

NORME INTERNATIONALE



2818

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION • МЕЖДУНАРОДНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ПО СТАНДАРТИЗАЦИИ • ORGANISATION INTERNATIONALE DE NORMALISATION

Matières plastiques — Préparation des éprouvettes par usinage

Plastics — Preparation of test specimens by machining

Première édition — 1974-12-01

CDU 678.5 : 620.11

Réf. N° : ISO 2818-1974 (F)

Descripteurs : matière plastique, spécimen d'essai, préparation de spécimen d'essai, usinage.

AVANT-PROPOS

L'ISO (Organisation Internationale de Normalisation) est une fédération mondiale d'organismes nationaux de normalisation (Comités Membres ISO). L'élaboration de Normes Internationales est confiée aux Comités Techniques ISO. Chaque Comité Membre intéressé par une étude a le droit de faire partie du Comité Technique correspondant. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec l'ISO, participent également aux travaux.

Les Projets de Normes Internationales adoptés par les Comités Techniques sont soumis aux Comités Membres pour approbation, avant leur acceptation comme Normes Internationales par le Conseil de l'ISO.

La Norme Internationale ISO 2818 a été établie par le Comité Technique ISO/TC 61, *Matières plastiques*, et soumise aux Comités Membres en juillet 1972.

Elle a été approuvée par les Comités Membres des pays suivants :

Afrique du Sud, Rép. d'	Iran	Royaume-Uni
Allemagne	Irlande	Suède
Autriche	Israël	Suisse
Belgique	Italie	Tchécoslovaquie
Brésil	Japon	Thaïlande
Egypte, Rép. arabe d'	Nouvelle-Zélande	Turquie
Espagne	Pays-Bas	U.R.S.S.
France	Pologne	U.S.A.
Hongrie	Portugal	
Inde	Roumanie	

Cette Norme Internationale a également été approuvée par l'Union Internationale de Chimie Pure et Appliquée (UICPA).

Aucun Comité Membre n'a désapprouvé le document.

Matières plastiques — Préparation des éprouvettes par usinage

1 OBJET ET DOMAINE D'APPLICATION

La présente Norme Internationale décrit des méthodes de préparation d'éprouvettes en matière plastique par usinage.

Les prescriptions des chapitres 2 et 6 sont impératives tandis que les modes d'usinage décrits aux chapitres 3, 4 et 5 et dans les annexes A, B et C sont recommandées comme des moyens éprouvés pour répondre à ces prescriptions. Toutefois, un mode de préparation des éprouvettes par usinage doit être considéré comme valable si les essais effectués sur un ensemble d'éprouvettes ainsi réalisées ont donné des résultats satisfaisants tant au point de vue de la valeur moyenne que de la dispersion des résultats.

2 ÉPROUVETTES

2.1 Trois types différents d'éprouvettes sont utilisés :

- barreaux rectangulaires;
- éprouvettes curvilignes (éprouvettes de traction à têtes);
- disques circulaires.

La forme, les dimensions et les tolérances de ces éprouvettes doivent être conformes aux spécifications des publications ISO y relatives.

2.2 En raison de l'anisotropie et/ou de l'hétérogénéité des plaques en matières plastiques, il est nécessaire de noter la position précise des éprouvettes par rapport aux plaques. Ce point est particulièrement important lorsque les éprouvettes sont plus minces que les plaques initiales.

2.3 Toutes les surfaces concernées doivent être exemptes de bavures, rayures ou défauts d'aspect, lorsqu'on observe à l'aide d'une loupe à faible grossissement (gr 5/1).

2.4 Si l'éprouvette usinée n'est pas conforme aux spécifications de 2.3, les traces d'usinage doivent être enlevées soigneusement à la lime douce ou à l'abrasif; les surfaces limées doivent, de plus, être adoucies au papier abrasif.

2.5 Les traces de finition doivent être parallèles à la longueur de l'éprouvette, plutôt que transversales.

2.6 Le degré de finition exigé dépend du matériau et de la méthode d'essai prévue.

2.7 Au cours de l'usinage d'une éprouvette, les contre-dépouilles et les angles vifs doivent être évités. Toutes précautions doivent être prises pour éviter les autres défauts courants d'usinage.

3 MODES D'USINAGE

Les procédés suivants ont été jugés convenables :

- fraisage;
- meulage.

NOTE — Il est aussi possible, dans le cas d'éprouvettes rectangulaires, de les obtenir par sciage, mais seulement en utilisant une scie très coupante, par exemple, une scie diamantée.

4 APPAREILLAGE

Les machines suivantes ont donné de bons résultats :

- a) fraiseuses;
- b) machines à grande vitesse de rotation;
- c) disques abrasifs et trépan cylindriques.

4.1 Fraiseuse

Vitesse de rotation de l'outil : 50 à 2 500 tr/min.

4.2 Machine à grande vitesse de rotation (de préférence fraiseuse à copier)

Vitesse de rotation de l'outil : 20 000 à 30 000 tr/min, bien que des vitesses plus faibles (jusqu'à 8 000 tr/min) soient préférables pour certains matériaux.

Ce mode d'usinage basé sur l'emploi d'un outil cylindrique de 5 à 20 mm de diamètre, est particulièrement approprié à l'usinage des faces courbes (par exemple, éprouvettes de traction).

L'usage de gabarits permet un usinage précis des éprouvettes, avec le minimum de difficultés. (Voir annexe A pour une suggestion de montage.)

La machine comporte généralement les éléments suivants :

- a) un moteur construit ou placé de façon à permettre l'emploi d'un fluide de refroidissement. Dans certains cas, des éprouvettes convenables pourraient être

obtenues par des méthodes d'usinage correctes sous fluide de refroidissement. Le fluide de refroidissement doit être seulement utilisé si nécessaire;

b) un moteur assez puissant pour permettre l'usinage à la vitesse choisie;

c) un dispositif permettant de faire varier la vitesse de rotation de l'outil entre 8 000 et 30 000 tr/min, pour adapter les conditions d'usinage au matériau;

d) un dispositif permettant, si nécessaire, d'ajuster la profondeur de passe avec une précision de 20 μm (profondeur minimale : 20 μm);

e) un dispositif permettant de guider et déplacer l'éprouvette, en même temps que le gabarit, d'un mouvement doux et continu;

f) un dispositif d'aspiration permettant d'éliminer la poussière ou les copeaux produits.

4.3 Tronçonneuse à disque abrasif (voir en annexe B un montage proposé)

Cette machine ne doit être utilisée que pour obtenir des coupes droites.

4.4 Machine à outil abrasif tubulaire (trépan cylindrique)

Voir figure 2 de l'annexe C.

5 MODE OPÉRATOIRE

Plusieurs méthodes d'usinage recommandées sont décrites aux annexes A, B et C. Le tableau peut être utilisé à titre indicatif, en l'absence d'instructions précises.

6 RAPPORT

Le rapport doit contenir les indications suivantes :

- a) description de la plaque (matériau, orientation, mode de préparation, etc.);
- b) méthode de préparation du matériau à usiner;
- c) méthode d'usinage;
- d) conditions d'usinage :
 - caractéristiques de l'outil, vitesse de rotation, angle de dégagement, vitesse d'avance, profondeur de passe, type de refroidissement;
- e) dimensions des éprouvettes usinées;
- f) description précise de la position de l'éprouvette dans la plaque;
- g) autres détails si nécessaire.

TABLEAU – Conditions d'usinage pouvant convenir pour des épaisseurs inférieures à 10 mm

Matériau	Méthode d'usinage ²⁾³⁾	Géométrie de l'outil			Nombre de dents	Vitesse de rotation de l'outil	Vitesse de coupe	Vitesse d'avance	Profondeur de passe	Type de refroidissement
		Angle		Diamètre						
		de dégagement	d'attaque							
degrés	degrés	mm	tr/min	m/min	m/min	mm				
Thermo-plastiques ¹⁾	1 (4.1)	5 à 20	5 à 15	150	10	50 à 200		lentement à la main	3	air ou eau
	2a) (4.2 et annexe A)	5 à 20	10 à 15	10 à 15	4 à 8	8 000 à 30 000		lentement à la main	0,2	air ou eau
	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	3 (4.3 et annexe B)			200 à 300			1 000 à 2 000	0,5 à 3		air ou eau
Thermo-durcis	2b) (4.2 et annexe A)			15 à 20		20 000		lentement à la main	0,5	eau
	3 (4.3 et annexe B)			150 à 250			2 200			eau
	4 (4.4 et annexe C)			40 à 100			120 à 150	lentement à la main		eau

1) Des essais coopératifs ont été faits avec les matériaux suivants :

PS, SAN, SB, ABS, PE, PA, PVC, PC, PMMA. D'ailleurs, les conditions données sont considérées comme pouvant s'appliquer également aux autres matières plastiques.

2) 1 = machine de fraisage avec fraise en acier rapide à denture alternée;

2a) = machine rotative à grande vitesse (de préférence fraiseuse à copier) avec une fraise cylindrique à denture hélicoïdale;

2b) = machine rotative à grande vitesse (de préférence fraiseuse à copier) avec meule cylindrique diamantée;

3 = tronçonneuse à disque abrasif;

4 = machine à découper tubulaire avec une meule circulaire diamantée;

3) On sait que les méthodes 1 et 2a) s'appliquent également aux thermodurcis, mais comme ces matériaux n'étaient pas inclus dans la récente étude coopérative sur les conditions de découpage, aucune recommandation les concernant n'est donnée actuellement.

ANNEXE A

USINAGE DES ÉPROUVETTES CURVILIGNES

A.1 APPAREILLAGE

L'appareillage utilisé (figure 1) est une fraiseuse à copier à guidage manuel, comportant (outre les éléments indiqués en 4.2) les éléments suivants :

- un plateau fixe servant de guide au plateau mobile et supportant la butée-guide cylindrique;
- un plateau mobile supportant les ébauches et le gabarit;
- un dispositif de refroidissement avec son réservoir;
- un mandrin tournant fixé sur l'arbre moteur;
- diverses fraises cylindriques.

A.1.1 Plateau fixe

Plaque horizontale épaisse et rigide, sur laquelle glisse le plateau mobile. Il porte le berceau moteur et, dans le prolongement de l'outil, la butée-guide.

A.1.2 Plateau mobile

Ce plateau glisse sur le plateau fixe, avec interposition de matériau à faible frottement (polyamide chargé de graphite ou de MoS_2 , ou polytétrafluoroéthylène. Il comporte des brides de fixation pour les ébauches et des points de fixation pour les gabarits interchangeables. Les ébauches et le gabarit sont placés les uns au-dessus des autres.

A.1.3 Dispositif de refroidissement

Le dispositif comporte une ou plusieurs buses permettant de projeter de l'eau (sous forme de jet ou en brouillard), ou de l'air comprimé, au point de contact de l'outil et du matériau à usiner.

NOTE — Des précautions peuvent être nécessaires car l'air comprimé habituellement disponible dans les ateliers contient des traces d'huile nuisible à certains plastiques.

Le fluide refroidissant ne doit attaquer en aucune façon le matériau à usiner.

L'appareillage électrique est protégé des éclaboussures par une housse.

A.1.4 Moteur et mandrin tournant

Le mandrin porte-outil doit être perpendiculaire à la surface du plateau fixe et tourner avec une excentricité de moins de $20 \mu\text{m}$. Le moteur peut être pneumatique ou électrique, avec une vitesse réglable de 8 000 à 30 000 tr/min. Un mandrin à serrage rapide permet un changement rapide d'outil et assure un bon centrage de l'outil.

A.1.5 Outils

Les outils, fraises ou meules diamantées correspondent aux caractéristiques des matériaux à usiner.

La meule diamantée est préférée pour les matières thermodurcies :

- diamètre : 12 à 20 mm;
- granulométrie du diamant : 80 à 120;
- liant : bronze;
- concentration du diamant : A-75 à A-200¹⁾.

Pour les thermoplastiques, utiliser plutôt une fraise en métal dur :

- diamètre : 6 à 16 mm;
- angle d'hélice : 85° ou 45° .

A.2 MODE OPÉRATOIRE

Fixer le gabarit convenable au plateau mobile et mettre la butée-guide en place.

Préparer à l'avance une série d'ébauches rectangulaires, de taille telle que les éprouvettes ayant des dimensions spécifiées puissent être usinées. Le procédé décrit dans l'annexe B, par exemple, peut être utilisé.

Briquer les ébauches, empilées sur une hauteur de 10 à 25 mm, selon la longueur de l'outil, sur le plateau mobile. Procéder à l'usinage par passes successives, le plateau mobile étant mû transversalement à la main.

Adopter la vitesse de coupe et le mode de refroidissement recommandé dans les spécifications du matériau. À défaut de celles-ci, consulter le tableau pour les conditions recommandées pour le matériau considéré.

NOTE — Après usinage, et particulièrement si le refroidissement s'est fait à l'eau, il est nécessaire de conditionner les éprouvettes selon l'ISO/R 291.

1) Correspond à l'échelle Diamond Board.

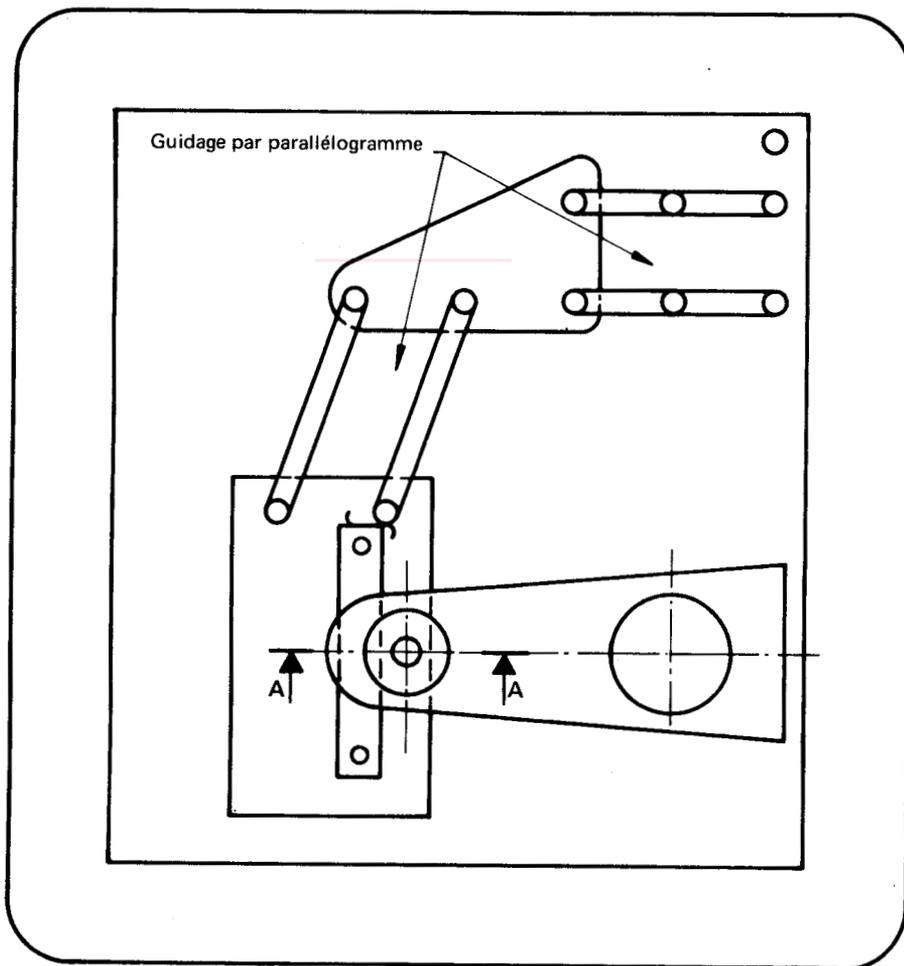
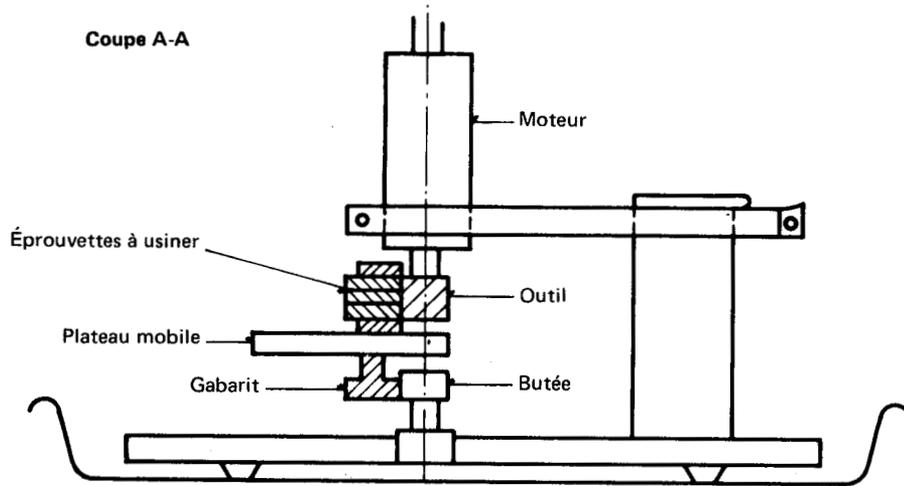


FIGURE 1 – Fraiseuse à copier à guidage manuel

ANNEXE B

DÉCOUPAGE D'ÉPROUVETTES RECTANGULAIRES AU MOYEN D'UN DISQUE DIAMANTÉ

B.1 APPAREILLAGE

L'appareillage doit comporter les éléments suivants (voir aussi 4.3) :

- un bâti supportant les rails de guidage de la table mobile;
- un moteur et un arbre porte-disque;
- une table mobile;
- un disque diamanté;
- un dispositif de refroidissement avec son réservoir.

B.1.1 Bâti

Le bâti doit être assez rigide pour assurer l'uniformité des coupes avec une précision de 0,1 mm (voir Y.1.3).

B.1.2 Moteur et arbre porte-disque

Cet élément doit assurer une rotation à différentes vitesses. Il doit être exempt de vibrations et supporté par des roulements sans jeu. Sa hauteur au-dessus de la table doit être réglable. L'axe de rotation doit être rigoureusement perpendiculaire aux rails de guidage.

B.1.3 Table de coupe

La table roule sur les rails de guidage et est munie d'un rebord perpendiculaire aux rails. Ce rebord sert de guide à une équerre-support réglable dont un côté est parallèle à 0,1 mm près au plan du disque diamanté, sur une longueur au moins égale au diamètre du disque. La table comporte une rainure, dans laquelle le disque peut pénétrer jusqu'au quart de son diamètre. Il est souhaitable de disposer d'un mécanisme appliquant l'éprouvette contre la tranche du disque avec une force constante (par exemple, à l'aide d'un contre-poids et un câble flexible passant sur une poulie); dans ce cas, la table mobile comporte également une bride de maintien de l'éprouvette.

B.1.4 Disque diamanté

Ce disque est composé d'un support circulaire mince, en acier, garni sur sa périphérie d'une bande large de 5 à 20 mm d'un alliage de nickel ou de bronze, contenant et retenant des grains de diamant. Il présente les caractéristiques suivantes :

- diamètre : 150 à 300 mm¹⁾;
- épaisseur de la partie utile : 0,8 à 2 mm¹⁾;
- nature du liant métallique : alliage de bronze ou de nickel;
- granulométrie des particules de diamant : depuis 36/52 jusqu'à 100/120 (on préférera cette dernière valeur sauf s'il en est spécifié autrement);
- concentration en grains de diamants : depuis A-20 à A-40²⁾ (la valeur A-40 est recommandée sauf s'il en est spécifié autrement).

B.2 MODE OPÉRATOIRE

Utiliser si possible les conditions de découpage recommandées dans les spécifications s'y rapportant, autrement consulter le tableau pour les conditions considérées comme les plus appropriées.

NOTE – Après découpage, et particulièrement si le refroidissement s'est fait à l'eau, il est nécessaire de conditionner les éprouvettes selon l'ISO/R 291.

Fixer l'échantillon sur la table et la faire avancer vers le disque à la vitesse donnée dans la spécification s'y rapportant. En l'absence d'une telle directive, l'avance (vitesse de déplacement de la table de coupe) et la force appliquée à l'échantillon devront être choisies parmi les conditions données dans le tableau à la lumière de l'expérience.

1) Gamme habituelle des dimensions – À titre indicatif seulement.

2) Correspond à l'échelle Diamond Board.

ANNEXE C

USINAGE DES ÉPROUVETTES CIRCULAIRES À L'AIDE D'UN TRÉPAN CYLINDRIQUE

C.1 APPAREILLAGE

L'appareillage consiste en une perceuse équipée des accessoires suivants (voir aussi 4.4) :

- a) dispositif d'arrosage;
- b) trépan cylindrique du diamètre convenable;
- c) système de bridage pour l'échantillon;
- d) dispositif de réception et d'évacuation de l'eau d'arrosage et des poussières.

La disposition générale est schématisée par la figure 2.

C.1.1 Manchon et dispositif d'arrosage

Le dispositif d'arrosage consiste essentiellement en un manchon tournant monté sur la broche de la perceuse, et recevant verticalement le trépan à sa partie inférieure.

Le manchon est pourvu d'un raccord d'amenée et de deux joints étanches rotatifs qui permettent au liquide de refroidissement d'arriver jusqu'à l'axe du trépan. Le fluide utilisé ne doit pas avoir d'action sur le produit à usiner.

C.1.2 Trépan cylindrique

Le trépan consiste en un manchon tubulaire cylindrique, prolongé, selon son axe, par une queue cylindrique ou conique (cône Morse), qui se monte dans le mandrin tournant de la perceuse.

Le trépan porte le long de son axe, un certain nombre d'orifices permettant au liquide d'arrosage de pénétrer à l'intérieur.

Le manchon est prolongé, à son extrémité inférieure, par une couronne abrasive composée d'un alliage métallique contenant et retenant des particules de diamant. Des fentes parallèles à l'axe doivent permettre l'évacuation de l'eau et des poussières d'usinage. Ces encoches doivent être périodiquement reformées à la lime, au fur et à mesure de l'usure du bord d'attaque.

Les caractéristiques du trépan sont les suivantes :

- diamètre intérieur : égal au diamètre de l'éprouvette à obtenir;
- épaisseur du bord d'attaque abrasif : de 0,8 à 2 mm (habituelle — à titre indicatif seulement);
- nature du liant métallique : alliage de bronze ou nickel;
- granulométrie des particules de diamant : de 36 à 120 (sauf si spécifié autrement, la valeur 100/120 est préférée);
- concentration en diamant : A-20 à A-40¹⁾ (sauf si spécifié autrement, la valeur A-40 est recommandée).

Afin d'éviter la formation de bavures au moment où le trépan débouche, il est recommandé de donner une légère pente au bord tranchant du trépan, de façon que l'attaque se produise sur le diamètre intérieur.

C.1.3 Dispositif de bridage

L'éprouvette est maintenue à plat par un dispositif de bridage adéquat sur une plaque support de quelques millimètres d'épaisseur, portant une ouverture circulaire qui permet au trépan de passer sans toucher les bords.

Une butée ajustable est montée sur la broche de la perceuse afin d'arrêter tout mouvement descendant supplémentaire du trépan lorsque l'échantillon a été traversé.

C.1.4 Évacuation du liquide de refroidissement

Le plateau porte-échantillon est entouré d'un bac destiné à recevoir le liquide qui sera, selon les circonstances, perdu ou recyclé.

C.2 MODE OPÉRATOIRE

Un trépan cylindrique de diamètre choisi est monté sur le manchon de façon que le fluide de refroidissement puisse parvenir au bord coupant.

Une plaque support de 3 à 6 mm d'épaisseur (voir note) comportant des faces plates parallèles et une gorge circulaire (d'un diamètre légèrement supérieur à celui du trépan) percé en son centre, de sorte que le trou de cet orifice soit aligné avec l'axe central du trépan. Fixer alors solidement l'échantillon à découper sur la plaque.

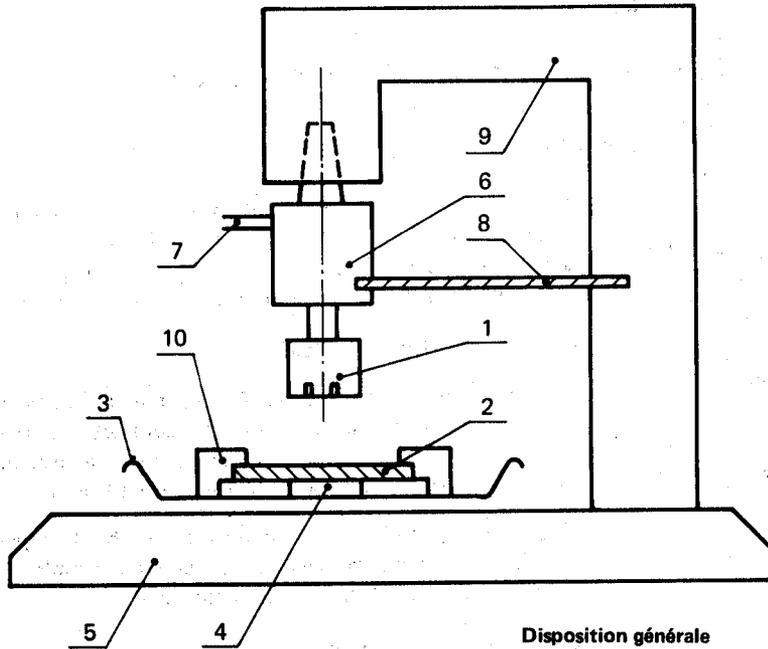
NOTE — La plaque doit être en un matériau rigide, par exemple en plastique thermodurci.

La vitesse de rotation du trépan est réglée sur celle indiquée pour le matériau à découper. Toutefois, si la vitesse de rotation n'est pas précisée, elle peut être réglée soit sur celle recommandée dans le tableau ou, en première approximation à 150 m/min sur le pourtour du trépan (c'est-à-dire environ 1 200 tr/min pour un trépan de 50 mm de diamètre).

Il est préférable d'appliquer l'outil avec une force constante sur la surface à découper (par exemple au moyen d'un arrangement de poulie et de corde lestée). La coupe est effectuée par abrasion, ne nécessitant donc pas une grande force : selon le diamètre du trépan et la nature du matériau à découper, 10 à 20 N sont généralement suffisants. La descente de l'outil est arrêtée par une butée à la fin du découpage.

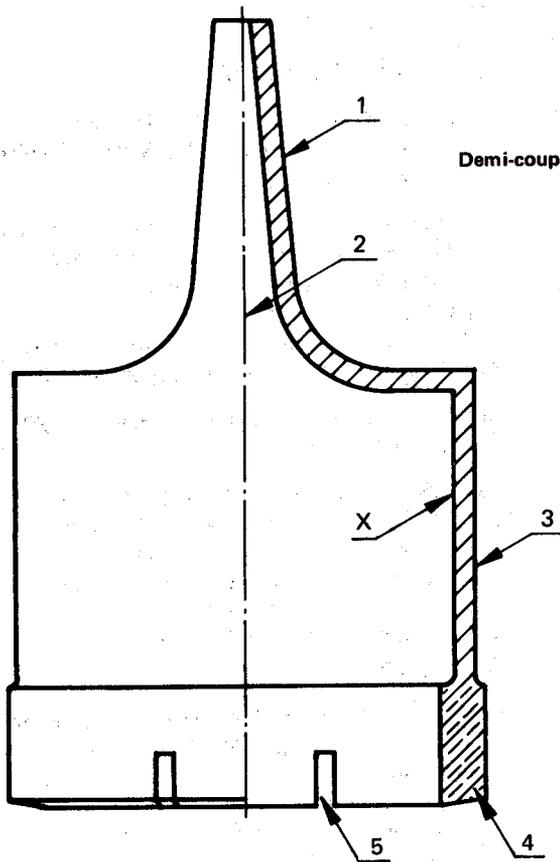
NOTE — Après découpage, et particulièrement si le refroidissement s'est fait à l'eau, il est nécessaire de conditionner l'éprouvette selon l'ISO/R 291.

1) Correspond à l'échelle Diamond Board; toutes autres valeurs équivalentes peuvent être utilisées.



- 1 Trépan cylindrique
- 2 Éprouvette à découper
- 3 Orifices d'évacuation du réfrigérant
- 4 Plaque support
- 5 Bâti de la perceuse
- 6 Manchon d'amenée du réfrigérant
- 7 Arrivée du réfrigérant
- 8 Bras immobilisant le manchon pendant la rotation de l'outil
- 9 Corps de la perceuse (schématisé)
- 10 Bride de fixation de l'échantillon (schématisée)

Disposition générale



Demi-coupe du trépan à couronne abrasive

- 1 Queue de fixation (cylindrique ou conique)
- 2 Canal axial d'amenée du réfrigérant
- 3 Corps du trépan
- 4 Couronne abrasive (un peu plus épaisse que le corps)
- 5 Fentes d'échappements du réfrigérant et des poussières

FIGURE 2 – Machine pour découpage circulaire