

SESSION 2005

BREVET DE TECHNICIEN SUPERIEUR

PLASTURGIE

U5 INDUSTRIALISATION

Durée : 5 heures

Coefficient 4

Aucun document autorisé

Ce sujet comprend les documents suivants :

Un dossier technique :

Documents techniques numérotés DT 1 à DT 20 que le candidat gardera.

Des documents réponses :

Documents page 1 à page 14 à rendre même non remplis.

Cette liasse ne doit pas être dégrafée.

CALCULATRICE AUTORISÉE

Sont autorisées toutes les calculatrices de poche, y compris les calculatrices programmables, alphanumériques ou à écran graphique à condition que leur fonctionnement soit autonome et qu'il ne soit pas fait usage d'imprimantes.

Le candidat n'utilise qu'une seule machine sur la table. Toutefois, si celle-ci vient à connaître une défaillance, il peut la remplacer par une autre.

Afin de prévenir les risques de fraude, sont interdits les échanges de machines entre les candidats, la consultation des notices fournies par les constructeurs, ainsi que les échanges d'informations par l'intermédiaire des fonctions de transmission des calculatrices.

BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR PLASTURGIE U5 INDUSTRIALISATION

DOSSIER TECHNIQUE

Cette liasse comporte les documents suivants :

Documents techniques page DT1à page DT20

• PRÉSENTATION DU PRODUIT	DT1 à DT2
• PROCESSUS D'ÉLABORATION - GÉNÉRALITÉS	DT3
• DESCRIPTION DU PROCESSUS D'ÉLABORATION DU RÉSERVOIR ROTOMOULE	DT4 à DT5
• CELLULE DE FABRICATION	DT6
• DÉTERMINATION DE LA TEMPÉRATURE DE FLÉCHISSEMENT SOUS CHARGE	DT7 à DT8
• FICHE MATIÈRES	DT8
• ESSAI DE COMPRESSION SUR LES EMBOUTS EN PA 6	DT9
• ACCESSOIRES DE MONTAGE TYPES DE COLLIERS	DT10
• TEMPS DE CHAUFFAGE	DT10
• ANALYSE DES COURBES DSC	DT11
• DONNÉES ERGONOMIQUES DU POSTE DE ROTOMOULAGE	DT12
• JOURNAL DE BORD	DT13
• ÉVOLUTION DE LA PRESSION HYDRAULIQUE DANS LE VÉRIN D'INJECTION EN FONCTION DU TEMPS	DT14
• VARIATION (%) DES PARAMÈTRES MACHINE MIS SOUS SURVEILLANCE	DT15
• ÉVOLUTION DE LA PRESSION HYDRAULIQUE D'INJECTION ET DU DÉPLACEMENT DE LA VIS EN FONCTION DU TEMPS	DT16
• DÉTERMINATION DU TAUX DE RENDEMENT GLOBAL (TRG)	DT17
• FORMULAIRE	DT18
• DESSIN DE DÉFINITION DU RESERVOIR	DT19
• VUES DU RÉSERVOIR (PERSPECTIVES)	DT20

PRÉSENTATION DU PRODUIT

Désignation du produit

RÉSERVOIR A CARBURANT 135 LITRES

Le produit et son marché

Ce produit s'adresse au marché du nautisme. C'est un réservoir à carburant [essence ou gasoil] embarqué dans les vedettes à moteur et les voiliers de grande unité et il est destiné à l'alimentation des moteurs à combustion interne qui équipent ces navires.

Ce réservoir est livré entièrement équipé et vendu directement aux constructeurs de bateaux de plaisance. Il est également commercialisé auprès des grossistes spécialisés en « accessoires marins ».

Le réservoir est généralement logé le plus bas possible dans le navire dans le but d'abaisser le centre de gravité de l'embarcation.

Ce produit fait l'objet lors de sa vie à bord du navire de contraintes telles qu'une large plage de température et des sollicitations mécaniques dues à des accélérations pouvant aller jusqu'à 2 G.

La société « Roto Plastics » a développé son réservoir sur une base prévisionnelle de production annuelle de 1000 à 2000 unités.

Contexte, objectifs

Dédié au marché français - constructeurs et grossistes – ce réservoir a fait l'objet d'une homologation européenne. Il répond entre autres à la norme ISO 10088 « installations à combustible installées à demeure et réservoirs fixes correspondants » pour petits navires (de longueur de coque inférieure à 24 m) datant de juillet 2001.

Cette norme spécifie, entre autres des exigences de résistance au feu couplée à des essais de mise en pression.

Ce réservoir a été développé à la demande des constructeurs dans l'optique de remplacer les réservoirs jusque-là réalisés en tôle d'acier inox.

Principales fonctions de service du produit

RESERVOIR POUVANT CONTENIR INDIFFEREMMENT DU GASOIL OU DE L'ESSENCE

CAPACITE NETTE MINI 135 LITRES

RESISTER SANS DEFAILLANCE NI FUITE A UNE PRESSION INTERNE D'ESSAI 35 kPa

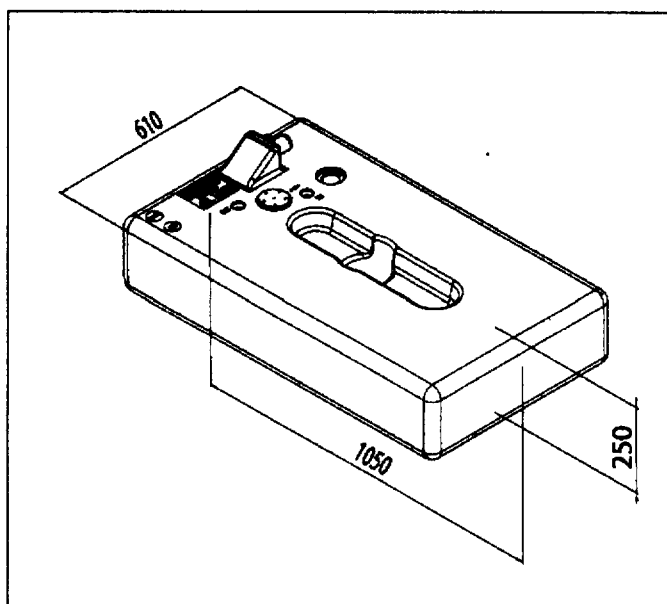


Figure 1

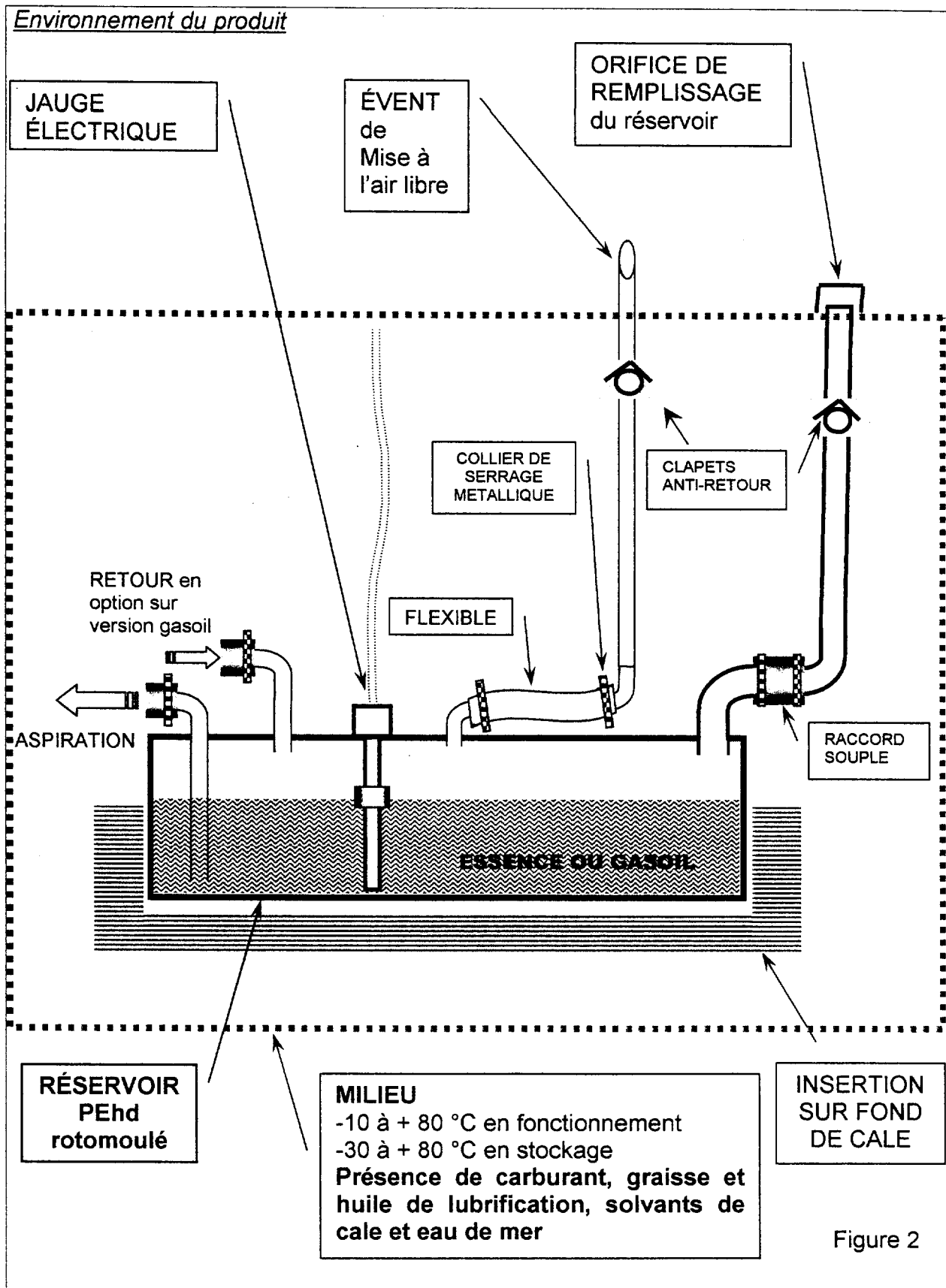


Figure 2

PROCESSUS D'ÉLABORATION - GÉNÉRALITÉS

Matériau(x) utilisé(s)

Pour le RESERVOIR ROTOMOULE : POLYETHYLENE HAUTE DENSITE RETICULE METALLOCENE « BORECENE RM8343PL » du fournisseur *Boréalis*, sous forme pulvérulente,

Le matériau prévu à l'origine du projet était un polyéthylène haute densité RETICULE « REVOLVE XL 400 » du fournisseur « *Matrix polymers* »

Pour les ACCESSOIRES :

- Raccords vissés en POLYAMIDE 6 (PA 6)
- Inserts métalliques en laiton, inox et AU4G
- Joints d'étanchéité : « Viton » et nitrile

Moyens/processus

Réservoir roto-moulé de masse = 14 kg

Masse du moule = 150Kg

Machine 3 postes : chargement/déchargement – chauffage air pulsé – refroidissement par air pulsé

Temps de cycle : 3 x 18 minutes – pour une rotation complète du carrousel

Température moyenne de chauffage 230 à 250 °C

Contrôle d'aspect après ouverture du moule et sur poste de finition

Test d'étanchéité dit de « la piscine » sur chaque pièce : pressurisation + immersion complète Percement des différents orifices fonctionnels par usinage

Montage des accessoires

Conditionnement pour le transport et la livraison chez le client

Accessoires montés sur poste de finition:

- jauge de niveau pour carburant « Wema » + joint « Viton »
- tubulure RBO droite ½" gaz + joint + [bouchon + joint] orifice « IN »
- embout en polyamide 6 - ½" gaz

RAPPEL - Principe général du procédé de rotomoulage :

Un moule chargé de polymère, tourne dans tous les sens de l'espace à une vitesse de quelques tours par minute. Le moule en rotation est placé dans le four et la chaleur est transférée au mélange de « polymère/matériau-fondu/air ».

Pendant la phase de rotation, le polymère se déplace et ruisselle sous l'effet de la pesanteur et du mouvement du moule.

La température augmente et permet la fusion du polymère qui devient visqueux, et adhère sur la surface du moule.

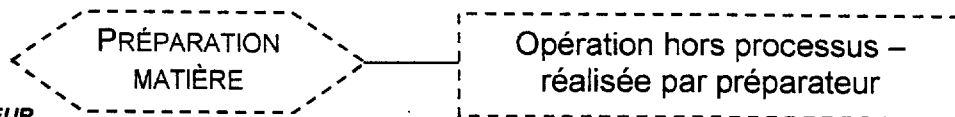
A la fin de cette étape, le moule est déplacé dans une chambre de refroidissement.

Celui-ci peut être effectué par air forcé, jet d'eau ou une combinaison des deux.

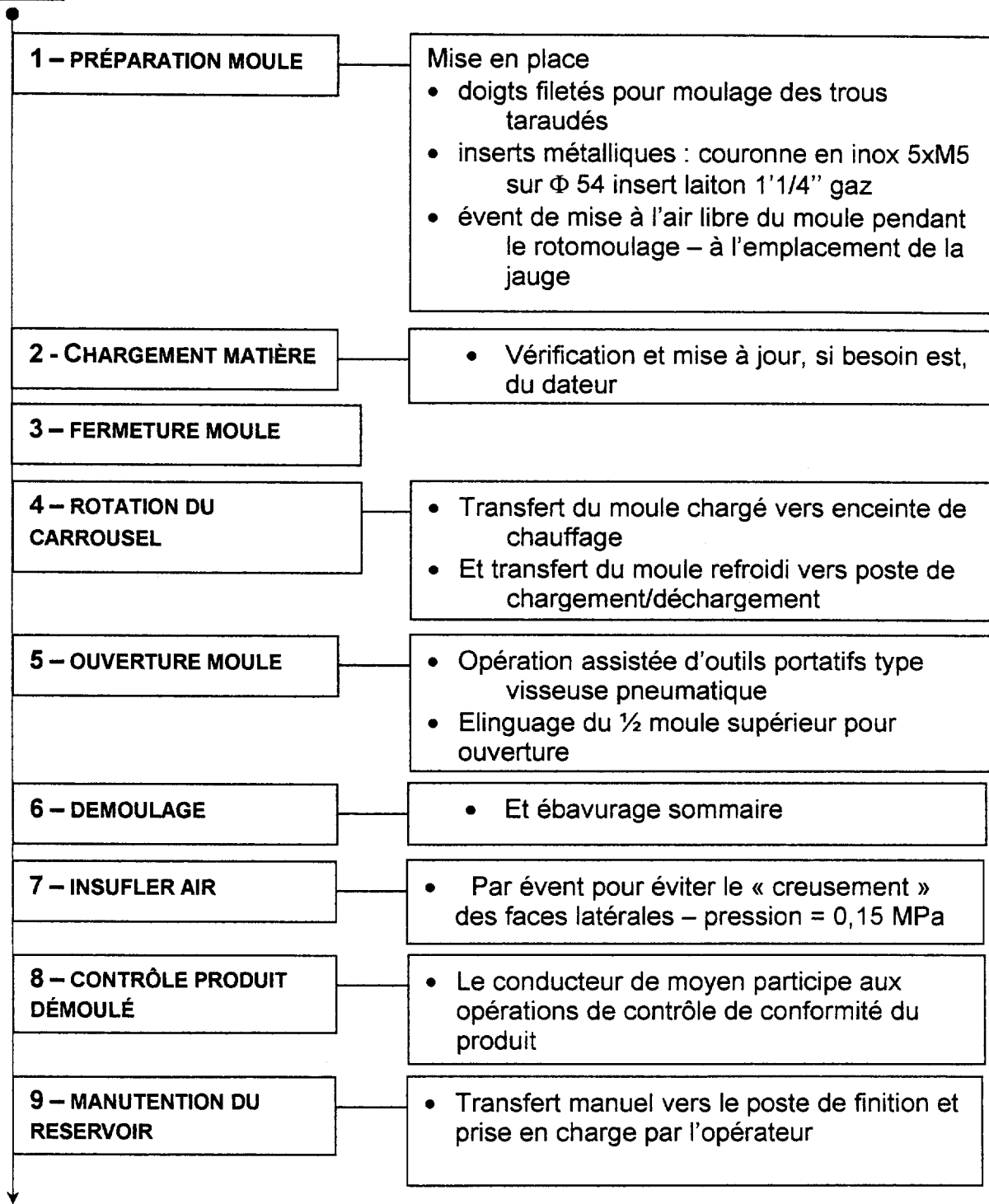
Le moule s'ouvre et la pièce est alors démoulée.

*Temps de cycle du rotomoulage = 3 x temps de l'opération la plus longue
généralement le temps le plus long est le chauffage*

DESCRIPTION DU PROCESSUS D'ÉLABORATION DU RÉSERVOIR ROTOMOULE
PRINCIPALES OPÉRATIONS sur machine de rotomoulage



TACHES DU CONDUCTEUR DE MOYEN



OPERATIONS de FINITION sur poste de finition

OPÉRATIONS de FINITION sur poste de finition par opérateur

<p>10 – ÉBAVURAGE DE FINITION</p>	<p>Perçages :</p> <ul style="list-style-type: none"> • $\Phi 16,5$ orifice « IN » • $\Phi 35$ pour jauge de niveau • $\Phi 30$ sur tubulure de $\Phi 38$ • déboucher trou $\Phi 16,5$ dans taraudage $\frac{1}{2}$ gaz (emplacement embout PA 6 vissée)
<p>11 – PERÇAGE ORIFICES</p>	<p>Aspiration des copeaux +jet d'air + contrôle propreté</p>
<p>12 – NETTOYAGE PIÈCE EXTÉRIEUR ET INTÉRIEUR</p>	<p>Montage tubulures :</p> <ul style="list-style-type: none"> • RBO droite $\frac{1}{2}$" gaz + joint + bouchon ($\frac{1}{4}$" gaz) + joint sur orifice « IN » • Embout PA 6 $\frac{1}{2}$" gaz <p>Montage jauge de niveau « Wema » avec joint « Viton »</p>
<p>13 – MONTAGE DES ACCESSOIRES</p>	<p>Pose capsule obturatrice sur tubulure de remplissage $\Phi 38$ et sur évent (embout PA 6 $\frac{1}{2}$" gaz) avant test d'étanchéité</p>
<p>14 – BOUCHAGE DES ORIFICES AVANT TEST</p>	<p>Immersion dans l'eau – pression d'épreuve 35 kPa – après test : nettoyage extérieur</p>
<p>15 – TEST D'ÉTANCHÉITÉ</p>	<p>Identification correcte badge/date, carton, palette</p>
<p>16 – CONTRÔLES SUPPLÉMENTAIRES</p>	<p>Accessoires supplémentaires non montés Raccords, tubulures, vanne d'arrêt, joints et bouchon</p>
<p>17 – JOINDRE DANS POCLETTE PLASTIQUE</p>	<p>4 réservoirs rangés dans carton 1200 x 800 x 930, sortie vers le haut et intérieur (face à face) coiffe sur le carton et filmer la palette 2 cartons sur palette perdue 1200 x 800</p>
<p>18 – EMBALLAGE</p>	

CELLULE DE FABRICATION

Elle comporte :

1. la machine de rotomoulage sur carrousel et équipée de trois postes
2. la zone de travail pour le conducteur de la machine
3. le poste de finition avec un opérateur
4. la machine de test d'étanchéité par immersion (test dit de « la piscine »)

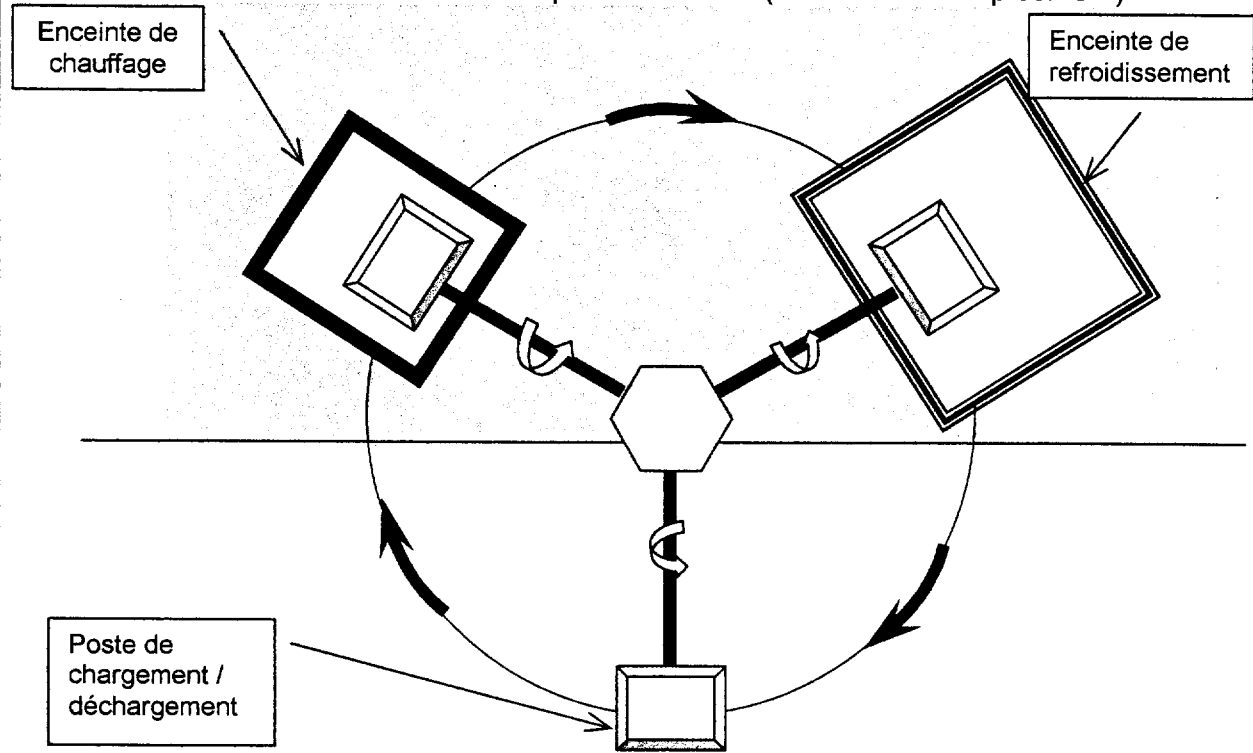


Figure 3

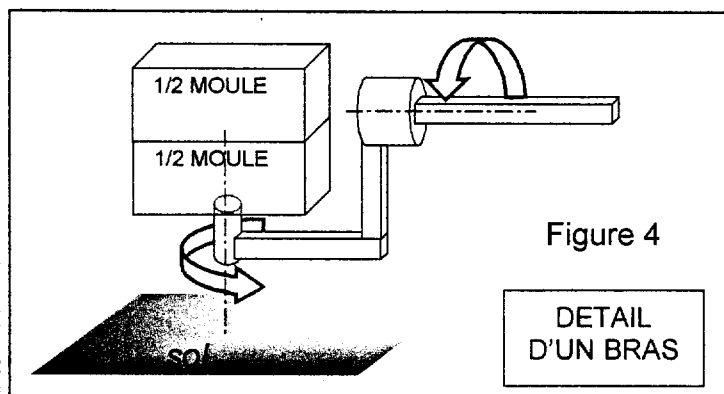
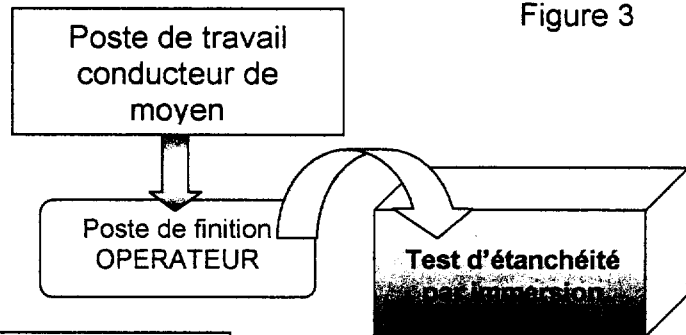


Figure 4

DETAIL
D'UN BRAS

Remarque : le moule du réservoir est monté sur un des trois bras du carrousel, les deux autres bras sont équipés avec des moules différents.

DÉTERMINATION DE LA TEMPÉRATURE DE FLÉCHISSEMENT SOUS CHARGE

Mode opératoire : EXTRAIT DE LA NORME NF EN ISO 75 – 2 (1993)

Calcul de la force à appliquer

La force à appliquer à l'éprouvette, exprimée en newtons, est fonction de la contrainte de flexion et obtenue en appliquant l'une des équations suivantes:

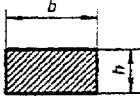
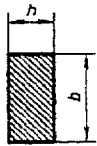
$F = \frac{2\sigma \cdot b \cdot h^2}{3L}$

lorsque l'éprouvette est positionnée à plat:

et

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

lorsque l'éprouvette est positionnée sur le chant:

Où :

- σ est la contrainte superficielle nominale maximale, en mégapascals, dans l'éprouvette;
- b est la largeur, en millimètres, de l'éprouvette;
- h est l'épaisseur, en millimètres, de l'éprouvette;
- L est la longueur mesurée, en millimètres, de la portée entre les supports.

La masse m_w du poids supplémentaire qui doit être placé sur la tige pour produire la force totale requise F , est obtenue par l'équation :

$$F = 9,81 (m_w + m_r) + F_s$$

d'où:

$$F - F_s$$

$$m_w = \frac{F - F_s}{9,81} - m_r$$

Où :

- m_r est la masse, en kg, de l'assemblage de la tige qui exerce la force d'essai.
- m_w est la masse, en kg, du poids de chargement, devant être ajouté.
- F est la force totale, en N, qui doit être appliquée à l'éprouvette.
- F_s est la force, en N, exercée par les éléments chargés par ressort utilisés.

Tableau 1 - Flèche normalisée en fonction de la hauteur de l'éprouvette mesurant 80 mm x 10 mm x 4 mm essayée à plat.

Hauteur de l'éprouvette (épaisseur h de l'éprouvette)	Flèche normalisée
mm	mm
3,8	0,36
3,9	0,35
4,0	0,34
4,1	0,33
4,2	0,32

Tableau 2 - Flèche normalisée en fonction de la hauteur de l'éprouvette mesurant 120 mm de longueur, 3 à 4,2 mm de largeur et 9,8 à 15 mm de hauteur, essayée sur le chant.

Hauteur de l'éprouvette (largeur b de l'éprouvette)	Flèche normalisée
mm	mm
9,8 à 9,9	0,33
10,0 à 10,3	0,32
10,4 à 10,6	0,31
10,7 à 10,9	0,30
11,0 à 11,4	0,29
11,5 à 11,9	0,28
12,0 à 12,3	0,27
12,4 à 12,7	0,26
12,8 à 13,2	0,25
13,3 à 13,7	0,24
13,8 à 14,1	0,23
14,2 à 14,6	0,22
14,7 à 15,0	0,21

CONDITIONS DES ESSAIS H.D.T.

Contrainte appliquée : 1,8 Mpa
 Position de l'éprouvette : sur le chant
 La masse de l'assemblage de la tige m_r qui exerce la force d'essai est de 100 g et la force exercée F_s du micromètre à cadran est négligée.

	BORECENE	REVOLVE
Hauteur de l'éprouvette (<i>largeur b de l'éprouvette</i>) :	10,1 mm	10,15 mm
Épaisseur de l'éprouvette (<i>épaisseur h de l'éprouvette</i>) :	4,1 mm	4,15 mm
Longueur de l'éprouvette l	120 mm	120 mm
Portée entre les supports L	100 mm	100 mm

FICHE MATIÈRES

POLYETHYLENE BORECENE TM RM8343 PL

PEhd, polymérisation avec catalyseur de type métallocène + agent de pontage (ou de réticulation)

	CONDITIONS ESSAIS	VALEURS ATTENDUES	UNITES	NORMES NF EN
MASSE VOLUMIQUE		934	Kg.m ⁻³	ISO 1183
MELT FLOW RATE	190 / 2,16 kg	6	g.10 min ⁻¹	ISO 1133
MODULE DE FLEXION	2 mm.min ⁻¹	600	MPa	ISO 178
RESISTANCE AU SEUIL	50 mm.min ⁻¹	18	MPa	ISO 527-2
ALLONGEMENT AU SEUIL	50 mm.min ⁻¹	13	%	ISO 527-2
MODULE DE TRACTION	1 mm.min ⁻¹	550	MPa	ISO 527-2
DURETE SHORE D		55		ISO 868
TFC	0,45 MPa	58	° C	ISO 75-2

MATRIX POLYMERS REVOLVE XL 400

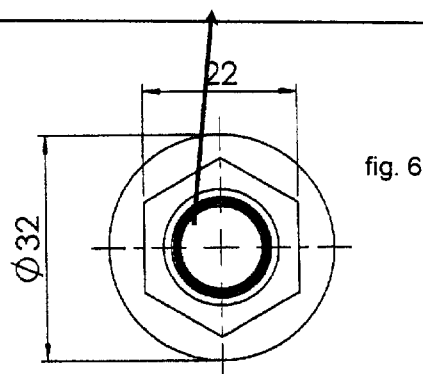
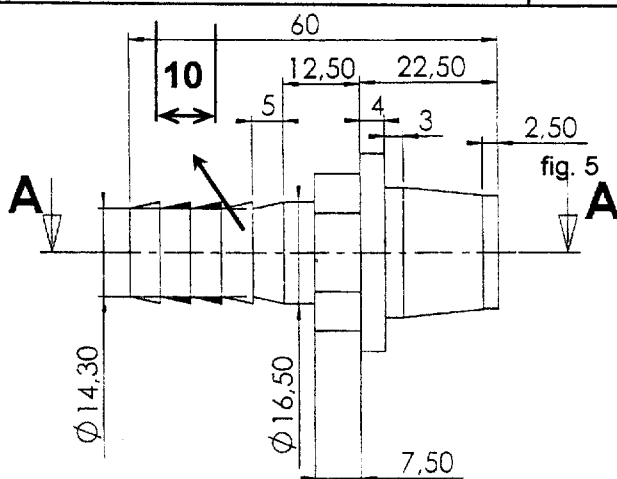
PEhd, polymérisation avec catalyseur de type Ziegler-Natta + agent de pontage (ou de réticulation)

	CONDITIONS ESSAIS	VALEURS ATTENDUES	UNITES	NORMES NF EN
MODULE DE FLEXION	2mm/min	829	MPa	ISO 178
RESISTANCE AU SEUIL	50mm/min	18,4	MPa	ISO 527-2
TFC	1,8 MPa	49 °C	° C	ISO 75-2

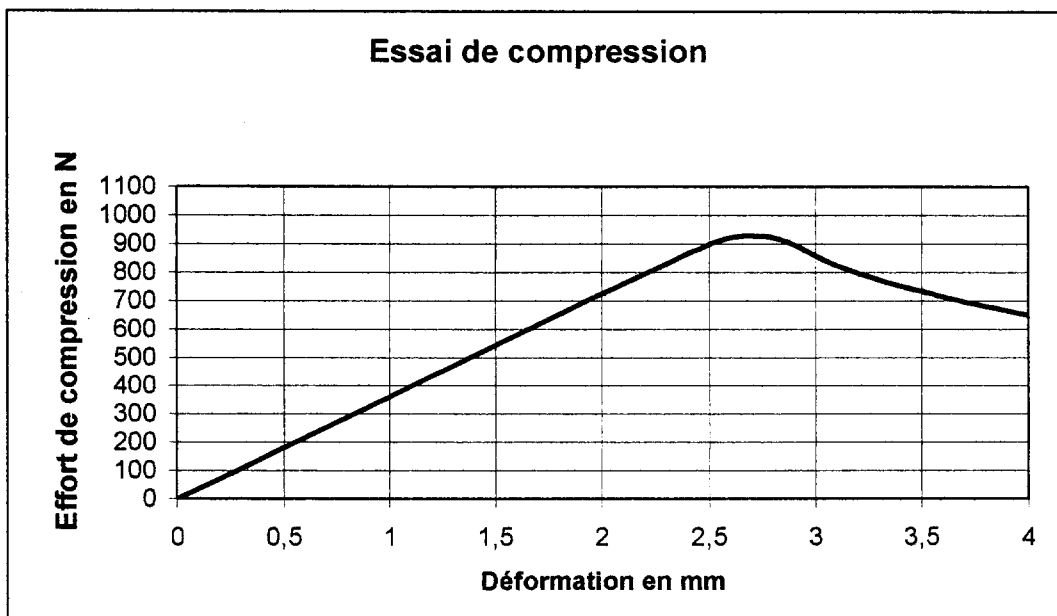
ESSAI DE COMPRESSION SUR LES EMBOUTS en PA 6

Méthode de calcul de la contrainte de compression :

$\sigma = \frac{F}{2 \times e \times L}$	<p>Où :</p> <ul style="list-style-type: none"> - σ : contrainte de compression maximale en $N.mm^{-2}$. - F : effort maximal en N admissible - e : épaisseur moyenne en mm de la paroi de la tubulure - L : longueur de la paroi en mm de la tubulure (dans notre cas L=largeur du collier de serrage)
--	---



Largeur de serrage = 10 mm	épaisseur moyenne de la paroi sollicitée = 1,3 mm
----------------------------	---



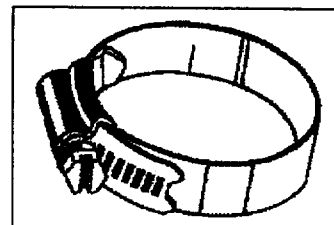
ACCESSOIRES DE MONTAGE

Types de colliers

Type 1 - COLLIERS DE SERRAGE ABA

Vis et bande filetée en acier suédois galvanisé, largeur 10 mm avec bordures relevées pour éviter les coupures du tuyau, tête de vis hexagonale munie d'une gorge, permettant le serrage par clef.

Référence	Diamètre
615011	11x19
615015	15x24
615019	19x28
615022	22x32



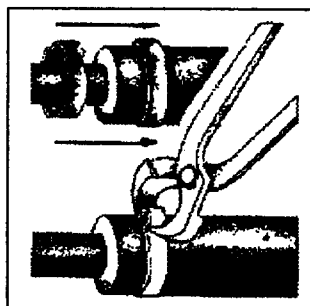
Contrainte moyenne de serrage = **30 MPa**

Type 2 - COLLIERS DE SERRAGE STAUBLI

Les colliers « Staubli », d'une seule pièce, se posent en quelques secondes, sans outil spécial, avec de simples tenailles. En acier spécial et d'excellente finition ils ne sont ni encombrants ni coupants. Le serrage s'effectuant concentriquement et sur une grande surface, le tuyau ne peut être ni coupé ni même blessé.

Contrainte moyenne de serrage = **20 MPa**

Référence	Diamètre
615011	10x13
615015	13x17
615018	17x20
615021	20x23
615024	20x23
615025	25x28



DÉTERMINATION DU TEMPS DE CHAUFFAGE

Cycle initial avec le « REVOLVE XL 400 » :

- puissance de chauffage : P=12,5 kW
- masse de l'outillage : m=150 kg
- capacité thermique massique de l'acier (de l'outillage) Cp=500 J/kg °C

Le temps de chauffage était de 18 minutes.

Nouveau cycle de rotomoulage avec le « BORECENE RM 8343 PL » :

Pour le calcul du temps de chauffage, on considère que la quantité de PEhd chargée dans le moule est négligeable par rapport à celle de l'outillage.

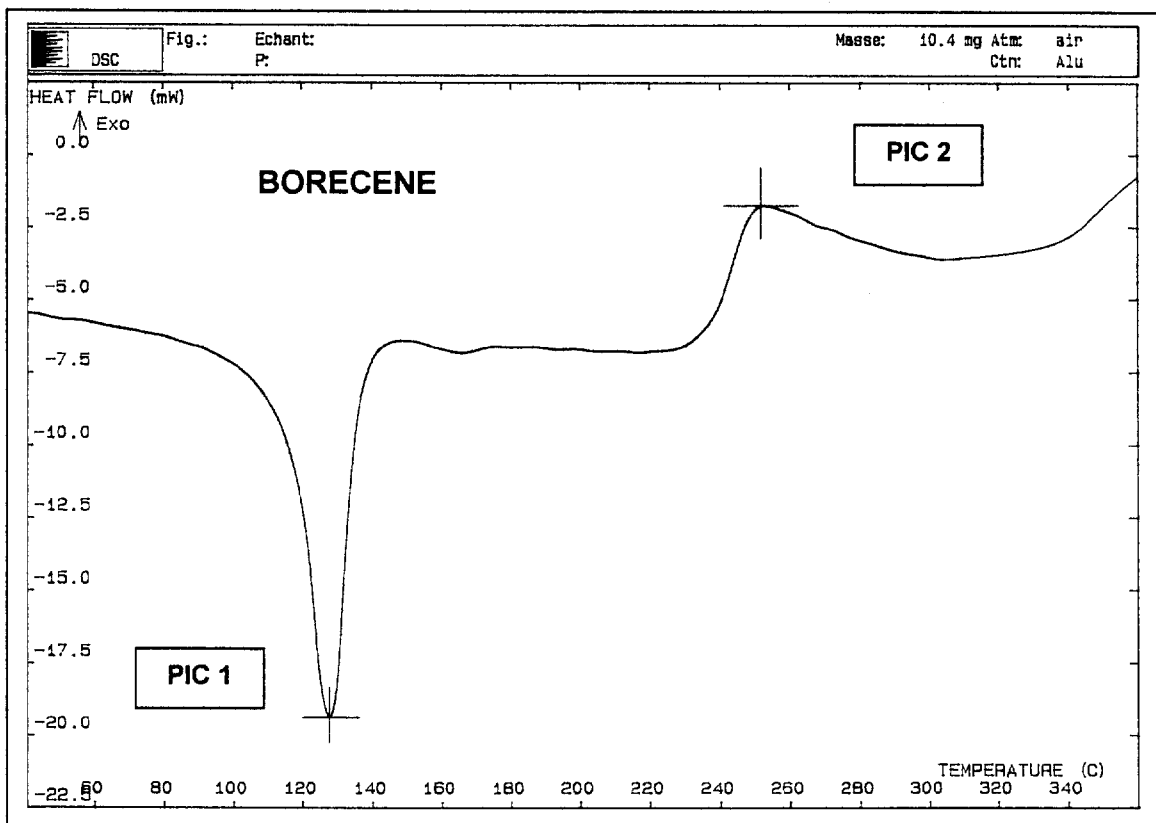
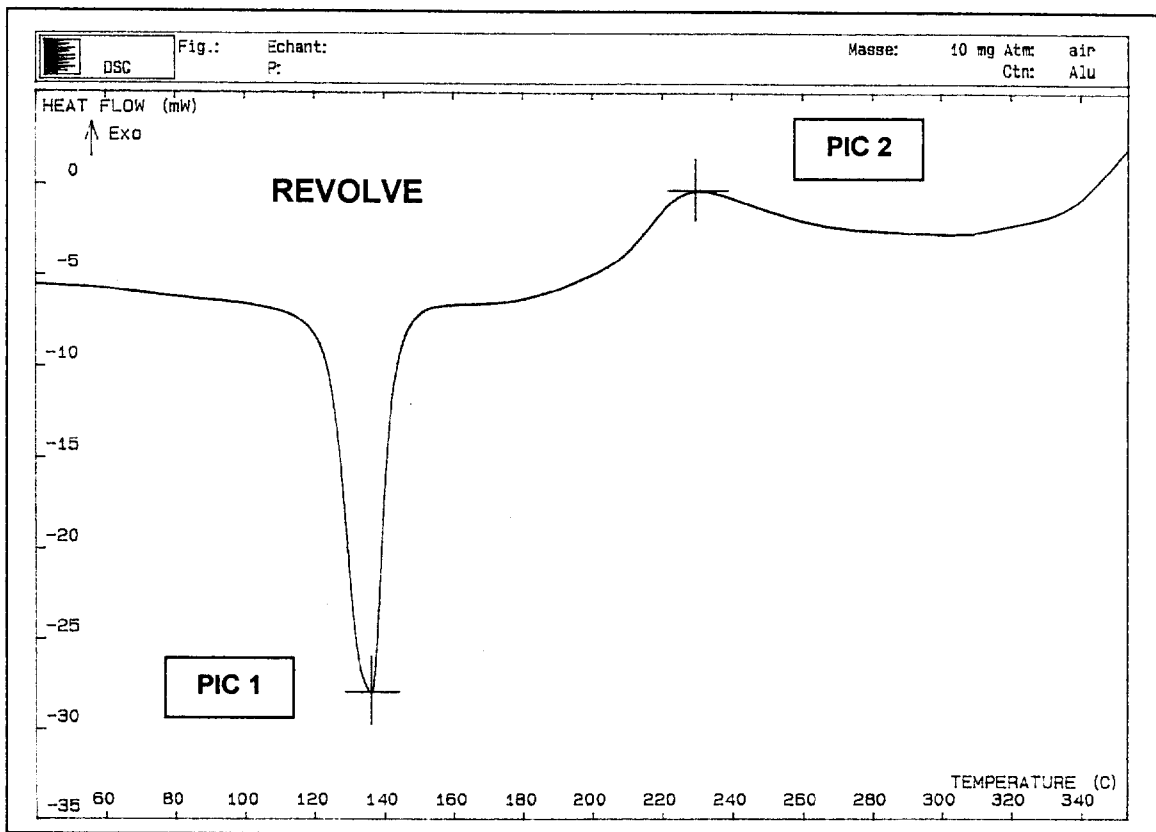
La température de l'outillage, lors du chargement de la matière est estimée à 50 °C.

RECOMMANDATIONS :

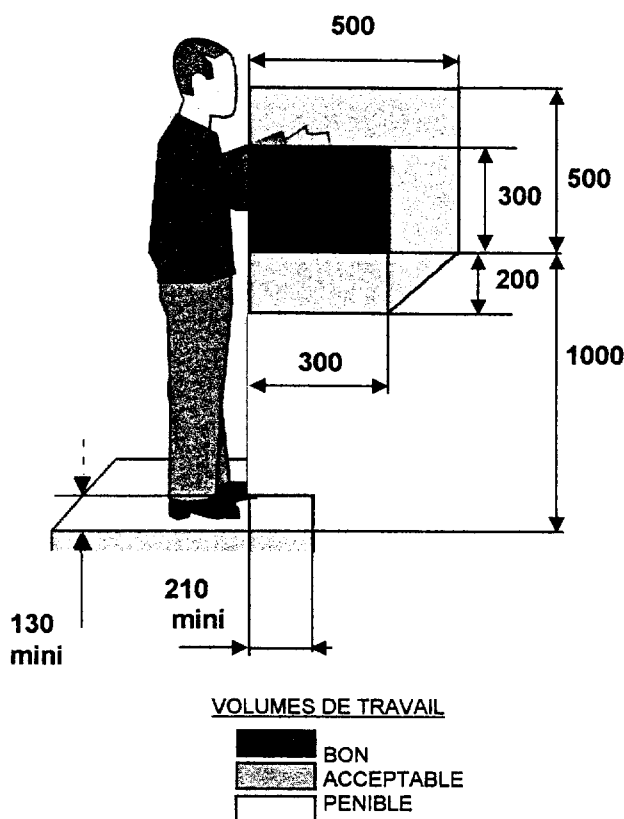
Pour des matières « réticulées », après études et essais, le **temps de chauffage (temps de séjour du moule dans l'enceinte chauffante) est déterminé lorsque la température de la matière atteint le pic exothermique** (voir courbes DSC).

Si ce temps de chauffage est trop long → il y a un risque de dégradation de la matière due à une inertie thermique dans la phase de montée en température du moule.

Analyse des courbes DSC



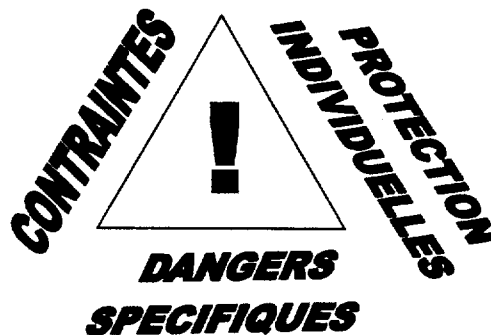
DONNÉES ERGONOMIQUES DU POSTE DE ROTOMOULAGE



Selon NFX 35 104

fig. 7

PRÉSENTATION D'UNE FICHE DE SÉCURITÉ SUR POSTE



Rappel : l'ergonomie s'applique à la conception des conditions de travail optimales pour le bien-être, la sécurité la santé et l'efficacité de l'homme sur son poste de travail. Elle tient compte des dimensions corporelles, des gestes et postures, des efforts physiques à déployer de l'homme dans son environnement de travail.

Définition du poste pour le conducteur de moyen : poste non fixe, posture debout car manipulation et manutention de charges lourdes

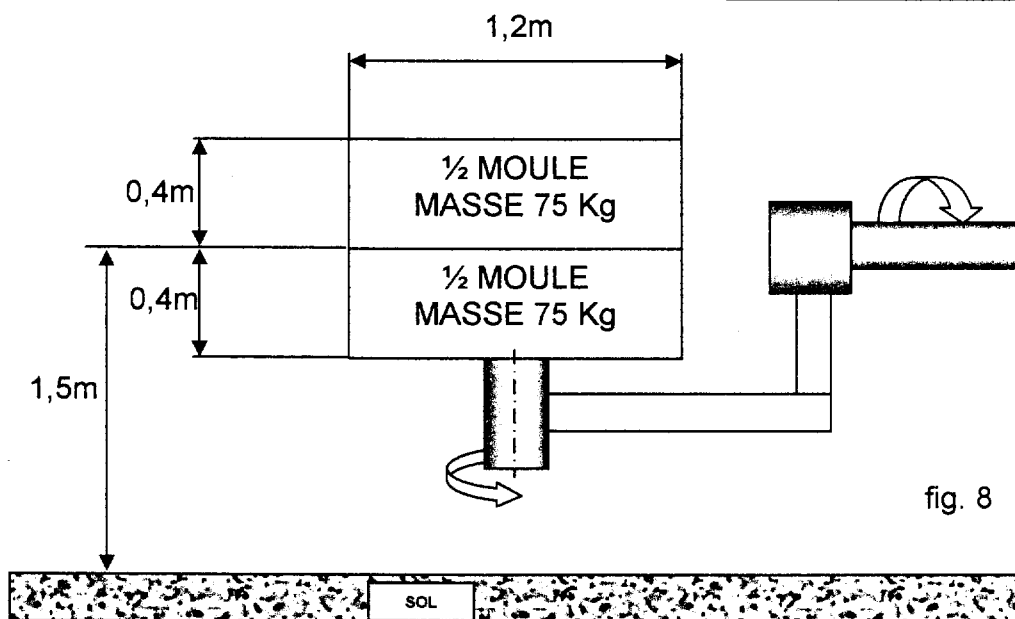


fig. 8