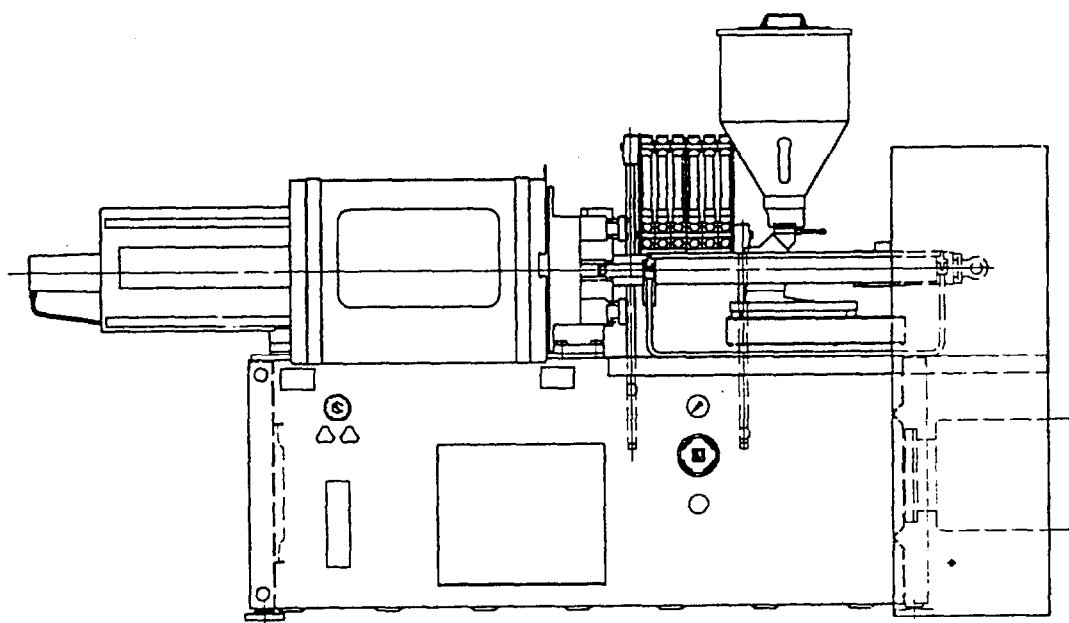


# ANNEXES

CARACTERISTIQUE DE LA PRESSE

ARBURG

ALLROUNDER 220 H



# CARACTERISTIQUES TECHNIQUES

## Caractéristiques techniques 220 H

Type de machine:		<b>220-75-250</b>	<b>220-90-350</b>
Norme internationale <sup>1)</sup>		250-75	350-90
<b>Unité de fermeture</b>			
Force de fermeture	max. kN	250	350
Force sécurité moule	max. kN	19	22
Force d'ouverture / augmentée	max. kN	19/83	22/98
Course d'ouverture	max. mm	275	275
Epaisseur de moule	min. mm	200	200
Distance entre plateaux	max. mm	475	475
Passage entre colonnes	mm	220x220	220x220
Plateaux de moule (l x h)	mm	346x346	346x346
Diamètre de moule	max. mm	330	330
Force d'éjection	max. kN	17	20
Course d'éjection	max. mm	100	100
<b>Unité d'injection</b>			
Diamètre de vis	mm	18/22/25/30	18/22/25/30
Rapport de vis	L/D	25/20,5/18/15	25/20,5/18/15
Course de vis	max. mm	100	100
Volume décrit par la vis	max. cm <sup>3</sup>	25/38/49/70	25/38/49/70
Poids injectable <sup>3)</sup>	max. g/PS	21/32/41/59	21/32/41/59
Pression d'injection	max. bar	3020/2020/ 1570/1090	3580/2400/ 1860/1290
Débit d'injection	max. cm <sup>3</sup> /s	26/39/50/72	39/58/75/109
Débit d'injection avec accumulateur	max. cm <sup>3</sup> /s	127/190/245/353	127/190/245/353
Contre-pression	max. bar	560/375/290/200	560/375/290/200
Rotation de la vis	max. U/min.	400	650
Vitesse circonférentielle de la vis	max m/min.	22/28/31/38	37/45/51/61
Couple de rotation de vis	max. Nm	195	230
Force d'appui buse	max. kN	50	60
Course de recul buse	max. mm	150	150
Puissance de chauffe (cylindre et buse)	kW	3,46	3,46
Nombre de zones de chauffe	-	3 + 1	3 + 1
Contenance de la trémie	l	50	50
<b>Hydraulique, Entraînement, Divers</b>			
Puissance moteur de pompe	kW	7,5	11
Cadence à vide <sup>4)</sup>	s	2	1,6
Puissance totale installée <sup>2)</sup>	kW	11,3	14,8
Couleur: vert similaire RAL 6011, couche de matière plastique			
<b>Armoire de commande</b>			
Instructions de sécurité		DIN VDE 0113	DIN VDE 0113
Prise Schuko		1 x 10 A	1 x 10 A
Prise Cekon		1 x 16 A	1 x 16 A

<sup>1)</sup> 1er chiffre: force de fermeture (kN)

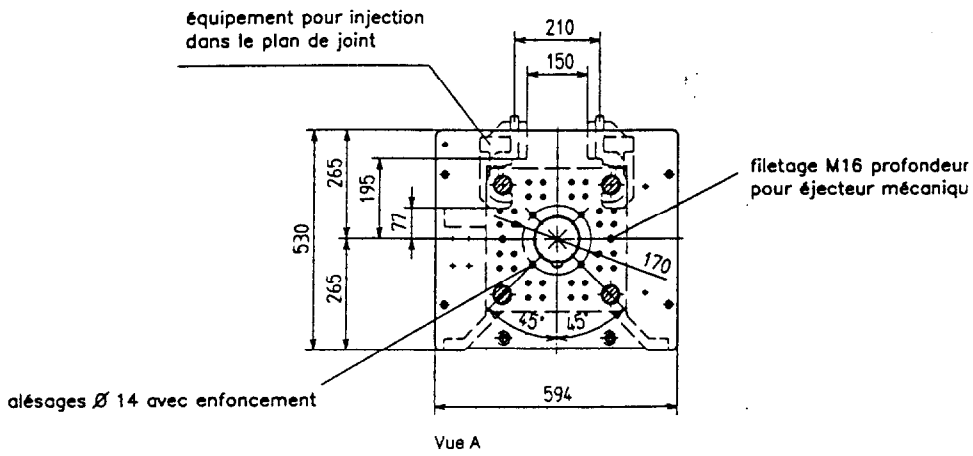
<sup>2)</sup> 2ème chiffre: volume max. décrit par la vis (cm<sup>3</sup>) x pression max. d'injection (kbar)  
<sup>2)</sup> pour 380 ou 220 V triphasé, 50 Hz

<sup>3)</sup> calculé avec facteur = 0,8

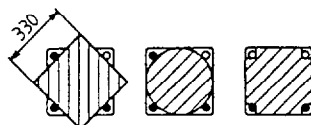
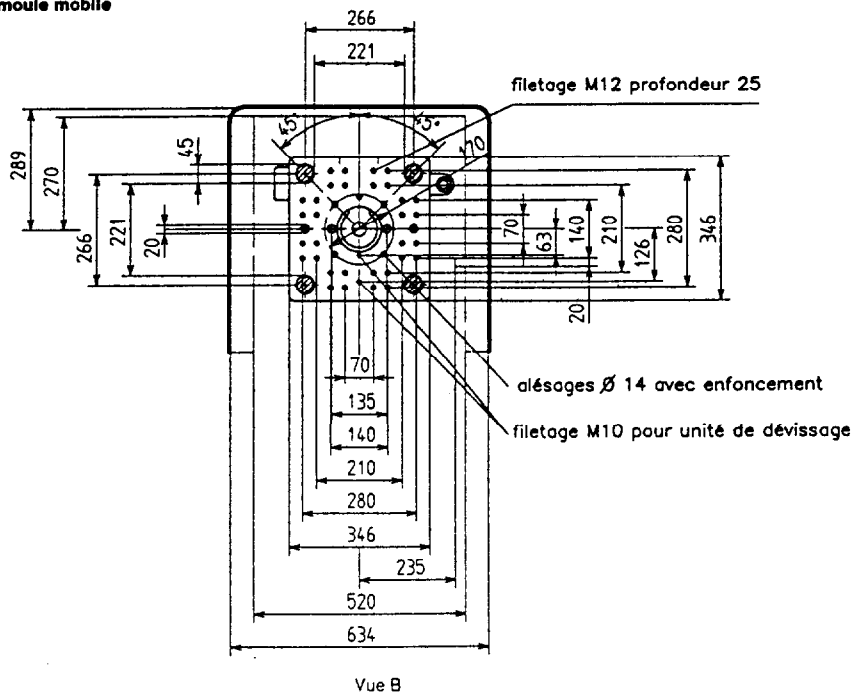
<sup>4)</sup> selon Euromap

# DIMENSIONS ET POIDS DE LA MACHINE

## Plateau moule fixe



## Plateau moule mobile



## POIDS MAXIMUM INJECTABLE

### Poids maximum injectables pour les matières les plus importantes (en grammes)<sup>3)</sup>

Course de la vis	mm	100	100	100	100
Diamètre de vis	mm	18	22	25	30
Polystyrène	PS	21	32	41	59
Polystyrène copolymère	SB	21	32	41	59
	SAN, ABS <sup>5)</sup>	22	33	42	61
Acétate de cellulose	CA <sup>5)</sup>	26	39	50	73
Acétobutyrate de cellulose	CAB <sup>5)</sup>	24	36	47	68
Polyméthacrylate de méthyle	PMMA	24	36	46	67
Oxydes de polyphénylène	PPO	21	32	42	60
Polycarbonate	PC	24	36	47	68
Polysulphones	PSU	25	38	49	70
Polyamide	PA 6.6, PA 6 <sup>5)</sup>	23	34	45	64
	PA 6.10, PA 11 <sup>5)</sup>	22	32	42	60
Polyoxyméthylène (Polyacetal)	POM	29	43	55	80
Polyéthylène-Terephthalate	PETP	28	41	53	77
Polyéthylène	PE souple	19	28	36	52
	PE rigide	19	29	37	54
Polypropylène	PP	18	28	36	51
Fluoropolymères (Teflon, Hostafion) (Tefzel)	FEP, PCTFE <sup>5)</sup>	44	65	84	122
	ETFE	35	52	67	96
Polychlorure de vinyle	PVC rigide	28	42	54	78
	PVC souple <sup>5)</sup>	26	39	50	72

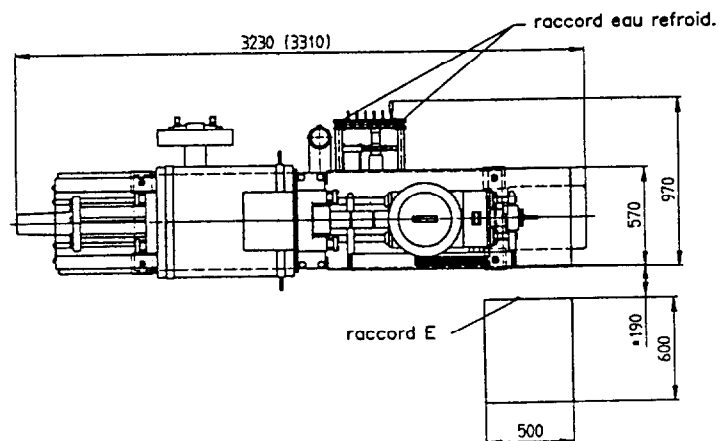
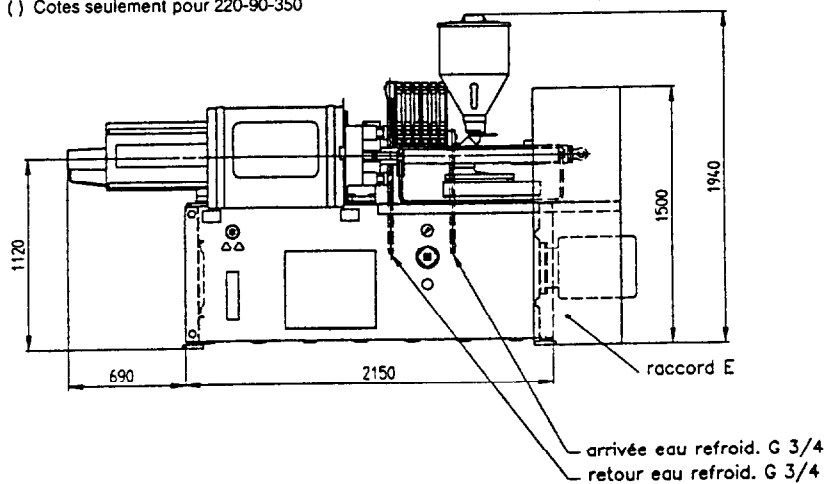
3) calculé avec facteur = 0.8

5) valeur moyenne

## DIMENSIONS DU MOULE

- Ces mesures ne sont pas imposées car l'armoire de commande peut être mise où voulue

( ) Cotes seulement pour 220-90-350



### Dimensions et poids de la machine 220 H

Type de machine:		220-75-250	220-90-350
Hauteur avec unité d'injection verticale	mm	2950	2950
Hauteur de la potence	mm	3350	3350
Huile hydraulique	l	160	160
Poids machine sans huile	kg	1475	1500
Poids armoire de commande	kg	150	150
Raccord électr. (fusible en amont pour 380 V) <sup>6)</sup>	A	35	50

# CARACTERISATIONS DE LA MATIERE

Essais: (Polyamide 6-6)

- Le choc Rhéométrique.
- La Flexion 3 points.

# PLASTIQUES

## CHOC MULTIAXIAL INSTRUMENTE

### (à vitesse constante)

#### Présentation de l'essai Rhéométrique:

#### 1. OBJET ET DOMAINE D'APPLICATION

Cette méthode a pour objet la description d'un essai de choc multiaxial instrumenté par déplacement linéaire d'un impacteur mû à vitesse constante par l'intermédiaire d'un vérin hydraulique avec enregistrement électronique de la force agissante. L'essai de choc a lieu sur des éprouvettes plastiques planes. la direction du choc est perpendiculaire à leur surface.

*Nota. Pour les plastiques à comportement très fragile les résultats obtenus peuvent être inexploitable du fait, en particulier, de phénomènes de résonances.*

#### 2. PRINCIPE

Un percuteur mû à vitesse constante frappe la surface d'une éprouvette. Un capteur de force fixé sur le percuteur permet, grâce à une mémoire électronique, d'enregistrer pendant toute la durée du choc, la force agissant sur l'éprouvette.

L'exploitation par le calcul de ces enregistrements permet de tracer pendant le choc :

- la courbe force déformation.
- la courbe énergie déformation.

#### 3. APPAREILLAGE

3.1. Machine d'essai, exemple : type Rhéométrics RIT 8000 comprenant les éléments suivants.

3.1.1. Groupe hydraulique permettant un grand débit d'huile sous forte pression (par exemple 210 bar).

3.1.2. Vérin hydraulique alimenté par une servovalve de grande capacité asservie électroniquement en boucle fermée sur la réponse d'un capteur de vitesse.

La course du vérin généralement supérieure à 250 mm est répartie en 3 zones :

- zone d'accélération.
- zone utile de déplacement à vitesse constante d'une longueur minimale de 50 mm.
- zone de décélération.

La ou les servovalves doivent permettre d'assurer une vitesse de déplacement de la tige du vérin variant entre 0,02 m/s et 10 m/s.

3.1.3. Tiges de percuteur en acier de diamètres 15,7 et 20 mm.

3.1.4. Capteur de force, par exemple, piézoélectrique, fixé entre la tige et le percuteur. Il sert à mesurer la force instantanée appliquée à l'éprouvette.

3.1.5. Percuteurs de diamètres 15,7 et 20 mm d'une longueur maximale de 40 mm avec une extrémité hémisphérique. La surface du percuteur doit être à l'état poli.

3.1.6. Guides de percuteur de diamètres intérieurs 15,7 et 20 mm disposé le plus près possible du porte-échantillon. Ces guides peuvent être en bronze pour un meilleur glissement.

3.1.7. Brides de serrage avec alésages de 40 mm  $\pm$  0,2 mm et de 100 mm  $\pm$  0,2 mm. Le raccordement de la surface d'appui de l'éprouvette avec l'alésage doit être arrondi avec un rayon de 1 mm.

L'éprouvette doit être serrée entre le support et la bride de serrage avec une force qui s'élève au moins à 3000 N. Ce serrage peut être hydraulique, pneumatique, ou obtenu par un dispositif à vis et ressorts pourvu que la pression de serrage soit uniformément répartie.

### 3.1.8. Chaîne d'acquisition de données pour enregistrement et exploitation de l'essai.

A titre d'exemple, celle-ci peut être constituée par les éléments suivants :

- amplificateur de charge qui, à partir du signal du quartz, transforme la charge électrique créée en tension électrique proportionnelle.
- mémoire transitoire capable d'enregistrer 1024 points en un temps réglable jusqu'à 5 millièmes de seconde.
- oscilloscope.
- interface,
- micro-ordinateur.
- table traçante.
- imprimante.

### 3.1.9. Capteur de vitesse.

3.2. Enceinte conditionnée pouvant être réglée à  $-30 \pm 0,23 \pm 65$  et  $80 \pm 2$  °C près et  $50 \% \pm 5 \%$  d'humidité relative.

## 4. EPROUVETTES

### 4.1. Formes et dimensions

Les éprouvettes doivent être des plaques planes :

- soit carrées au minimum de 60 x 60 mm, soit circulaires de 70 mm de diamètre pour l'essai avec la bride de serrage de diamètre intérieur 40 mm (3.1.7.),
- soit carrées au minimum de 120 x 120 mm, soit circulaires de 140 mm de diamètre pour l'essai avec la bride de serrage de diamètre intérieur 100 mm (3.1.7.).

Les éprouvettes doivent avoir deux faces planes et parallèles (voir figure 2 en annexe 2).

L'épaisseur peut être comprise entre 0.8 mm et 4 mm. Si l'épaisseur d'une éprouvette quelconque diffère de plus ou moins 5 % de l'épaisseur moyenne de l'éprouvette, elle doit être éliminée.

### 4.2. Nombre d'éprouvettes

Le nombre d'éprouvette doit être supérieur ou égal à 5 par essai.

### 4.3. Conditionnement

Sauf spécification particulière concernant le plastique soumis à l'essai, les éprouvettes doivent être conditionnées à  $23 \pm 2$  °C et  $50 \% \pm 5 \%$  d'humidité relative pendant 96 heures selon la norme NF T 51-004.

## 5. MODE OPERATOIRE

### 5.1. Conditions d'essai

Les conditions d'essai usuelles pour les différentes matières sont données dans le tableau ci-dessous.

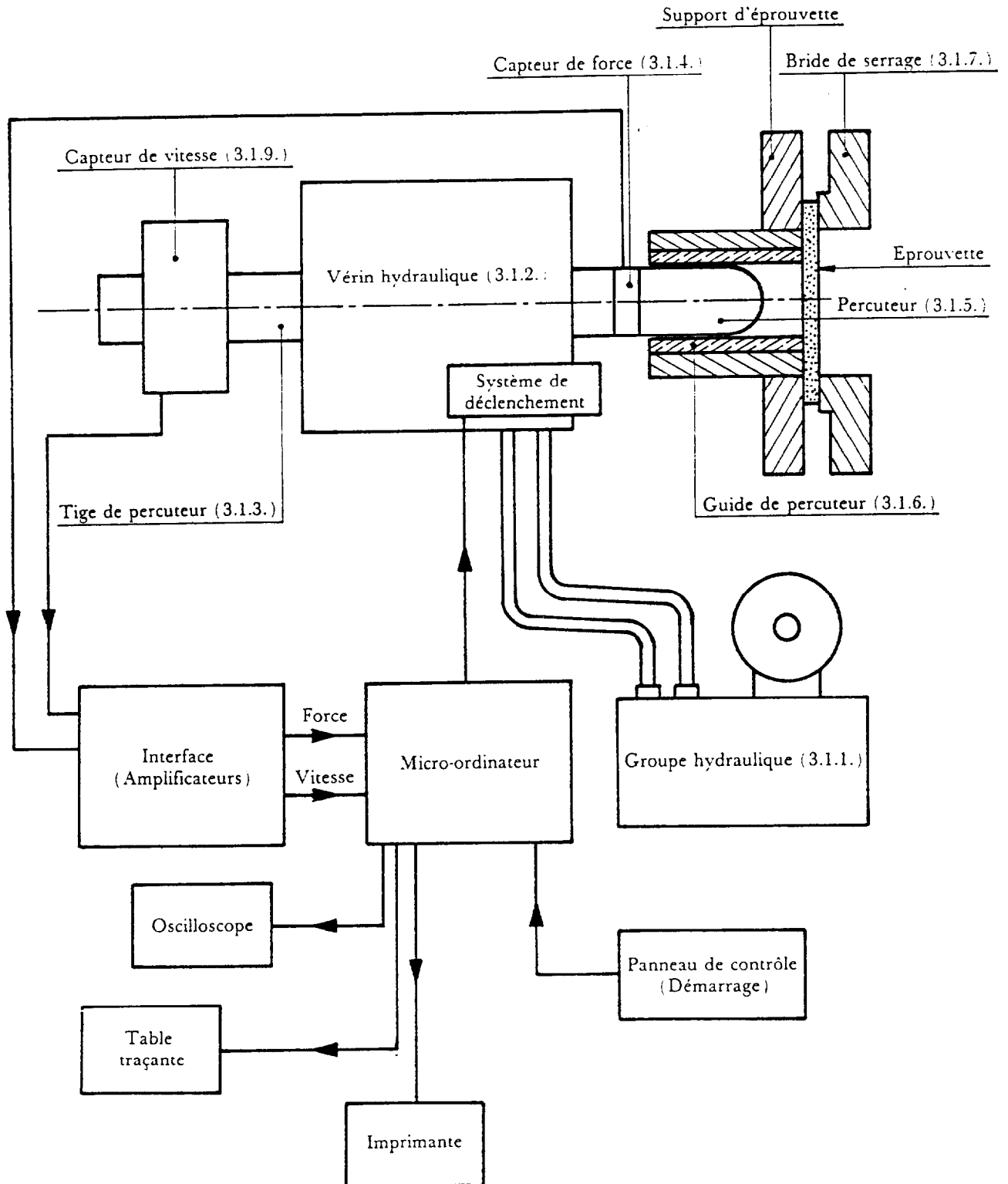
	Thermoplastiques	Thermodurcissables (sauf polyuréthanes et polyurées)
Diamètre du percuteur utilisé en mm	20	20
Diamètre interne de la bride en mm	40	100
Vitesse d'impact en m/s	1 et/ou 4.43	1 et/ou 4.43

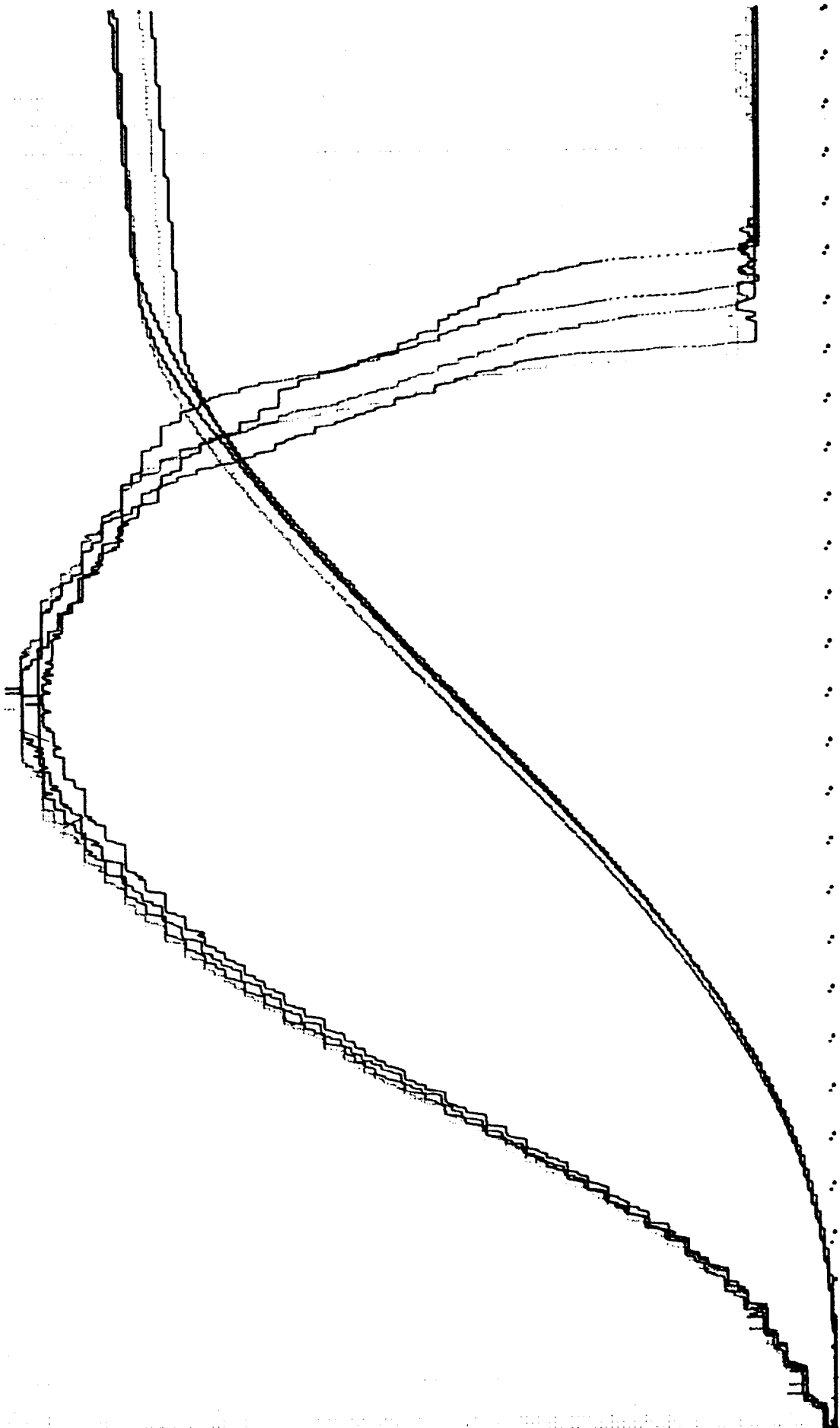
### 5.2. Mesure

- Mesurer l'épaisseur en cinq points de la zone centrale de l'éprouvette, calculer la moyenne arithmétique.
- Régler la consigne de vitesse de déplacement du percuteur (3.1.5.).
- Sélectionner la cellule de capacité minimale permettant de couvrir la gamme des valeurs de force maximale qui peuvent être rencontrées pendant les essais.
- S'assurer du réglage du gain de l'amplificateur et du calibre de la cellule.
- Positionner l'éprouvette de manière à la percuter en son centre géométrique.
- Serrer avec un effort minimum de 3000 N.
- Réaliser l'essai à la température prévue par le document.
- Déterminer à l'aide de la chaîne d'acquisition de données (3.1.8.) les courbes :
  - . force : déformation,
  - . énergie : déformation,
  - . vitesse du percuteur : déformation.



SCHEMA DE PRINCIPE DE LA MACHINE D'ESSAI





B.

## L'ESSAI RHEOMETRIQUE:

Matière: Polyamide  
Himont EXP 1480

Machine: Rhéométrique Inc.

### Conditions de l'essai:

- Température ambiante: 23 °C.
- Taux d'humidité: 50 %.
- $\phi$  de la frette: 40 mm.
- $\phi$  impacteur hémisphérique: 20 mm.
- Cellule: 2000 lbs.
- Vitesse impacteur: 1 m/s.

ECHANTILLONS	EPAISSEUR	FORCE(N)	FLECHE(MM)	ENERGIE(J)
1	2,4	3021	15,41	23,62
2	2,4	3021	15,21	22,60
3	2,4	3021	15,21	22,71
4	2,4	2985	15,11	22,49
5	2,4	2883	15,51	22,94

moyenne	2,4	2986,2	15,29	22,87
écart type(n-1)	0	59,76	0,16	0,45

# PLASTIQUES RIGIDES ET SEMI RIGIDES RENFORCES ET NON RENFORCES LA FLEXION

## Présentation de la flexion 3 points:

### 1. OBJET ET DOMAINE D'APPLICATION

Cette méthode a pour objet la détermination des caractéristiques de flexion des plastiques rigides et semi-rigides, renforcés et non renforcés (sous forme de barreaux rectangulaires, de dimensions normalisées ou non, moulés directement ou découpés à partir de plaques ou autres formes moulées).

Cette méthode est conforme aux normes NF T 51-001 et NF T 57-105.

### 2. PRINCIPE

L'essai consiste à disposer un barreau parallélépipédique sur deux appuis et à le déformer par application, à égale distance des appuis, d'un poinçon se déplaçant à vitesse constante. Il permet de mesurer une ou plusieurs des caractéristiques suivantes (voir figures en annexe) :

- la contrainte (voir nota) de flexion et la flèche à la rupture dans les cas des matières qui se rompent avant d'atteindre ou en atteignant la flèche conventionnelle,
- la contrainte (voir nota) de flexion pour la flèche conventionnelle (1,5 fois l'épaisseur de l'éprouvette) dans le cas des matières qui ne se rompent pas avant ou à la flèche conventionnelle,
- la contrainte (voir nota) de flexion pour la charge maximale dans le cas des matières qui atteignent la charge maximale avant ou à la flèche conventionnelle,
- la contrainte (voir nota) de flexion à la rupture ou pour la charge maximale dans le cas où la flèche conventionnelle est dépassée et si cela est exigé par la spécification de la matière,
- le module apparent d'élasticité en flexion.

*Nota. Cette contrainte est la contrainte maximale théorique de flexion au droit du poinçon. Elle est calculée en appliquant des formules établies à partir de la théorie de l'élasticité. Cette contrainte peut différer notablement de la contrainte réelle lorsque la déformation n'est pas proportionnelle à la contrainte appliquée.*

### 3. APPAREILLAGE

3.1. Machine d'essai de flexion permettant de disposer de la gamme de vitesses d'essai suivantes : 0,5 - 1 - 2 - 5 - 10 et 20 mm.min<sup>-1</sup> indiquant les charges avec une erreur ne dépassant pas  $\pm 1\%$  et les flèches avec une erreur ne dépassant pas  $\pm 2\%$ .

Les rayons du poinçon et des appuis sont :

- $r_1 = 5 \text{ mm} \pm 0.1 \text{ mm}$  pour le poinçon,
- $r_2 = 5 \text{ mm} \pm 0.2 \text{ mm}$  pour les appuis si l'épaisseur est  $> 3 \text{ mm}$ ,
- $r_2 = 2 \text{ mm} \pm 0.2 \text{ mm}$  pour les appuis si l'épaisseur est  $\leq 3 \text{ mm}$ .

Les appuis et le poinçon doivent avoir des dimensions au moins égales à celles des éprouvettes (voir norme NF T 57-105). La distance entre appuis doit être réglable.

3.2. Enceinte conditionnée à  $23^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$  et  $50\% \pm 5\%$  d'humidité relative.

#### 4. ÉPROUVETTES

##### 4.1. Préparation

Les éprouvettes peuvent être réalisées par moulage ou par découpe.

Dans ce dernier cas, on doit veiller à ne pas créer d'amorces de rupture.

##### 4.2. Dimensions

Les dimensions de l'éprouvette sont :

- longueur "l" supérieure ou égale à 20 fois l'épaisseur,

- la largeur "b" et l'épaisseur "h" doivent respecter les règles suivantes :

##### 4.2.1. Plastiques non renforcés et renforcés de fibres courtes (longueur $\leq 6$ mm)

h (mm)	b (mm)
$1 < h \leq 5$	$10 \pm 0,5$
$5 < h \leq 10$	$15 \pm 0,5$
$10 < h \leq 20$	$20 \pm 0,5$
$20 < h \leq 35$	$35 \pm 0,5$
$35 < h \leq 50$	$50 \pm 0,5$

##### 4.2.2. Plastiques renforcés de fibres longues ou dont le renfort fibreux est à large pas, ou comportant des charges grossières.

Pour ces matériaux, il est conseillé d'adopter une largeur plus importante que celle figurant au tableau du paragraphe 4.2.1., de façon à réduire la dispersion des résultats.

##### 4.3. Matériaux anisotropes

Dans le cas de matériaux anisotropes dans le sens de l'épaisseur (stratifiés par exemple), les éprouvettes sont prélevées de telle sorte que l'effort de flexion auquel elles sont soumises soit dirigé dans le même sens que celui que peuvent subir, dans la pratique, les pièces dont l'on tire les éprouvettes.

Dans le cas de matériaux anisotropes dans le plan, les éprouvettes doivent être prélevées et essayées selon deux directions perpendiculaires.

##### 4.4. Nombre d'éprouvettes

L'essai est effectué sur au moins cinq éprouvettes.

Les éprouvettes rompues en dehors du tiers central de la distance entre appuis doivent être écartées.

##### 4.5. Conditionnement

Les éprouvettes sont conditionnées pendant au moins 24 heures dans une atmosphère ayant les caractéristiques suivantes :

- température :  $23^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$

- humidité relative :  $50\% \pm 5\%$

Dans le cas de matériaux très hygroscopiques ou pour lesquels l'équilibre avec l'humidité ambiante s'établit très lentement, la durée de conditionnement est portée à une semaine (matières chargées de fibres végétales, polyamides, etc).

#### 5. MODE OPÉRATOIRE

##### 5.1. Effectuer l'essai dans les conditions suivantes :

- température :  $23^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$

- humidité relative :  $50\% \pm 5\%$

*Nota.* Les essais peuvent être effectués à d'autres températures suivant les spécifications.

##### 5.2. Mesurer la largeur b à 0,05 mm près et l'épaisseur h à 0,05 mm près de chacune des éprouvettes.

- 5.3. Régler la distance entre appuis D de façon à ce qu'elle soit égale de 15 à 17 fois l'épaisseur moyenne du lot d'éprouvettes (l'étendue, écart entre les valeurs extrêmes, devant être inférieure à 10% de la valeur moyenne). Mesurer D à 0,5% près.

*Nota. Pour des éprouvettes très épaisses ou en plastiques renforcés très unidirectionnels, il peut être nécessaire d'utiliser une distance entre appuis calculée avec un rapport D/h plus élevé afin d'éviter un délaminage par cisaillement. Pour des éprouvettes très minces il peut être nécessaire d'utiliser une distance entre appuis calculée avec un rapport D/h plus faible afin que les mesures puissent être effectuées avec la capacité de charge de la machine d'essai.*

Placer l'éprouvette sur les appuis et faire descendre le poinçon au milieu de la distance entre appuis à 0,5 mm près.

- 5.4. Régler la vitesse du poinçon à la valeur de la gamme indiquée au paragraphe 3.1. qui est la plus proche de la valeur V calculée :

$$V = \frac{h}{2} \text{ min/min}$$

Exceptionnellement, dans certains cas particuliers de contrôle courant ou en cas d'imposition du document de la matière, on peut utiliser une vitesse de poinçon plus élevée (10 mm/min), pour autant qu'il soit prouvé que le résultat des mesures n'en est pas affecté (matériaux peu sensibles au fluage tels que matières therm durcies).

- 5.5. Enregistrer la courbe charge-flèche, avec des amplifications telles que la pente de la courbe soit proche de la bissectrice de l'angle des axes et noter de plus les valeurs ci-dessous :

- si l'éprouvette se rompt, noter la charge et la flèche à la rupture,
- sinon, noter la charge à la flèche conventionnelle ou la charge et la flèche à la charge maximale,
- déterminer le module apparent d'élasticité à partir de la portion linéaire à l'origine de la courbe charge-flèche (en l'absence de portion linéaire, tracer la tangente à la courbe à l'origine).

## 6. EXPRESSION DES RESULTATS

### 6.1. Calcul de la contrainte de flexion

Pour chaque éprouvette, calculer la contrainte de flexion au moyen de la formule suivante :

$$\sigma f = \frac{3 F \cdot D}{2 b \cdot h^2}$$

- dans laquelle :
- $\sigma f$  = contrainte de flexion en mégapascals,
  - F = charge en newtons,
  - D = distance entre appuis en millimètres,
  - b = largeur en millimètres,
  - h = épaisseur en millimètres.

*Nota. Pour un calcul plus précis de la contrainte de flexion, prenant en compte la composante horizontale du moment fléchissant pour la flèche d, l'équation suivante peut être utilisée :*

$$\sigma f = \frac{3 F \cdot D}{2 b \cdot h^2} \left( 1 + 4 \frac{d^2}{D^2} \right)$$

dans laquelle : d = flèche à mi-portée en millimètres.

### 6.2. Calcul du module apparent d'élasticité

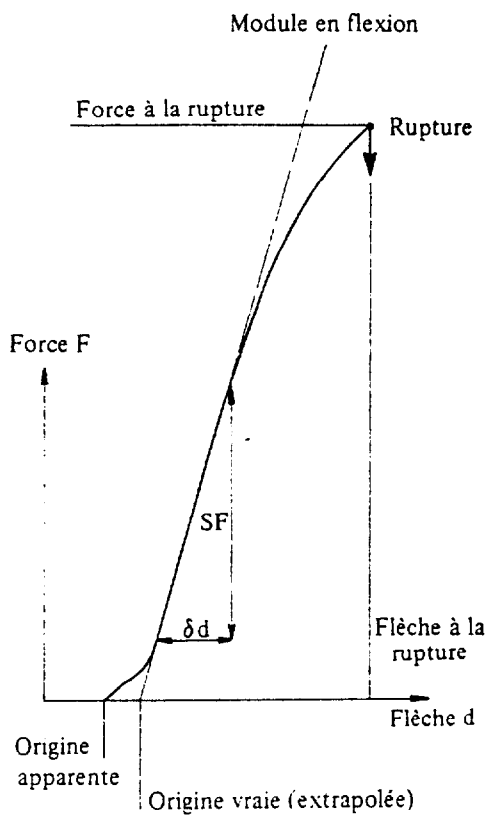
Le module apparent d'élasticité est calculé au moyen de la formule suivante :

$$Eb = \frac{D^3}{4 b \cdot h^3} \cdot \frac{F}{Y}$$

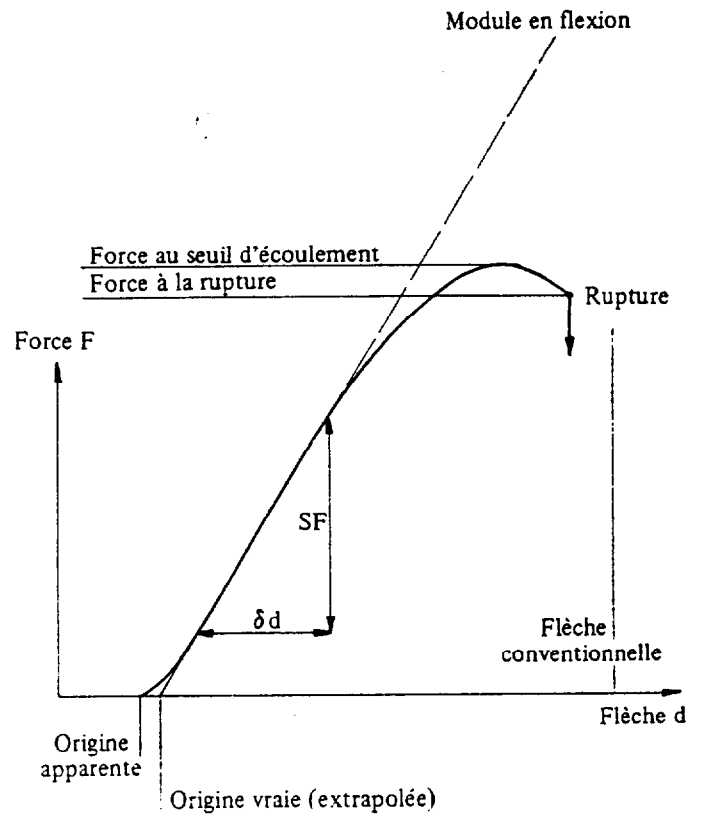
- dans laquelle :
- Eb = module apparent d'élasticité en mégapascals,
  - F = charge pour un point choisi sur la partie droite initiale de la courbe charge-flèche en newtons,
  - Y = flèche correspondant à la charge F en millimètres.

EXEMPLES D'INTERPRÉTATION DE COURBES DE FLEXION

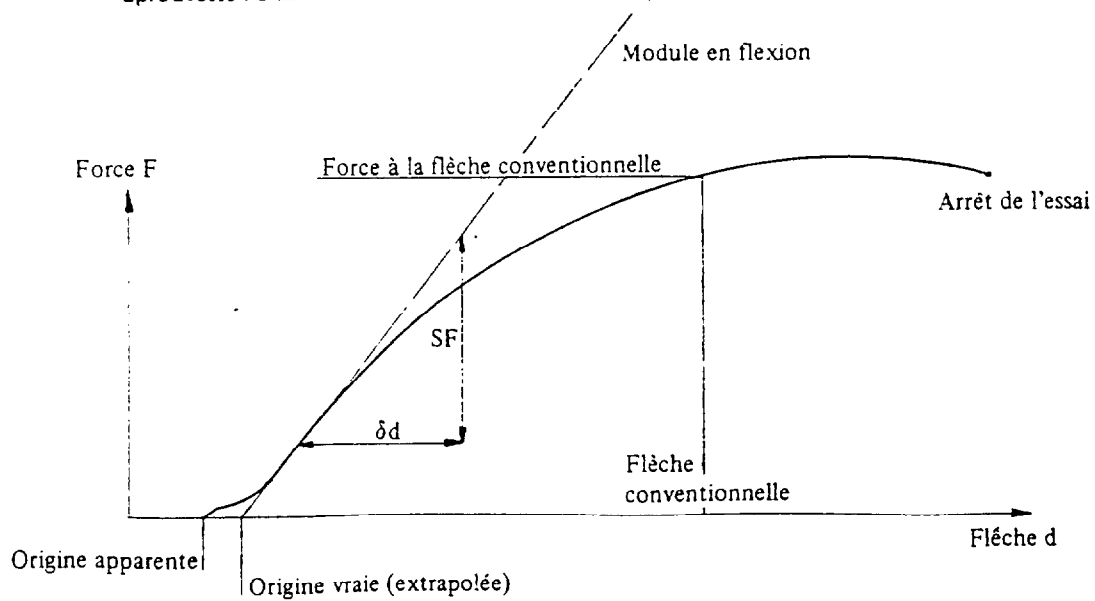
Éprouvette donnant lieu à rupture sans seuil d'écoulement



Éprouvette montrant un seuil d'écoulement et se rompant avant la flèche conventionnelle



Éprouvette ne donnant ni seuil d'écoulement, ni rupture avant la flèche conventionnelle



B

## L'ESSAI DE FLEXION:

Matière: Polyamide

Himont EXP 1480

Machine: Instron Corporation 1121.

Conditions de l'essai:

- Température ambiante: 23 °C.
- Taux d'humidité: 50 %.

Paramètres machine:

- Calibre de charge: 2000 KN.
- Vitesse de traverse: 1 mm/min.

EPROUVETTES	EPAISSEUR (mm)	LARGEUR (mm)	CHARGE Max. (KN)	MODULE DE YOUNG (MPa)	ORIGINE X DE LA DROITE DE YOUNG (mm)
1	2,330	24,97	0,03895	1144	-0,0017980
2	2,370	24,54	0,03674	1253	0,0042180
3	2,310	24,76	0,03323	1233	-0,0027890
4	2,320	24,61	0,03368	1201	0,0004049
5	2,320	24,78	0,03564	1175	0,0027440
<b>moyenne</b>	<b>2,330</b>	<b>24,73</b>	<b>0,03565</b>	<b>1201</b>	<b>0,0005561</b>
<b>écart type(n-1)</b>	<b>0,023</b>	<b>0,17</b>	<b>0,00234</b>	<b>44</b>	<b>0,0029560</b>