
**Soudage par résistance — Essais
destructifs des soudures — Méthode
d'essai de fatigue des échantillons
soudés par points multiples**

*Resistance welding — Destructive testing of welds — Method for the
fatigue testing of multi-spot-welded specimens*

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

[ISO 18592:2009](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/45f70fd1-b1ae-4f84-be2b-7ee283b1d9d2/iso-18592-2009)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/45f70fd1-b1ae-4f84-be2b-7ee283b1d9d2/iso-18592-2009>



PDF – Exonération de responsabilité

Le présent fichier PDF peut contenir des polices de caractères intégrées. Conformément aux conditions de licence d'Adobe, ce fichier peut être imprimé ou visualisé, mais ne doit pas être modifié à moins que l'ordinateur employé à cet effet ne bénéficie d'une licence autorisant l'utilisation de ces polices et que celles-ci y soient installées. Lors du téléchargement de ce fichier, les parties concernées acceptent de fait la responsabilité de ne pas enfreindre les conditions de licence d'Adobe. Le Secrétariat central de l'ISO décline toute responsabilité en la matière.

Adobe est une marque déposée d'Adobe Systems Incorporated.

Les détails relatifs aux produits logiciels utilisés pour la création du présent fichier PDF sont disponibles dans la rubrique General Info du fichier; les paramètres de création PDF ont été optimisés pour l'impression. Toutes les mesures ont été prises pour garantir l'exploitation de ce fichier par les comités membres de l'ISO. Dans le cas peu probable où surviendrait un problème d'utilisation, veuillez en informer le Secrétariat central à l'adresse donnée ci-dessous.

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 18592:2009

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/45f70fd1-b1ae-4f84-be2b-7ee283b1d9d2/iso-18592-2009>



DOCUMENT PROTÉGÉ PAR COPYRIGHT

© ISO 2009

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'ISO à l'adresse ci-après ou du comité membre de l'ISO dans le pays du demandeur.

ISO copyright office
Case postale 56 • CH-1211 Geneva 20
Tel. + 41 22 749 01 11
Fax + 41 22 749 09 47
E-mail copyright@iso.org
Web www.iso.org

Publié en Suisse

Sommaire

Page

Avant-propos	iv
Introduction.....	v
1 Domaine d'application	1
2 Références normatives	2
3 Termes et définitions	3
4 Symboles et abréviations	5
5 Éprouvettes	7
5.1 Généralités	7
5.2 Choix des éprouvettes appropriées	8
5.3 Fabrication des éprouvettes	10
5.4 Géométrie des éprouvettes	12
6 Exigences relatives à la machine d'essai	22
7 Mors et alignement des éprouvettes	23
7.1 Généralités	23
7.2 Efforts de cisaillement et d'arrachement	24
8 Mode opératoire.....	25
8.1 Généralités	25
8.2 Montage des éprouvettes de type H.....	25
8.3 Mode opératoire de serrage des éprouvettes de type H.....	25
8.4 Essai de fatigue	25
8.5 Fin de l'essai	26
9 Rapport d'essai.....	28
9.1 Informations de base	28
9.2 Présentation des résultats d'essai de fatigue	29
Annexe A (informative) Éprouvette d'étalonnage destinée à vérifier la répartition des efforts sur les éprouvettes de type H.....	31
Annexe B (normative) Mors hydrauliques destinés à l'essai de fatigue des éprouvettes de type H.....	32
Annexe C (informative) Mors destinés à l'essai de fatigue des éprouvettes de type H	33
Annexe D (informative) Organigramme — Acquisition des données.....	34
Bibliographie.....	37

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 Normes internationales sont rédigées conformément aux règles données dans les Directives ISO/CEI, Partie 2.

La tâche principale des comités techniques est d'élaborer les Normes internationales. 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.

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.

L'ISO 18592 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 44, *Soudage et techniques connexes*, sous-comité SC 6, *Soudage par résistance et assemblage mécanique allié*.

Il convient d'adresser les demandes d'interprétation officielles de l'un quelconque des aspects de la présente Norme internationale au secrétariat de l'ISO/TC 44/SC 6 via votre organisme national de normalisation. La liste exhaustive de ces organismes peut être trouvée à l'adresse www.iso.org.

Introduction

La présente Norme internationale a été préparée de cette façon car les ingénieurs soudeurs (et la plupart des ingénieurs d'études) ne connaissent pas bien les essais de fatigue et l'influence des facteurs tels que le type d'effort (par exemple effort de cisaillement ou effort d'arrachement) et le critère de défaillance.

Les essais permettent de déterminer l'existence de propriétés spécifiques et leur évaluation qualitative et quantitative. Les essais de fatigue servent en général à étudier le comportement des structures et des composants soumis à des efforts cycliques. Dans le cas de composants soudés, les essais de fatigue servent à déterminer l'influence de différents paramètres tels que les modes d'assemblage, le pas, les épaisseurs et les combinaisons de matériaux, le type d'effort (par exemple effort de cisaillement ou effort d'arrachement), le recouvrement, la position de la soudure sur la tôle, la distance par rapport au bord, la condition de chargement (par exemple quasi-statique, cyclique, rapport d'effort R), et la combinaison de l'environnement/la corrosion sur le comportement en fatigue (durée de vie) des soudures par points et/ou des éprouvettes soumises à différents types d'effort. Il convient que les essais de fatigue, si leurs résultats sont à utiliser à des fins de conception, prennent en considération, dans toute la mesure du possible, ces conditions aux limites de la configuration dans un environnement réel. Cela s'applique aux types d'effort, aux amplitudes d'effort et aux rapports d'effort, ainsi qu'aux répartitions des efforts et aux critères de rupture (Référence [7]).

Il convient que l'éprouvette choisie pour l'essai de fatigue permette de simuler, le mieux possible, les efforts et les conditions aux limites de la configuration de la pièce réelle. Par ailleurs, il convient que le critère de défaillance utilisé soit conforme à l'application concernée. Bien que le type d'effort primaire appliqué soit identique avec certaines éprouvettes, par exemple effort de cisaillement exercé sur des éprouvettes planes à points multiples, éprouvettes de type H soumises à un cisaillement, éprouvettes KS-2, et éprouvettes en double disque, les résultats des essais de fatigue seront très différents du fait des types d'efforts secondaires qui résultent des différents degrés de déformation locale dus aux différences avérées de la rigidité locale observée au niveau de la zone de la soudure. La déformation locale, responsable de l'amplitude du composant d'arrachement par exemple, est fonction de la rigidité locale et augmente proportionnellement à la réduction de la rigidité.

La présente Norme internationale offre un cadre dans lequel les différentes éprouvettes, décrites dans le texte, peuvent être modifiées de manière à pouvoir prendre en considération les spécifications de conception et les contraintes de production, par exemple largeur et recouvrement des tôles, taille du noyau de soudure, pas, rayon de courbure, et soudures imparfaites. Cela permet de contribuer dans une large mesure au renforcement de l'importance des résultats.

Il est à considérer que si les soudures peuvent être soumises à des amplitudes d'effort de cisaillement et d'arrachement identiques, leur durée de vie varierait au moins d'un facteur approché de 10^4 (Références [8] à [11]). Cela explique la nécessité d'utiliser des éprouvettes différentes qui permettent la simulation de différents types d'effort.

Les essais de conformité effectués sur des composants *réels* permettent de vérifier les calculs de conception et sont nécessaires pour la qualification des structures. Il est donc nécessaire de limiter leur nombre à un strict minimum.

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 18592:2009

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/45f70fd1-b1ae-4f84-be2b-7ee283b1d9d2/iso-18592-2009>

Soudage par résistance — Essais destructifs des soudures — Méthode d'essai de fatigue des échantillons soudés par points multiples

1 Domaine d'application

La présente Norme internationale spécifie les éprouvettes et les procédures d'essai applicables aux essais de fatigue à amplitude d'effort constante, ces essais étant effectués sur des éprouvettes soudées par points multiples et à axes multiples, dans la gamme d'épaisseurs comprise entre 0,5 mm et 5 mm à la température ambiante et à une humidité relative de 80 % max. L'applicabilité de la présente Norme internationale à des épaisseurs plus importantes peut être limitée par les propriétés mécaniques telles que la limite élastique et la formabilité du matériau constitutif des éprouvettes. La gamme d'épaisseurs pour les aciers à haute résistance mécanique (AHSS) est généralement inférieure à 3,0 mm. Des épaisseurs plus grandes, pour par exemple les alliages d'aluminium, sont admises.

Selon l'éprouvette utilisée, les résultats permettent d'évaluer le comportement à la fatigue:

- a) des soudures par points soumises à une répartition définie uniforme des efforts;
- b) des soudures par points soumises à une répartition définie non uniforme des efforts;
- c) des soudures par points soumises à différentes combinaisons définies d'efforts de cisaillement, d'arrachement et de traction normale; et
- d) de l'éprouvette soumise à essai.

Les éprouvettes soudées par points multiples avec lesquelles les différentes répartitions des efforts peuvent être effectuées sont les suivantes:

- 1) répartition des efforts uniforme définie:
 - i) éprouvettes de type H pour les efforts de cisaillement et d'arrachement (soudures soumises à un effort uniforme de cisaillement ou d'arrachement transversalement à la ligne de joint);
 - ii) éprouvettes en oméga simple ou double soumises à un essai de flexion quatre points (soudures par points soumises à un effort de cisaillement uniforme dans le sens des lignes de soudure);
 - iii) éprouvettes en double disque soumises à une torsion (soudures par points soumises à un effort de cisaillement uniforme);
 - iv) éprouvettes en double disque soumises à un effort de traction (soudures par points soumises à un effort d'arrachement uniforme);
 - v) éprouvettes en double disque soumises à une torsion et un effort de traction combinés;
 - vi) éprouvettes planes de soudage par points multiples utilisant des mors définis;

- 2) répartition des efforts non uniforme définie:
 - i) éprouvettes de type H avec mors de fixation modifiés;
 - ii) éprouvettes de type H modifiées avec mors de fixation normaux;
 - iii) éprouvettes de type H modifiées avec mors de fixation modifiés;
 - iv) éprouvettes planes de soudures par points multiples avec mors de fixation modifiés;
 - v) éprouvettes planes de soudures par points multiples modifiées avec mors de fixation normaux;
 - vi) éprouvettes planes de soudures par points multiples modifiées avec mors de fixation modifiés;
- 3) combinaisons définies d'efforts de cisaillement, d'arrachement et de traction normale:
 - i) éprouvettes KS-2;
 - ii) éprouvette en double disque;
- 4) soudures par points soumises à une répartition non uniforme non définie des efforts: éprouvettes en oméga simple ou double et profilés creux fermés similaires soumis à un essai de torsion, à un essai de flexion trois points et/ou à un essai de pression interne.

Les éprouvettes et essais auxquels il est fait référence en 4) ne sont pas traitées davantage dans la présente Norme internationale, car les résultats obtenus avec ces éprouvettes sont spécifiques aux composants soumis à essai et ne peuvent pas être généralisés ou utilisés pour calculer la capacité de transmission d'effort des assemblages soudés. Les résultats obtenus avec ces essais conviennent pour comparer les propriétés mécaniques des composants soumis à essai avec les propriétés mécaniques de composants similaires soumis aux mêmes essais. Ces essais, toutefois, *ne conviennent pas* pour évaluer ou comparer les capacités d'efforts des soudures.

[https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/45f70fd1-b1ae-4f84-be2b-](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/45f70fd1-b1ae-4f84-be2b-7e283f149137/iso-18592-2009)

Les résultats des essais de fatigue obtenus avec les éprouvettes semblables aux composants conviennent pour déduire des critères de sélection des matériaux et des combinaisons d'épaisseur pour les structures et les composants soumis à des efforts cycliques. Cette indication est particulièrement pertinente pour les résultats obtenus avec des éprouvettes dans des conditions aux limites, c'est-à-dire dont la rigidité locale est similaire à celle de la structure concernée. Les résultats d'un essai de fatigue conviennent à une application *directe* à la conception uniquement lorsque les conditions d'effort en service et la rigidité de la conception dans la zone d'assemblage sont identiques.

NOTE Modifier les éprouvettes afin de prendre en considération les contraintes ou les exigences spécifiques imposées par la conception, par exemple dimension du recouvrement inférieure à la normale, dimension inférieure ou plus importante par rapport au diamètre normal du noyau, et répartition spécifique des efforts, ce qui contribue ainsi à l'amélioration de la valeur des résultats d'essai pour l'ingénieur d'études.

2 Références normatives

Les documents de référence suivants sont indispensables pour l'application du présent document. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document auquel il est fait référence (y compris les amendements) s'applique.

ISO 14273, *Dimensions des éprouvettes et mode opératoire pour l'essai de cisaillement des soudures par résistance par points, à la molette et par bossages*

ISO 14324, *Soudage par résistance — Essais destructifs des soudures — Méthode pour les essais de fatigue sur assemblages soudés par points*

ISO 15609-5:2004, *Descriptif et qualification d'un mode opératoire de soudage pour les matériaux métalliques — Descriptif d'un mode opératoire de soudage — Partie 5: Soudage par résistance*

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions donnés dans l'ISO 14324 ainsi que les suivants s'appliquent.

3.1 effort répété

F

effort variant de manière simple et périodique entre des valeurs maximale et minimale constantes

NOTE Adapté de l'ISO 14324:2003, 3.12.

3.2 effort maximal

F_{\max}

valeur algébrique la plus élevée de l'effort répété

NOTE Adapté de l'ISO 14324:2003, 3.9.

3.3 effort minimal

F_{\min}

valeur algébrique la plus basse de l'effort répété

NOTE Adapté de l'ISO 14324:2003, 3.11.

3.4 étendue d'effort

ΔF

différence entre les efforts maximal et minimal

$$\Delta F = F_{\max} - F_{\min}$$

NOTE Adapté de l'ISO 14324:2003, 3.8.

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 18592:2009

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/45f70fd1-b1ae-4f84-be2b-283b1d9d2/iso-18592-2009>

3.5 amplitude d'effort

F_a

demi-étendue d'effort

$$F_a = 0,5\Delta F$$

NOTE Adapté de l'ISO 14324:2003, 3.6.

3.6 effort moyen

F_m

moyenne des efforts maximal et minimal

$$F_m = 0,5(F_{\max} + F_{\min})$$

NOTE Adapté de l'ISO 14324:2003, 3.10.

3.7 rapport d'effort

R

rapport de l'effort minimal à l'effort maximal

$$R = \frac{F_{\min}}{F_{\max}}$$

NOTE Adapté de l'ISO 14324:2003, 3.7.

3.8

durée de vie en fatigue
nombre de cycles à la rupture

N_f
nombre de cycles d'effort pouvant être appliqués à un niveau d'effort répété spécifié avant rupture

NOTE Adapté de l'ISO 14324:2003, 3.3.

3.9

endurance en fatigue

N
nombre de cycles auquel il a été convenu d'arrêter l'essai même en l'absence de rupture

3.10

courbe $F-N$

courbe obtenue en portant l'amplitude d'effort (ou l'étendue d'effort ou l'effort maximal) en ordonnée et la durée de vie en fatigue (ou l'endurance en fatigue si l'essai est arrêté avant rupture) en abscisse; également appelée courbe amplitude d'effort - nombre de cycles d'effort

NOTE 1 Dans la pratique, les échelles logarithmiques sont utilisées.

NOTE 2 Adapté de l'ISO 14324:2003, 3.5.

3.11

courbe $S-N$

courbe tracée en portant l'amplitude de contrainte (ou l'étendue de contrainte ou la contrainte maximale) en ordonnée et la durée de vie en fatigue (ou l'endurance à la fatigue si l'essai est arrêté avant rupture) en abscisse; également appelée courbe amplitude de contrainte - nombre de cycles d'effort

NOTE La courbe $S-N$ n'est généralement pas appropriée aux éprouvettes soudées par points.

3.12

limite d'endurance

valeur maximale de l'amplitude d'effort, F_{\max} , pour laquelle une éprouvette peut subir un nombre défini de cycles d'effort sans se rompre

NOTE Adapté de l'ISO 14324:2003, 3.2.

3.13

limite en fatigue à la probabilité p

effort maximal (étendue, amplitude ou valeur maximale) pour lequel l'éprouvette peut subir un nombre infini de cycles d'effort avec la probabilité p

NOTE La probabilité retenue est habituellement égale à 50 %.

3.14

limite d'endurance à la probabilité p

effort (étendue, amplitude ou valeur maximale) pour lequel l'éprouvette peut subir un nombre défini de cycles d'effort avec la probabilité p sans se rompre

NOTE La probabilité habituellement retenue est égale à 50 %.

3.15

déplacement

ΔL
modification de la longueur d'une éprouvette due à l'application d'un effort

3.16

rigidité

c
effort F divisé par le déplacement correspondant L , c'est-à-dire

$$c = \frac{F_{\max} - F_{\min}}{\Delta L}$$

3.17

rigidité initiale

c_0
rigidité au début de l'essai, c'est-à-dire

$$c_0 = \frac{F_{\max} - F_{\min}}{\Delta L_0}$$

4 Symboles et abréviations

a	recouvrement
b	largeur du coupon d'essai
b_i	largeur intérieure du coupon d'essai
b_s	largeur de la plaque latérale
c	rigidité
c_0	rigidité initiale
d_c	diamètre de l'alésage central
d_e	diamètre du cercle primitif
e	pas
F	effort, effort répété
F_a	amplitude d'effort
F_m	effort moyen
F_{\max}	effort maximal
F_{\min}	effort minimal
F_p	effort d'arrachement
$F_{p,\max}$	effort d'arrachement maximal
$F_{p,\min}$	effort d'arrachement minimal
F_{pt}	effort d'arrachement transversal à la ligne de joint
F_s	effort de cisaillement
$F_{s,\max}$	effort de cisaillement maximal
$F_{s,\min}$	effort de cisaillement minimal
F_{sp}	effort de cisaillement parallèle à la ligne de joint ou à l'axe de la ligne de joint
F_{st}	effort de cisaillement transversal à la ligne de joint
g	distance par rapport à la barre
h	hauteur extérieur des profilés en oméga

h_i	hauteur du coupon
h_o	hauteur extérieure
h_H	hauteur totale des éprouvettes de type H
h_s	hauteur de la plaque latérale ou de la partie latérale
h_L	hauteur de la partie latérale de type L
h_U	hauteur de la partie de type U
l_a	distance entre mors et recouvrement
l_c	longueur de la surface bridée
l_e	distance par rapport au bord
l_f	longueur de l'éprouvette entre mâchoires
l_g	longueur de l'éprouvette entre mors
l_S	longueur totale de l'éprouvette
l_t	longueur du coupon d'essai
l_w	distance par rapport à la paroi
L	déplacement
L_{max}	déplacement maximal
L_{min}	déplacement minimal
N	nombre de cycles d'effort
p	probabilité
r_1	rayon de pliage pour l'épaisseur de tôle t_1
r_2	rayon de pliage pour l'épaisseur de tôle t_2
R	rapport d'effort
t	temps
$t_1; t_2$	épaisseur de tôle
σ_p	contrainte d'arrachement
σ_{pt}	contrainte d'arrachement transversale à la ligne de joint
σ_s	contrainte de cisaillement
σ_{sp}	contrainte de cisaillement parallèle à la ligne de joint ou à l'axe de la ligne de joint
σ_{st}	contrainte de cisaillement transversale à la ligne de joint
ΔL	déplacement ($L_{max} - L_{min}$)

ITeH STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

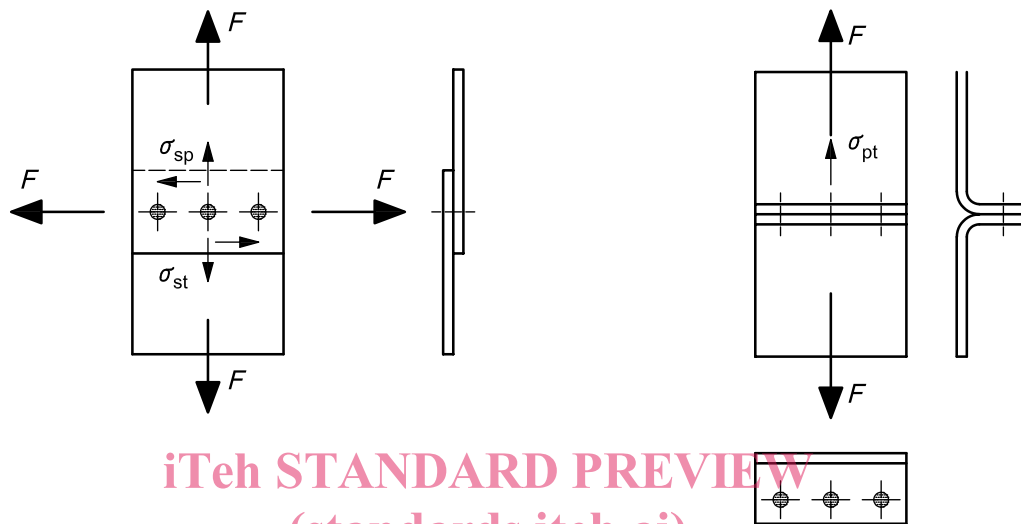
ISO 18592:2009

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/45f70fd1-b1ae-4f84-be2b-7ee283b1d9d2/iso-18592-2009>

5 Éprouvettes

5.1 Généralités

Les éprouvettes sont conçues pour simuler, dans le cas des assemblages des structures à parois minces, trois types d'efforts de base sous leurs formes primaires, c'est-à-dire effort de cisaillement transversal à la ligne de joint, effort de cisaillement parallèle à la ligne de joint ou à l'axe de la ligne de joint, et effort d'arrachement (voir Figure 1).



iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

- a) Effort de cisaillement transversal à la ligne de joint et effort de cisaillement parallèle à l'axe de la ligne de joint
- b) Effort d'arrachement ou effort de traction unilatéral en croix

NOTE Voir Article 4.

Figure 1 — Les trois cas d'efforts de base applicables aux assemblages (Référence[9])

NOTE 1 Dans le cas de structures réelles à parois minces, il peut généralement être supposé que les assemblages ne sont jamais soumis à l'un des types de contraintes mentionnés ci-avant, soit sous forme simple, soit sous forme pure. Dans le cas des assemblages à recouvrement, il existe au moins un type de contrainte de cisaillement et, en raison de la déformation locale des tôles due à ladite contrainte, une contrainte d'arrachement. Même si la contrainte primaire exercée sur un assemblage à recouvrement est une contrainte de cisaillement pur, une composante de contrainte d'arrachement est générée, dont la valeur absolue dépend de l'importance de la déformation due à la contrainte de cisaillement exercée sur l'assemblage. Cette déformation est fonction du moment de flexion, qui dépend des épaisseurs de tôles impliquées, de l'importance des forces agissantes et de la rigidité locale. La rigidité elle-même est fonction des épaisseurs de la tôle, des modules de Young du (des) matériau(x), de la largeur de la tôle, du recouvrement, de la position de l'assemblage sur la tôle, des rayons de cintrage, etc. (Références [8] à [11]).

NOTE 2 Les éprouvettes ont été conçues pour pouvoir utiliser différentes méthodes d'assemblage, par exemple le soudage par points, le rivetage autoperforant, le clinchage, le soudage par friction-malaxage par points, le soudage au laser, et le soudage à l'arc sous protection gazeuse, et permettre ainsi une comparaison des capacités d'effort des assemblages à l'aide de différentes méthodes.

NOTE 3 Dans le cas des éprouvettes en oméga simple ou double soumises aux efforts de torsion et de pliage 3 points, les assemblages eux-mêmes sont soumis à des efforts complexes, avec lesquels les rapports des types d'effort et la répartition de ces efforts sont non uniformes et non définis. Par ailleurs, les rapports des trois types d'effort de base énumérés au 1^{er} alinéa du présent paragraphe sont fonction de l'amplitude d'effort, des conditions de fixation, et des combinaisons de matériaux et d'épaisseurs de tôles.