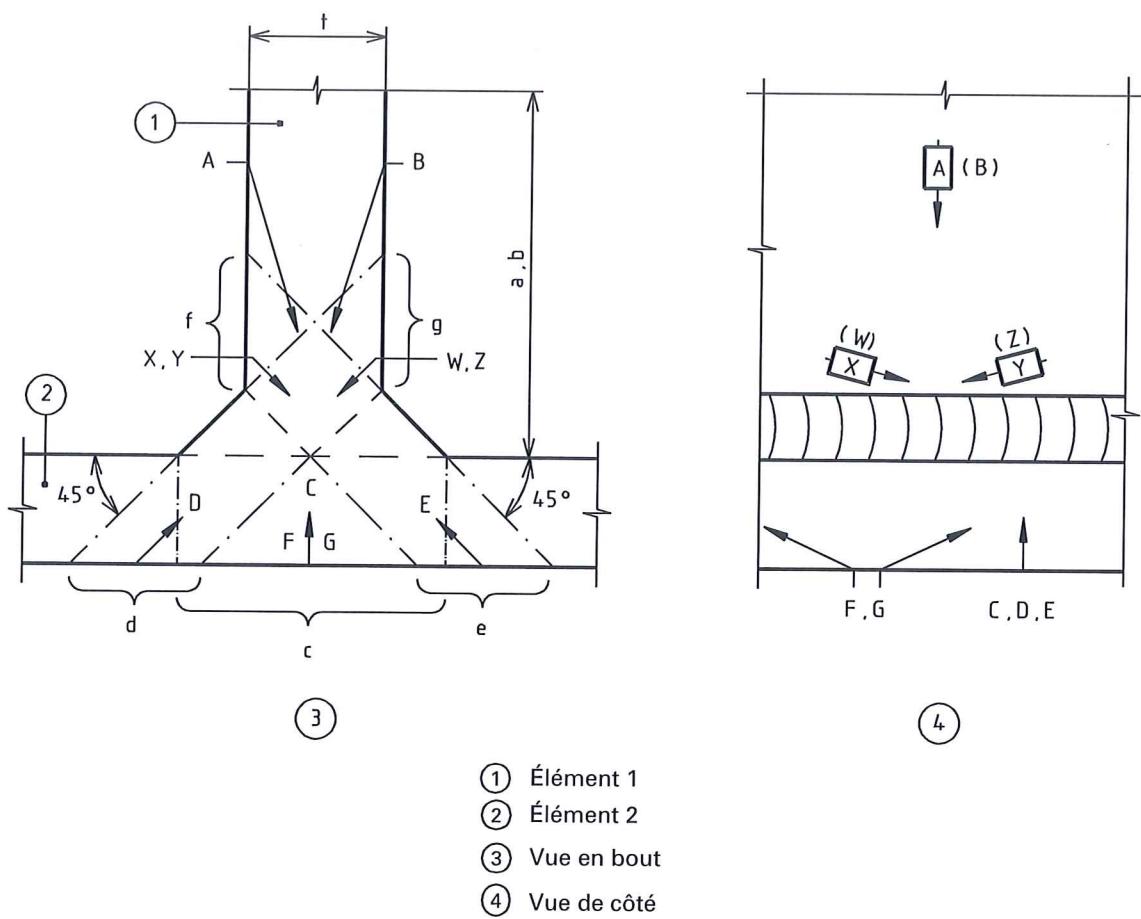
Dans la mesure du possible, toutes les explorations doivent être effectuées des deux côtés.

Figure A.1 : Assemblages bout à bout de tôles ou de tubes

Tableau A.1 : Assemblages bout à bout de tôles ou de tubes

Niveau d'examen	Épaisseur du matériau de base mm	Indications longitudinales						Indications transversales			
		Nombre requis pour				Nombre total d'explorations	Notes	Nombre requis pour		Nombre total d'explorations	Notes
		les angles	les positions	SZW	les positions			les angles	les positions		
		Exploration L		Exploration N		Exploration T					
A	8 ≤ t < 15	1	A ou B	1,25 p	—	2	1)	1	(X et Y) ou (W et Z)	2	3)
	15 ≤ t < 40	1	A ou B	1,25 p	—	2	1)	1	(X et Y) ou (W et Z)	4	3)
B	8 ≤ t < 15	1	A ou B	1,25 p	—	2	5)	1	(X et Y) ou (W et Z)	4	3)
	15 ≤ t < 40	2 ⁶⁾	A ou B	1,25 p	—	4	2), 5)	1	(X et Y) ou (W et Z)	4	3)
	40 ≤ t < 60	2	A ou B	1,25 p	—	4	2)	2	(X et Y) ou (W et Z)	8	3)
	60 ≤ t ≤ 100	2	A ou B	1,25 p	—	4	2)	2	(C et D) ou (E et F)	4	3), 4)
C	8 ≤ t < 15	1	A ou B	1,25 p	G ou H	3	4)	1	(C et D) ou (E et F)	2	4)
	15 ≤ t ≤ 40	2	A ou B	1,25 p	G ou H	5	2), 4)	2	(C et D) ou (E et F)	8	4)
	> 40	2	A et B	1,25 p	G et H	10	2), 4)	2	(C et D) ou (E et F)	8	4)

1) Après accord, peut être limité à une exploration depuis un seul côté.
 2) Contrôle supplémentaire par la méthode tandem, après accord spécial.
 3) Prescrit uniquement par accord spécial.
 4) La surface de la soudure doit répondre aux prescriptions de l'article 8, ce qui peut impliquer l'arasage de cette surface. Cependant, pour des soudures circonférentielles sur tubes effectuées d'un seul côté, seule la surface extérieure doit être arasée.
 5) Si les soudures ne sont accessibles que d'un seul côté, il est nécessaire d'utiliser 2 angles.
 6) Pour l'intervalle 15 < t ≤ 25, un angle suffit pourvu que la fréquence soit inférieure à 3 MHz.



Les largeurs de zones d'exploration sont indiquées par les lettres a , b , c , d , e , f et g .

Figure A.2 : Assemblages en T

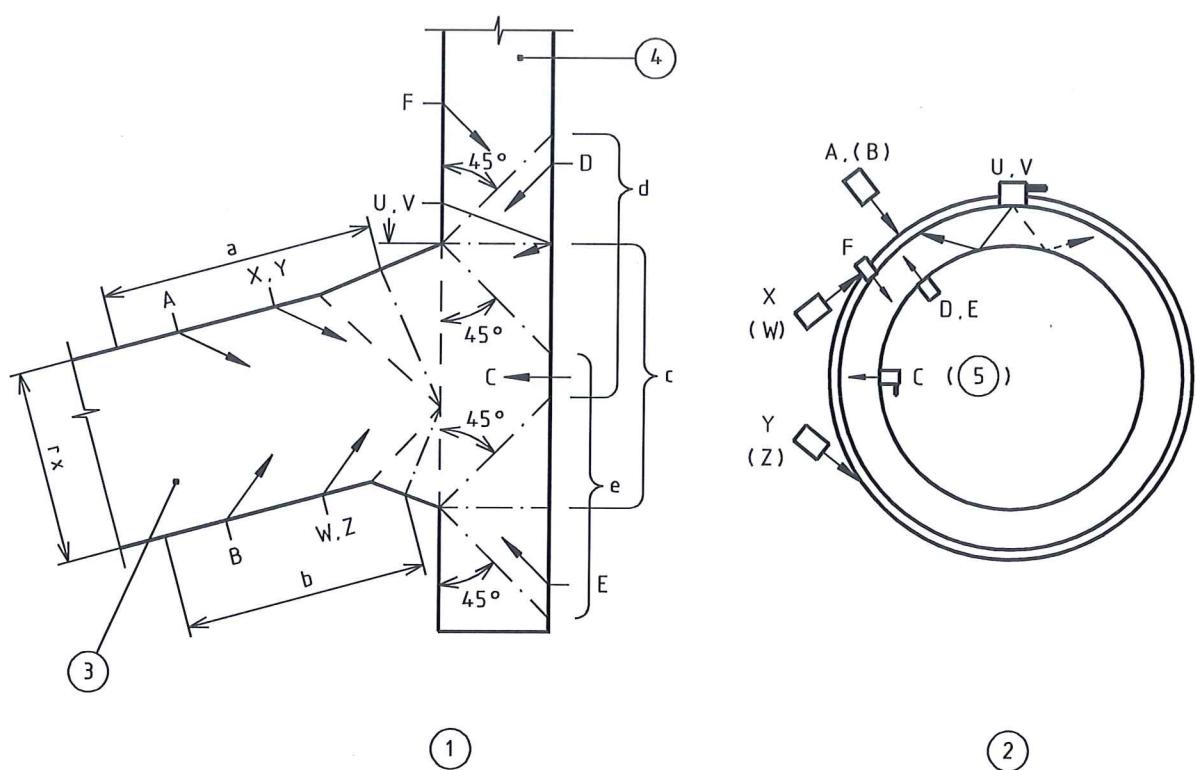
Tableau A.2 : Assemblages en T

Niveau d'examen	Épaisseur du matériau de base mm	Indications longitudinales						Indications transversales				Notes	
		Nombre requis pour					Nombre total d'explorations	Nombre requis pour			Nombre total d'explorations		
		les angles	les positions	SZW	les positions	SZW		les angles	les positions	SZW			
		Exploration L			Exploration N		Exploration T						
A	$8 \leq t < 15$	1	A ou B	1,25 p	ou C ³⁾	—	1	—	—	—	—	1)	
	$15 \leq t < 40$	1	A ou B	1,25 p	C ³⁾	c	2	—	—	—	—	1)	
B	$8 \leq t < 15$	1	A ou B	1,25 p	C ³⁾	—	2	1	F et G	c	2	2)	
	$15 \leq t < 40$	1	A et B	1,25 p	C ³⁾	c	3	1	(F et G)	c	6	2)	
								1	(X et Y) ou (W et Z)	f + g			
	$40 \leq t \leq 100$	2	A et B	0,75 p	C ³⁾	c	5	1	(F et G)	c	6	2)	
								1	(X et Y) ou (W et Z)	f + g			
C	$8 \leq t < 15$	1	A et B	1,25 p	C ³⁾	c	3	2	F et G	c	4	2)	
	$15 \leq t < 40$	2	(A et B)	1,25 p	C ³⁾	c	7	1	(F et G)	c	6	2)	
								1	(X et Y) ou (W et Z)	f + g			
	$40 \leq t \leq 100$	2	(A et B)	0,75 p	C ³⁾	c	7	2	(F et G)	c	12	2)	
								2	(X et Y) ou (W et Z)	f + g			
	> 100	3	A et B	0,75 p	C ³⁾	c	9	2	(F et G)	c	12	2)	
								2	(X et Y) ou (W et Z)	f + g			

1) Non applicable.

2) Ne doit être effectué qu'après accord spécial.

3) À remplacer par la méthode tandem depuis A ou B si C ne le permet pas.



- ① Coupe
- ② Vue de dessus
- ③ Élément 1 = enveloppe cylindrique/tôle plane
- ④ Élément 2 = piquage
- ⑤ Traducteur droit

Les largeurs de zones d'exploration sont indiquées par les lettres : a, b, c, d et e.

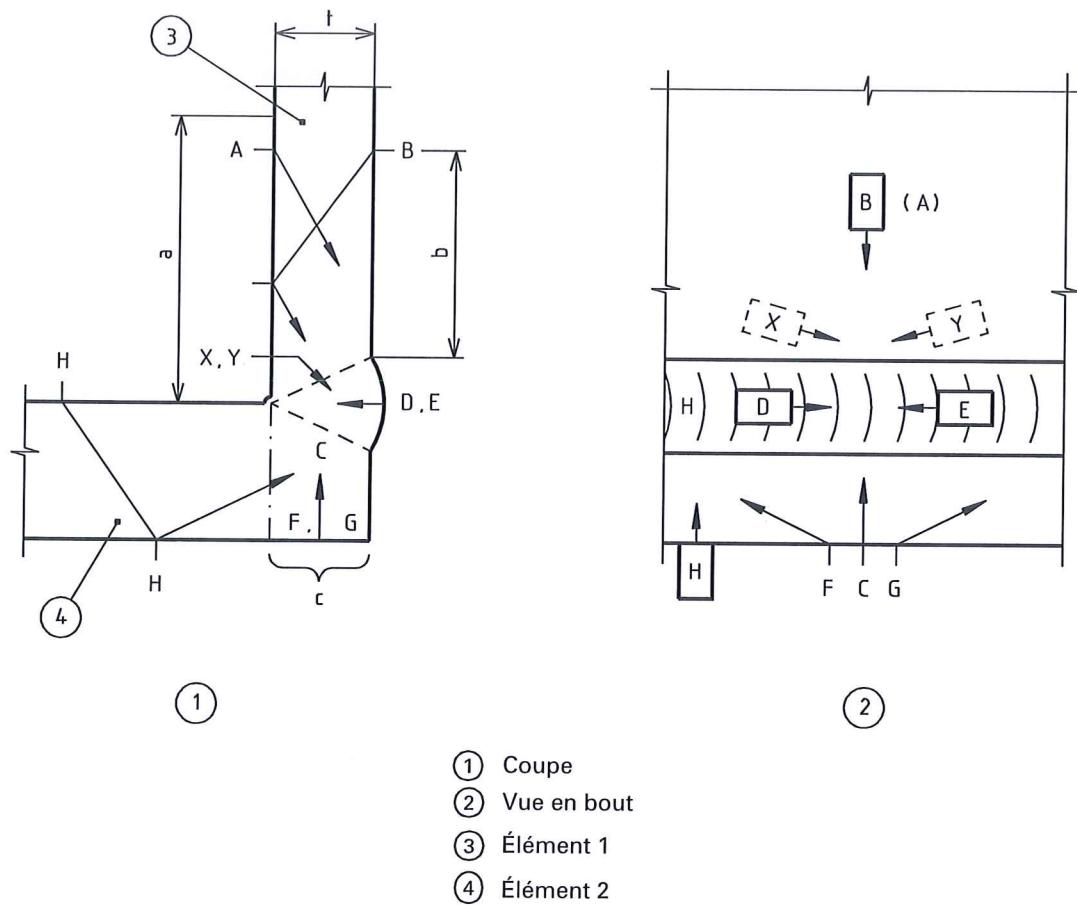
Figure A.3 : Assemblages de piquages pénétrés

Tableau A.3 : Assemblages de piquages pénétrés

Niveau d'examen	Épaisseur du matériau de base mm	Indications longitudinales						Indications transversales			
		Nombre requis pour les angles les positions SZW les positions SZW					Nombre total d'explorations	Nombre requis pour les angles les positions		Nombre total d'explorations	Notes
		Exploration L		Exploration N				Exploration T			
A	8 ≤ t < 15	1	A	1,25 p	ou C	c	1	—	—	—	1)
	15 ≤ t ≤ 40	1	(A ou F) ou	1,25 p		C	c	2	—	—	—
			D	d					—	—	1)
B	8 ≤ t < 15	1	A ou	1,25 p	C	c	2	1	(U et V) ou (X et Y) ou (W et Z)		2
	D		d	(U et V) ou (X et Y) ou (W et Z)					2		
	15 ≤ t < 40	1	A ou	1,25 p	C	c	2 ou 3	1	(U et V) ou (X et Y) ou (W et Z)		2
			(D et E)	d + e					(U et V) ou (X et Y) ou (W et Z)		2
	40 ≤ t < 60	1	(A ou B)	1,25 p	C	c	4	1	(X et Y) et (W et Z)		4
			(D et E)	d + e					(X et Y) et (W et Z)		2
		2	(A et B)	0,5 p					(X et Y) et (W et Z)		8
C	60 ≤ t ≤ 100	1	(D et E)	d + e	C	c	7	2	(X et Y) et (W et Z)		2
		2	(A et B)	0,5 p					(X et Y) et (W et Z)		2
	8 ≤ t < 15	1	(A ou B)	1,25 p					(U et V) ou (X et Y et W et Z)		2 ou 4
		1	(D ou E)	d ou e					(U et V) ou (X et Y et W et Z)		2
	15 ≤ t ≤ 40	2	(A ou B)	0,5 p					(X et Y) et (W et Z)		8
		2	(D ou E)	d ou e					(X et Y) et (W et Z)		2
> 40	2	(A et B)	0,5 p	C	c	9	2	(X et Y) et (W et Z)		8	2)
	2	(D et E)	d + e					(X et Y) et (W et Z)		2)	

1) Non applicable.

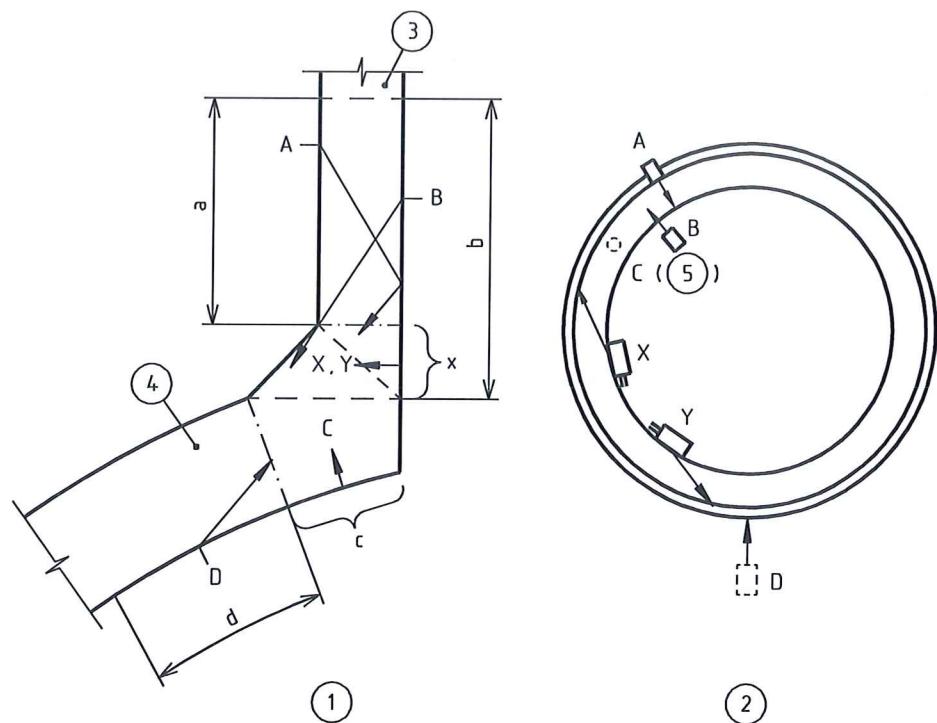
2) Ne doit être effectué qu'après accord spécial.



Les largeurs de zones d'exploration sont indiquées par les lettres : a, b et c.

Tableau A.4 : Assemblages en L, soudure en angle extérieur

Niveau d'examen	Épaisseur du matériau de base mm	Indications longitudinales						Indications transversales			
		Nombre requis pour					Nombre total d'explorations	Nombre requis pour		Nombre total d'explorations	Notes
		les angles	les positions	SZW	les positions	SZW		les angles	les positions		
Exploration L			Exploration N			Exploration T					
A	8 ≤ t < 15	1	A ou B ou H	1,25 p	ou C	c	1	—	—	—	1)
	15 ≤ t ≤ 40	1	A ou B ou H	1,25 p	C	c	2	—	—	—	1)
B	8 ≤ t < 15	1	A ou B ou H	1,25 p	ou C	c	1	1	(F et G) ou (X et Y)	2	2)
	15 ≤ t < 40	2	A ou B ou H	1,25 p	C	c	3	2	(F et G) ou (X et Y)	4	2)
	40 ≤ t ≤ 100	2	(H ou A) et B	0,75 p	C	c	5	2	D et E	4	2), 3)
C	8 ≤ t < 15	1	(H ou A) et B	1,25 p	C	c	3	1	D et E	2	2), 3)
	15 ≤ t < 40	2	(H ou A) et B	1,25 p	C	c	5	1	D et E	2	2), 3)
	40 ≤ t ≤ 100	3	(H ou A) et B	0,75 p	C	c	7	2	D et E	4	2), 3)
	> 100	3	(H ou A) et B	0,5 p	C	c	7	2	D et E	4	2), 3)



- ① Coupe
- ② Vue en plan
- ③ Élément 1 = piquage
- ④ Élément 2 = enveloppe
- ⑤ Traducteur droit

Les largeurs de zones d'exploration sont indiquées par les lettres : a, b, c, d et x.

Figure A.5 : Assemblages de piquages posés

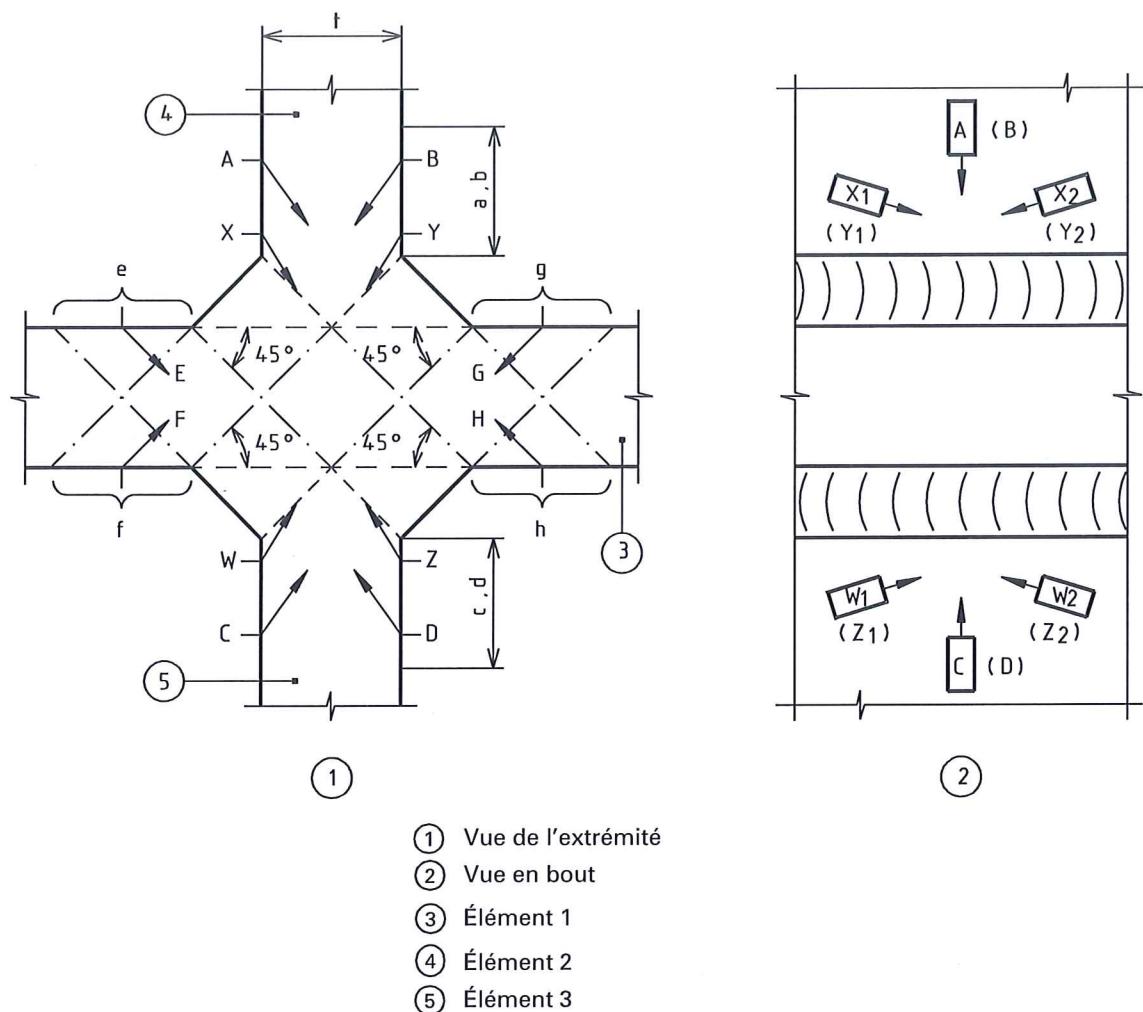
Tableau A.5 : Assemblages de piquages posés

Niveau d'examen	Épaisseur du matériau de base mm	Indications longitudinales						Indications transversales				
		Nombre requis pour les angles				Nombre total d'explorations	Nombre requis pour les angles		Nombre total d'explorations	Notes		
		les positions	SZW	les positions	SZW		les positions	Exploration T				
		Exploration L		Exploration N		Exploration T						
A	8 ≤ t < 15	1	A ou	1,25 p	—	—	1	—	—	—	1)	
	15 ≤ t ≤ 40		B	0,50 p								
B	8 ≤ t < 15	2	A ou	1,25 p	—	—	2	1	X et Y		2), 3)	
	15 ≤ t < 40		B	0,50 p					X et Y			
	40 ≤ t < 60	2	A	1,25 p	C	c	3	1	X et Y		2), 3)	
	60 ≤ t ≤ 100		(B ou D)	0,50 p					X et Y			
C	8 ≤ t < 15	3	A ou	1,25 p	C	c	4	1	X et Y		2), 3)	
	15 ≤ t < 40		B	0,5 p					X et Y			
	40 ≤ t < 60	3	A	1,25 p	C	c	7	2	X et Y		2), 3)	
	60 ≤ t ≤ 100		B	0,5 p					X et Y			

1) Non applicable.

2) Ne doit être effectué qu'après accord spécial.

3) La surface de la soudure doit répondre aux prescriptions de l'article 8, ce qui peut impliquer l'arasage de cette surface.



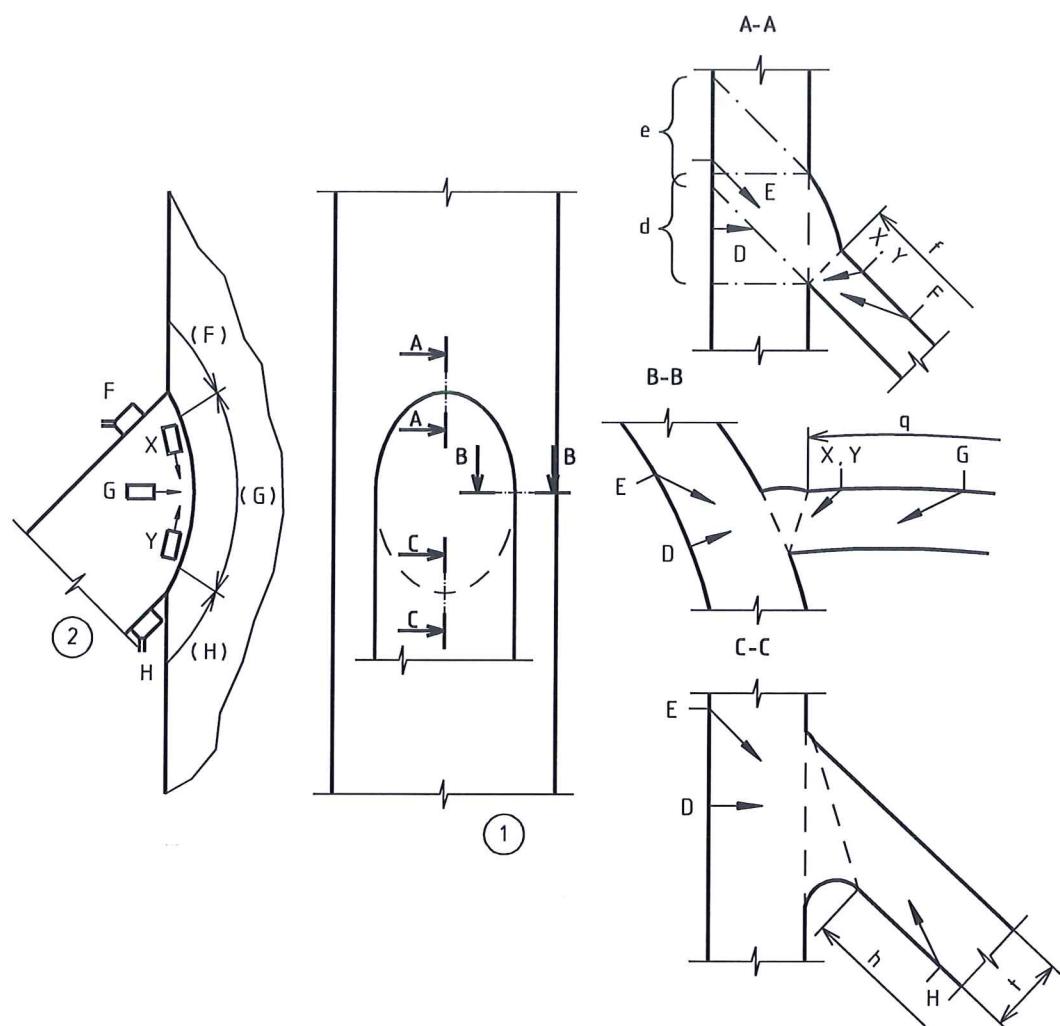
Les largeurs de zones d'exploration sont indiquées par les lettres : a, b, c, d, e, f, g et h.

Figure A.6 : Assemblages cruciformes

Tableau A.6 : Assemblages cruciformes

Niveau d'examen	Épaisseur du matériau de base mm	Indications longitudinales					Indications transversales			
		Nombre requis pour			Nombre total d'explorations	Notes	Nombre requis pour		Nombre total d'explorations	Notes
		les angles	les positions	SZW			les angles	les positions		
Exploration L					Exploration T					
A	8 ≤ t < 15	1	(A et C) ou (B et D)	1,25 p	2	—	—	—	—	1)
	15 ≤ t < 40	1	A et B et C et D	0,75 p	4	3)	—	—	—	1)
	40 ≤ t ≤ 100	2	A et B et C et D	0,75 p	8	3)	—	—	—	1)
B	8 ≤ t < 15	1	A et B et C et D	1,25 p	4		1	(X1 et Y1 et W1 et Z1) et (X2 et Y2 et W2 et Z2)	8	2)
	15 ≤ t < 40	2	A et B et C et D	0,75 p	8	3)	1	(X1 et Y1 et W1 et Z1) et (X2 et Y2 et W2 et Z2)	8	2)
	40 ≤ t ≤ 100	2	A et B et C et D	0,75 p	12	3), 4)	2	(X1 et Y1 et W1 et Z1) et (X2 et Y2 et W2 et Z2)	16	2)
		1	E et F et G et H	e - h		3), 4)		(X1 et Y1 et W1 et Z1) et (X2 et Y2 et W2 et Z2)		
C	40 ≤ t ≤ 100	2	A et B et C et D	et en tandem (A ou B) et (C ou D)	0,75 p	12	2	(X1 et Y1 et W1 et Z1) et (X2 et Y2 et W2 et Z2)	16	2)
		1	E et F et G et H		e - h					

1) Non applicable.
 2) Ne doit être effectué qu'après accord spécial.
 3) Si un niveau de sensibilité plus élevé est prescrit, la méthode en tandem doit être appliquée.
 4) Dans ce cas, E et F et G et H ne doivent pas être retenus.



- ① Élément 1 = tube support
- ② Élément 2 = piquage

Les zones d'exploration sont indiquées par les lettres : d, e, f, g et h.

Figure A.7 : Nœuds d'assemblages dans des structures tubulaires

Tableau A.7 : Noeuds d'assemblages dans des structures tubulaires