

# norme européenne

# norme française

**NF EN ISO 7438**  
**Novembre 2005**

Indice de classement : **A 03-158**

**ICS : 77.040.10**

## Matériaux métalliques

## Essai de pliage

E : Metallic materials — Bend test  
D : Metallische Werkstoffe — Biegeversuch

### ***Norme française homologuée***

par décision du Directeur Général d'AFNOR le 5 octobre 2005 pour prendre effet le 5 novembre 2005.

Remplace la norme homologuée NF EN ISO 7438, d'avril 2000.

### ***Correspondance***

La Norme européenne EN ISO 7438:2005 a le statut d'une norme française. Elle reproduit intégralement la Norme internationale ISO 7438:2005.

### ***Analyse***

Le présent document spécifie la méthode de détermination de l'aptitude à la déformation plastique par pliage des matériaux métalliques.

### ***Descripteurs***

**Thésaurus International Technique** : produit métallurgique, acier, essai mécanique, essai de pliage, éprouvette d'essai, mode opératoire.

### ***Modifications***

Par rapport à la version antérieure du présent document, modification des prescriptions relatives à l'arrondi des bords des éprouvettes rectangulaires (5.2), et des prescriptions de diamètre des éprouvettes de section circulaire ou polygonale (5.4.2), spécification d'une vitesse d'essai en cas de litige (6.3) et ajout de l'annexe A.

### ***Corrections***



## Membres de la commission de normalisation

Président : M CRETON

Secrétariat : BN ACIER

M	AERNOUT	ARCELOR FSE
M	AVERLANT	LNE PARIS
M	BALLADON	INDUSTEEL
M	BELLANTONIO	TRIBOTECHNIC
M	CAILLET	ARCELOR FSE
M	CAYSSIALS	SOLLAC LORRAINE
M	CHABROLIN	BNCM/CTICM
M	CHAMONTIN	ARCELOR FSE
M	CHANTREL	SYNDICAT DU TREFILAGE DE L'ACIER
M	CLEMENT	AUBERT et DUVAL TECPHY
M	COL Alain	ARCELOR FSE
M	CONNER	AFNOR
M	CORNELLA	SCHNEIDER ELECTRIC
M	CRETON	BN ACIER
M	DICHTEL	AUBERT et DUVAL ALLIAGES
M	FALLOUEY	Groupe VALLOUREC
M	GALTIER	IRSID
M	GEOFFROY	SOLLAC LORRAINE
M	GOSSET	LNE PARIS
M	HOUSSIN	GTS INDUSTRIES
M	IZABEL	SNPPA
MME	KOPLEWICZ	UNM
M	LAMBERT	ETILAM
M	LAPOSTOLLE	ISPAT TREFILEUROPE
M	LEFRANCOIS	LNE
M	LOPEZ	ARCELOR FSE
M	MENAGER	DGA/DCE/CTA
M	MENIGAULT	BN ACIER
M	MOUGIN	DGA/DCE/CTA
M	PELINI	ARCELOR FSE
M	PILLOT	INDUSTEEL
MME	RAIMBAULT	AFNOR
M	RAOUL	BNSR/SETRA
M	REGER	EDF/SCF SQR
M	ROCHON	AUBERT & DUVAL ALLIAGES
M	SASSE	DCN INDRET
M	SOCHON	AFNOR
M	TROTTET	ELAG
M	WEIDER	ISPAT UNIMETAL
M	WERNY	GDF

**Version française**

**Matériaux métalliques — Essai de pliage**  
(ISO 7438:2005)

Metallische Werkstoffe —  
Biegeversuch  
(ISO 7438:2005)

Metallic materials —  
Bend test  
(ISO 7438:2005)

La présente Norme européenne a été adoptée par le CEN le 13 juin 2005.

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 Centre de Gestion ou auprès des membres du CEN.

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

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

**CEN**

COMITÉ EUROPÉEN DE NORMALISATION

Europäisches Komitee für Normung  
European Committee for Standardization

**Centre de Gestion : rue de Stassart 36, B-1050 Bruxelles**

## **Avant-propos**

Le présent document (EN ISO 7438:2005) a été élaboré par le Comité Technique ISO/TC 164 «Essais mécaniques des métaux» en collaboration avec le Comité Technique ECISS/TC 1 «Acier — Essais mécaniques» dont le secrétariat est tenu par l'AFNOR.

Cette Norme européenne devra recevoir le statut de norme nationale, soit par publication d'un texte identique, soit par entérinement, au plus tard en décembre 2005, et toutes les normes nationales en contradiction devront être retirées au plus tard en décembre 2005.

Le présent document remplace l'EN ISO 7438:2000.

Selon le Règlement Intérieur du CEN/CENELEC, les instituts de normalisation nationaux des pays suivants sont tenus de mettre cette Norme européenne en application : Allemagne, Autriche, Belgique, Chypre, Danemark, Espagne, Estonie, Finlande, France, Grèce, Hongrie, Irlande, Islande, Italie, Luxembourg, Lettonie, Lituanie, Malte, Norvège, Pays-Bas, Pologne, Portugal, République Tchèque, Royaume-Uni, Slovaquie, Slovénie, Suède et Suisse.

## **Notice d'entérinement**

Le texte de l'ISO 7438:2005 a été approuvé par le CEN comme EN ISO 7438:2005 sans aucune modification.

## Sommaire

Page

<b>Avant-propos</b> .....	<b>iv</b>
<b>1</b> <b>Domaine d'application</b> .....	<b>1</b>
<b>2</b> <b>Symboles et désignations</b> .....	<b>1</b>
<b>3</b> <b>Principe</b> .....	<b>1</b>
<b>4</b> <b>Appareillage d'essai</b> .....	<b>2</b>
<b>5</b> <b>Éprouvette</b> .....	<b>4</b>
<b>6</b> <b>Mode opératoire</b> .....	<b>5</b>
<b>7</b> <b>Interprétation des résultats</b> .....	<b>7</b>
<b>8</b> <b>Rapport d'essai</b> .....	<b>7</b>
<b>Annexe A</b> (informative) <b>Détermination de l'angle de pliage à partir du mesurage du déplacement du mandrin</b> .....	<b>8</b>

## 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 7438 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 164, *Essais mécaniques des métaux*, sous-comité SC 2, *Essais de ductilité*.

Cette deuxième édition annule et remplace la première édition (ISO 7438:1985), qui a fait l'objet d'une révision technique.

# Matériaux métalliques — Essai de pliage

## 1 Domaine d'application

La présente Norme internationale spécifie une méthode de détermination de l'aptitude à la déformation plastique par pliage des matériaux métalliques.

La présente Norme internationale est applicable aux éprouvettes prélevées dans des produits métalliques tels que spécifiés dans la norme de produit pertinente. Elle n'est pas applicable à certains matériaux ou produits, par exemple tubes en section complète ou assemblages soudés pour lesquels d'autres normes existent.

## 2 Symboles et désignations

Les symboles et désignations utilisés pour l'essai de pliage sont illustrés aux Figures 1 et 2 et spécifiés dans le Tableau 1.

Tableau 1 — Symboles et désignations

Symbole	Désignation	Unité
$a$	Épaisseur ou diamètre de l'éprouvette (ou diamètre du cercle inscrit pour les éprouvettes de section polygonale)	mm
$b$	Largeur de l'éprouvette	mm
$L$	Longueur de l'éprouvette	mm
$l$	Distance entre appuis	mm
$D$	Diamètre du mandrin	mm
$\alpha$	Angle de pliage	degrés
$r$	Rayon intérieur du pli de l'éprouvette après pliage	mm
$f$	Déplacement du mandrin	mm
$c$	Distance entre le plan incluant l'axe horizontal des appuis et l'axe central de la partie arrondie du mandrin avant essai	mm
$p$	Distance entre les plans verticaux incluant l'axe central et l'axe vertical de chacun des appuis et le plan vertical incluant l'axe central horizontal du mandrin après essai	mm

## 3 Principe

L'essai de pliage consiste à soumettre une éprouvette de section circulaire, carrée, rectangulaire ou polygonale à une déformation plastique par pliage sans changer la direction de chargement, jusqu'à atteindre un angle de pliage spécifié.

Les axes des deux branches de l'éprouvette restent dans un plan perpendiculaire à l'axe de pliage. En cas de pliage à 180°, les deux surfaces latérales peuvent, suivant les exigences de la norme de produit, soit venir

s'appliquer l'une contre l'autre, soit être parallèles à une distance spécifiée, une cale étant utilisée pour contrôler cette distance.

## 4 Appareillage d'essai

### 4.1 Généralités

L'essai de pliage doit être réalisé sur des machines d'essai ou des presses équipées des dispositifs suivants:

- dispositif de pliage avec deux appuis et un mandrin comme illustré à la Figure 1;
- dispositif de pliage avec un bloc en V et un mandrin comme illustré à la Figure 2;
- dispositif de pliage avec un étau comme illustré à la Figure 3.

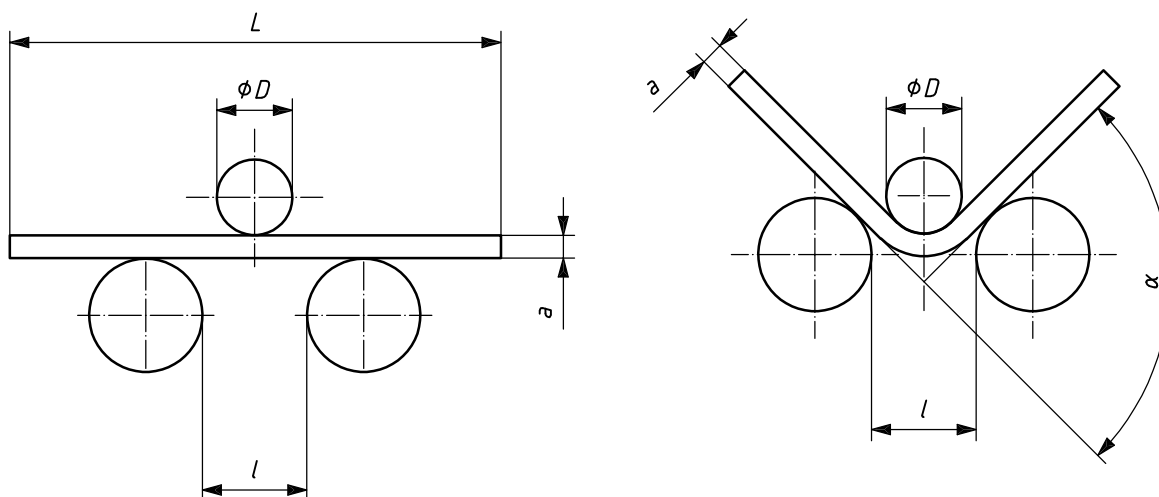


Figure 1

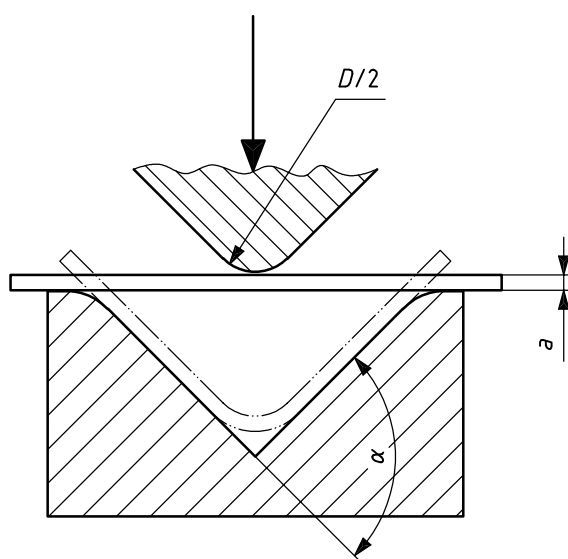
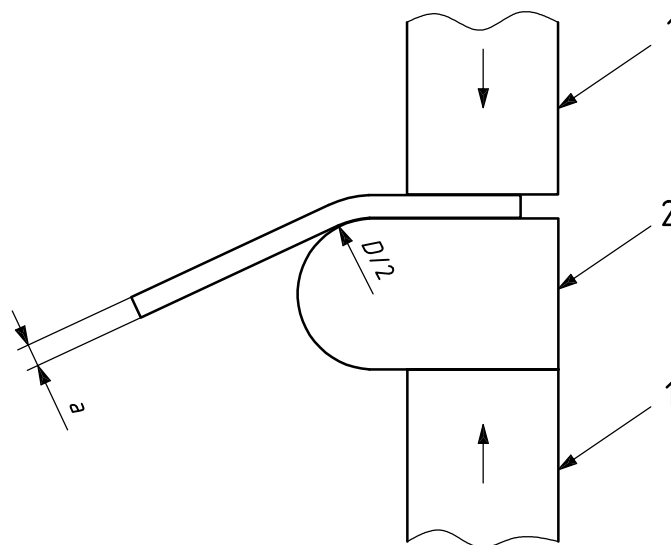


Figure 2





#### Légende

- 1 étau
- 2 mandrin

Figure 3

## 4.2 Dispositif de pliage avec des appuis et un mandrin

**4.2.1** La longueur des appuis et la largeur du mandrin doivent être supérieures à la largeur ou au diamètre de l'éprouvette. Le diamètre du mandrin est déterminé par la norme de produit. Les appuis de l'éprouvette et le mandrin doivent avoir une dureté suffisante (voir Figure 1).

**4.2.2** Sauf spécification contraire, la distance entre appuis,  $l$ , doit être égale à

$$l = (D + 3a) \pm \frac{a}{2} \quad (1)$$

et elle ne doit pas varier en cours d'essai de pliage.

## 4.3 Dispositif de pliage avec un bloc en V

Les faces inclinées du bloc en V doivent former un angle de  $180^\circ - \alpha$  (voir Figure 2). l'angle  $\alpha$  est spécifié dans la norme applicable.

Les bords du bloc en V doivent présenter un rayon compris entre 1 fois et 10 fois l'épaisseur de l'éprouvette et doivent avoir une dureté suffisante.

## 4.4 Dispositif de pliage avec un étau

Le dispositif est constitué d'un étau et d'un mandrin de dureté suffisante; il peut être équipé d'un levier pour appliquer la force à l'éprouvette (voir Figure 3).

Du fait que la position du bord gauche de l'étau peut influencer les résultats d'essai, il convient que le bord gauche de l'étau (tel que montré à la Figure 3) n'atteigne ou ne dépasse pas la droite verticale passant par le centre de la partie circulaire du mandrin.

## 5 Éprouvette

### 5.1 Généralités

Des éprouvettes de section circulaire, carrée, rectangulaire ou polygonale doivent être utilisées pour l'essai. Toutes les zones du matériau affectées par le cisailage ou le découpage au chalumeau et opérations similaires, lors du prélèvement des éprouvettes doivent être enlevées. Toutefois, un essai effectué sur une éprouvette dont les zones affectées n'ont pas été éliminées, est acceptable pour autant que le résultat obtenu soit satisfaisant.

### 5.2 Bords des éprouvettes rectangulaires

Les bords des éprouvettes de section rectangulaire doivent être arrondis avec un rayon n'excédant pas les valeurs suivantes:

- 3 mm lorsque l'épaisseur des éprouvettes est de 50 mm ou plus;
- 1,5 mm lorsque l'épaisseur des éprouvettes est inférieure à 50 mm et supérieure ou égale à 10 mm;
- 1 mm lorsque l'épaisseur des éprouvettes est inférieure à 10 mm.

La réalisation de l'arrondi ne doit pas provoquer de bavures transversales, rayures ou marques pouvant avoir une influence défavorable sur les résultats de l'essai. Toutefois, un essai effectué sur une éprouvette dont les bords n'ont pas été arrondis, est acceptable pour autant que le résultat soit satisfaisant.

### 5.3 Largeur de l'éprouvette

Sauf spécification contraire dans la norme applicable, la largeur de l'éprouvette doit être la suivante:

- a) la même que la largeur du produit si cette dernière est égale ou inférieure à 20 mm;
- b) lorsque la largeur du produit est supérieure à 20 mm:
  - $(20 \pm 5)$  mm pour les produits d'épaisseur inférieure à 3 mm,
  - entre 20 mm et 50 mm pour les produits d'épaisseur égale ou supérieure à 3 mm.

### 5.4 Épaisseur de l'éprouvette

**5.4.1** L'épaisseur des éprouvettes issues de tôles, bandes, feuillards et profilés doit être égale à l'épaisseur du produit à essayer. Si l'épaisseur du produit est supérieure à 25 mm, on peut ramener celle-ci à au moins 25 mm par usinage d'une des faces. Au cours du pliage, la face non usinée doit être la surface en traction de l'éprouvette.

**5.4.2** Les éprouvettes de section circulaire ou polygonale doivent avoir une section égale à la section du produit si le diamètre (pour une section circulaire) ou le diamètre du cercle inscrit (pour une section polygonale) n'excède pas 30 mm. Lorsque le diamètre ou le diamètre du cercle inscrit de l'éprouvette dépasse 30 mm mais n'excède pas 50 mm, on peut le réduire à une valeur non inférieure à 25 mm. Lorsque le diamètre ou le diamètre du cercle inscrit de l'éprouvette dépasse 50 mm, on doit le réduire à une valeur non inférieure à 25 mm (voir Figure 4). Au cours du pliage, la face non usinée doit être la surface en traction de l'éprouvette.

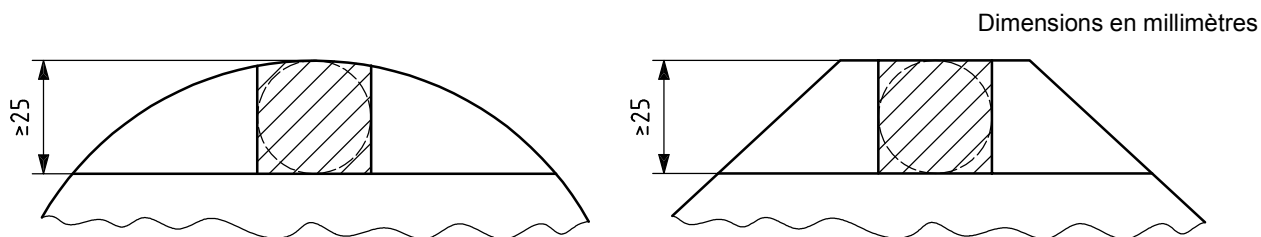


Figure 4

### 5.5 Éprouvettes de pièces forgées, pièces moulées et produits semi-finis

Pour les pièces forgées, les pièces moulées et les produits semi-finis, les dimensions de l'éprouvette et l'échantillonnage doivent être tels que définis dans les exigences générales de livraison ou par accord.

### 5.6 Accord pour éprouvettes d'épaisseur et largeur plus grandes

On peut par accord soumettre à l'essai de pliage, des éprouvettes d'épaisseur et de largeur supérieures à celles spécifiées en 5.3 et en 5.4.

### 5.7 Longueur de l'éprouvette

La longueur de l'éprouvette dépend de l'épaisseur de l'éprouvette et du dispositif d'essai utilisé.

## 6 Mode opératoire

**AVERTISSEMENT — Pendant l'essai, des mesures de sécurité et un équipement de protection appropriés doivent être appliqués.**

**6.1** En général, les essais sont effectués à température ambiante entre 10 °C et 35 °C. Les essais dans des conditions contrôlées, lorsqu'ils sont exigés, doivent être réalisés à  $(23 \pm 5)$  °C.

**6.2** L'essai de pliage doit être réalisé suivant l'une des méthodes suivantes, telle que spécifiée dans la norme applicable:

- un angle de pliage spécifié est atteint sous une force appropriée et dans les conditions données (voir Figures 1, 2 et 3);
- les branches de l'éprouvette sont parallèles avec un écartement spécifié sous une force appropriée (voir Figures 5 et 6);
- les branches de l'éprouvette sont en contact direct sous une force appropriée (voir Figure 7).

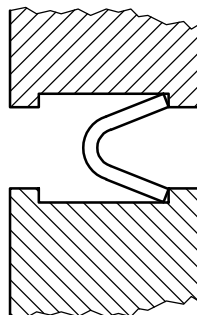


Figure 5

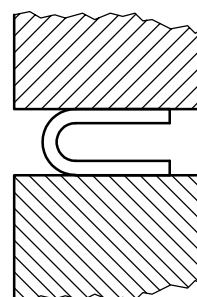
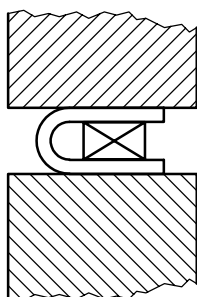


Figure 6

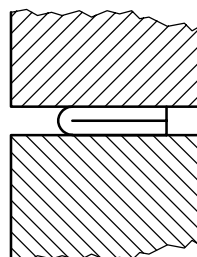


Figure 7

**6.3** Dans le cas de l'essai de pliage à un angle de pliage spécifié, l'éprouvette doit être positionnée sur les appuis (voir Figure 1) ou sur le bloc en V (voir Figure 2) et être pliée dans la zone centrale entre les appuis en lui appliquant une force. L'angle de pliage  $\alpha$  peut être calculé à partir du mesurage du déplacement du mandrin tel que donné dans l'Annexe A.

Pour les trois méthodes (Figures 1, 2 et 3), la force de pliage doit être appliquée lentement de manière à ne pas faire obstacle à l'écoulement plastique du matériau.

En cas de litige, une vitesse d'essai de  $(1 \pm 0,2)$  mm/s doit être utilisée.

S'il n'est pas possible de plier l'éprouvette directement jusqu'à l'angle spécifié de la manière décrite ci-dessus, le pliage doit être achevé en agissant directement sur les extrémités des branches de l'éprouvette (voir Figure 5).

Dans le cas d'un pliage exigeant des branches parallèles, l'éprouvette peut être d'abord pliée de la manière indiquée à la figure 5, puis être placée entre les plateaux de la presse (voir Figure 6) où elle continue d'être formée par application d'une force jusqu'à ce que les branches soient parallèles. L'essai peut être conduit avec ou sans cale. L'épaisseur de la cale doit être telle que définie dans la norme applicable ou par accord.

Une autre méthode d'essai consiste à plier l'éprouvette sur un mandrin (voir 4.4).

**6.4** Si cela est spécifié, on doit, après le pliage préliminaire de l'éprouvette, continuer de la plier entre les plateaux parallèles de la presse, par application d'une force jusqu'à ce que les deux branches de l'éprouvette soient en contact direct (voir Figure 7).

## **7 Interprétation des résultats**

**7.1** L'interprétation de l'essai de pliage doit être effectuée selon les exigences de la norme de produit. Lorsque ces exigences ne sont pas spécifiées, l'absence de fissures visibles sans utiliser de moyens de grossissement est considérée comme une preuve que l'éprouvette a donné un résultat satisfaisant à l'essai de pliage.

**7.2** L'angle de pliage spécifié dans la norme de produit est toujours considéré comme un minimum. Si l'on spécifie le rayon interne du pli, cette valeur est considérée comme un maximum.

## **8 Rapport d'essai**

Le rapport d'essai doit contenir les informations suivantes:

- a) la référence de la présente Norme internationale;
- b) l'identification de l'éprouvette (type de matériau, numéro de coulée, direction de l'axe de l'éprouvette par rapport au produit, etc.);
- c) la forme et les dimensions de l'éprouvette;
- d) la méthode d'essai;
- e) tout écart par rapport à la présente Norme internationale;
- f) le résultat de l'essai.

## Annexe A (informative)

### Détermination de l'angle de pliage à partir du mesurage du déplacement du mandrin

La présente Norme internationale spécifie la détermination de l'angle de pliage,  $\alpha$ , d'une éprouvette sous force. Le mesurage direct de cet angle est compliqué. Pour cette raison, la méthode de calcul de cet angle à partir du mesurage du déplacement,  $f$ , du mandrin est proposée. L'angle de pliage,  $\alpha$ , de l'éprouvette sous force peut être déterminé à partir du déplacement du mandrin et les valeurs données à la Figure A.1, comme suit:

$$\sin \frac{\alpha}{2} = \frac{p \times c + W \times (f - c)}{p^2 + (f - c)^2} \quad (\text{A.1})$$

$$\cos \frac{\alpha}{2} = \frac{W \times p - c \times (f - c)}{p^2 + (f - c)^2} \quad (\text{A.2})$$

où

$$W = \sqrt{p^2 + (f - c)^2 - c^2} \quad (\text{A.3})$$

$$c = 25 + a + \frac{D}{2} \quad (\text{A.4})$$

Dimensions en millimètres

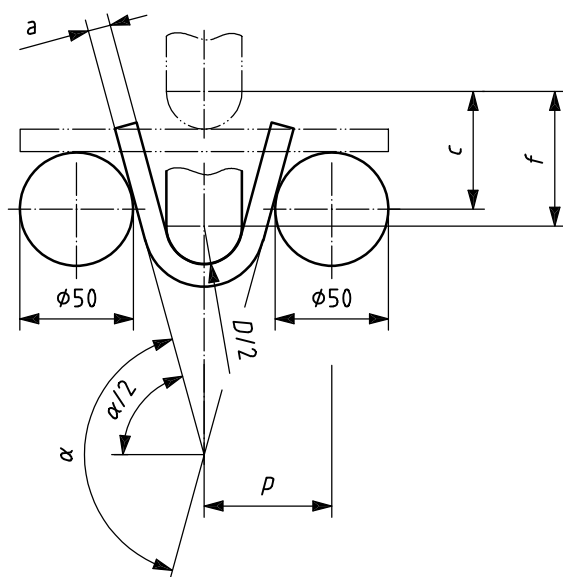


Figure A.1 — Valeurs pour le calcul de l'angle de pliage,  $\alpha$