

RÉPUBLIQUE DU SÉNÉGAL



ÉCOLE POLYTECHNIQUE DE THIÈS

PROJET
DE
FIN D'ÉTUDES

Gm. 0345

Titre Etude et conception de dispositifs auxi-
liaires d'encollage pour la STS

Auteur Mamadou, L. SYLLA

Génie Mécanique

Date JUIN 1984

Ecole Polytechnique de Thiès

Département de Génie Mécanique

Mai 1984



Gm. 0345

ETUDE ET CONCEPTION

DE

DISPOSITIFS AUXILIAIRES
D'ENCOLLAGE POUR LA S.T.S.

Auteur :

Mamadou Lamine SYLLA, Elève-Ingénieur

Directeurs de Projet :

MM. - Dinh Vo NGOC

- Youssef A. YOUSSEF

Co. directeur :

M. François HOUMAIRE

A ma grand'mère, qui m'a tant chéri
jusque dans les derniers jours de sa vie.

REMERCIEMENTS

Je tiens à exprimer ma profonde gratitude, particulièrement à mes directeurs de projet, en l'occurrence :

- M. DINH Vo Ngọc , professeur de Mécanique des fluides et de transfert de chaleur à l'EPT
- M. YOUSSEF A. Youssef , professeur de Eléments de machines.

- M. HOUMAIRE , chef du service Maintenance à la S.T.S.,

pour la contribution combien importante à la structuration de ce projet.

Mes remerciements vont également à :

- M. Issam KFOURY , professeur de Plomberie
- M. Ali SARR , ingénieur polytechnicien à la S.T.S
- M^{lle} Adan THIAW , technicienne en chimie à l'EPT,

pour leur très utile assistance.

SOMMAIRE

Dans ce projet nous avons d'abord déterminé les caractéristiques physiques de la colle en laboratoire. Nous avons ensuite conçu un réservoir tampon muni d'un agitateur mécanique à grille, chauffé à la vapeur par l'intermédiaire d'un serpentin en cuivre. Le bain de colle est régulé thermiquement. Le réservoir est situé en hauteur et son remplissage se fait par application d'une pression de 0.3 bar sur la colle contenue dans le cuiseur. Le bac à colle est alimenté par gravité par le réservoir-tampon, pendant que le cuiseur est utilisé pour répréparer et conserver temporairement de nouveaux bains.

Le réservoir est en outre muni d'un thermomètre à cadran.

Nous avons présenté une solution parallèle lorsqu'une économie de vapeur s'avérerait impérieuse.

Nous avons en dernier lieu essayé de faire une évaluation du coût du projet.

TABLE DES MATIERES

	Pages
Remerciements	iii
Sommaire	iv
Définitions	viii
Introduction	1
Avant-propos	2
Enoncé du problème	3
<u>Première Partie</u> : Etude expéri- mentale	5
Détermination des caractéristiques physiques de la colle	6
1. masse volumique	6
1.1 Tableau des résultats	6
1.2 Remarques	6
2. chaleur spécifique à pression constante	6
2.1 Description du procédé	6
3. Viscosité cinématique	10
3.1 Dispositif expérimental	10
4. Tension de vapeur	11
<u>Deuxième Partie</u> : Etude théorique	12
Chapitre I :	
1. Design du réservoir	14
1.1 Capacité et dimensions	14

	Pages
1.1.1 Capacité -----	14
1.1.2 Dimensions -----	14
1.2 Choix du matériau -----	15
1.2.1 Critères -----	15
1.2.2 choix -----	15
1.3 Calcul de l'épaisseur du réservoir -----	15
1.4 Calcul du serpentin -----	19
1.4.1 Hypothèses -----	19
1.4.2 Calcul de la chaleur requise -----	19
1.4.3 choix du matériau -----	19
1.4.4 Calcul de la longueur -----	21 4
1.4.5 Conception de l'agitateur -----	22
1.4.5.1 Nécessité -----	22
1.4.5.2 Détermination de la puissance d'agitation -----	22
1.5 Calcul de l'épaisseur d'isolation thermique -----	27
1.5.1 choix du matériau de l'isolant -----	27
1.5.2 Calcul de l'épaisseur -----	27
1.6 Nécessité d'un évent -----	29
1.7 Conception des supports et calculs de vérification -----	30
1.7.1 Poids à supporter -----	30

	Pages
1.7.2 Vérification -----	31
1.7.2.1 Flambage local -----	31
1.7.2.2 Flambage général -----	32
1.8 Calcul de l'épaisseur du couvercle -----	33
Chapitre II :	
2. Etude du système de transfert de la colle -----	40
2.1 Système d'alimentation du bac par le réservoir tampon -----	40
2.2 Système d'alimentation du réservoir -----	45
Chapitre III :	
3. Régulation de la température -----	50
3.1 But -----	50
3.2 choix du type de régulation -----	50
3.3 choix des appareils de régulation -----	51
Chapitre IV :	
4. Système auxiliaire de pompage -----	55
4.1 Présentation du système -----	55
4.2 Remarque -----	55
Chapitre V :	
5. Estimation des coûts -----	60
Conclusions et recommandations -----	64
Références -----	68

DEFINITIONS

Nous donnons ci-après les définitions des principaux termes que nous rencontrerons dans le texte.

a/ Encolleuse

C'est une machine servant à encoller en pleine largeur une chaîne constituée du nombre total de fils provenant du déroulement d'un jeu d'ensouples primaires, suivi du séchage et d'enroulage sur une ensouple de tissage.

b/ Bac à colle

C'est un dispositif destiné à l'encollage de la chaîne et comprenant un bac à colle avec des rouleaux encolleurs et des exprimeurs.

c/ Bassin Cuiseur

C'est un réservoir dans lequel on prépare la colle à partir d'un mélange de 450 l d'eau, de 50 kg d'enziplast A 440, de 25 kg d'innex Fl et de 1.2 kg de glysofile.

INTRODUCTION

Avant-propos

Le tissage soumet avant tout les fils de chaîne à de très sévères contraintes. Pour qu'ils puissent supporter ces contraintes, les fils de chaîne doivent être encollés avant de parvenir au métier à tisser.

L'encollage est d'autant plus important qu'il a déjà été l'objet jusqu'à présent de quatre (4) symposiums internationaux dont le dernier date de juin 1980 à MULHOUSE. La dernière foire internationale ITMA de HANOVRE a montré que le métier à tisser n'est pas prêt de disparaître et l'évolution d'une productivité en progression constante entraîne impérativement des exigences de qualité de fils pour supporter les sollicitations au tissage.

Le traitement des fils de chaîne avec un produit d'encollage est destiné avant tout à agglutiner les fibres entre elles de manière à former un ensemble compact. Les fils doivent toutefois conserver leur élasticité, la charge de rupture être autant que possible renforcée, la résistance à l'abrasion améliorée et la surface des fils de chaîne rendue lisse.

Un produit d'encollage devrait par ailleurs satisfaire aussi aux exigences de l'ennoblissement

des textiles pour les opérations subséquentes que sont le désencollage, le blanchiment, la teinture et le finissage permanent. Il apparaît dès lors fondamental et plus que jamais nécessaire, d'apporter un soin particulier et d'observer un respect des délais minimaux requis par les bains de colle, surtout pour leur cuisson et leur maturation.

Énoncé du problème.

À la S.T.S., le bain de colle est préparé à partir d'un cuiseur et envoyé directement au bac à colle en 3 tranches de volume en moyenne. Le temps requis par une cuisson est de 30 minutes environ au terme desquelles, un réapprovisionnement immédiat du bac s'avère nécessaire, ce qui écarte toute possibilité de conservation du bain un tant soit peu avant son utilisation. Or, il a été constaté, avec la formule d'encollage utilisée (de la fécule de pomme de terre), qu'en maintenant le bain pendant 15 à 20 minutes après sa cuisson avant de l'envoyer au bac, ceci dans des conditions de température et d'agitation données, on augmentait sensiblement le rendement au tissage : soit un accroissement substantiel des profits de l'ordre de 1 135 000 F CFA par mois.

Il arrive également que les encolleurs oublient de préparer les bains à temps, si bien que c'est toujours sur le temps de cuisson qu'ils rattrapent ce retard : le résultat se traduit par un nombre de casses de plus en plus élevé et un accroissement intolérable des ensouplies encollées à défaire.

Alors, le but de ce projet est de supprimer ces problèmes par l'élaboration d'un ensemble de dispositifs auxiliaires qui, à toutes fins pratiques, assurera à l'encollleur une bonne marge de manœuvre, et permettra par conséquent d'obtenir un meilleur taux d'encollage.

PREMIERE PARTIE :

ETUDE

EXPERIMENTALE



Détermination des caractéristiques physiques de la colle.

1. Masse volumique

1.1 Tableau des résultats

$v(\text{ml})$	250	250	250
$m(\text{g})$	252.25	250.53	254.36
$\rho(\text{kg/m}^3)$	1009.0	1002.1	1017.4
moy. (kg/m^3)	1009.5		

1.2 Remarques

. Ces résultats ont été obtenus en chauffant d'abord la colle jusqu'à la température de 82°C , ce qui correspond à la température d'utilisation.

. Nous avons déterminé en même temps la température de vaporisation qui est de l'ordre de 98°C à la pression atmosphérique.

2. Chaleur spécifique à pression constante.

2.1 Description du procédé.

On met 25 ml de colle à 90°C dans un calorimètre. Fig. 2.1

Un thermomètre est plongé dans le bain et à l'aide d'un chronomètre, on détermine la courbe de refroidissement de la colle dans les conditions de température et de pression normales [Fig. 2.1.2]

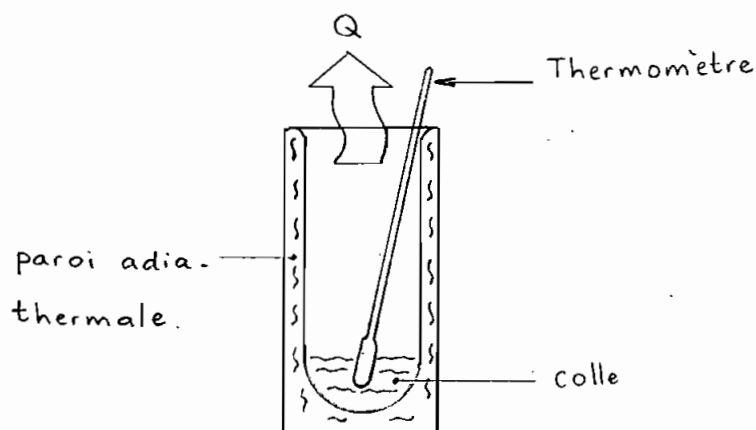


Fig. 2.1

Nous avons le cas d'une convection naturelle et nous pouvons appliquer la relation simplifiée de l'air en considérant que nous avons une plaque horizontale dont la face supérieure est refroidie.

$$\text{Soit : } h = 0.61 \left(\frac{\Delta T}{L^2} \right)^{1/5}$$

formule dans laquelle :

h est le coefficient de convection en $W/m^2 \cdot ^\circ C$

L est la longueur caractéristique en m

$$\Delta T = T_w - T_\infty \quad \text{en } ^\circ C \quad \text{où}$$

T_w : température de la paroi intérieure du calorimètre due sur le thermomètre.

T_{∞} : température ambiante.

Soit le tableau des résultats :

$T_w (^{\circ}\text{C})$	82	80	73	72	71.5	67	66.5	65	64.5
$h (\text{W}/\text{m}^2\text{.}^{\circ}\text{C})$	4.03	4.00	3.88	3.87	3.86	3.78	3.77	3.74	3.73
$h_{\text{moy.}}$	3.85 $\text{W}/\text{m}^2\text{.}^{\circ}\text{C}$								

2.2 Calcul de C_p .

Tableau des mesures.

Temps (s)	0	94	660	838	1029	1800	1930	2575	2691
$T (^{\circ}\text{C})$	82	80	73	72	71.5	67	66.5	65	64.5

ce tableau donne la courbe de la figure 2.1.2

L'équation de la convection naturelle donne :

$$q = h A (T - T_{\infty}) = - c_p \rho V \frac{dT}{dt}$$

avec : q : quantité de chaleur perdue en W

h : coefficient de convection en $\text{W}/\text{m}^2\text{.}^{\circ}\text{C}$

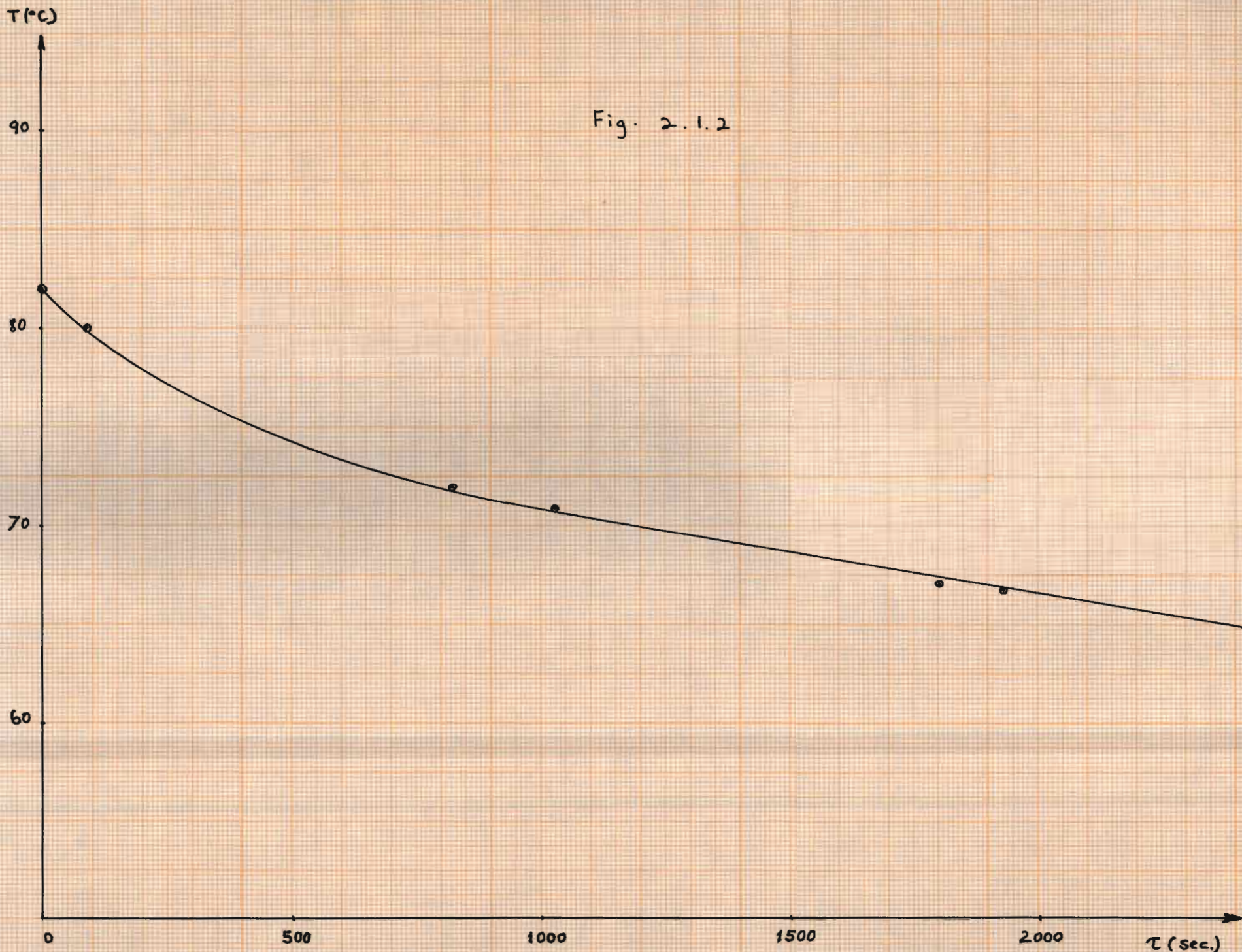
A : surface d'échange en m^2

t : temps en sec.

T : température de la colle à t en $^{\circ}\text{C}$

T_{∞} : température ambiante en $^{\circ}\text{C}$

Fig. 2.1.2



c_p : chaleur spécifique en J/kg.deg

ρ : poids spécifique en kg/m³

V : volume de l'échantillon en m³

Nous supposons que la résistance thermique interne de l'échantillon est négligeable au sens de Biot.

($V = 25 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3$). Donc l'équation différentielle a pour solution :

$$\frac{\theta}{\theta_0} = \frac{T - T_{\infty}}{T_0 - T_{\infty}} = \exp \left[- \left(\frac{hA}{c_p \rho V} \right) t \right]$$

formule dans laquelle T_0 représente la température d'opération de la colle en °C.

De cette équation, on tire la valeur de C_p tabulée ci-dessous.

T(°C)	80	73	72	71.5	67	66.5	65	64.5
C_p (KJ / kg.deg)	1.308	1.861	2.104	2.435	2.844	2.933	3.501	3.532
$C_{p \text{ moy.}}$	2.565 KJ/kg.deg							

3. Viscosité cinématique

3.1 Le dispositif expérimental

Nous avons utilisé le "Model H-1 High Temp. Bath".

Principe : la viscosité cinématique en est obtenue en multipliant le temps τ en secondes

mis par la colle chauffée à la température T , pour parcourir une certaine dénivellation, multiplié par une constante k dont la valeur dépend du modèle de viscosimètre employé.

Dans notre expérience, $k = 0.2793$

3.2 Tableau des résultats

$T(^{\circ}\text{C})$	84	83.5	82	81.5	80	79.5	78	77.5
$\tau(\text{s})$	18.28	20.21	22.34	24.69	27.29	30.17	33.34	36.85
$\nu(\text{cts})$	5.11	5.59	6.24	6.90	7.62	8.43	9.31	10.29
$\nu_{\text{moy.}}$	7.44 cts							

4. Tension de vapeur

Nous avons réalisé le montage de Ramsay YOUNG et avons déterminé la tension de vapeur à 82°C

$$\text{Soit : } h_v = 0.767 - 0.438 = 0.329 \text{ m Hg}$$

$$\text{ou } 0.329 \times \frac{13.6}{0.9705} = 4.6 \text{ m d'eau.}$$

DEUXIEME PARTIE:

ETUDE
THEORIQUE



CHAPITRE: I

1. Design du réservoir

1.1 Capacité et dimensions

1.1.1 Capacité.

Compte tenu du rôle qu'il doit jouer, le réservoir doit avoir un volume minimal de 500 l, soit le volume du cuiseur. Nous prendrons ce volume comme capacité du réservoir.

1.1.2 Dimensions

La recherche de l'économie des matériaux, surtout lorsqu'on doit satisfaire aux exigences concernant l'étanchéité, conduit naturellement à choisir une section circulaire. Celle-ci donne en effet la capacité maximale et la résistance optimale pour une surface latérale donnée. Nous suggérons une cuve cylindrique avec un axe vertical.

Soient : h_l = hauteur du liquide dans le réservoir

h = " du réservoir

D = diamètre intérieur du réservoir

Nous prenons $D = 0.85 \text{ m}$

$$\text{or le volume } V = \frac{\pi D^2}{4} \cdot h_l \Rightarrow h_l = \frac{4V}{\pi D^2}$$

$$\text{D'où } h_l = 0.88 \text{ m}$$

Si l'on tient compte d'un volume sécuritaire vide plus le volume occupé par le serpentin et les autres accessoires que l'on estime en tout à 10%, on a :

$h = 0.97 \text{ m}$. On considère $h = 1 \text{ m}$

1.2 Choix du matériau

1.2.1 Critères

Le matériau doit être :

- emboutissable
- apte au profilage ou au pliage à froid.
- bien résistant à la corrosion
- bien résistant mécaniquement
- assez bien résistant à la chaleur

1.2.2 Choix

Le matériau le plus indiqué du point de vue rapport caractéristiques mécaniques / prix est l'acier doux galvanisé. Nous suggérons la norme AFNOR A 3621 300 g/m^2 double face.

1.3 Calcul de l'épaisseur du réservoir.

• Hypothèse :

Les parois du cylindre sont soumises à la même pression exercée par le fluide sur la plaque du fond, et cette pression est uniformément distribuée sur tout l'intérieur du réservoir (Fig. 1.3. a)

• On a un cas de parois cylindriques minces.

$P_{\text{ext}} = P_{\text{atm}}$ et la pression atmosphérique s'exerce aussi à l'intérieur du réservoir (existence d'un évent); elle ne sera pas considérée dans les calculs.

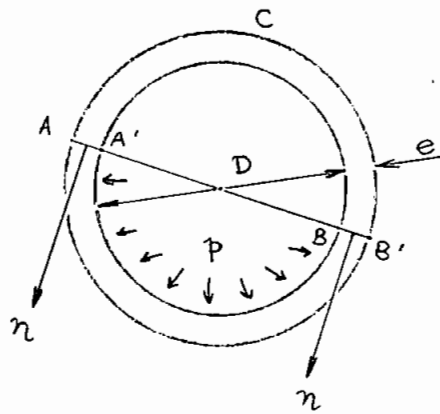


fig. 1.3.a

On isole un élément ACB' limité par une section diamétrale AB' et de longueur L .

La résultante des efforts extérieurs dus à la pression du fluide est égale à : $N = pDL$

Par ailleurs les efforts intérieurs qui maintiennent l'élément isolé en équilibre, résultent de la contrainte uniforme de traction existant dans les deux sections AA' et BB' de largeur e et de longueur L , soit :

$$N = 2neL$$

$$\text{et } pD = 2ne \Rightarrow n = \frac{pD}{2e}$$

il faut que $n \leq R_{at}$ où R_{at} est la contrainte permmissible en traction.

$$\text{Donc } \frac{pD}{2e} \leq R_{at} \Rightarrow e \geq \frac{p \cdot D}{2R_{at}}$$

$$\text{en pratique : } e = \frac{pD}{2R_{at}} + e \quad \text{avec :}$$

e et D en mm

p et R_{at} sont de même dimension.

α : surépaisseur qui tient compte des défauts éventuels de la paroi et aussi de sa diminution dans le temps par l'usure et la corrosion.

• Contrainte longitudinale

La paroi du réservoir cylindrique, par suite de la poussée sur le fond est soumise à une contrainte longitudinale n_1 parallèle à l'axe de la virole.

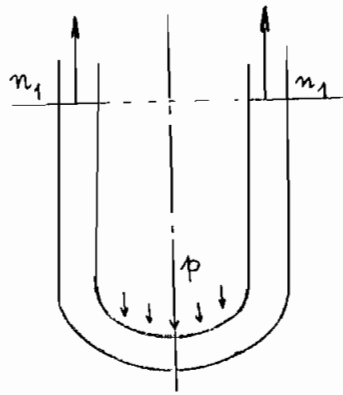


fig. 1.3.b

On démontre que $n_1 = \frac{n}{2}$. Cette contrainte ne sera donc pas critique.

Dans la formule donnant l'épaisseur, $\alpha = 1 \text{ à } 2 \text{ mm}$
 si nous prenons $\alpha = 2 \text{ mm}$ et un facteur de sécurité de 4.5 nous avons :

$$R_{af} = \frac{S_y}{4.5} \quad \text{où } S_y : \text{la limite élastique} = 185 \text{ MPa}$$

$$\text{La pression } p = \gamma h_f = 1009.5 \times 9.8 \times 0.88 = 8.7 \cdot 10^3$$

$$\text{Finalement : } e = \frac{8.7 \times 10^3 \times 850}{2 \times \frac{185}{4.5}} + 2 \approx 2.10 \text{ mm}$$

Nous prenons $e = 3 \text{ mm}$, épaisseur standard immédiatement supérieure disponible.

• Calcul de vérification

Nous vérifierons la contrainte équivalente locale qui se développe à la jointure du corps du réservoir et de son fond, et aux lieux de fixation sur les supports. Ces contraintes sont dues à l'effet de flexion.

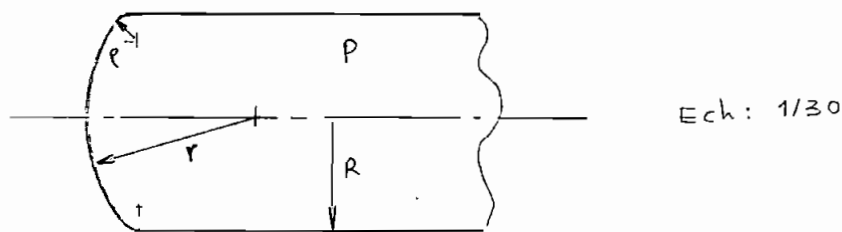


fig. 1.3.c

La contrainte maximale donnée par les calculs est :

$$\sigma_{\max} = 0.145 \frac{PR}{e} \frac{R}{r} \quad \text{formule dans la-}$$

quelle :

P : pression intérieure (uniforme) en Pa

R : rayon du réservoir en mm

r : rayon de courbure du fond (n'apparaît pas dans la formule).

ρ : rayon de courbure au raccordement en mm

e : épaisseur de l'enveloppe en mm.

La figure 1.3.c donne $\sigma_{\max} = 0.758 \text{ MPa}$

on voit bien que $\sigma_{\max} < R_{a_t} = \frac{185}{4.5} = 41.1 \text{ MPa}$

En réalité, cette contrainte est légèrement plus grande que celle donnée par la théorie de membrane à cause des raccordements qui ont pour effet de diminuer notablement l'effet de bord.

1.4 Calcul du serpentin

1.4.1 Hypothèses

a) La colle à 82°C transférée au réservoir tampon voit sa température baisser jusqu'à 60°C

b) La température requise de 82°C est atteinte en 10 minutes avec une ouverture maximale de la vanne de contrôle du débit de vapeur.

c) La pression effective de la vapeur est de 3 kgf/cm^2 (prise de vapeur en aval du détendeur)

d) 1 kg de vapeur saturée sèche est équivalente à 550 kcal

1.4.2 Calcul de la chaleur requise

$$q = \dot{m} c_p \Delta T$$

$$= 0.5 \times 1009.5 \times 0.614 (82 - 60) = \frac{6820}{10 \text{ min}} \text{ kcal}$$

$$\text{soit } \frac{6820 \times 60}{10} = 40920 \text{ kcal/hre.}$$

1.4.3 Choix du matériau

Nous suggérons le cuivre pour les avantages suivants :

- bonne conductibilité thermique.
- peut être formé plus ou moins facilement jusqu'à 7/8"
- disponible sur le marché
- Vérification de la pression max. d'utilisation

$$P = \frac{2 R_a \cdot e}{d} \quad \text{formule dans laquelle:}$$

P = pression max. en kg/cm^2

R_a = résistance admissible en daN/cm^2

$$\text{avec } R_a = \frac{R_r}{n}$$

on a : $R_r = 320 \text{ MPa}$ et n (facteur de sécurité) = 5

$$\text{Alors } R_a = \frac{320}{5} = 64 \text{ MPa}$$

e : épaisseur du tube en mm

d : diamètre intérieur en mm

1 tube de 7/8" donne :

$$d = 19.96 \text{ mm}$$

$$e = 1.14 \text{ mm}$$

$$\text{d'où } P = 2 \times 64 \times 1.14 / 19.96 = 7.4 \text{ MPa}$$

$P = 74 \text{ kg/cm}^2$, ce qui est bien supérieur à la pression maximale de 10 kg/cm^2 que peut produire la chaudière.

On utilisera du cuivre écroui étiré avec précision avec des raccords en laiton matricé.

Choisir du cuivre désoxydé intérieurement et

extérieurement.

1.4.4 Calcul de la longueur requise

L'abaque A du catalogue SERSEG N° 73 donne :

$$Q = 45600 \times 1.45 = 66120 \text{ kcal/h/m}^2$$

On prend un rendement de 70% (tuyau propre)

La chaleur transmise est donc :

$$0.7 \times 66120 = 46284 \text{ kcal/h/m}^2$$

L'abaque B du même catalogue donne $K = 1.5$ comme facteur de correction; d'où la chaleur effectivement transmise $Q_{et} = 46284 \times 1.5 = 69426 \text{ kcal/h/m}^2$

La surface extérieure du tube de 7/8" pour 1m de long est : $\pi D \times 1 = \pi \times 22.2 \times 10^{-3} = 6.98 \times 10^{-2} \text{ m}^2$

Donc la longueur du serpentin est :

$$L = \frac{40920}{69426} / 6.98 \times 10^{-2} \approx 8.5 \text{ m}$$

Soit D' le diamètre d'enroulement du serpentin.

En choisissant $D' = 0.7 \text{ m}$, le nombre d'enroulements

N est donné par :

$$N = \frac{L}{\pi D'} = \frac{8.5}{\pi \times 0.7} = 3.9$$

On prendra 4 enroulements, soit 9m de cuivre.

Nous suggérons un serpentin avec des spires non jointives descendantes [Plan #1] pour permettre à la

vapeur condensée de couler par gravité vers le purgeur.

- vapeur condensée

Le même abaque A donne 82.8 kg/h/m^2 de tube immergé, soit $82.8 \times 1.5 \times 0.7 \times 0.691 = 60.07 \text{ kg/h}$ de vapeur condensée.

- choix du purgeur

Prendre $60.07 \times 2 = 120 \text{ l/h}$ comme débit à évacuer par le purgeur si l'on sait qu'au démarrage le débit à drainer est très important.

1.4.5 Conception de l'agitateur

1.4.5.1 Nécessité

Pour assurer un bon transfert de chaleur à l'intérieur du réservoir, et pour éviter des phénomènes de décantation, il est nécessaire d'agiter la colle avec une vitesse relativement lente, judicieusement choisie. Pour ce faire, nous proposons l'usage d'un agitateur à grille (fig. 1.4.5)

1.4.5.2 Détermination de la puissance d'agitation

Avec les caractéristiques suivantes :

- agitation douce
- régime turbulent
- $\mu = 7.51 \text{ cP}$

L'abaque de SERNER [A1] donne :

50 W/m^2 de surface mouillée et une vitesse périphérique de 0.6 m/s ou 20 tpm environ.

Or la surface mouillée est la surface latérale en contact avec le fluide plus la surface du fond + 3% (surface serpentins et agitateur);

$$\text{soit } S = 3,40 \text{ m}^2$$

La puissance P est alors : $P = 50 \times 3,40 = 170 \text{ W}$

Si l'on tient compte de la friction au niveau des paliers et du réducteur de vitesse, on a la puissance corrigée $P_c = 1,5 \times P = 255 \text{ W}$

Nous proposons un groupe moto-réducteur à planétaires avec les spécifications techniques suivantes:

Pour le moteur asynchrone :

- 50 Hz triphasé
- 380 V
- Puissance en régime continu
- Température ambiante 25 à 30°C
- modèle : rotor à cage.

Pour le réducteur :

- 20 à 23 t/min
- fréquence de démarrage faible.
- Position de marche : verticale ; arbre lent orienté vers le bas.

Prévoir un contacteur avec marche - arrêt.

1.4.5.3 Calcul du diamètre de l'arbre d'entraîne- ment.

$$P = T \cdot \omega \Rightarrow T = \frac{P}{\omega} = \frac{30 P}{\pi N} \quad \text{où :}$$

P = puissance en W

T = couple de torsion en N.m

N : vitesse en t/min

$$\text{Donc } T = \frac{30 \times 255}{\pi \times 20} = 122 \text{ N.m}$$

Or la contrainte de cisaillement admissible τ_m

$$\text{est : } \tau_m = \frac{16T}{\pi d^3} \quad \text{soit } d \geq \sqrt[3]{\frac{16T}{\pi \tau_m}}$$

avec τ_m en MPa et d : diamètre en mm

Arbre en XC 18 f, galvanisé donne $S_y = 254.8 \text{ MPa}$

Si nous prenons un coefficient de sécurité $n = 2.2$

et si $\tau_m = 4/5$ de la contrainte admissible en traction R_{af} , nous avons :

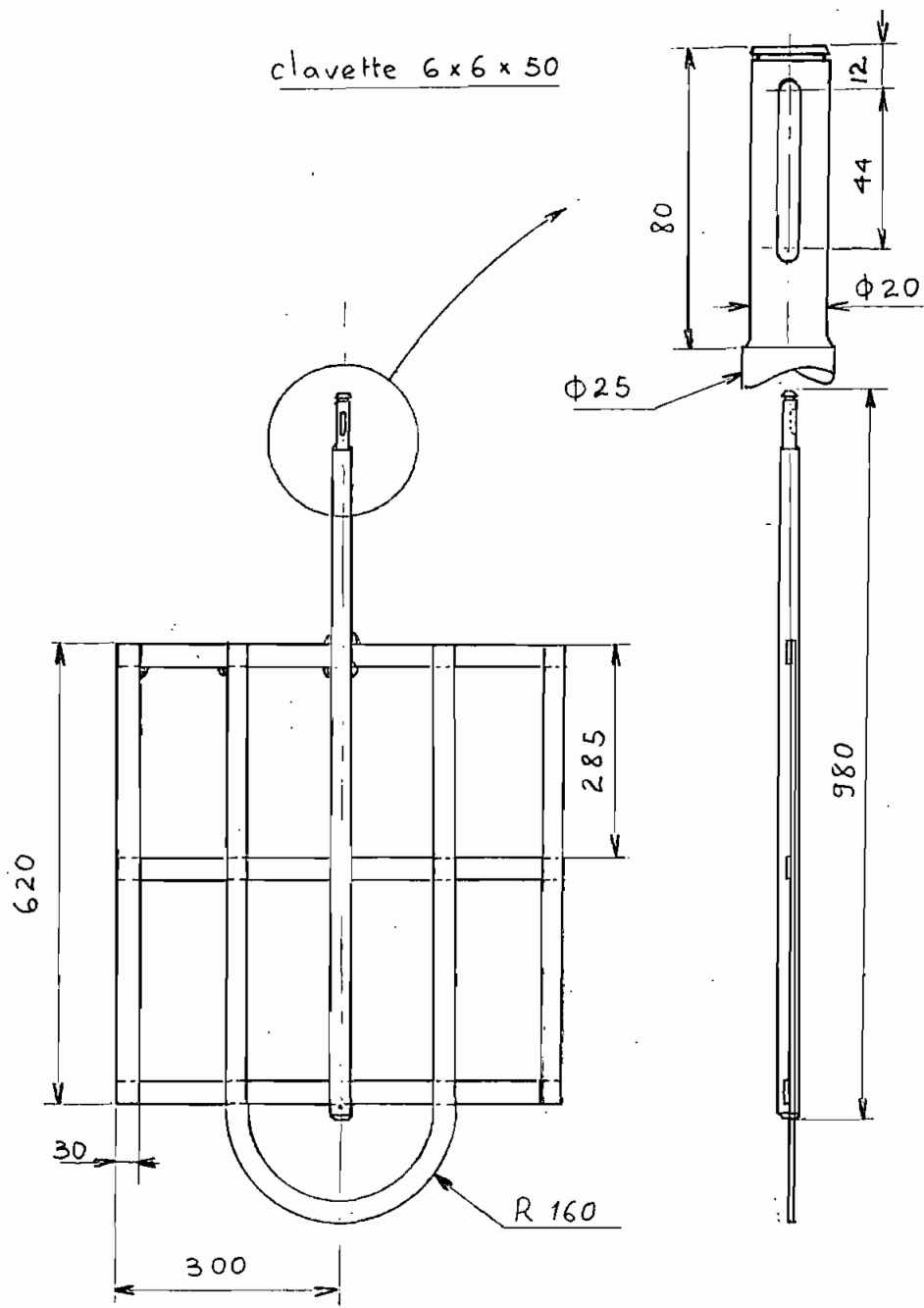
$$R_{af} = \frac{S_y}{2.2} = 115.8 \text{ MPa} \Rightarrow \tau_m = 92.6 \text{ MPa}$$

alors :

$$d \geq \sqrt[3]{\frac{16 \times 122}{\pi \times 92.6 \cdot 10^6}} = 0.0189 \text{ m} = 18.9 \text{ mm}$$

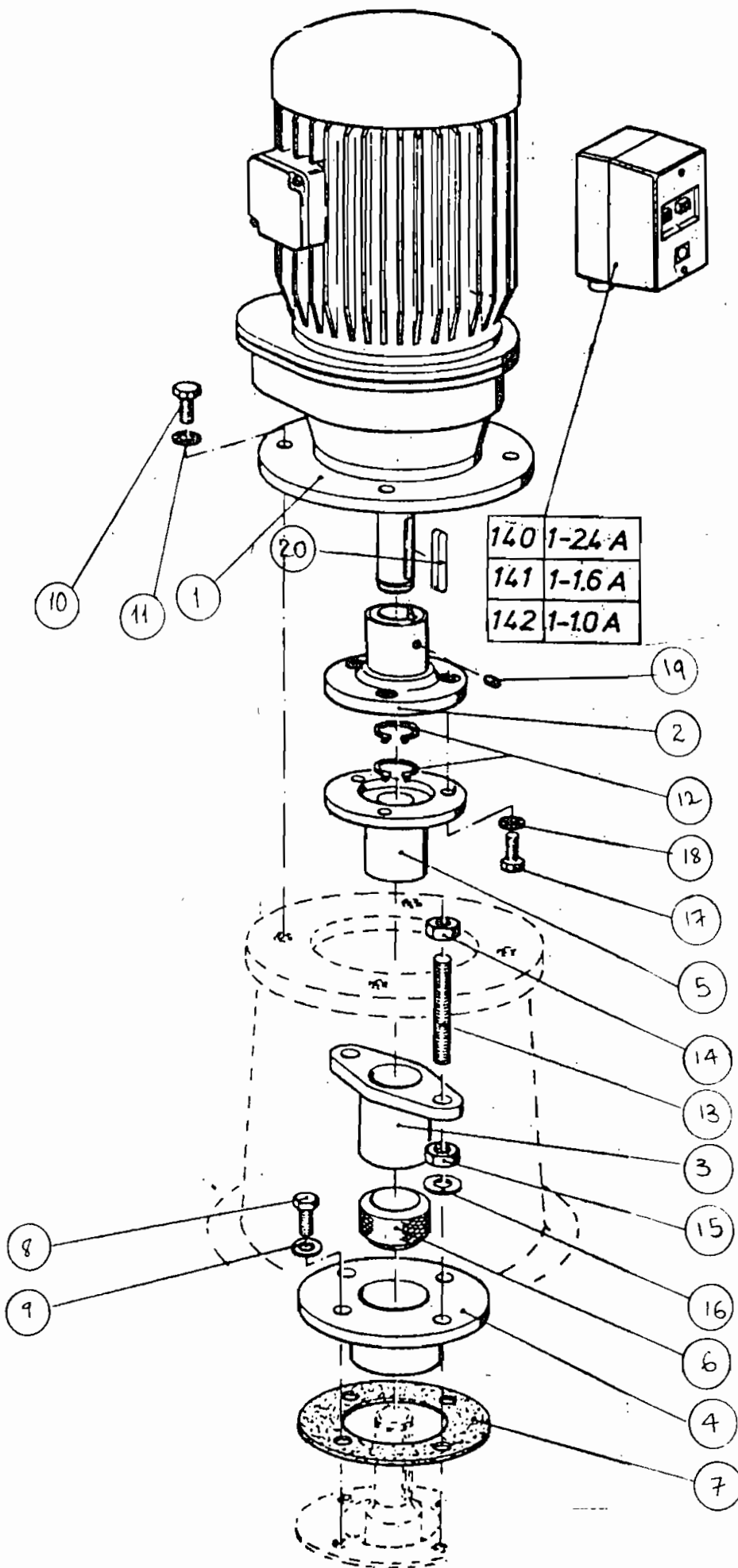
Nous prendrons :

$$\underline{\underline{d = 25 \text{ mm}}}$$



Ech: 1/10

Fig.1.4.5 : Agitateur



- 1: bride du moteur
- 2: Palier axial à bride.
en acier. Epaisseur
-bride (5mm)
- 3: Serre-bague (L=60)
- 4: palier de guidage
- 5: palier axial à bride
L=55
- 6: bague
- 7: joint
- 8: vis M10
- 9: rondelle plate
- 10: vis M10
- 11: rondelle plate
- 12: Circlips
- 13: vis M12
- 14: Ecrou à 6 pans
- 15: " "
- 16: Rondelle-ressort
- 17: vis M10
- 18: Ecrou à 6 pans
- 19: vis à tête creuse 6 po
- 20: clavette parallèle
6x6x50

Fig. 1.4.5 bis

1.5 Calcul de l'épaisseur d'isolation thermique.

1.5.1 Choix du matériau de l'isolant.

Nous avons choisi la laine de verre pour les raisons suivantes :

- elle est imputrescible
- s'emploie jusqu'à 550°C
- faible coefficient de conductibilité thermique ($\sim 0.050 \text{ W/m}^{\circ}\text{C}$)
- disponible sur le marché
- Pas très chère.

1.5.2 Calcul de l'épaisseur

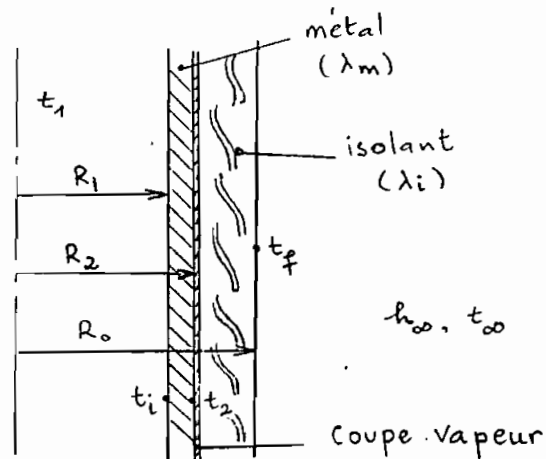


fig. 1.5.2

• Définition des paramètres

R_1, R_2, R_0 sont les rayons spécifiques à la fig. ci-dessus.

$t_i, t_1, t_2, t_f, t_{\infty}$ sont les températures aux lieux indiqués (fig 1.5.2)

λ_m et λ_i sont les conductibilités thermiques respectivement du métal et de l'isolant.

• Hypothèse 1

$$t_i = t_1 = 90^\circ\text{C} \text{ (température max.)}$$

$$t_f = t_\infty = 28^\circ\text{C} \text{ (température ambiante)}$$

$\lambda_m, \lambda_i = \text{cste}$ pour la longueur $L = 1\text{ m}$

λ_m élevée de sorte que $t_2 = t_i$

Alors la chaleur reçue par la colle est la chaleur cédée par le serpentin. Elle est égale à :

$Q = 40920 \text{ kcal/h}$ soit une puissance thermique de 47.5 kW

• Hypothèse 2

Toute la chaleur perdue est dissipée par les parois et la perte maxi. est inférieure ou égale à 1% .

soit $q = 475 \text{ W}$

$$\text{or } q = \frac{2\pi L (t_i - t_f)}{\frac{\ln\left(\frac{R_0}{R_2}\right) + \frac{1}{h_\infty R_0}}{\lambda_i}}$$

Négligeons $\frac{1}{h_\infty R_0}$ devant $\frac{\ln\left(\frac{R_0}{R_2}\right)}{\lambda_i}$.

Nous obtenons :
$$q = \frac{2\pi L \lambda_i (t_i - t_f)}{\ln\left(\frac{R_0}{R_2}\right)}$$

D'où
$$R_0 = R_2 \exp\left[\frac{2\pi L \lambda_i (t_i - t_f)}{q}\right]$$

Application : $R_2 = 0.428 \text{ m}$

$$\lambda_i = 0.052 \text{ W/m}^\circ\text{C}$$

Nous obtenons :

$$R_0 = 0.428 \exp \left[\frac{2\pi \times 1 \times 0.052 (90 - 28)}{475} \right]$$

$$= 0.447 \text{ m}$$

D'où l'épaisseur $e = R_0 - R_2 = 0.019 \text{ m} = 19 \text{ mm}$

Nous suggérons une épaisseur globale (y compris l'épaisseur de la coupe vapeur) de 50 mm

• Réalisation pratique :

- Utiliser la même épaisseur d'isolant semi-rigide pour le fond et 20 mm pour le couvercle.
- Prévoir des attaches métalliques de $\frac{1}{64}$ " de feuillard d'Al. et de 20 mm de large pour maintenir l'isolant toujours en bonne position (Plan 1)
- Recouvrir l'isolant sur tout le réservoir d'une tôle galvanisée de $\frac{5}{10}$ pour le protéger (Plan 1)

1.6 Nécessité d'un évent.

Pour assurer un écoulement par gravité continu, sans pulsation, il est indispensable de créer un évent. Pour ce faire nous présentons deux possibilités :

- 1°) Souder au couvercle un tube de 100 mm avec un col recourbé. A l'orifice, on met un ta-

mis de 1.2 mm^2 de maille pour arrêter les particules étrangères, en plus d'un couvercle rabattable pour diminuer les pertes de chaleur. En cas de stockage prolongé, l'évent devra être fermé. La longueur de l'évent devra être de l'ordre de 200 mm.

2°) Nous retenons également la solution d'un évent automatique de diamètre 1" que nous avons d'ailleurs choisi de représenter dans le plan # 1.

1.7 Conception des supports et calculs de vérification.

1.7.1 Poids à supporter

Nous considérerons le poids P_c de la colle et le poids propre P_r du réservoir avec tous ses accessoires.

Nous avons :

$$P_c = \rho V g = 1009.5 \times 0.5 \times 9.8 = 4950 \text{ N}$$

Si nous estimons $P_r = 1000 \text{ N}$, nous obtenons :

$$P_T = P_c + P_r = 5950 \text{ N} \approx 6000 \text{ N} ; \text{ soit à peu près } 0.6 \text{ tonne.}$$

Nous utiliserons 3 supports et chaque support aura une charge de $\frac{0.6}{3} = 0.2$ tonne.

Nous proposons comme montré au plan # 1

3 supports en profilé laminé type IPE 80

Norme P.N.A 45-205.

1.7.2 Vérification

La colonne étant soumise à une compression, nous vérifierons les flambages local et général.

1.7.2.1 Flambage local

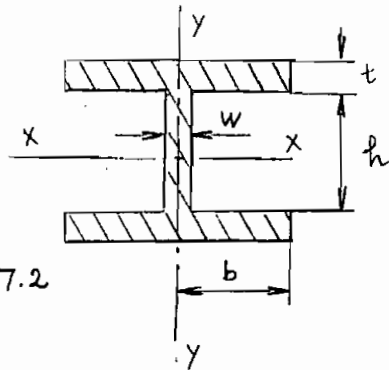


Fig. 1.7.2

La colonne IPE 80 a les caractéristiques suivantes :

$$h = 69.6 \text{ mm}$$

$$A = 7.64 \text{ cm}^2$$

$$w = 3.8 \text{ mm}$$

$$I_{xx} = 80.1 \text{ cm}^4$$

$$b = 23 \text{ mm}$$

$$I_{yy} = 8.49 \text{ cm}^4$$

$$t = 5.2 \text{ mm}$$

$$F_y = 160 \text{ MPa}$$

o flambage local de l'aile.

La fig. 1.7.2 donne :

$$\frac{b}{t} = \frac{23}{5.2} = 4.4$$

Or la condition de stabilité de l'aile est :

$$\frac{b}{t} \leq \frac{260}{\sqrt{F_y}}$$

$$\text{Puisque } \frac{260}{\sqrt{F_y}} = \frac{260}{\sqrt{160}} = 20.55, \text{ on voit}$$

bien que le flambage de l'aile n'est pas à craindre.
• flambage de l'âme.

$$\frac{h}{w} = \frac{69.6}{3.8} = 18.3$$

$$\frac{670}{\sqrt{F_y}} = \frac{670}{\sqrt{160}} = 52.97$$

Condition de stabilité de l'âme :

$$\frac{h}{w} \leq \frac{670}{\sqrt{F_y}} \quad \text{Donc âme stable.}$$

1.7.2.2 Flambage général

La charge critique de flambage donnée par la formule d'Euler est :

$$P_{cr} = \frac{\pi^2 E I}{(kL)^2} \quad \text{formule dans la-}$$

quelle :

E : module d'élasticité = 200 000

I : moment d'inertie de la section en mm^4

k : Coefficient caractéristique des conditions d'appui

L : longueur du support (colonne) en mm

P_{cr} : charge critique de flambage en N

Application :

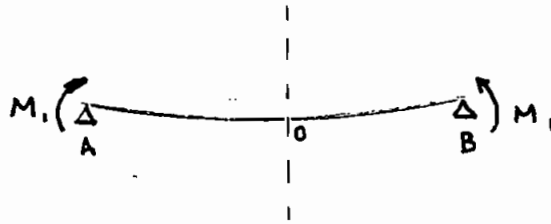
$$P_{cr} = \frac{\pi^2 \times 200000 \times 8.49 \times 10^4}{(0.68 \times 764)^2} = 6.2 \times 10^5 \text{ N}$$

ou 620 kN : c'est la charge critique la plus petite.

$P = 2 \text{ kN} \ll 620 \text{ kN} = P_{cr}$ ce qui signifie que le flambage général non plus n'est pas à craindre. En conclusion, la colonne IPE 80 convient bien pour une telle application.

1.8 Calcul de l'épaisseur du couvercle.

Nous dimensionnerons le couvercle comme une plaque circulaire supportant une charge uniforme symétrique par rapport au centre.



Nous avons le cas d'une travée simplement appuyée.

Le moment de flexion est maximum au centre où sa valeur est :

$$M_1 = \frac{3 + \mu}{16} q a^2$$

La contrainte maximum correspondante est :

$$(1) \quad (\sigma_x)_{\max} = (\sigma_y)_{\max} = \frac{6 M_1}{h^2} = \frac{3(3 + \mu)}{8} q \frac{a^2}{h^2}$$

où : h : épaisseur du couvercle.

μ : coefficient de Poisson; il vaut 0.3 pour l'acier

q : charge uniforme en MPa

M_1 : moment de flexion en N.mm

a : arc (OB) en mm; On le prendra égal au rayon du couvercle.

On considère un facteur de sécurité $S = 4$

Avec $S_y = 185$ MPa qui est la limite d'écoulement du matériau on obtient :

$$\sigma_{\max} = \frac{S_y}{S} = \frac{185}{4} = 46.2 \text{ MPa}$$

Nous supposons que le couvercle aura à supporter au maximum un poids de 588 N (60 kg) y compris son propre poids. La charge q est donc :

$$q = \frac{F}{S_r} \quad \text{où } F = 588 \text{ N et } S_r: \text{ la sur-}$$

face du couvercle.

$$S_r = \frac{\pi D^2}{4} = \pi \times \frac{942^2}{4} = 6.97 \times 10^5 \text{ mm}^2$$

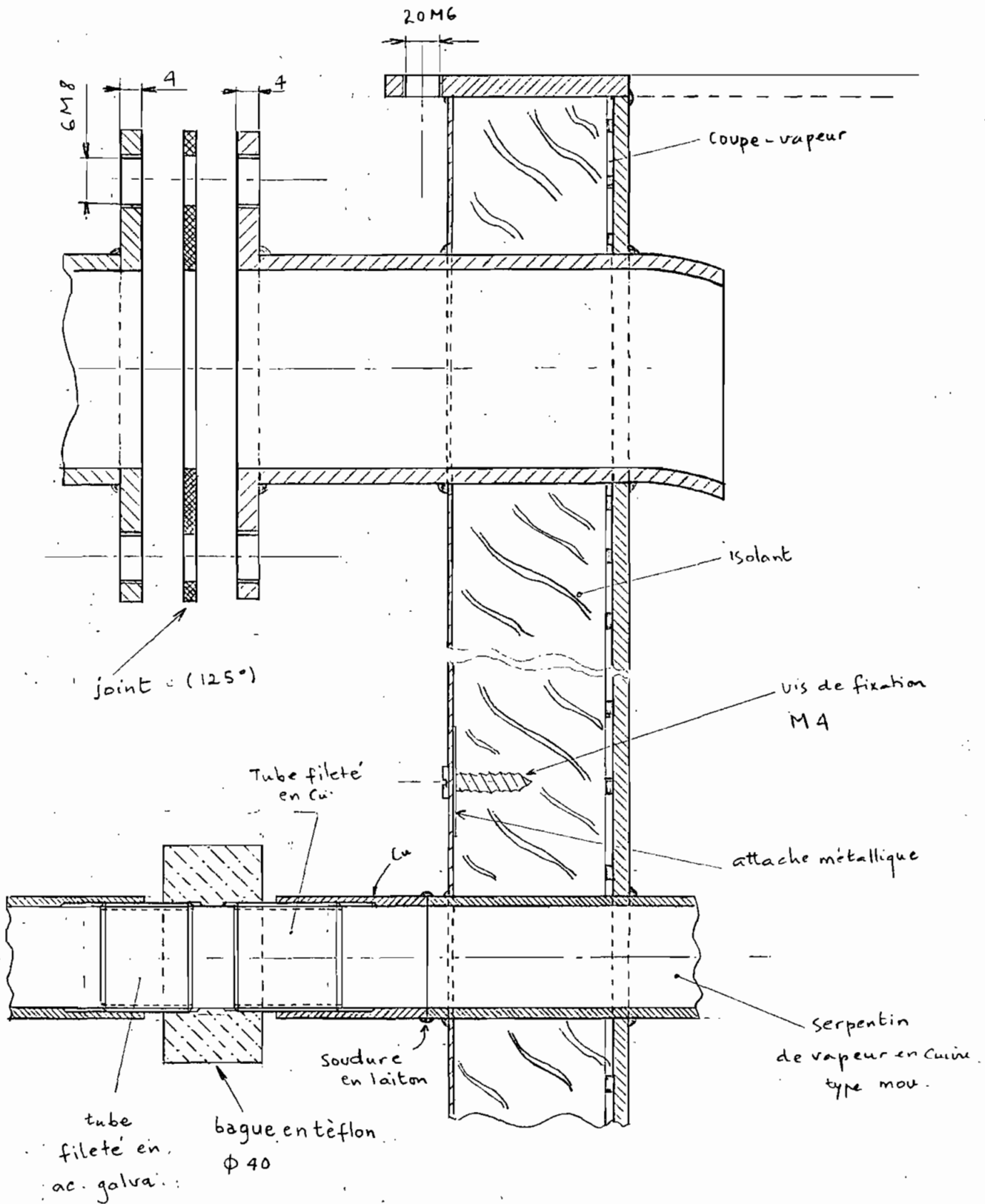
$$\text{d'où } q = 588 / 6.97 \times 10^5 = 8.4 \times 10^{-4} \text{ MPa}$$

L'équation (1) donne :

$$h = a \sqrt{\frac{9 [3(3+\mu)]}{8 \times \sigma_{\max}}} = 2.24 \text{ mm}$$

Nous préconisons une épaisseur de 3 mm.

Il faudra donc utiliser une tôle galvanisée de $\frac{30}{10}$ mm à façonner pour réaliser le couvercle [plan #1].



Ech.: 1

Fig. 1

DETAILS DES RACCORDEMENTS DES TUYAUTERIES
DE COLLE ET DE VAPEUR AU NIVEAU DU RESERVOIR.

COUPE A.A

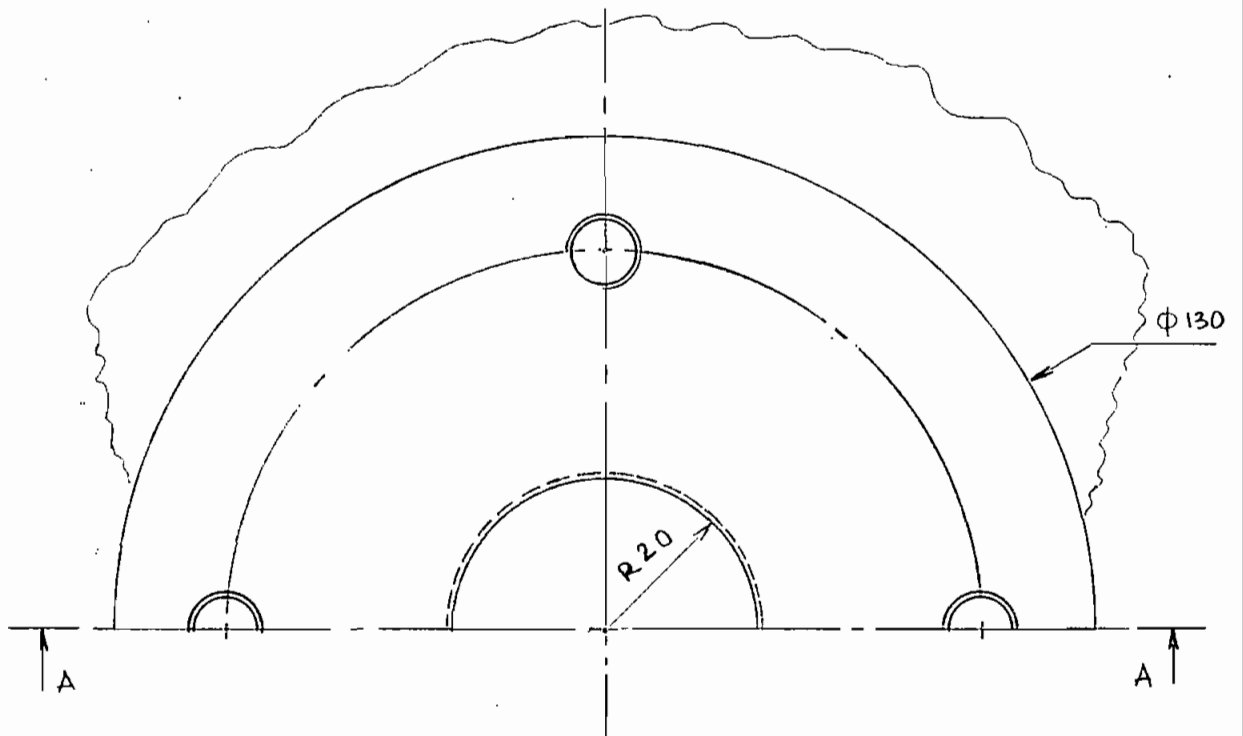
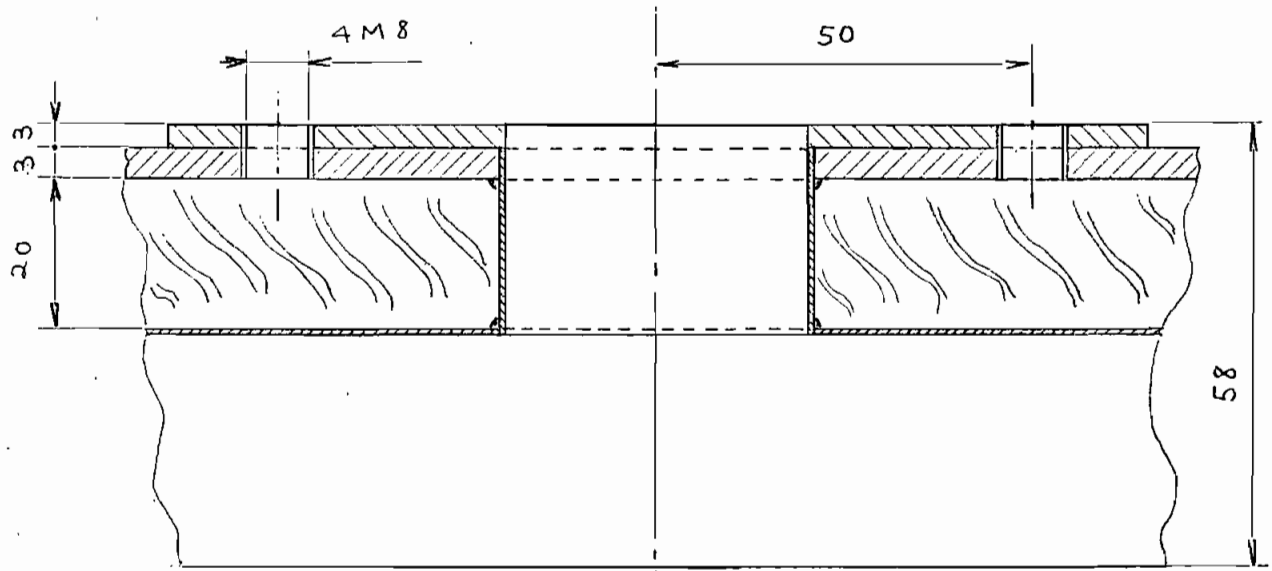


Fig. 2

Ech.: 1

DETAIL DU CENTRE DU COUVERCLE

PROJET DE FIN D'ETUDES

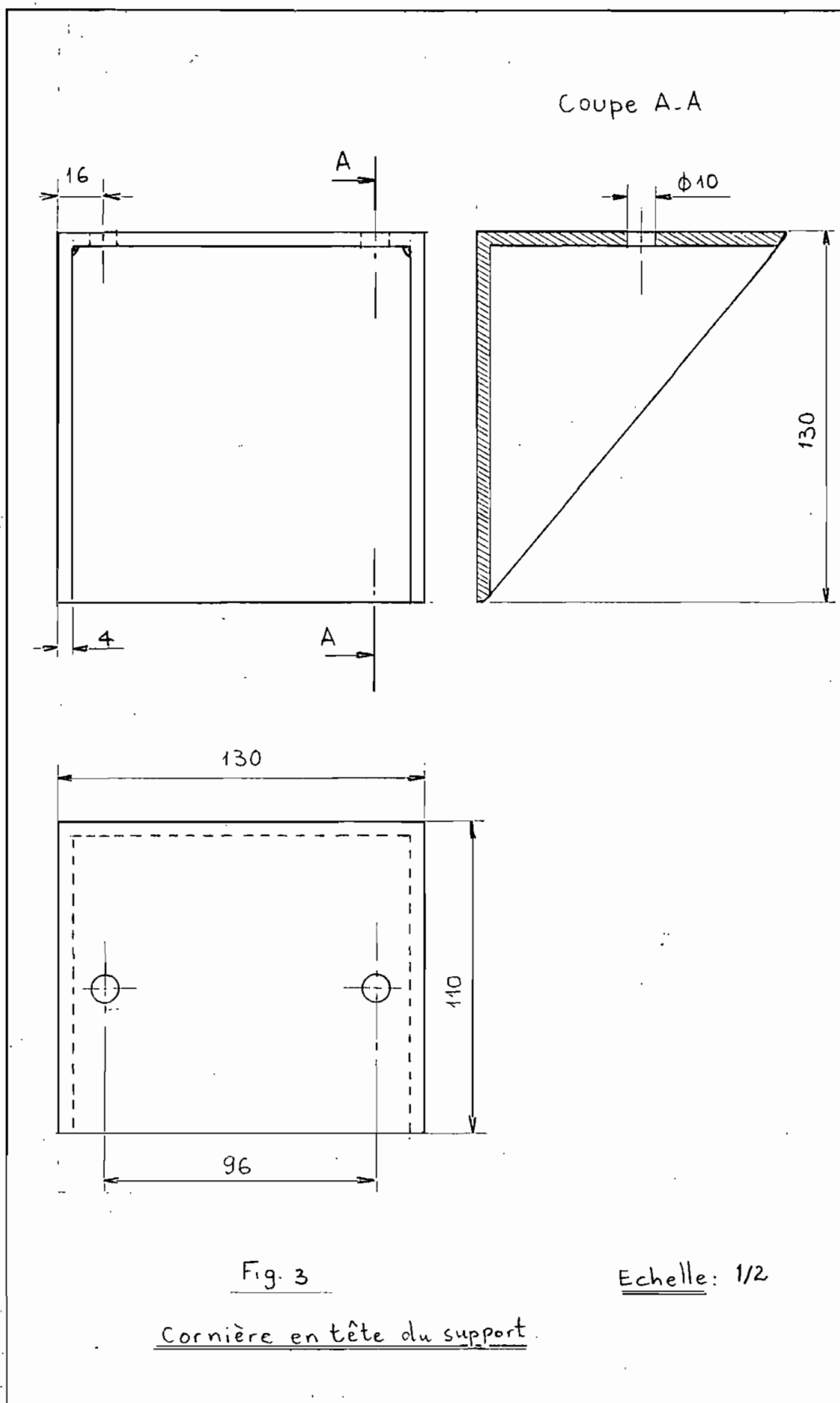


Fig. 3

Echelle: 1/2

Cornière en tête du support

CHAPITRE: II

2. Etude du système de transfert de la colle.

2.1 Système d'alimentation du bac par le réservoir-tampon.

2.1.1 Conditions de fonctionnement

Le réservoir-tampon doit pouvoir alimenter le bac à colle par simple gravité à la suite de l'ouverture d'une vanne.

Pour le vidange en cas de besoin, transférer le reste du réservoir dans la cuve d'abord, et vidanger à partir de celle-ci ensuite.

2.1.2 Détermination du diamètre de la tuyauterie.

Hypothèses:

- Les pertes de charge dans le système n'excèdent pas $10 \text{ KPa} / 30\text{m}$, même dans les conditions les plus défavorables de fonctionnement.

- Dans ces mêmes conditions, le débit moyen est de $2 \text{ m}^3/\text{h}$.

Alors, l'abaque [A.2] donne un diamètre de $1\frac{1}{2}$.

On en déduit la vitesse d'écoulement donnée par la formule :

$$V = 353.7 \frac{q}{D^2}$$

où: q : débit en m^3/h

D : diamètre intérieur en mm

Si nous prenons un diamètre intérieur de 40mm au lieu de 42.5mm (diminution de la section nette dans le temps), nous avons:

$$V = 353.7 \times \frac{2}{40^2} = 0.44 \text{ m/s}$$

L'abaque [A 3] montre qu'avec un diamètre de 40mm et une viscosité de l'ordre de 10 cSt, la vitesse critique d'écoulement est 0.5 m/s environ. Nous sommes alors dans les limites permises pour un écoulement normal, sans gros risques quant aux coups de bélier.

2.1.3 Evaluation des pertes de charge et calcul de la hauteur optimale du réservoir.

Nous supposons que la longueur totale réelle de la tuyauterie ne dépasse pas 6m.

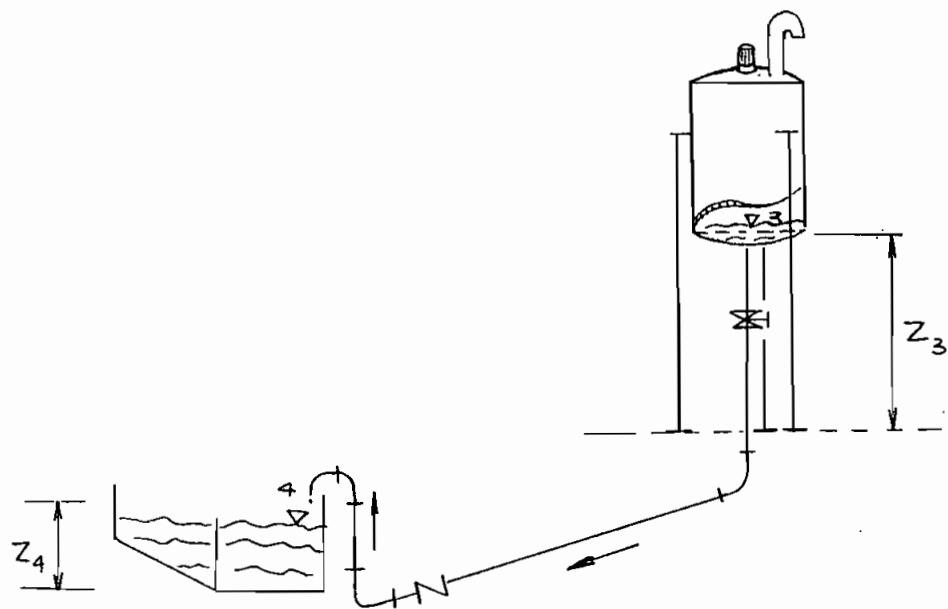


Fig. 2.1

• Pertes singulières.

L'abaque [A2 bis] permet d'obtenir le tableau suivant:

Equipement		D (mm)	Longueur	
nb.	type		L _{eq} (m)	L _{totale} (m)
1	Sortie de réservoir	42	1.8	1.8
4	coudé à 90°, à brides	42	0.55	2.2
1	clapet de non retour	42	5	5
1	vanne à pass. direct	42	0.35	0.35
Total (m)				9.35

La formule de Colebrook donne :

$$\Delta P = \frac{J L \rho}{10000} \quad \text{dans laquelle:}$$

ΔP : perte de charge en kg/cm^2

L : Longueur droite fictive de la tuyauterie en m

ρ : poids spécifique du fluide dans les conditions de température et de pression de l'écoulement en kg/m^3

J : coefficient donné par un abaque [Serseg n° 73] établi à partir de la formule générale de Colebrook :

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \log \left(\frac{\varepsilon/D}{3.7} + \frac{2.51}{Re \sqrt{f}} \right)$$

avec : f : coefficient de frottement
 ε/D : rugosité relative
 Re : nombre de Reynolds

On a :

$$L = 9.35 + 6 = 15.35 \text{ m}$$

$$Re = 1000 \frac{VD}{\nu}$$

où :

V : vitesse en m/s

D : diamètre intérieur en mm

ν : viscosité en Cst

$$\text{D'où : } Re = \frac{1000 \times 42.5 \times 0.44}{7.44} = 2513$$

$Re \geq 2500$ implique que l'écoulement est turbulent.

Si nous considérons que nous avons un dépôt fin, les paramètres calculés ci-avant permettent d'obtenir :

$$J = 0.03$$

$$\text{D'où } \Delta P = \frac{0.03 \times 15.35 \times 1009.5}{10000} = 0.0465 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{soit } \frac{0.0465 \times 10^4}{1009.5} = 0.461 \text{ m de Colle.}$$

$$\text{Désignons } h_{f_{3.4}} = 0.461 \text{ m}$$

L'équation de Bernoulli appliquée aux points 3 et 4 de la figure 2.1 donne :

$$\frac{P_3}{\gamma} + \frac{V_3^2}{2g} + Z_3 = \frac{P_4}{\gamma} + \frac{V_4^2}{2g} + Z_4 + h_{f_{3-4}}$$

$$P_3 = P_4 = P_{atm} = 0 \quad \text{manométriquement.}$$

Si nous négligeons V_3^2 devant $2g$, nous obtenons :

$$z_3 - z_4 = \frac{v_4^2}{2g} + h_{f_{3-4}}$$

$$z_4 = 0.9 \text{ m (hauteur du bac)}$$

$$\Rightarrow z_3 = \frac{0.44^2}{2g} + 0.461 + 0.9 = 1.37 \text{ m}$$

Le réservoir devra donc être placé à 1.4 m du plancher pour mieux répondre aux exigences fonctionnelles sans dispositifs de protection auxiliaires pour atténuer l'intensité des chocs hydrauliques.

2.2 Système d'alimentation du réservoir

2.2.1 Conditions de fonctionnement.

Nous utiliserons de la vapeur sous pression que nous admettons directement dans le cuiseur pour assurer le transfert de la colle au réservoir-tampon. Cependant, il ne faudrait pas que la colle qui est déjà préparée soit trop diluée durant l'opération de transfert; c'est pourquoi nous préconisons 10 minutes dans la pire des situations pour effectuer intégralement cette opération, ce qui correspond à un débit moyen de $3 \text{ m}^3/\text{h}$.

2.2.2 Détermination du diamètre de la tuyauterie.

Avec l'approche de la section 2.1.2, nous obtenons également un diamètre de $1\frac{1}{2}$ et une vitesse d'écoulement de 0.66 m/s

Cette vitesse est également acceptable [A3] si l'on tient compte de l'imprécision sur la valeur obtenue de la viscosité, des pertes de charge, des hypothèses faites, etc...

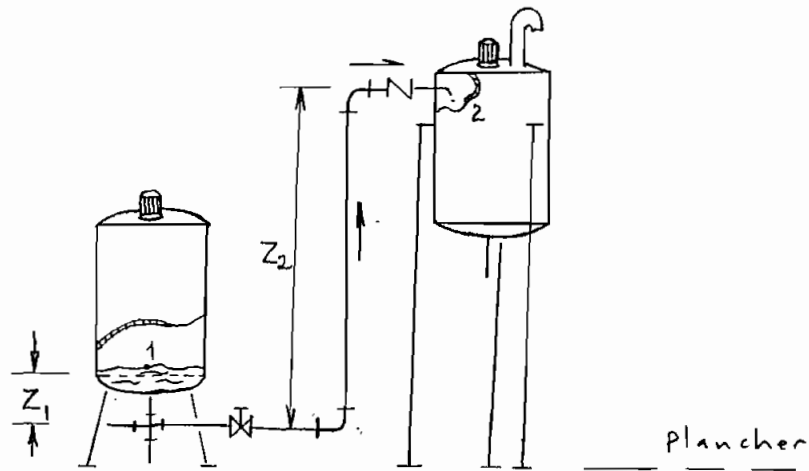


Fig. 2.2

2.2.3 Evaluation des pertes de charge et calcul de la pression théorique de la vapeur d'admission.

Pareillement à la section 2.1.3 nous déterminons :

$$\Delta P = 0.037 \text{ kg/cm}^2$$

soit $h_{f_{1-2}} = 0.366 \text{ m}$ de colle.

L'équation de Bernoulli donne :

$$\frac{P_1}{\gamma} + \frac{V_1^2}{2g} + Z_1 = \frac{P_2}{\gamma} + \frac{V_2^2}{2g} + Z_2 + h_{f_{1-2}}$$

$$P_2 = 0 \text{ (Patm.)}$$

En négligeant V_1^2 devant $2g$, nous obtenons :

$$P_1 = \gamma \left(\frac{V_2^2}{2g} + Z_2 - Z_1 + h_{f_{1-2}} \right)$$

$$\text{avec } Z_2 - Z_1 - h_l = 1.4 \text{ m}$$

$$\text{or } h_l : \text{ hauteur du liquide} = 0.88 \text{ m}$$

$$\Rightarrow Z_2 - Z_1 = 2.28 \text{ m}$$

Alors :

$$P_1 = 1009.5 \times 9.8 \left(\frac{0.66^2}{2 \times 9.8} + 2.28 + 0.366 \right)$$

$$\Rightarrow P_1 = 26397 \text{ Pa}$$

$$\text{soit } \underline{0.26 \text{ kg/cm}^2}$$

Finalement nous retiendrons donc les deux points suivants :

- 1) Placer le réservoir tampon à 1.4 m du plancher.

2) Appliquer directement de la vapeur à une pression de 0.26 @ 0.3 kg/cm² sur le bain de colle contenu dans le cuiseur.

Remarques :

• Il n'est pas nécessaire de calorifier les tuyauteries de colle car on ne les utilise que pour très peu de temps pour chaque utilisation.

• Nous préconisons comme montré dans les figures 2.1 et 2.2 l'utilisation de clapet de non retour à clapet articulé : ils empêchent la colle de retourner dans le système pendant l'opération de transfert.

• On utilisera à la sortie du cuiseur un distributeur à 4 voies en bronze, à brides, à boisseau forcé, avec un seul passage en L.

Pression de marche : jusqu'à 15 bar.

CHAPITRE : III

3. Régulation de la température au niveau du réservoir-tampon

3.1 But

- Eviter le refroidissement excessif de la colle
- Assurer la stabilisation des caractéristiques de la colle.
- Assurer une longue conservation
- Assurer une meilleure dissolution.

3.2 choix du type de régulation

Les expériences au laboratoire ont montré que la colle commence à bouillir à partir de 98°C et tend à former une pellicule compacte à la surface à une température inférieure ou égale à 30°C . Ceci justifie la grande plage qui peut exister dans le réglage autour du point de consigne de 80°C qui est en fait la température d'utilisation de la colle. Nous suggérons un écart de $\pm 5^{\circ}\text{C}$ par rapport au point de réglage.

Alors, le type de régulation le plus indiqué s'avère être le réglage Tout ou Rien.

Avantages d'un tel réglage :

- simple
- sûreté de fonctionnement
- convient bien pour un processus de grande

inertie thermique comme la colle (Fig. 2-1.2 du chapitre 1)

- prix abordable

3.3 Choix des appareils de régulation

3.3.1 Choix du régulateur

Nous proposons un régulateur à action mécanique directe à brides (annexe A5, Fig. 538)

3.3.1.1 Principe

Le plongeur renferme un tube plissé contenant un liquide à grand coefficient de dilatation qui agit par l'intermédiaire d'un tube capillaire sur le piston solidaire du clapet du régulateur. Si la température au niveau du réservoir arrive à descendre en deçà de 75°C , le fluide se contracte et ouvre la vanne.

Si la température dépasse 85°C , le fluide se dilate et ferme l'arrivée de vapeur.

La vanne du régulateur se montera directement sur la tuyauterie de vapeur.

3.3.1.2 Type

Compte tenu du débit théorique max. de 97 kg/hre de vapeur requis pour le chauffage du bain et de la pression effective de 3 kg/cm^2 , nous avons choisi la figure

538 comme régulateur avec :

DN 20

Pression limite d'emploi : 8 bar

Le régulateur sera précédé d'un filtre à tamis et d'un robinet à soupape, à brides, série PN 8 , DN 20

- Le robinet permettra d'isoler le système de régulation en cas de besoin.
- Le filtre à tamis doit être du type à démontage rapide, en acier à brides PN 32, corps et chapeau en acier moulé. Il aura essentiellement pour rôle de retenir toutes les saletés et impuretés qui pourraient très facilement gêner le bon fonctionnement du régulateur. De plus, l'intérieur du serpentin devra rester propre le plus longtemps possible pour que le transfert de chaleur puisse s'opérer toujours de manière optimale.
- A la sortie du serpentin de chauffe, on doit disposer un robinet à piston, un filtre et un purgeur.

Le robinet à piston devra être en acier moulé, à brides, série PN 16, DN 20. Il restera en permanence ouvert tant qu'aucune inter-

vention ne doit se passer en amont de celui-ci.

- Le purgeur, placé juste après le robinet à piston, assurera au besoin l'évacuation des condensats. Il devra pouvoir vider 120 l/heure de vapeur condensée.

CHAPITRE: IV

4. SYSTEME AUXILIAIRE DE POMPAGE

4.1 Présentation du système

Nous présentons ci-après, avec illustrations en annexe A8, une solution auxiliaire pour le pompage de la colle du cuiseur au réservoir-tampon. Les spécifications techniques et les conditions de vente [A9] sont de la firme JEUMONT-SCHNEIDER. Cette solution est exposée telle dans sa forme de correspondance. Il s'agit d'un choix de pompe centrifuge verticale; ce choix serait dicté par un souci d'économie de vapeur au cas où le manque de celle-ci pourrait entraîner un arrêt systématique de certaines servitudes au niveau de l'entreprise.

4.2 Remarque

Il serait important, lorsque ce système sera utilisé, de faire fonctionner la pompe dans la zone d'opération optimale, par un réglage adéquat par vannage: un manomètre et une vanne seront disposés en amont et en aval de la pompe; la vanne amont doit toujours rester ouverte lorsque la pompe est en opération.



JEUMONT-SCHNEIDER

DEPARTEMENT DES POMPES HYDRAULIQUES
SERVICE COMMERCIAL

31,32 quai de Dion Bouton 92811 Puteaux cedex

tél. et télécop. (24 h) + 33-1-776.43.23, audioconférence, adr. télég. : swelectri puteau, télex : 610425 melec f

ATTENTION
changement de numérotation téléphonique
A partir du 2 MAI 1984
appelez le :
(1) 291.61.23

n/réf. (à rappeler dans toute correspondance)

DPH/C/VE - 2191/D/84
DM/HM

Monsieur MAMADOU LAMINE SYLLA
Ecole Polytechnique de THIES
Boite Postale 10
THIES

SENEGAL

v/réf. Lettre du 27.03.84

Puteaux, le 19 AVRIL 1984

Monsieur,

Votre lettre a retenu notre attention, et pour réaliser votre projet, nous vous proposons une pompe verticale posée, Type FV mais à 1500 t/mn au lieu de 3000 t/mn pour pompage de la colle.

Nous joignons à notre offre une notice 811.10.5b pour la spécification technique et les dimensions, mais ne tenez pas compte des caractéristiques.

Vous constaterez sur la courbe, tracée conformément à votre problème que la durée du pompage du contenu de la cuve de 500 litres sera de l'ordre de 8 à 10 minutes en moyenne.

SPECIFICATIONS TECHNIQUES

- 1 Groupe électropompe type 38 FV 5, Monobloc
Débit : 3 m3/h - HMT : 6 mètres - P.Abs. 0,3 KW
1450 t/mn
Entrainement par moteur fermé IP 44, Type 80 L 4,
0,8 KW - 380 Volts - Triphasé - 50 Hz

DELAI : 3 SEMAINES

PRIX ET CONDITIONS DE PAIEMENT

Unitaire, C.I.F. DAKAR 3 420 FF.

Par virement bancaire joint à la commande domicilié à la
B.U.E. 4/6, Rue Gaillon 75002 - PARIS
Compte n° 20 123 A.

.../...



JEUMONT-SCHNEIDER
DPH/C/VE -2191/D/84
DM/HM Du 19 AVRIL 1984

Restant à votre disposition pour tous renseignements complémentaires,

Nous vous prions d'agréer, Monsieur, l'assurance de notre considération distinguée.

D. MONASSI
Le Chargé d'Affaire

L. FELICITE
Département Pompes Hydrauliques
Le Chef des Services de Vente

PJ. : 1 Notice
1 Courbe
1 Conditions Générales de ventes

HET m.c.l.

38 FV5 - N = 1450 ^{tr}/min

15

10

5

0

Temps Pompage maxi 15'30"
 H. Statique 2,75m

Temps Pompage maxi 8'30"

H. Statique 1,45m

Q m³/h

1

2

3

4

MODIFICATIONS



JEUMONT SCHNEIDER

A 4
 CN
 280 B

DOCUMENT N°

2191 D84

Date d'édition 19/04/84

PAGE N°

Nombre de pages

CHAPITRE: V

5. ESTIMATION DU COUT DE REVIENT

5.1 Coût des matériaux utilisés

Matériaux	Dimensions standard (m)	Surface brute (m ²)	Prix TTC FCFA
Tôle d'acier galvanisé 30/10	1.2 x 0.5	0.6	12 000
Tôle galvanisée 5/10	1.5 x 2	3	6 134
Feuille d'Al. $\frac{1}{16}$ "			8 000 *
Laine de Verre	20 x 1.2 x 0.045	24	50 010
Joint Lattyril	1 x 1	1	20 000 *
Poutrelle IPN 80	L=6		16 866

* : prix estimé.

. Calculs :

Nous convenons de baser les calculs sur la surface requise des matériaux, sauf pour ceux estimés du point de vue prix.

1) Tôle d'acier 30/10

Surface requise :

$$S_1 = \pi D h + \frac{1}{3} \times \frac{3}{4} \pi R^2 = \pi \times 850 \times 750 + \frac{1}{3} \times \frac{3}{4} \pi \times 425^2 = 2.5 \text{ m}^2$$

$$\text{Prix : } C_1 = \frac{12000}{0.6} \times 2.5 = 50000 \text{ FCFA}$$

2) Tôle d'acier 5/10

surface requise : $S_2 = S_1$

$$\text{Prix : } C_2 = \frac{6134}{3} \times 2.5 = 5112 \text{ FCFA}$$

3) Laine de verre

Surface requise :

$$S_3 = S_1 + \frac{\pi D_c^2}{4} \quad \text{où } D_c = \text{diamètre du couvercle.}$$

$$S_3 = 2.5 + \frac{\pi \times 0.94^2}{4} = 3.2 \text{ m}^2$$

$$\text{Prix : } C_3 = \frac{50010}{24} \times 3.2 = 6668 \text{ CFA}$$

Coût total des matériaux utilisés :

$$C_{T_{\text{mat}}} = C_1 + C_2 + C_3 + 16866 + 20000 + 8000$$

Soit $CT_{m.u} = 106646$ FCFA

5.2 Coût des appareils et éléments de plomberie :

serie :

Désignation	Spécifications	Prix TTC (FCFA)	Prix utilis TTC
tuyau galvanisé	1"½ ; L = 6 m	15 600	31 200
raccord de 90°	1"½	3 222	16 110
raccord de 45°	1"½	1 368	1 368
tuyau en Cuivre	7/8" ; 5 m	60 700	121 400
Régulateur de température	DN 20 ; P _{lim} 8 bar	90 000 *	90 000
Filtre à tamis	PN 32 ; DN 20	1 9800	39 600
Purgeur	120 l/h	1 48800	148 800
Robinet à soupape	PN 8 ; DN 20	16 122	16 122
Robinet à piston	PN 16 ; DN 20	48 000	48 000
Thermomètre à cadran	0 - 125°C	120 000	120 000
Clapet de non retour	PN 10 ; DN 42	65 190	130 380
Event automatique	D. 1" ; L 200	5 000 *	5 000
Robinet à boisseau 4 voies	PN 10 ; DN 42	10 950	10 950

motoréducteur	23 tpm ; 300W	150 000*	150 000*
vanne à passage direct	PN 10 ; DN 42	27 840	55 680
Total :			984 610 FCFA

* coût estimé.

$$\text{Coût global} = 984\,610 + 106\,646 = 1\,091\,256$$

soit environ 1 100 000 FCFA (1)

(1) : ce prix ne renferme pas le coût de la maintenance.

$$\text{Délai de recouvrement} : 1\,100\,000 / 1\,135\,000 = 0.97 \text{ mois}$$

soit 1 mois à peu près.

CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS

Nous nous devons, au terme de cette étude, de dégager les points sur lesquels une attention particulière doit être observée pour le succès et la réussite totale de ce projet.

- Le sondage

Il doit être effectué avec beaucoup de soin et de minutie, surtout au niveau de la cornière en tête de support et de l'enveloppe résistante, tout comme entre cette même enveloppe et la tôle de protection de l'isolant.

Les sorties et les entrées de tuyauterie dans le réservoir, aussi bien que le trou de passage de l'arbre du moteur à travers le couvercle, doivent faire l'objet d'un travail de sondage avec métal d'apport, la recherche de l'étanchéité au niveau du réservoir étant absolument indispensable.

Nous avons choisi le téflon comme raccord union entre l'acier galvanisé et le cuivre pour éviter le phénomène de la corrosion électrochimique. La soudure du tube en cuivre sur le réservoir doit se faire avec du laiton fondu.

- L'isolation thermique.

La partie de la tuyauterie de vapeur située en amont et en aval du serpentin sera calorifugée par un isolant semi-rigide de 50 mm d'épaisseur. Quant à l'évent, une épaisseur de 20 mm serait largement suffisante.

- Exploitation du système.

Nous conseillons à l'encolleur de ne pas by-passer le réservoir-tampon pour alimenter le bac à colle pour les raisons évoquées dans l'introduction.

Nous n'avons pas étudié le système "de régulation du niveau de la colle dans le bac pour la simple raison que le prix du dispositif et le coût de l'entretien ne le justifient pas devant la possibilité qui est offerte à l'encolleur de pouvoir contrôler visuellement le niveau et d'agir en conséquence sur une vanne pour apporter les corrections nécessaires.

Nous demandons tout de même à l'encolleur d'ouvrir et de fermer progressivement les vannes pour atteindre l'intensité des coups de béliet.

Nous demandons également un respect strict

des instructions sur le montage et l'entretien des appareils utilisés, spécifiés dans les catalogues, surtout s'agissant du régulateur de température.

Avec un bon suivi de toutes ces recommandations, tous les coûts d'investissement seront récupérés vers la fin du deuxième mois après la réalisation du projet.

REFERENCES

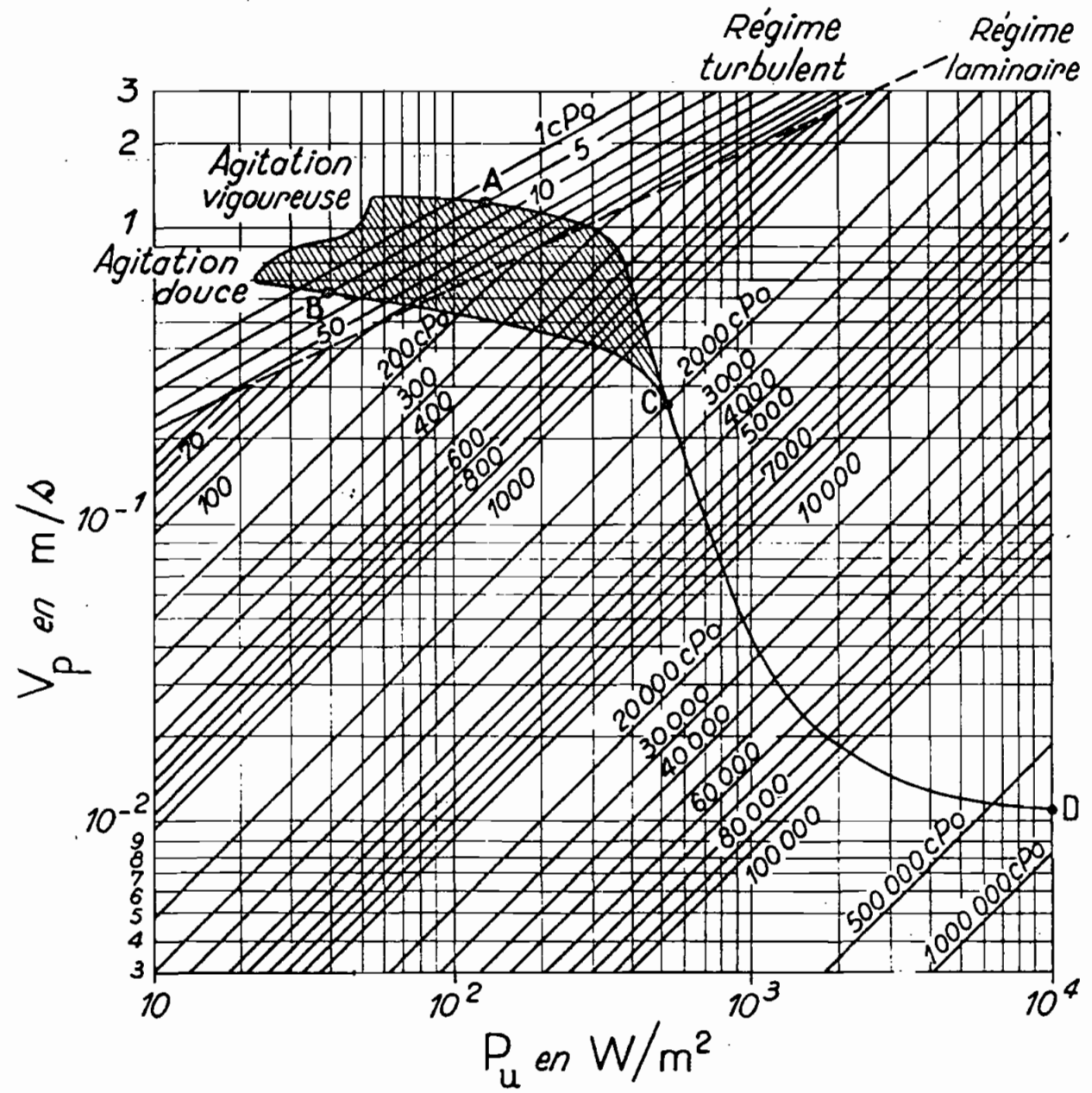
A. APPENDICE

Nous présentons ici en annexes les abaques qui nous ont permis de déterminer certains paramètres fondamentaux pour les calculs de conception et pour les choix.

Une partie des appareils de plomberie utilisés y sont également présentés avec les dispositifs de régulation thermique.

A1

-70-

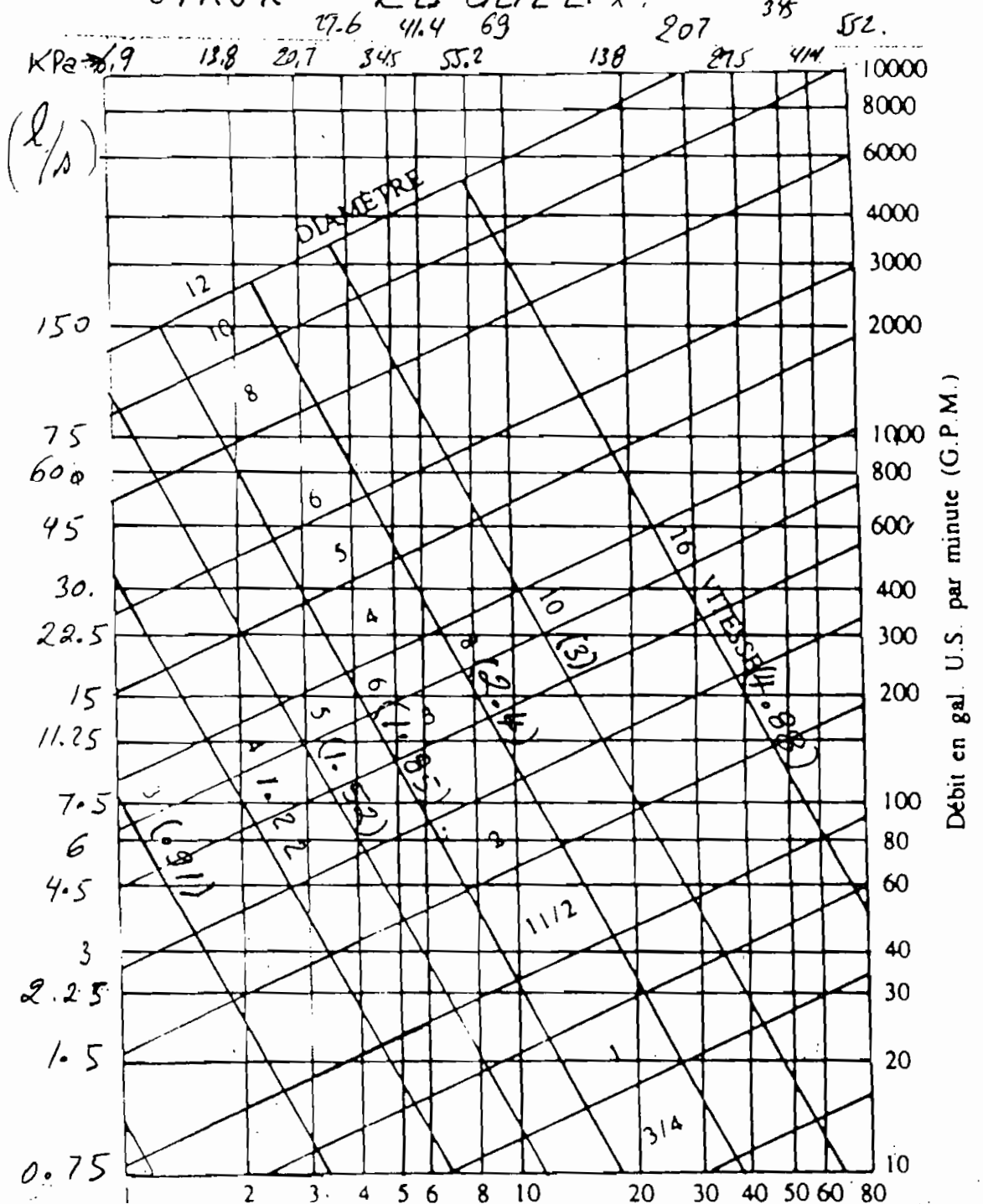


V_p vitesse périphérique
 P_u puissance absorbée par unité de surface mouillée

Fig. 26. — Détermination de la puissance d'après SKEWER (cf exemple numérique § 8.45).

PERTE DE CHARGE PAR FROTTEMENT.

TUYAUX RUIGLIEX.



Perte de charge en lbs par po. car. par longueur de 100' (30 m)
 N.B.: Les diamètres sont exprimés en pouces.

Les vitesses sont exprimées en pieds par seconde. (m/s)

Pertes de charge en KPa/30 m

$$1 \text{ gpm} = 0.075 \text{ l/s}$$

$$1 \frac{\text{lb}}{\text{po}^2} = 6.9 \text{ Kpa}$$

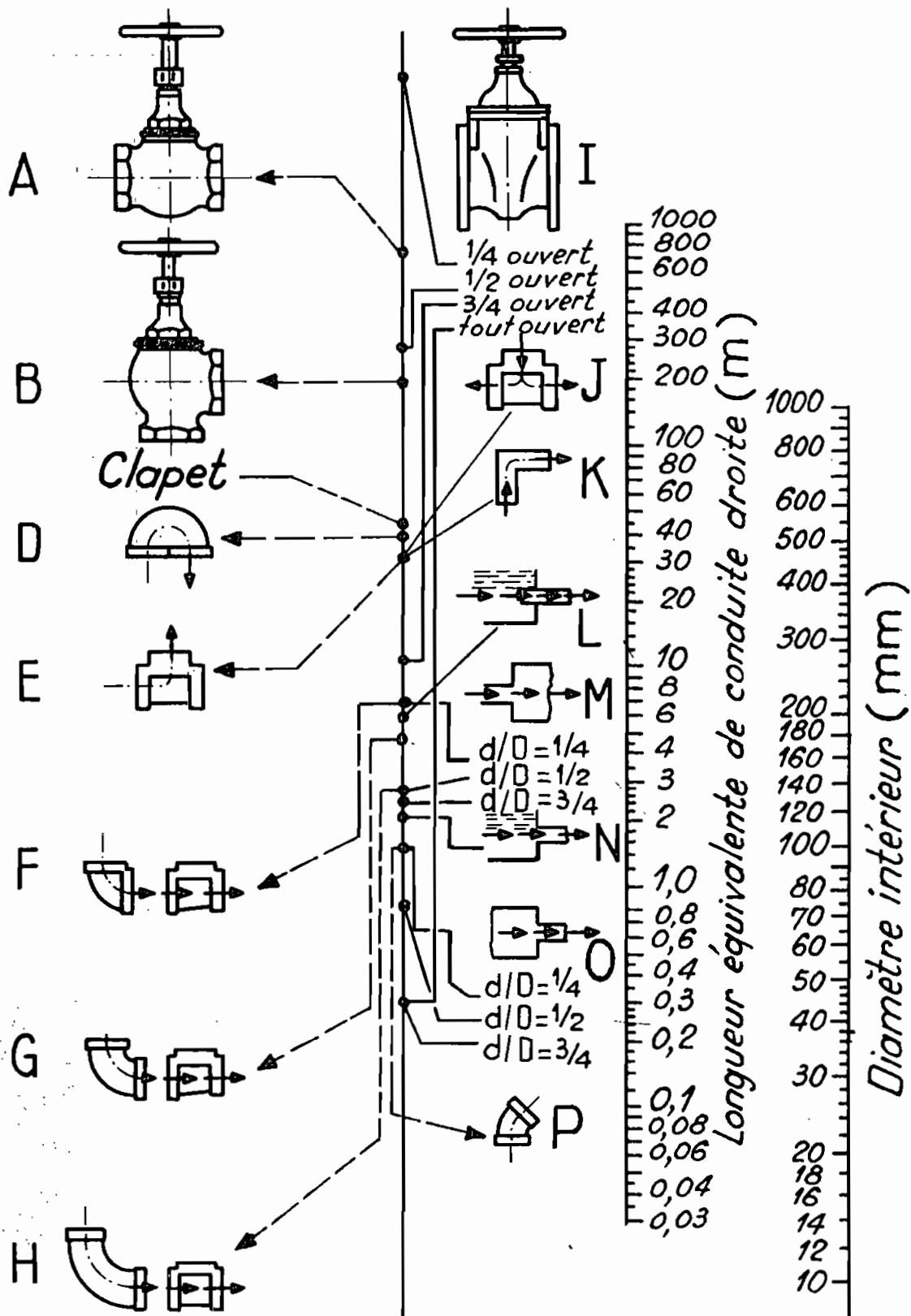


Fig. 190 (suite).

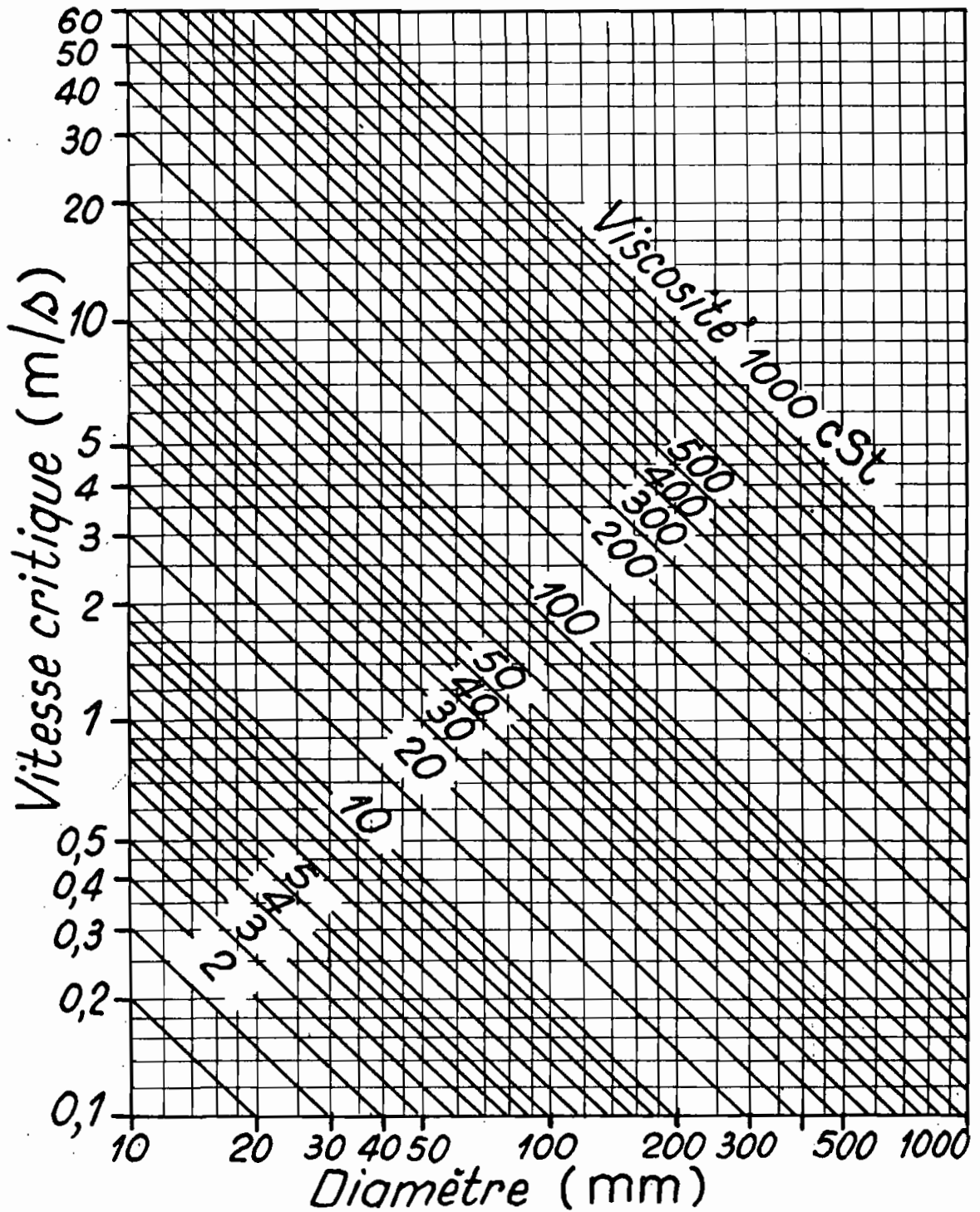


Fig. 171. — Vitesses critiques d'écoulement en fonction du diamètre de la tuyauterie et de la viscosité du produit (d'après A. BOUSSICAUD, cf *Documentation*).

20B

A4

Robinet à boisseau en bronze

à brides PN 10,

à boisseau ordinaire.

Série PN 10

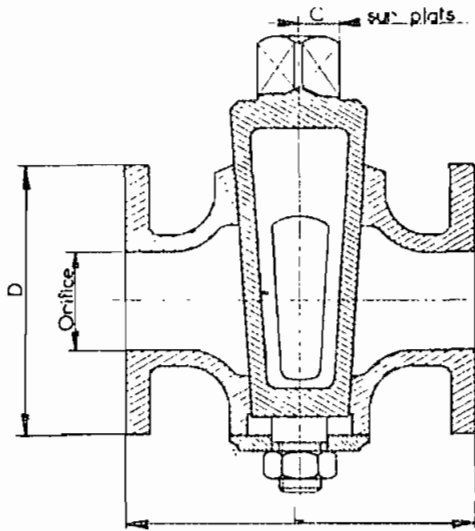


Fig. 20B

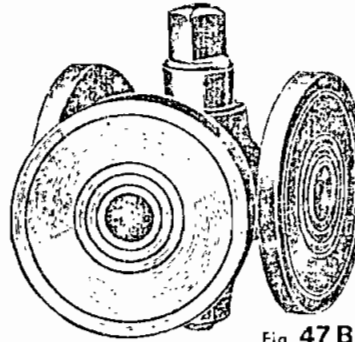


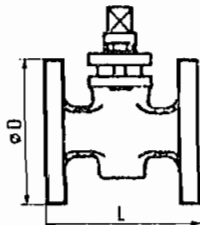
Fig. 47B

Orifices		10	15	20	25	33	40	50		65	80	100
	D	90	95	105	115	140	150	165		185	200	220
L	SD	70	85	100	115	145	160	190			280	340
	L		90	100	115	130	150	170		210	230	270
	C	12	14	16	17	19	23	29		38	46	54

Cette ancienne série est progressivement abandonnée et nous conseillons de préférer les robinets avec presse-étoupe

a boisseau foncé

Le serrage du tournant par l'intermédiaire d'un presse-étoupe facilite la manœuvre et évite le risque de fuite extérieure.



2 voies

Équipements spéciaux :
 Graisseur pour lubrification
 Système de cadénassage
 Système d'arrêt au 1/4 tour

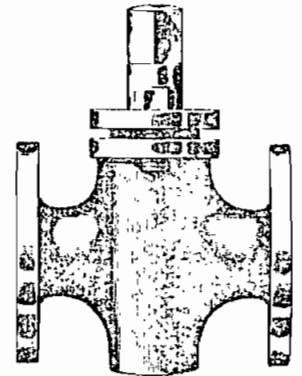
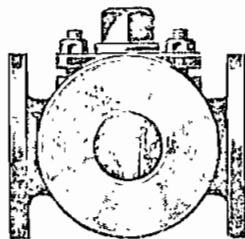


Fig. 42B

Orifices		15	20	25	33	40	50	65	80	100	125	150
N.F.E. 29.473	D	95	105	115	140	150	165	185	200	220	250	285
	L	90	100	115	130	150	170	210	230	270		
	C	14	16	17	19	23	29	38	46	54	72	82



3 voies

— A 3 lumières à la cle (en T).
 — A 2 lumières (en L).

Fig. 43B

Orifices		10	15	20	25	33	40	50	60	65	80	90	100	125
N.F.E. 29.476	D	90	95	105	115	140	150	165	175	185	200	210	220	250
	C	12	14	16	17	19	23	29	29	38	46	50	54	86
	L		130	145	160	185	200	220		250	265	280	295	

lorob

Pour les robinets à trois voies, préciser l'exécution choisie : à trois passages ou à deux passages.

T

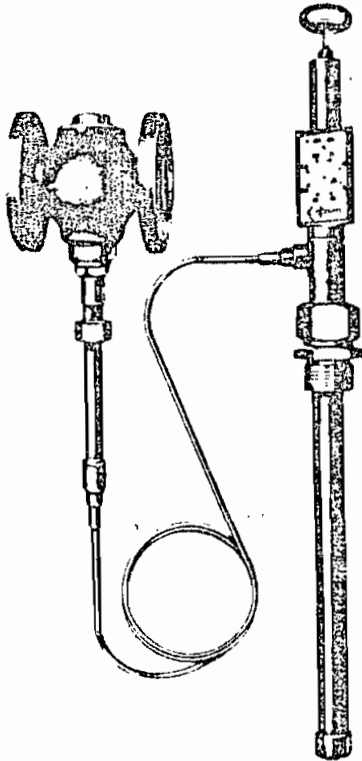
L

Observations

B302

Régulateurs de température

à action mécanique directe
à manchons taraudés ou à brides



Principe :

Le plongeur renferme un tube plissé contenant un liquide à grand coefficient de dilatation, qui agit par l'intermédiaire d'un tube capillaire sur le piston solidaire du clapet du régulateur.

Montage :

Le régulateur se monte sur l'arrivée de vapeur, le piston vers le bas. Il doit être nécessairement précédé d'un filtre à tamis.

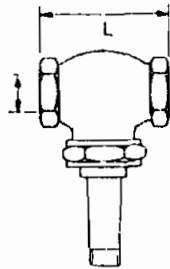
Le plongeur se fixe sur l'appareil dont la température est à régler, dans une position quelconque. Le tube capillaire, qui doit faire le moins de coudes possible, ne doit pas être aplati, ni être en contact avec un élément chaud.

Avant montage, ne pas exposer le plongeur thermostatique à une température supérieure à 30 °C. En cas de démontage, attendre le refroidissement complet.

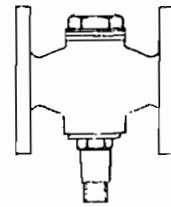
Réglage :

La partie supérieure du plongeur est munie d'un curseur gradué réglable à l'aide d'une clef livrée avec l'appareil. En tournant la clef dans le sens des aiguilles d'une montre, le curseur monte et la température de réglage augmente. En tournant dans le sens contraire, on diminue la température de réglage. **Agir très progressivement et attendre le refroidissement du fluide chauffé, tout effort anormal sur la clef détériore l'appareil.** Il est recommandé de descendre le curseur au repère 1 (température minimale) avant de commencer le chauffage et de régler ensuite par augmentation de température en comptant 6 à 7 °C entre deux repères successifs du curseur.

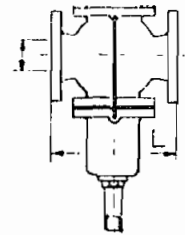
Précision de réglage : : 2 °C.



537



538



540

N° de figures	537	538	539	540	541	
Type	Raccordement Genre de soupape..... Fermeture..... Service.....	Taraudages simple étanche intermittent	A brides double (1) semi-étanche (1) continu (1)	A brides double semi-étanche continu	A brides simple étanche intermittent	A brides simple étanche intermittent
Construction	Corps..... Clapet(s) et siège(s)..... Plongeur.....	Fonte Acier inox Laiton	Fonte Acier inox Laiton	Fonte Acier inox Laiton	Fonte Acier inox Laiton	Fonte Acier inox Laiton
Limites d'emploi	Pression..... bar Plage de réglage.....	0,8 à 8 (2)	8	16	8	16
		Standard : + 30 à + 100 °C. Sur demande écart de 70 °C entre - 20 et + 150 °C [50 - 170 °C]				

- (1) Sauf DN 15 : soupape simple, à fermeture étanche pour service intermittent.
- (2) Suivant DN : voir tableau page suivante.

Remarques :

- a) Pour les modèles à fermeture semi-étanche fig. 538 . 539 la fuite existant en position de fermeture équivaut à 2 % du débit maximal de l'appareil considéré. En conséquence, il est donc nécessaire que les besoins du service soient supérieurs à ces 2 % de fuite.
- b) La surchauffe admissible par le plongeur est supérieure de 35 °C à la température maximale de réglage.
- c) La longueur standard de capillaire livrée avec chaque appareil est de 2 m. Sur demande et avec plus-value, longueur jusqu'à 15 m.
- d) Le plongeur, soudé à l'étain, est muni d'un raccord-union en fonte fileté 33 x 42, pour sa fixation.
- e) Les modèles « haute pression » fig. 539 . 541 ne sont fournis qu'après étude approfondie des conditions exactes d'emploi.
Il est à noter qu'il est souvent préférable de ramener la pression de vapeur à 5 ou 6 bar à l'aide d'un détendeur et d'utiliser alors les régulateurs normaux.
- f) Sur demande, régulateur à fonctionnement par abaissement de température (refroidisseur) modèle à plongeur et raccord en acier inoxydable ou à plongeur à grande sensibilité, etc.



Observations

551

A6 Régulateurs de température

(suite)

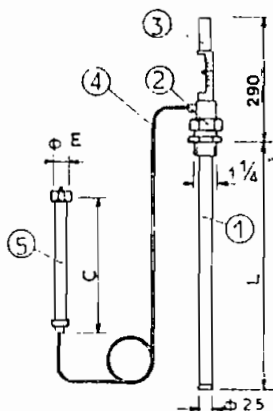
Planche Technique

537

Spécifications techniques, encombrement et poids

EQUIPAGES

THERMOSTATIQUES



- 1 Plongeur
- 2 Raccord
- 3 Tête de réglage
- 4 Fil capillaire
- 5 Piston de travail

Encombrement

DN	15-25	32	40-50	65-80
L	330		330	
C	145			
E	1/2" ϕ 29			

Doigt de gant pour plongeur laiton

Laiton (A)
Acier inoxydable (B)

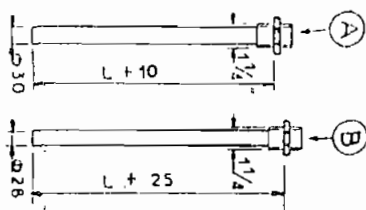
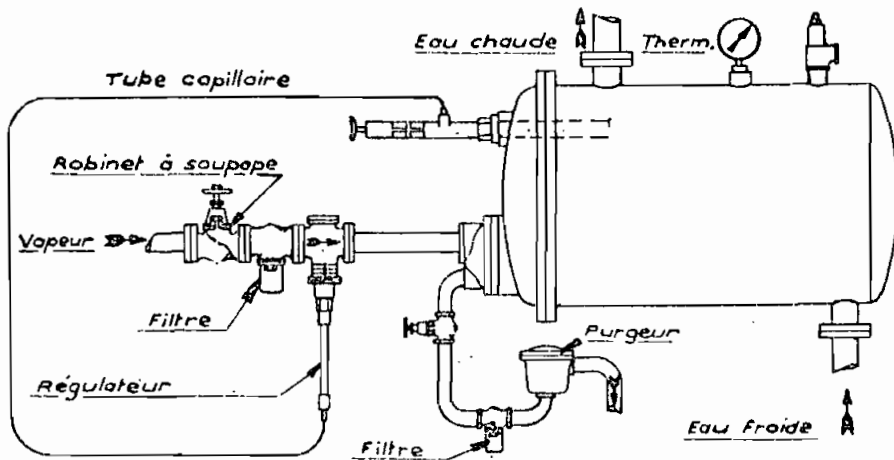


Schéma de montage d'un régulateur sur un réchauffeur d'eau.



Débits théoriques en kg/h de vapeur pour appareils semi-étanches à soupape double (1).

Pression effective de la vapeur bar	Vitesse (2) m/s	Orifice du régulateur						
		15	20	25	32	40	50	65
0,05	15	6	11	16	26	42	64	110
0,1	18	7	13	20	32	52	80	135
0,3	25	12	21	33	54	82	130	220
0,5	28	15	27	42	69	110	170	280
0,8	31	20	35	55	90	140	220	370
1	33	23	42	65	105	165	260	440
1,5	36	31	56	88	140	220	350	580
2	38	39	70	110	180	280	430	720
4	42	70	125	195	320	500	780	1300
6	46	105	190	290	480	750	1150	2000
8	48	140	250	390	640	1000	1550	2600
10	50	175	310	490	800	1250	1950	3300
12	52	215	380	600	980	1500	2350	4000
14	54	255	450	700	1150	1800	2800	4800
16	56	300	530	820	1350	2100	3300	5600

(1) Pour les appareils à soupape simple, réduire de 10% les débits du tableau

(2) Vitesse supposée de la vapeur dans la tuyauterie d'alimentation du régulateur

Encombrement et poids :

Pour les modèles à brides, perçage PN 16 et portée de joint suivant NF E 29-021

DN	15	20	25	32	40	50	65
Pression d'utilisation .. bar	8	5	3,5	2,2	1,2	0,8	—
Taraudage .. mm	15 x 21	20 x 27	26 x 34	33 x 42	40 x 49	50 x 60	—
Fig. 537 } Longueur .. mm	120	120	135	135	185	205	—
} Poids .. kg	2,5	3	3,5	4	5	6	—
Brides PN 16. } Diamètre extérieur .. mm	95	105	115	140	150	165	185
} Épaisseur .. mm	14	16	16	16	16	18	18
Fig. (538) } Longueur .. mm	115	125	135	150	180	200	240
et 539 } Poids .. kg	6	6	7	9	12	15	22
Fig. 540 } Longueur .. mm	—	150	160	180	200	230	—
et 541 } Poids .. kg	—	13	14	22	24	25	—



Observations

5512

A7 Robinet à piston

180

Série **PN 16** à manchons taraudés } : DN 10 à 50
à brides

pour vapeur, air, gaz, produits chimiques, etc...

181B

NF E 29 355

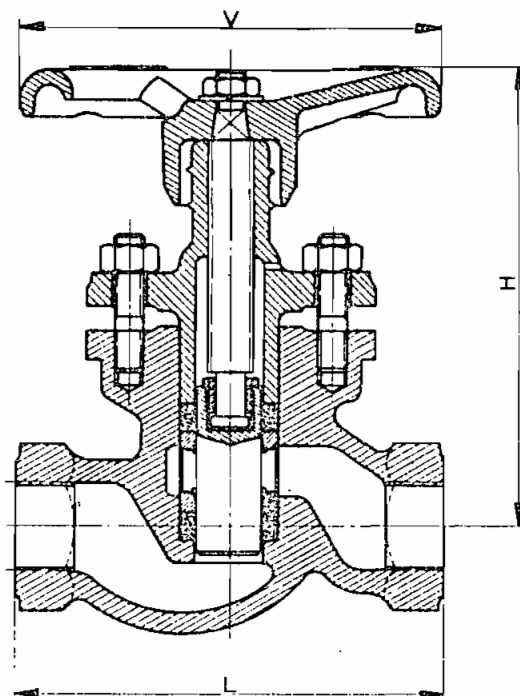


Fig.180 - Orifices 1/4" à 2" inclus.

garniture en amiante graphité,
piston en acier inoxydable

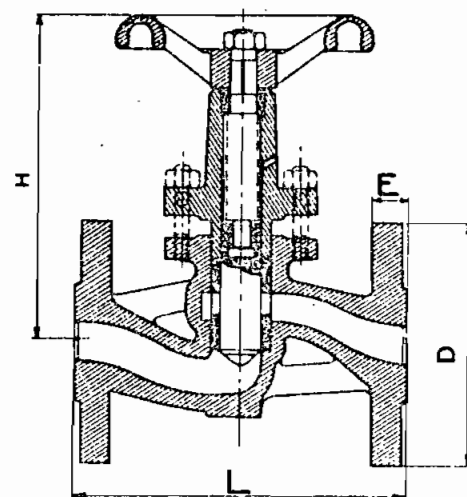


Fig.181B Orifices 10 à 50 mm inclus.

Fonte. — Corps, partie supérieure, volant en fonte - lanterne en métal ferreux - écrou deux-pièces en acier cadmié - tige filetée en acier à 60 kg parcolubrité - piston en acier inoxydable 18/8/Mo.

Bronze. — Corps, partie supérieure en bronze pression type VE 7 et lanterne en bronze - écrou deux-pièces en laiton tige filetée en acier ou laiton - à 60 kg parcolubrité - piston en acier inoxydable 18/8/Mo à bas carbone. Construction forte avec épaisseurs de brides renforcées sur celles de la normalisation NF E 29 353

Bronze anti-acide. — Corps, partie supérieure et lanterne en bronze au phosphore sans zinc. Pour le reste, comme ci-dessus.

Encombrement brides percées PN 10 ou PN 16 et portées de joint dressées NF E 29-021.

Orifices		Norm. NF E 29 355 Fonte à brides			Norm. NF E 29 353 Bronze à brides			Norme NF E 29 439 Manchons		robinet ouvert	v	Diamètre extérieur des pistons
m/m	Pouces anglais	L	D	E	L	D	E	O	L	H		
10	1/4 et 3/8"	120	90	14	100	90	12	17	80	154	100	15
15	1/2"	130	95	14	100	95	14	21	90	154	100	15
20	3/4"	150	105	16	110	105	16	27	100	188	120	20
25	1"	160	115	16	125	115	16	34	115	206	140	25
32	1 1/4"	180	140	18	140	140	18	42	130	231	160	30
40	1 1/2"	200	150	18	160	150	18	49	145	269	180	40
50	2"	230	165	20	185	165	20	60	170	298	200	50

loredib

Les robinets à manchons sont taraudés pas du gaz. Exécution possible à manchons Driggs conique

Observations

R-209

Groupes électro-pompes centrifuges

FV

32 FV
38 FV
45 FV

- adduction
- irrigation
- surpression
- incendie
- industrie
- alimentation pompe à chaleur





CONDITIONS GENERALES DE VENTE

Les présentes Conditions Générales de Vente sont applicables quelles que soient les conditions générales d'achat de l'acheteur. Toute dérogation prévue dans la commande ne peut être considérée comme acceptée que si elle a fait l'objet d'un accord du vendeur.

1 - Généralités. - Les prix et renseignements portés sur les catalogues, prospectus et tarifs, n'engagent pas le vendeur, qui se réserve d'apporter toutes modifications de disposition, de forme, de dimensions ou de matière à ses appareils, machines et éléments de machines dont les gravures et les descriptions figurent sur sa documentation publicitaire.

Le vendeur n'est tenu que par les engagements écrits souscrits sous l'entête de sa firme. Ses offres ne sont valables que pour la durée indiquée au devis.

Les poids donnés au devis ou marché ne sont qu'approximatifs ; ils ne peuvent, en aucun cas, être la cause de réclamations, ou de réductions, quand le matériel est vendu à forfait.

Après commande, le vendeur fournit, s'il y a lieu, pour chaque appareil, et à l'exclusion de tout dessin d'exécution, les dessins et poids nécessaires à l'acheteur pour l'étude de l'installation et des fondations.

Pour les fournitures additionnelles, les prix et nouveaux délais sont discutés spécialement entre le vendeur et l'acheteur. En aucun cas, les conditions pour les fournitures additionnelles ne peuvent préjudicier à celles de la commande principale.

Aucune résiliation de la commande par l'acheteur ne peut intervenir sans l'accord du vendeur et sous réserve de la fixation préalable d'une indemnité compensatrice.

2 - Conclusion de la Vente - Une commande ne peut être considérée comme définitive qu'après acceptation écrite du vendeur éventuellement dans le délai fixé par l'acheteur.

Le cas échéant son acceptation est subordonnée à l'obtention des autorisations respectives des Gouvernements intéressés pour l'exportation et l'importation.

3 - Études et Plans - Les études et plans confiés sont la propriété exclusive du vendeur. Ils doivent être considérés comme confidentiels et ne peuvent donner lieu ni à communications, ni à exécution sans autorisation écrite.

4 - Délai - Le délai prend cours du jour où le vendeur est en possession :

- de tous les renseignements nécessaires à l'exécution,
- du premier terme de paiement éventuellement prévu au contrat,
- le cas échéant des licences et autorisations gouvernementales si celles-ci sont éventuellement nécessaires.

Le vendeur est dégagé de plein droit de tout engagement relatif au délai d'exécution :

- 4-1 - dans le cas où les conditions de paiement n'auraient pas été observées par l'acheteur.
- 4-2 - dans le cas où les renseignements à fournir par l'acheteur ne seraient pas arrivés en temps voulu,
- 4-3 - en cas de force majeure tel que guerre, révolution, grève, lock-out, réquisition, incendie, inondations, interdiction ou retard de transport, rebut d'une pièce importante ou accident et, de façon générale, pour toute cause indépendante de la volonté du vendeur. Celui-ci, dans toute la mesure du possible, tiendra l'acheteur au courant de ces événements en temps opportun.

5 - Pénalités - Les retards dans la livraison n'obligent le vendeur à aucun dommage, indemnité ou pénalité, à moins de stipulation contraire et précise aux conditions particulières.

6 - Livraison et transfert de propriété - De convention expresse le transfert de propriété est suspendu au paiement complet du prix.

Toutefois, quelles que soient la destination du matériel et les conditions de la vente, la délivrance du matériel est réputée effectuée dans les Usines ou Magasins du vendeur et les risques relatifs à la chose vendue passent à la charge de l'acheteur :

- dès la remise au transporteur si le matériel est expédié sans préavis,
- dans le cas contraire dès que l'acheteur a été avisé que le matériel était à sa disposition, le cas échéant pour des essais de réception.

Les droits du vendeur ne pourront être affectés par l'incorporation ou la transformation de la fourniture et, jusqu'à complet paiement, l'acheteur ne pourra disposer du matériel sans l'accord préalable du vendeur et la cession à ce dernier des créances en résultant.

Quand elle intervient, la restitution du matériel au vendeur a lieu aux frais et risques et périls de l'acheteur.

7 - Transports - Quelles que soient les conditions de livraison prévues au contrat, les opérations postérieures à la livraison et notamment celles du transport, de manutention et d'amenée à pied d'œuvre sont, dans tous les cas, à la charge et aux frais, risques et périls de l'acheteur, même si l'expédition a été faite franco.

8 - Prix et paiements - Les prix convenus aux conditions particulières du contrat s'entendent compte tenu de l'échelonnement des paiements fixé dans celui-ci et d'un règlement des sommes dues, au domicile du vendeur, à 30 jours fin de mois de livraison. Les termes de paiement ne peuvent être retardés sous quelque motif que ce soit, même s'il y a litige.

Il est expressément convenu que le défaut de paiement à son échéance d'une quelconque facture entraînera automatiquement et sans mise en demeure préalable :

- 8-1 - l'exigibilité immédiate de toutes les autres factures, même si elles ont donné lieu à la création de traites.
- 8-2 - l'exigibilité des intérêts de retard au taux légal de la Banque de France et, à titre de clause pénale, d'une indemnité forfaitaire de 15 % des sommes dues,
- 8-3 - le droit, pour le vendeur, de suspendre ou d'annuler sans indemnité l'exécution des marchés ou des commandes en cours.

9 - Garanties - Indépendamment des garanties légales, le matériel fourni est garanti par le vendeur contre tout défaut de fonctionnement provenant d'un vice dans sa conception, les matières utilisées, ou son exécution, pendant un délai maximal de 12 mois après la livraison, à charge pour l'acheteur de prouver les dits défauts ou vices. La garantie ne s'applique pas aux remplacements ni aux réparations qui résulteraient de l'usure normale des appareils et machines, de détériorations ou accidents provenant de négligence, défaut de surveillance ou d'entretien ou d'utilisation défectueuse des appareils.

Les garanties industrielles de quelque nature qu'elles soient, cessent dans tous les cas, au plus tard quinze mois après l'achèvement du matériel dans les usines ou magasins du vendeur.

Les garanties du vendeur sont strictement limitées à sa fourniture et ne peuvent avoir pour effet que le remplacement ou la réparation à ses frais, dans ses ateliers, de toutes les pièces mises hors de service par suite de défauts ou vices, le vendeur se réservant de modifier les dispositifs en vue de satisfaire à ces garanties.

Pour pouvoir invoquer le bénéfice de la garantie, l'acheteur doit aviser le vendeur par écrit et sans retard des vices qu'il impute au matériel. Il doit donner au vendeur toute facilité pour procéder à la constatation de ces vices et pour y porter remède.

Le vendeur est dégagé de toute obligation relative à la garantie si des modifications sont apportées à la fourniture sans son consentement exprès, ou si des pièces étrangères à sa fabrication ont été substituées à son insu à des pièces d'origine.

10 - Champ d'application - Les présentes conditions générales ne sont pas applicables aux ventes visées par la loi n° 78-23 du 10 janvier 78.

11 - Contestations - En cas de litige et à défaut de règlement amiable, les tribunaux français seront seuls compétents.

B. BIBLIOGRAPHIE

- P.J. RAPIN : Installations frigorifiques
PYC Edition , 1973

- V. FEODOSSIEV : Résistance des matériaux
Editions MIR
Moscou 1971

- S. TIMOSHENKO : Résistance des matériaux -2
Dunod
Paris 1968

- Dinh Vo NGOC: Notes de Cours de transfert
de chaleur EPT , 1983

- 4^{eme} SYMPOSIUM INTERNATIONAL POUR L'ENCOL-
LAGE TEXTILE . MULHOUSE 25-27 JUIN 1980

- CATALOGUE SERSEG N° 73

- TECHNIQUES DE L'INGENIEUR : opérations méca-
niques. Mise en forme, 1977