

BACCALAUREAT GENERAL	REF 74070
SERIE S (Dominante TI)	Session : 1997
Etude d'un système pluritechnique (ESP) - Coef : 6	Durée : 4 h
Ce sujet comporte 26 pages	Page 1 / 26

## ETUDE D'UN SYSTEME PLURITECHNIQUE

*Sont autorisés les calculatrices électroniques, le matériel habituel du dessinateur ainsi que les manuels du type "Guide du Dessinateur Industriel"*

**Le candidat doit disposer des feuilles 1/26 à 26/26. Les feuilles 9, 10, 11, 14, 15, 17 et 18 sont à rendre obligatoirement avec la feuille de copie.**

**Il est conseillé de consacrer :**

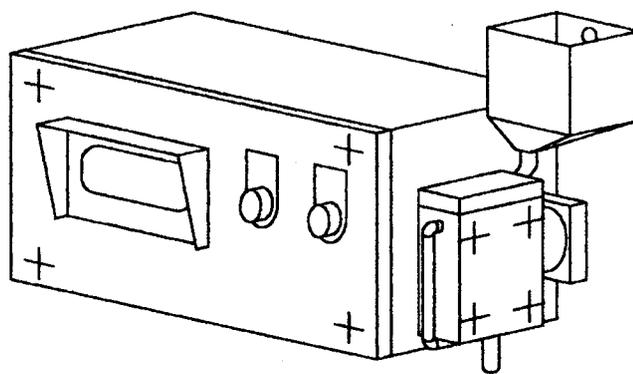
- 15 min pour la lecture du sujet
- 1 h 30 pour l'analyse du système (7 pts)
- 1 h 15 pour les calculs de vérification (7 pts)
- 1 h pour la production d'une solution (6 pts)

### REFRACTOMETRE VINICOLE

#### Sommaire

<b>PRESENTATION DU SYSTEME</b> .....	2
Description fonctionnelle et matérielle du système .....	3
Principe du réfractomètre .....	3
Fonctionnement du réfractomètre .....	4
Extrait des caractéristiques constructeur .....	4
Schémas du réfractomètre .....	5
Schéma du principe physique appliqué .....	6
<b>TRAVAIL DEMANDE</b> .....	7
<b>ANALYSE DU SYSTEME</b>	
Analyse fonctionnelle globale .....	8
Analyse de la partie commande .....	8
Analyse de la partie opérative .....	8
Feuille réponse 1 .....	9
Feuille réponse 2 .....	10
Feuille réponse 3 .....	11
<b>CALCULS DE VERIFICATION</b> .....	12
Etude du capteur DTC .....	12
Etude du traitement numérique du signal .....	13
Feuille réponse 4 .....	14
Feuille réponse 5 .....	15
<b>PRODUCTION D'UNE SOLUTION</b> .....	16
Etude de l'essuie-prisme .....	16
Feuille réponse 6 .....	17
Feuille réponse 7 .....	18
<b>DOSSIER RESSOURCE</b> .....	19
Actigramme A-0 .....	20
Actigramme A0 .....	21
Perspective "éclatée" du réfractomètre .....	22
Piston et raclette en volumique .....	23
Documentation membranes "BELLOFRAM" .....	24
Extraits d'emploi et choix de matériaux .....	25
Schémas fonctionnels de degré 1 et degré 2 .....	26

## PRESENTATION DU SYSTEME



## PRESENTATION DU SYSTEME

### Réfractomètre vinicole

L'étude porte sur une chaîne de mesure de la qualité du moût (acidité, pourriture grise et teneur en sucre) après prélèvement de plusieurs échantillons représentatifs de la vendange.

Le sous-système qui nous intéresse concerne l'unité qui affiche le titre alcoométrique à partir de la mesure de la teneur en sucre du moût, ceci dès la réception de la vendange.

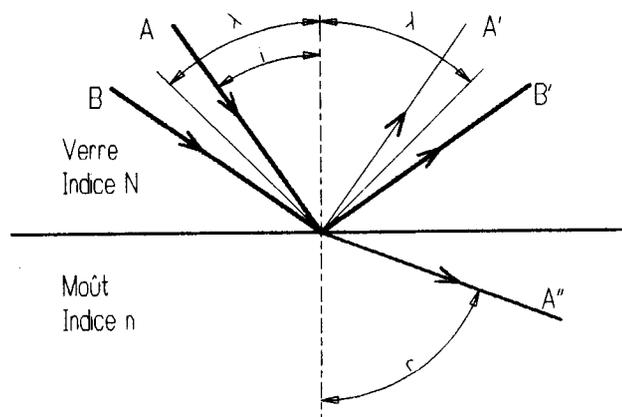
⇒ Dans le langage courant on parle de degré d'alcool d'une boisson au lieu de titre alcoométrique ou % Volume.

$$\% \text{ Volume} = \frac{\text{Volume d'alcool contenu}}{\text{Volume total}} \times 100$$

⇒ Une quantité de sucre dans le moût donnera après fermentation totale une quantité d'alcool correspondante.

Dans l'étude proposée, on confondra teneur en sucre, % Volume et titre alcoométrique.

**Description fonctionnelle et matérielle du système (Voir page 6/26)**



**But :** Mesurer le taux de sucre contenu dans un "échantillon" de moût de raisin.

**Principe physique :** Le réfractomètre utilise le principe de la réflexion totale d'un faisceau lumineux incident provenant d'une source étendue située du côté de la substance dont l'indice de réfraction est le plus grand :  $N > n$ .

**Rappel :**

Loi de la réfraction entre 2 milieux d'indice N et n

$$N \cdot \sin \lambda = n \cdot \sin 90^\circ \quad \text{soit} \quad \sin \lambda = \frac{n}{N} \quad \text{avec } \lambda \text{ angle limite de réflexion.}$$

Les rayons dont l'angle d'incidence  $i$  est supérieur à  $\lambda$  sont intégralement réfléchis (rayon BB' en réflexion totale)

**Principe du réfractomètre (Voir page 6/26)**

Les rayons réfléchis d'angle supérieur à  $\lambda$  éclairent le capteur optique linéaire photosensible à transfert de charge appelé DTC. La proportion de diodes photosensibles éclairées constitue la donnée essentielle à la détermination du % Volume.

**Fonctionnement du réfractomètre (Voir page 5/26 Fig 1 et Fig 2)**

A la mise sous tension, un cycle d'étalonnage automatique du zéro degré d'alcool s'effectue sur de l'eau filtrée. L'appareil est alors prêt à mesurer. La cuve reste pleine d'eau et le projecteur est mis en veille. Un "essuie-prisme" assure la bonne propreté de la surface de réflexion en contact avec le moût. Un ventilateur à air sec évite les condensations sur l'optique.

**Déroulement d'un cycle de mesure (Voir page 5/26)**

- \* Action sur un bouton poussoir Départ cycle **2**. Cette commande n'est opérante que si le système est en attente de mesure.
- \* Vidage de l'eau contenue dans la cuve **5** par l'orifice d'évacuation **4**
- \* Rinçage avec du moût (remplissage par **6** ou **7**, manoeuvre de l'essuie-prisme pour nettoyer la face du prisme en contact avec le moût et vidage de la cuve)
- \* Remplissage de la cuve avec du moût
- \* Homogénéisation de l'échantillon dans la cuve
- \* Mesure de température de l'échantillon dans la cuve
- \* Affichage du % Volume sur l'écran numérique **1**
- \* Acquisition de la mesure par bouton poussoir **3**
- \* Vidage du moût
- \* Remplissage à l'eau, manoeuvre de l'essuie-prisme et arrêt cuve pleine.

**Extrait des caractéristiques constructeur du réfractomètre**

Volume utile de la cuve : 190 ml

Volume minimum de moût pour une analyse : 450 ml

Plage de mesure standard : 5 à 17 % Volume (Réglementation française)

Echelon d'indication : 0,1 % Volume

Echelon d'impression : 0,1 % Volume

Plage d'agrément en température : 10 à 30°C

Plage de compensation réelle : 2 à 36°C (11 à 45°C sur demande)

Alimentation électrique : 220V - 50Hz - 250W environ, sur ligne directe, séparée ou sur onduleur.

Fig 1

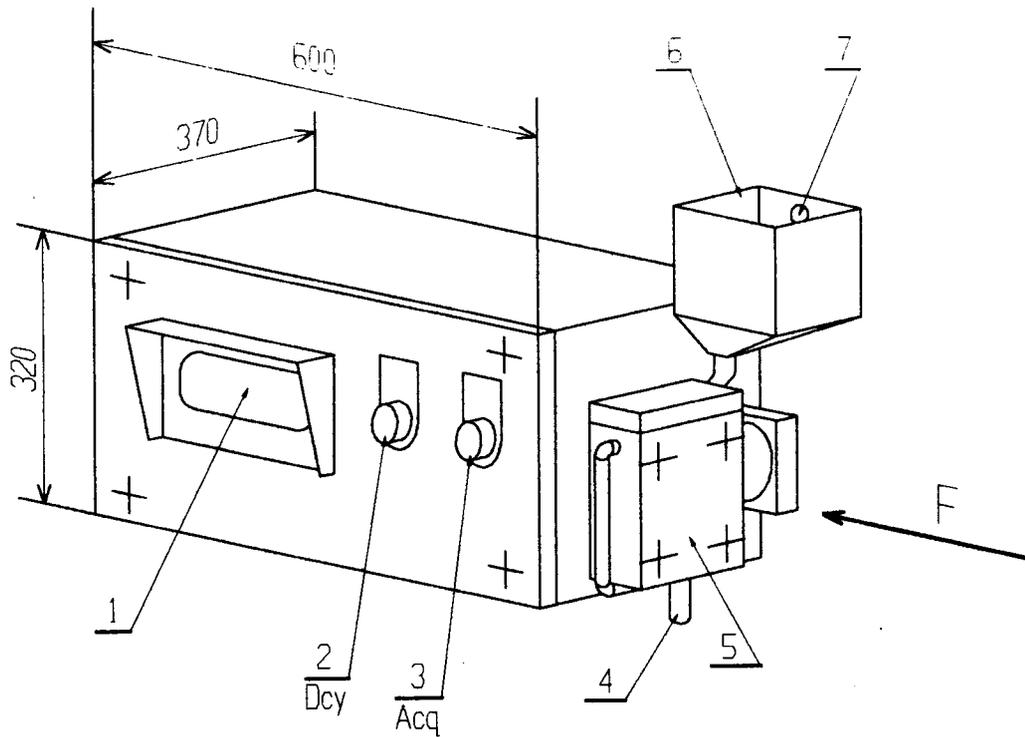


Fig 2

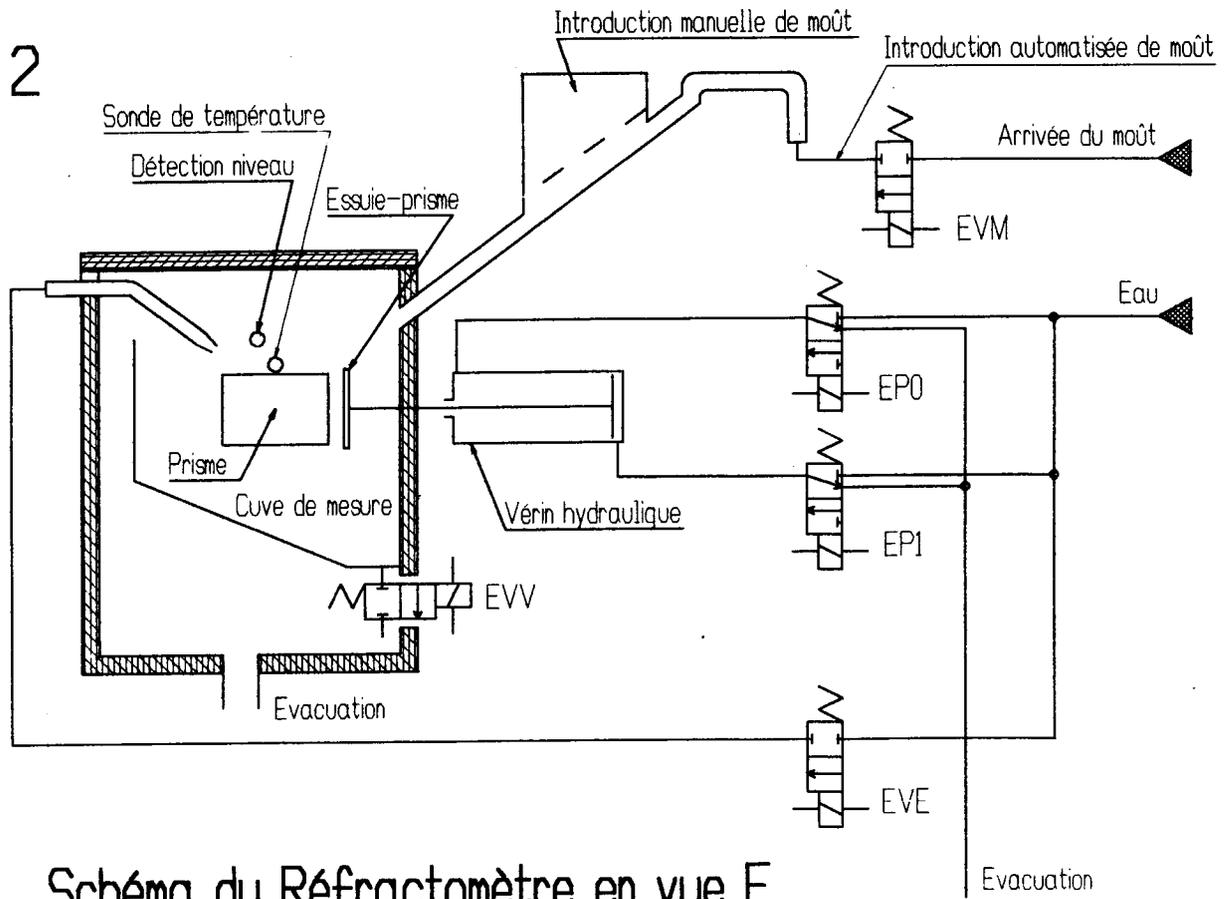
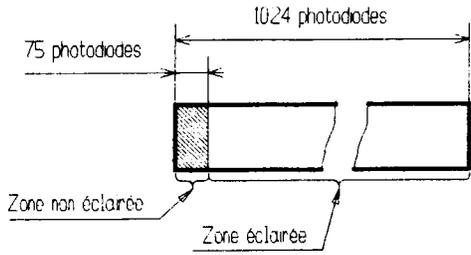
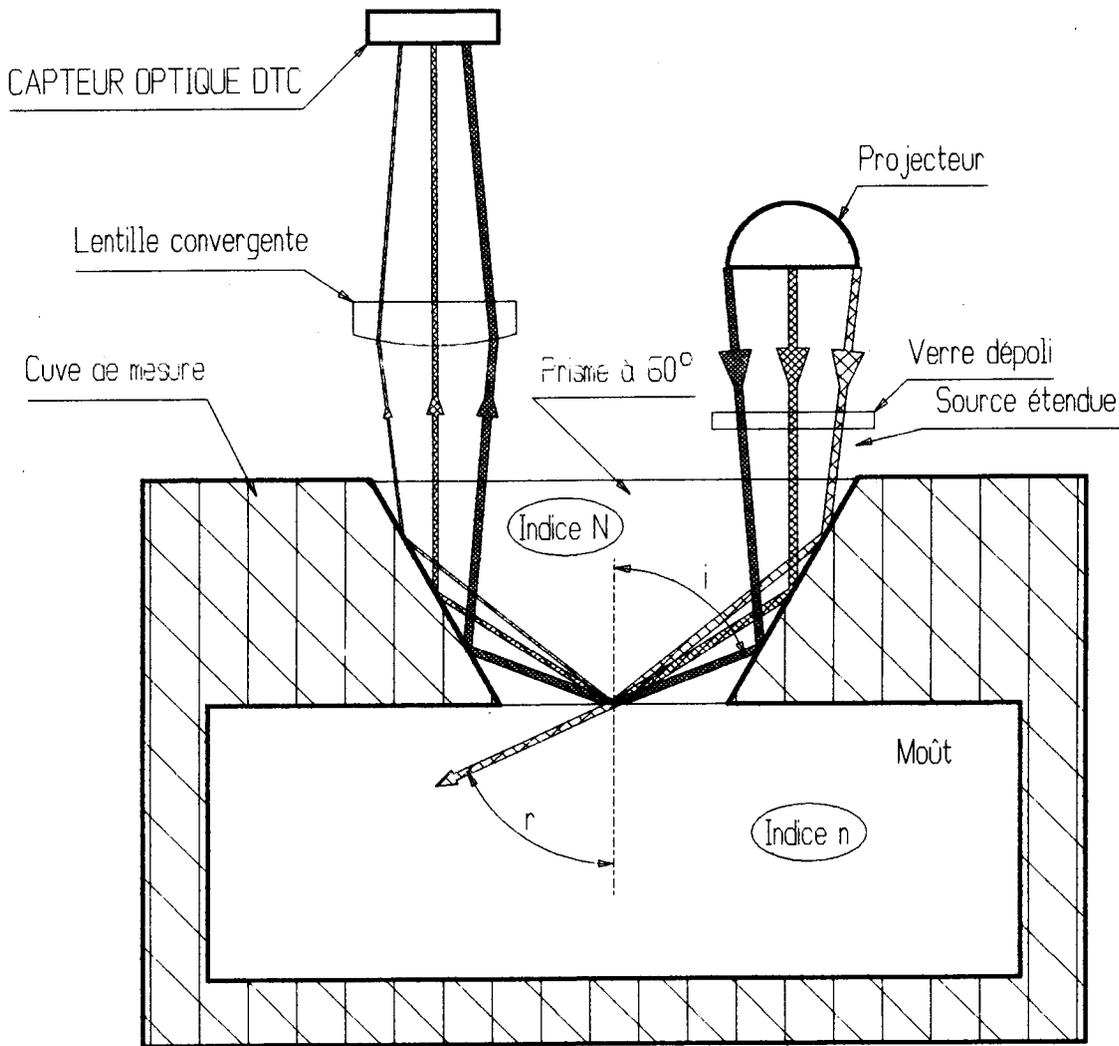


Schéma du Réfractomètre en vue F

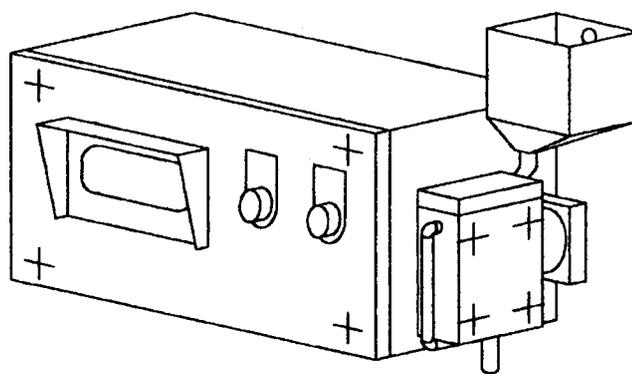


IMAGES RECUEILLIES SUR LE CAPTEUR DTC			
DEGRE D'ALCOOL ( % Volume )	0	10	17
TAUX DE SUCRE ( g / l )	0	176	296,7
INDICE DE REFRACTION n	1,333	1,347	1,358



SCHEMA DE PRINCIPE PHYSIQUE

## TRAVAIL DEMANDE



## Analyse fonctionnelle globale

On s'intéresse à la boîte A2 de l'actigramme A0 de la page 21/26.

**Question 1)** Pour la fonction définie dans la boîte A2, donner sur feuille de copie :

- la matière d'oeuvre entrante,
- la matière d'oeuvre sortante,
- les noms des éléments réalisant cette fonction,
- les énergies nécessaires.

## Analyse de la Partie Commande

**Question 2)** Répondre sur la feuille-réponse 1 page 9/26

Compléter sur le GRAFCET de gestion, feuille-réponse 1, la réceptivité r 10-11 répondant au chronogramme de la page 10/26.

**Question 3)** Répondre sur la feuille-réponse 2 page 10/26

Compléter sur le chronogramme de la feuille-réponse 2, les étapes actives d'après le GRAFCET de Gestion de la page 9/26.

## Analyse de la Partie Opérative Mécanique

**Question 4)** Répondre sur feuille de copie

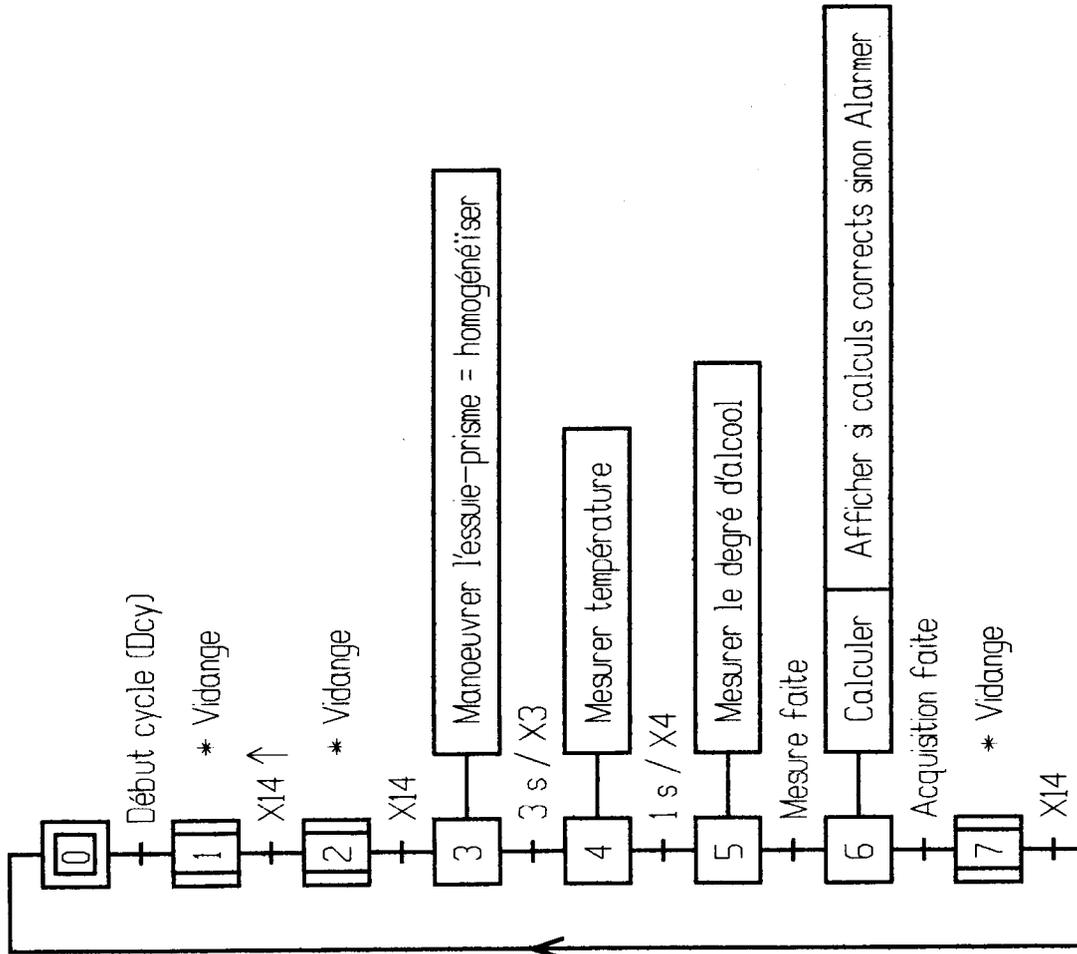
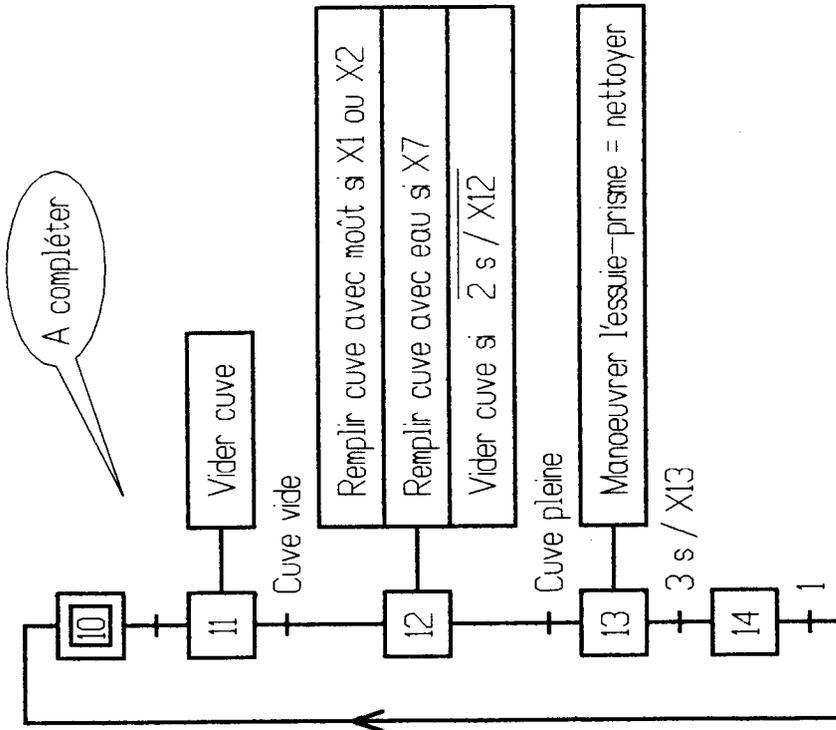
- Sachant que le vidage cesse 2 secondes après le début du remplissage et que les débits des électrovannes de remplissage d'eau et de moût sont de  $1 \text{ l/min}$ . calculer la consommation en eau et en moût pour un cycle de mesure.
- Comparer votre résultat aux caractéristiques constructeur du réfractomètre page 4/26.

**Question 5)** Répondre sur feuille de copie et sur feuille-réponse 3 page 11/26

- Définir quelles sont les 2 fonctions de l'essuie-prisme.
- Quel est le type de liaison existant entre les 2 sous-ensembles cinématiques {Piston} et {Corps de vérin} ?
  - Comment est obtenue l'étanchéité entre l'intérieur de la cuve de mesure et la chambre avant du piston ? Préciser étanchéité statique ou étanchéité dynamique.
    - ⇒ Le vérin double effet de l'essuie-prisme comporte un piston assorti de 2 membranes souples BELLOFRAM (Voir feuille-réponse 3 page 11/26, page 18/26 et page 24/26).
    - ⇒ Le sous-ensemble piston comprenant notamment 37, 38, 40 et 33 est représenté en position fin de course "recul".
  - Définir le rôle de la goupille fendue 33.
  - Comment évaluer la course du piston ? Indiquer la valeur mesurée par une cote.
  - On se situe au départ de l'action "manoeuvrer l'essuie-prisme", colorier en rouge l'enceinte soumise à la pression d'eau d'alimentation, et en bleu l'enceinte soumise à la pression d'évacuation.
  - Quelle est l'utilité de l'orifice radial pratiqué dans le corps de cylindre ?
  - En fonction de quel critère déterminant a-t-on choisi les matériaux plastiques tels que PVC ou Viton et acier inoxydable tel que Z2 CN 18-10 ? (Voir page 25/26)

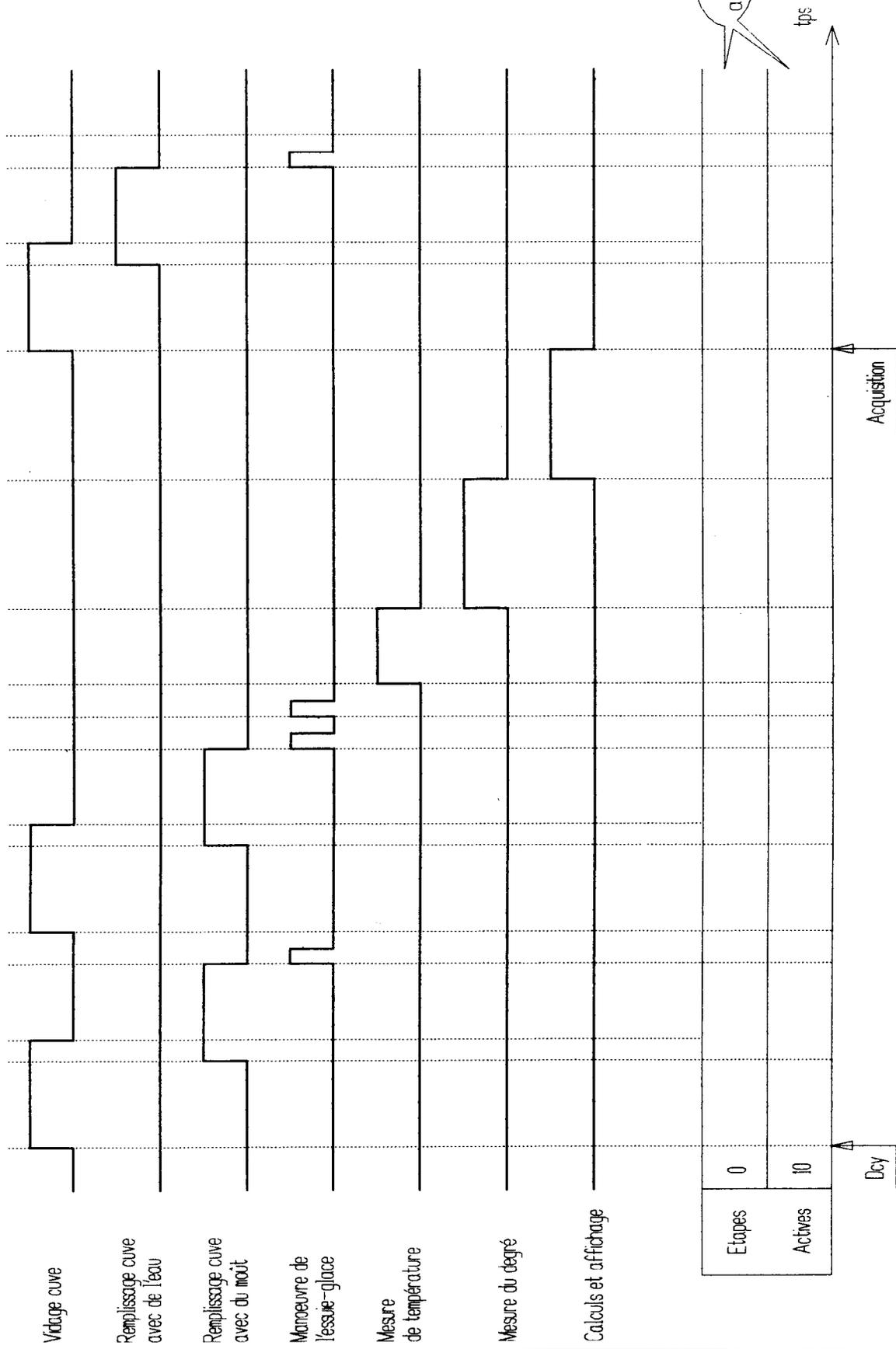
FEUILLE REPONSE 1

Sous-programme : Vidange



GRAF CET de GESTION du REFRACTOMETRE

# FEUILLE REPONSE 2



Chronogramme des tâches du GRAFCET de Gestion

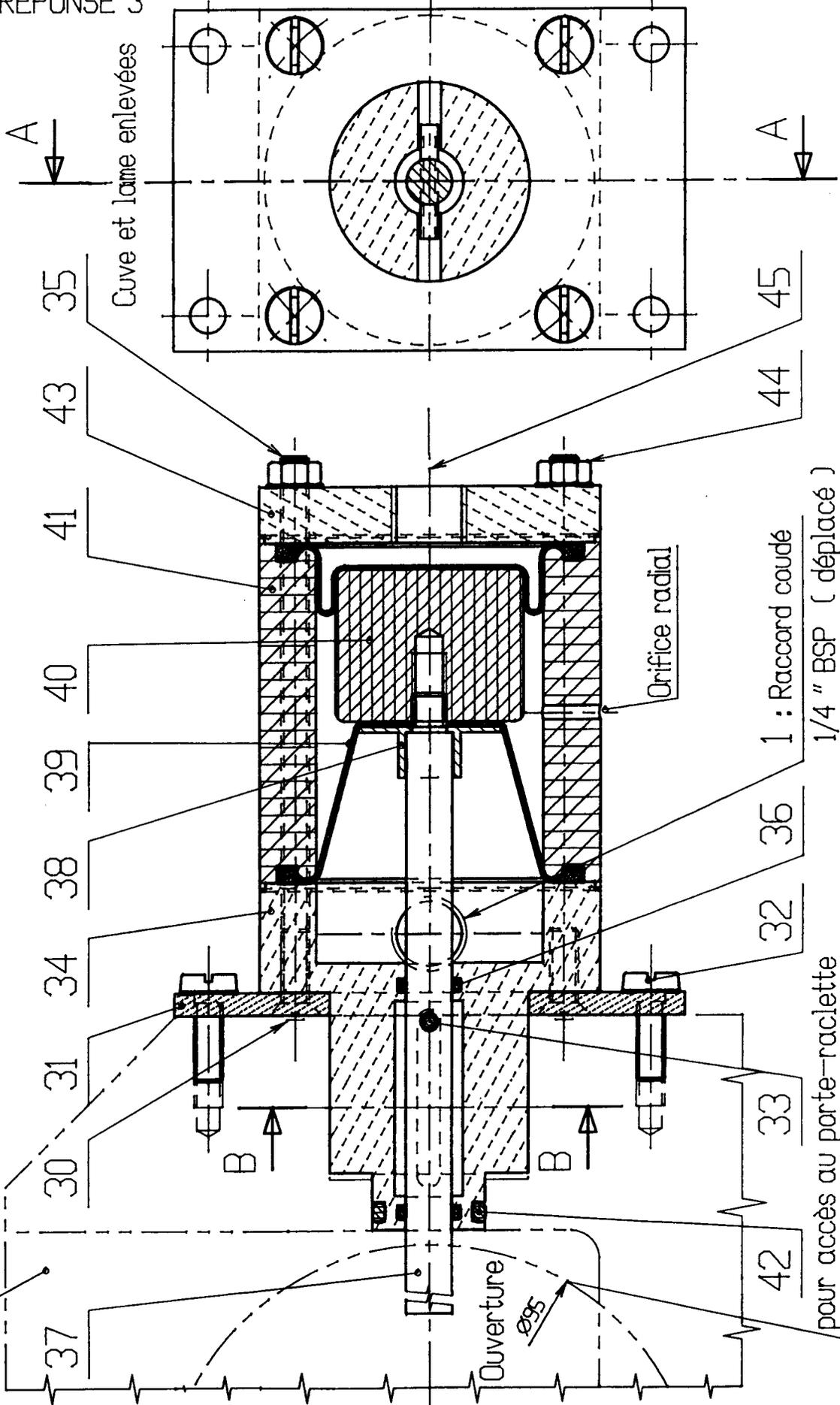
FEUILLE-REPONSE 3

Echelle: 1:1 A - A ( Coupe verticale )

B - B

Piston rentré en fin de course "recul" ( 1 et 45 non représentés )

CUVE DE MESURE



pour accès au porte-raclette

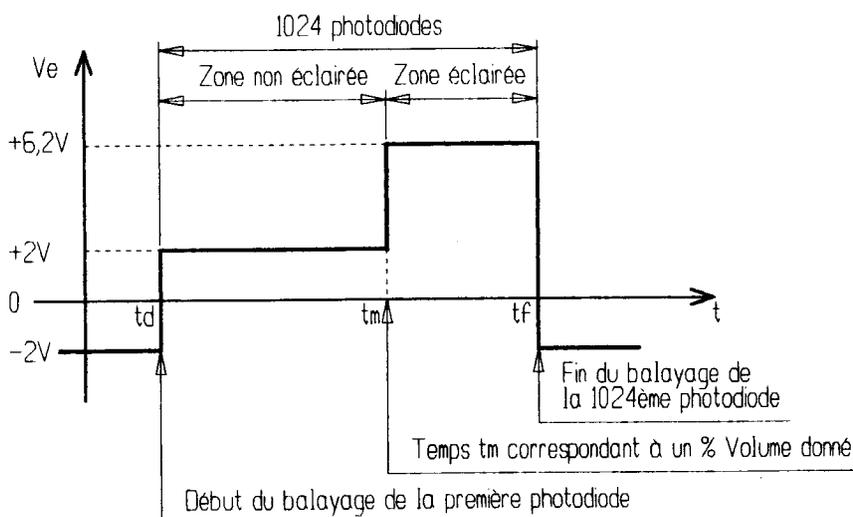
1 : Raccord coudé 1/4" BSP ( déplacé )

### Calculs de vérification d'éléments de partie commande

On s'intéresse plus particulièrement à la boîte A3 "Mesurer-Calculer-Afficher" de l'actigramme A0 dont des schémas fonctionnels sont donnés page 26/26. Le signal recueilli par le capteur DTC est traité afin de déterminer le % Volume du moult.

#### ETUDE DU CAPTEUR DTC (Capteur optique linéaire photosensible à transfert de charge) FS42

En présence d'une réflexion optique parfaite, le balayage d'un DTC parfait de 1024 photodiodes disposées linéairement donnerait le chronogramme ci-dessous où  $t_m$ - $t_d$  par rapport à  $t_f$ - $t_d$  constitue la donnée % Volume.



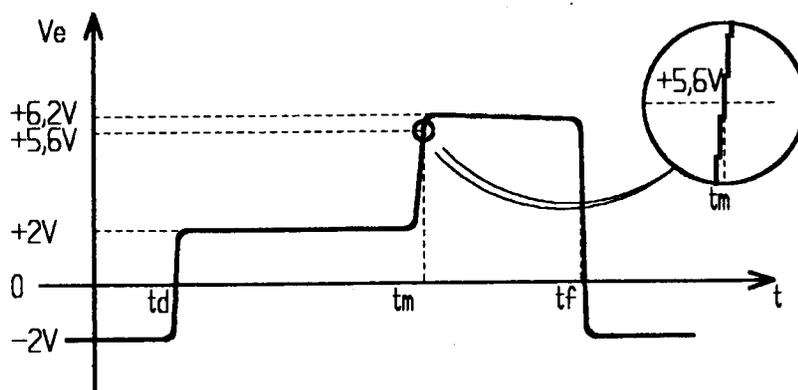
La mesure s'effectue sur une plage potentielle de 0 à 20 % Volume. A l'étalonnage du 0 % Volume, la zone non éclairée est d'environ 75 photodiodes.

Le capteur DTC réglable en usine et sur site, a été choisi pour répondre aux besoins du constructeur et de la réglementation française : affichage d'une plage de 5 à 17 % volume avec un échelon d'indication de 0,1 % Volume.

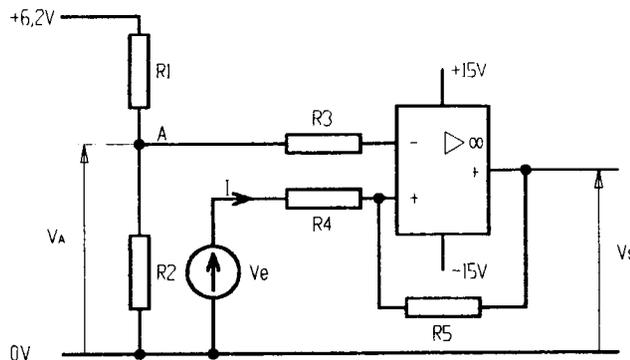
Répondre sur la feuille-réponse 4 page 14/26 pour les questions suivantes

**Question 6)** Quel est l'échelon théorique de résolution ou quantum de la mesure du % Volume d'une photodiode dans le cas d'une optique et d'un capteur DTC parfaits ?

Le chronogramme réel présente l'allure ci après :



Pour adapter le signal  $V_e$ , tension source issue des photodiodes, on utilise un montage de mise en forme organisé autour d'un amplificateur linéaire intégré (ALI) considéré comme idéal et câblé pour un fonctionnement en commutation.



Avec  $R_1 = 1,07 \text{ k}\Omega$  à 1 %  
 $R_2 = 10 \text{ k}\Omega$  à 1 %  
 $R_3 = 10 \text{ k}\Omega$  à 1 %

$R_4 = 10 \text{ k}\Omega$  à 5 %  
 $R_5 = 10 \text{ M}\Omega$  à 5 %  
 ALI = LF 157

**Question 7)** Calculer le potentiel du point A (tension  $V_A$ ).

**Question 8)** Compléter le chronogramme de la feuille-réponse 4 page 14/26.

### ETUDE DU TRAITEMENT NUMERIQUE DU SIGNAL

L'intervalle de temps  $t_m - t_d$  représente une donnée pour le calcul du % Volume. Ce temps peut varier de 0 ms à 1,4 ms. Cette valeur analogique du temps est converti numériquement sur un octet (non signé) pour le calcul du % Volume.

**Question 9) a)** Quel est l'échelon de résolution temps d'un bit ?

b) Combien de photodiodes représentent 1 bit si l'on considère la réflexion parfaite ?

**Question 10)** Combien de % Volume réel représentera 1 bit ? Cette donnée respecte-t-elle la réglementation française concernant l'échelon d'indication ? Justifier votre réponse.

Pour une bonne qualité du résultat, on effectue, en 2 secondes, plusieurs mesures pour le calcul du % Volume. Ce résultat est rangé dans une case mémoire de la RAM de la carte à microprocesseur.

Pour que le résultat soit valide, il faut que 4 mesures successives soient identiques sinon on recommence la mesure. Si au bout de 15 mesures, le résultat n'est pas valide on alarme.

**Question 11)** Compléter les tests et boucles de l'ordinogramme de traitement des mesures feuille-réponse 5 de la page 15/26.

Le microprocesseur utilisé comporte un seul registre accumulateur 8 bits et le programme de traitement de l'ordinogramme est stocké en EPROM.

**Question 12)** Répondre sur la feuille-réponse 4 page 14/26. Combien d'adresses mémoires RAM sont nécessaires pour le traitement de la partie encadrée de l'ordinogramme de la page 15/26.

FEUILLE REPONSE 4

Question 6 :

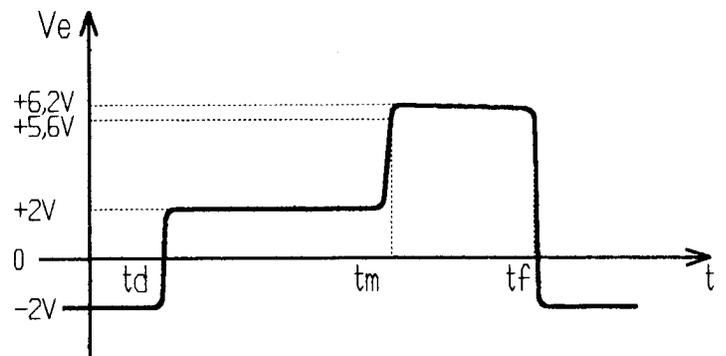
Question 7 :

Question 9 :

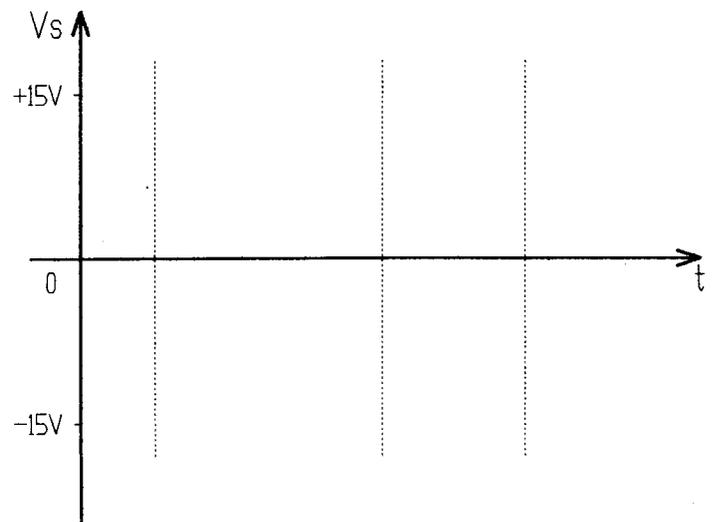
a)

b)

Question 8



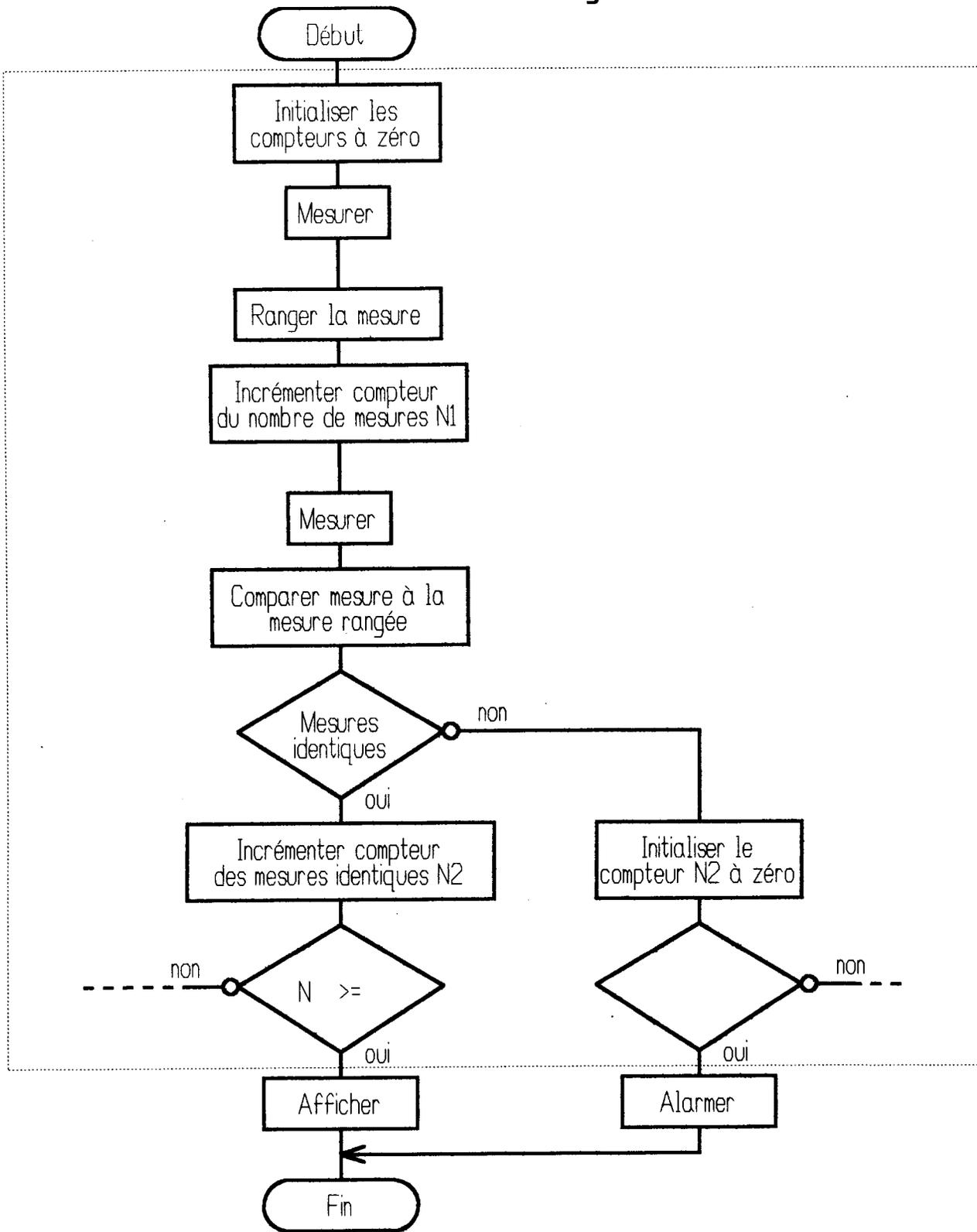
Question 10 :



Question 12 :

# FEUILLE REPONSE 5

## Ordinogramme de traitement des mesures



## Production d'une solution relative à la partie opérative

### ETUDE DE L'ESSUIE-PRISME

**Question 13)** Répondre sur la feuille-réponse 6 page 17/26.

Pour essuyer le prisme, le constructeur envisage d'utiliser une lame d'essuie-glace automobile en caoutchouc, coupée à la longueur désirée  $l = 40$  mm et fixée sur un porte-lame (Voir page 23/26).

Ce porte-lame doit s'adapter à l'extrémité de la tige de piston 37 qui reste à définir.

La position relative "Lame de raclette / Axe de piston" est imposée.

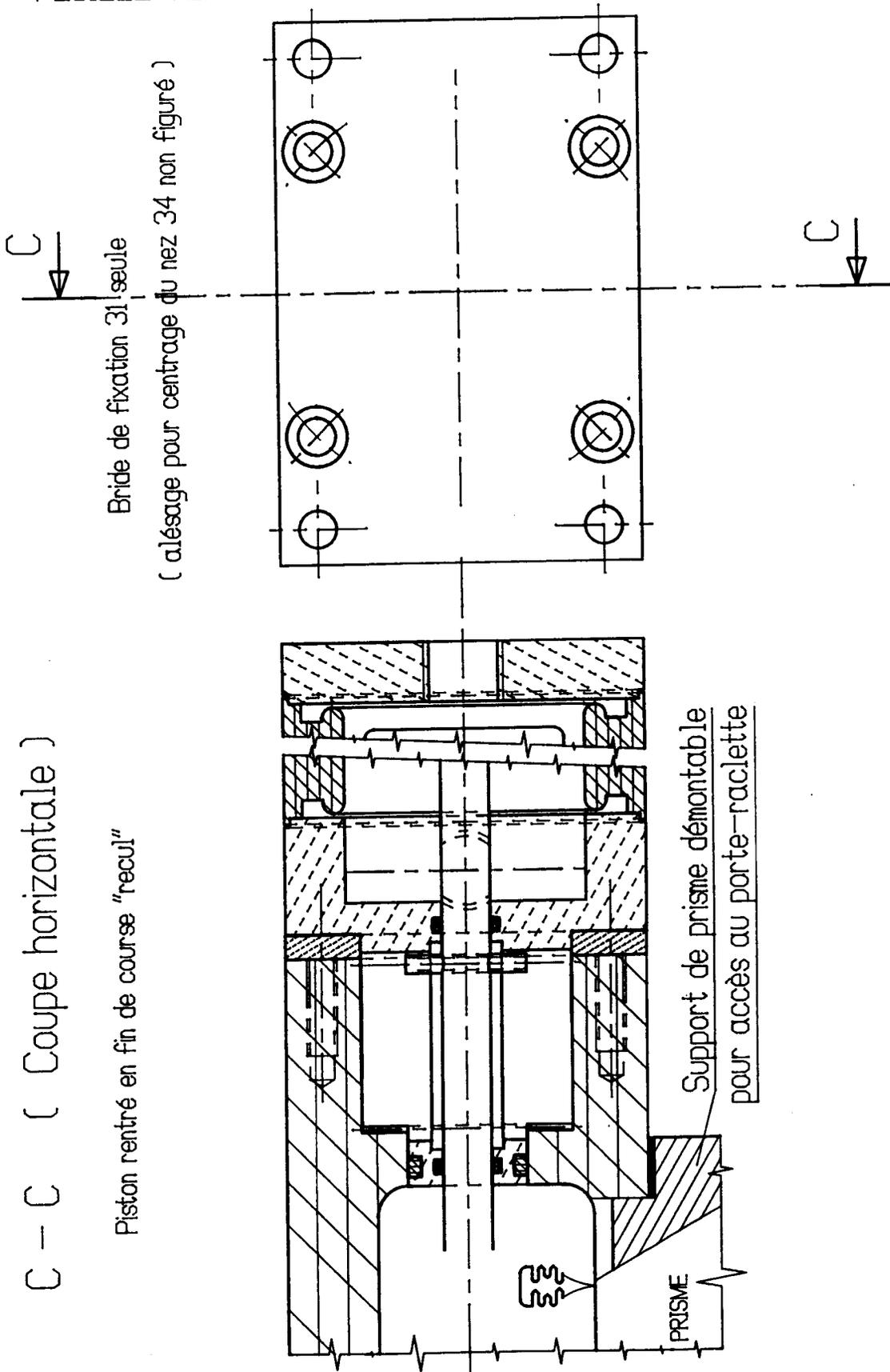
Sur la feuille-réponse 6 page 17/26, concevoir un dispositif d'adaptation et de fixation de la lame de raclette sur la tige de piston en choisissant des matériaux appropriés.

Le remplacement de la lame d'essuie-glace est annuel à bisannuel.

Définir en particulier sur la vue de face (coupe A-A) et la vue de gauche, les formes entièrement usinées du porte-raclette.

Numéroter les nouvelles pièces utilisées à partir du repère 46 et compléter la nomenclature de la feuille-réponse 7 page 18/26.

FEUILLE-REPONSE 6

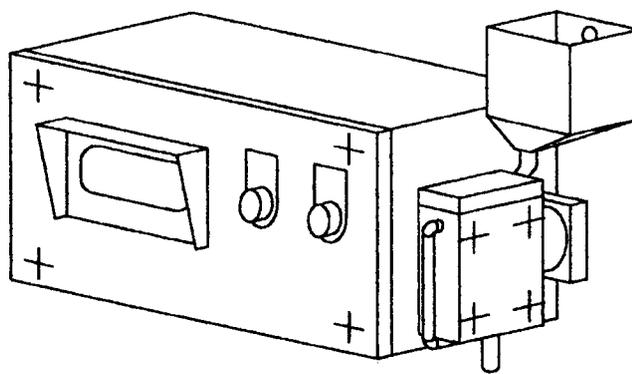


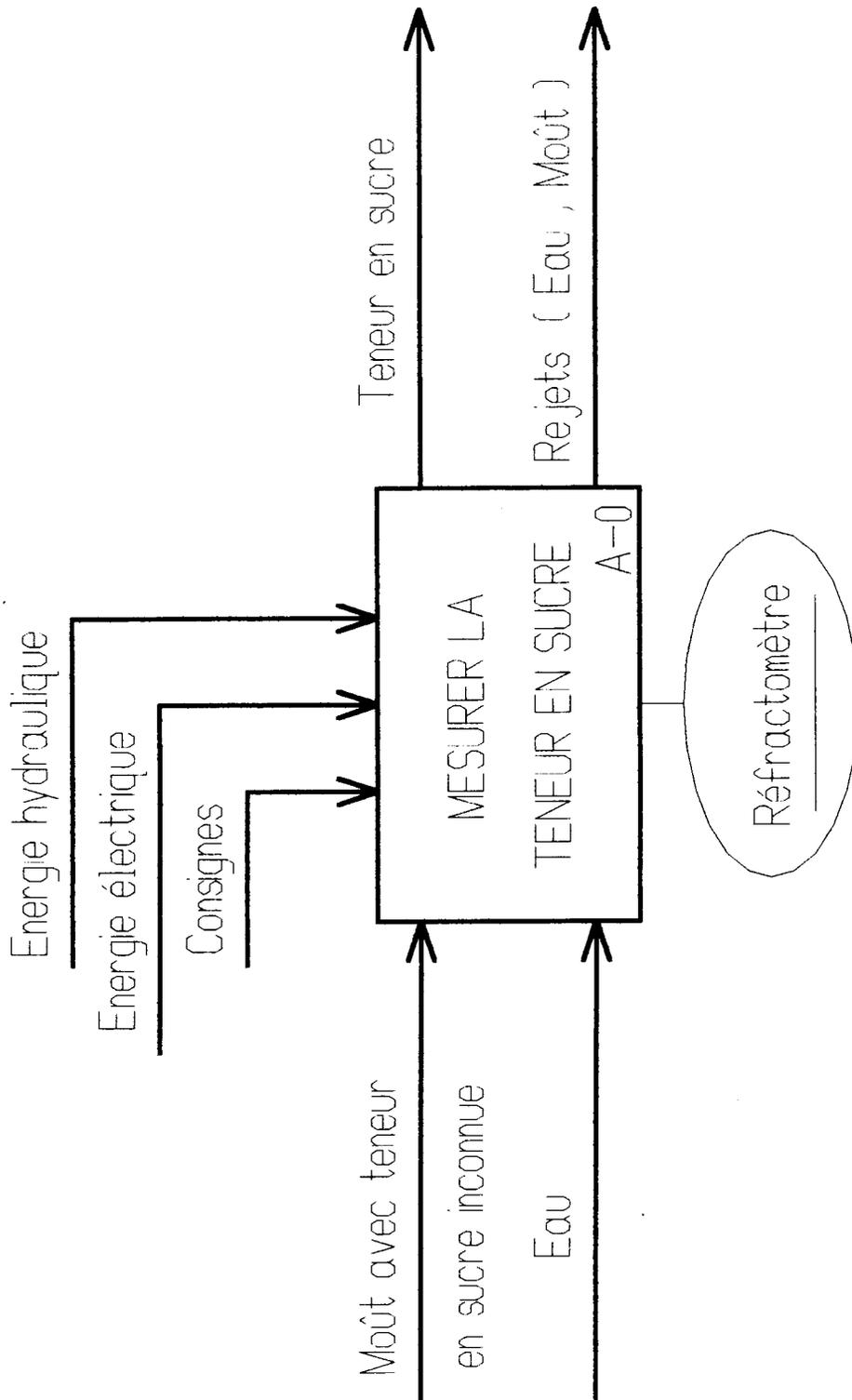
Echelle: 1:1

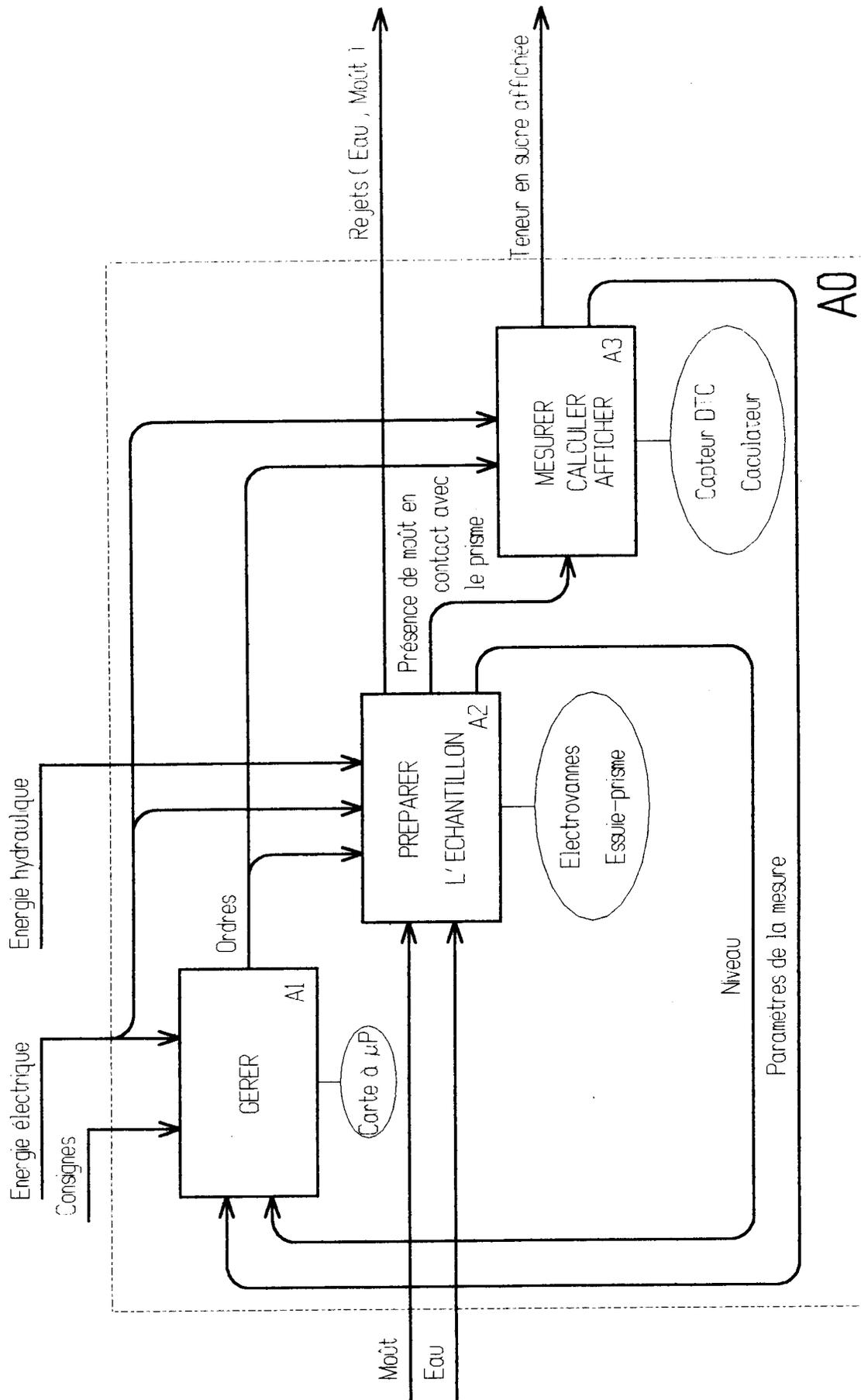
## FEUILLE RÉPONSE 7

53				
52				
51				
50				
49				
48				
47				
46				
45	1	Raccord droit 1/4 " BSP		
44	4	Ecrou H, M 5		NF E 25-401
43	1	Fond de vérin	Cu Zn 15	
42				
41	1	Corps de vérin	PVC gris	
40	1	Piston	Polyamide 6 noir	
39	2	Membrane classe A, 40-35-25-0,4		" BELLOFRAM "
38	1	Flasque de membrane	Inox 304	
37	1	Axe de piston	Inox 316	
36	2	Joint torique, 1,9x8,9	Viton	
35	4	Tige filetée M5		
34	1	Nez de vérin	Cu Zn 15	
33	1	Goupille élastique, épaisse, 3-20		NF E 25-489
32	4	Vis CL S, M5-16	Z2 CN 18-10	NF E 25-128
31	1	Bride de fixation sur cuve	Cu Zn 15	épaisseur: 4
30	4	Vis FB, M5-16	Z2 CN 18-10	NF E 25-123
<b>Rep.</b>	<b>Nb.</b>	<b>Désignation</b>	<b>Matière</b>	<b>Observations</b>

## DOSSIER RESSOURCE



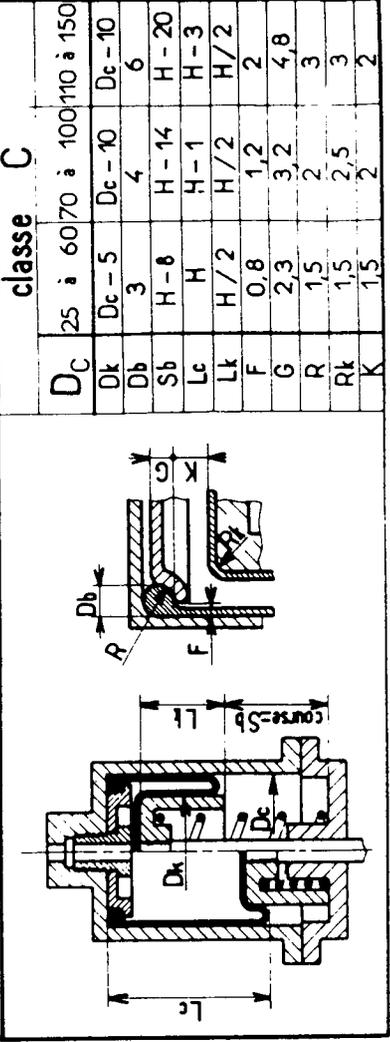
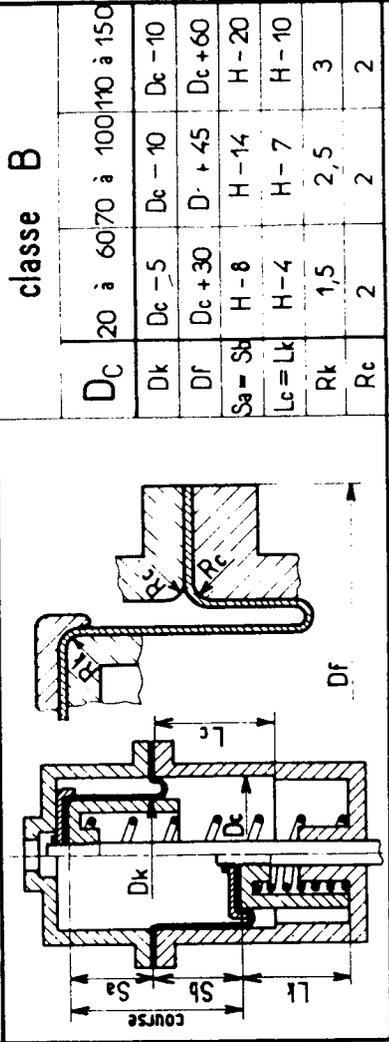
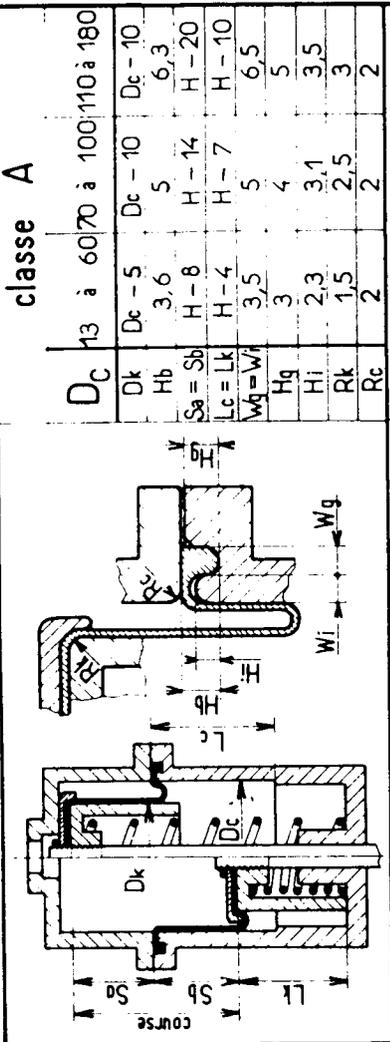
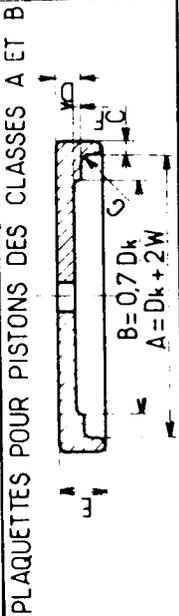




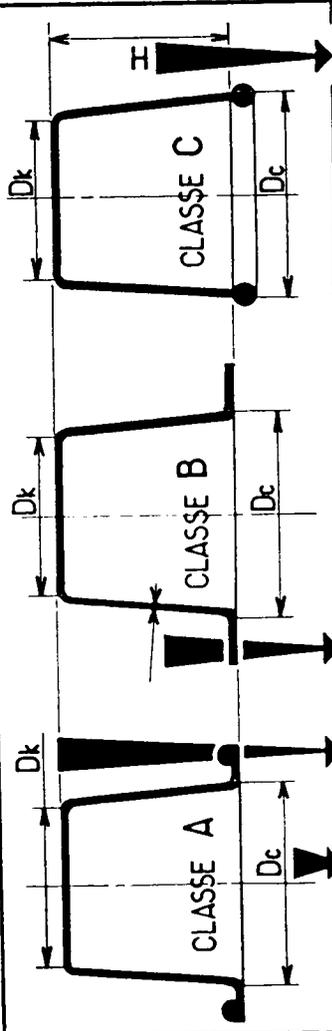
A0

# MEMBRANES BELLOFRAM

## DÉTAIL DES DIFFÉRENTES CLASSES



## ÉLÉMENTS COMMUNS



CLASSES	Ø du cylindre Dc	Ø du piston Dk	épaisseur de paroi W	surface de pression S cm <sup>2</sup>	HAUTEURS POSSIBLES H				
					1	2	3	4	5
○	13	8	0,4	0,87					11
○	16	Dk spécial 12	0,4	1,54					13
○	20	15	0,4	2,40					20
○	25	20	0,4	3,97		10			25
○	30	25	0,4	5,94		10	15		30
○	35	30	0,4	8,30		10	15	20	35
○	40	35	0,4	11,04		10	15	20	40
○	45	40	0,4	14,19		10	15	20	45
○	50	45	0,4	17,72		10	15	20	50
○	55	50	0,4	21,65		15	20	25	55
○	60	55	0,4	25,97		15	20	25	60
○	70	60	0,5	33,18		15	20	25	70
○	80	70	0,5	44,18		15	20	25	80
○	90	80	0,5	56,75		25	30	35	90
○	100	90	0,5	70,88		25	30	35	100
○	110	100	0,7	86,59		25	30	35	110
○	120	110	0,7	103,87		25	30	35	120
○	130	120	0,7	122,72		30	35	40	130
○	140	130	0,7	143,14		30	35	40	140
○	150	140	0,7	165,13		30	35	40	150
○	180	170	1			30	35	40	180

Le côté soumis à la pression est le côté opposé au tissu.  
Utilisation envisagée jusqu'à 50 bars et de -70°C à +150°C.

La désignation d'une membrane comprend : classe, diamètre du cylindre, diamètre du piston, hauteur, épaisseur de paroi.

10 à 25/30 à 60/70 à 100/110 à 180	
C	0,6 0,8 0,8 1,5
D	2 2,5 3 3,5
E	5 5 6,5 7,5
F	0,25 0,4 0,4
G	1,5 1,5 2,5 3

13 à 60/70 à 100/110 à 180	
Dc	13
Dk	Dc - 5
Hb	3,6
Sa = Sb	H - 8
Lc = Lk	H - 4
Wg = Wl	3,5
Hg	3
Hi	2,3
Rk	1,5
Rc	2

20 à 60/70 à 100/110 à 150	
Dc	20
Dk	Dc - 5
Df	Dc + 30
Sa = Sb	H - 8
Lc = Lk	H - 4
Rk	1,5
Rc	2

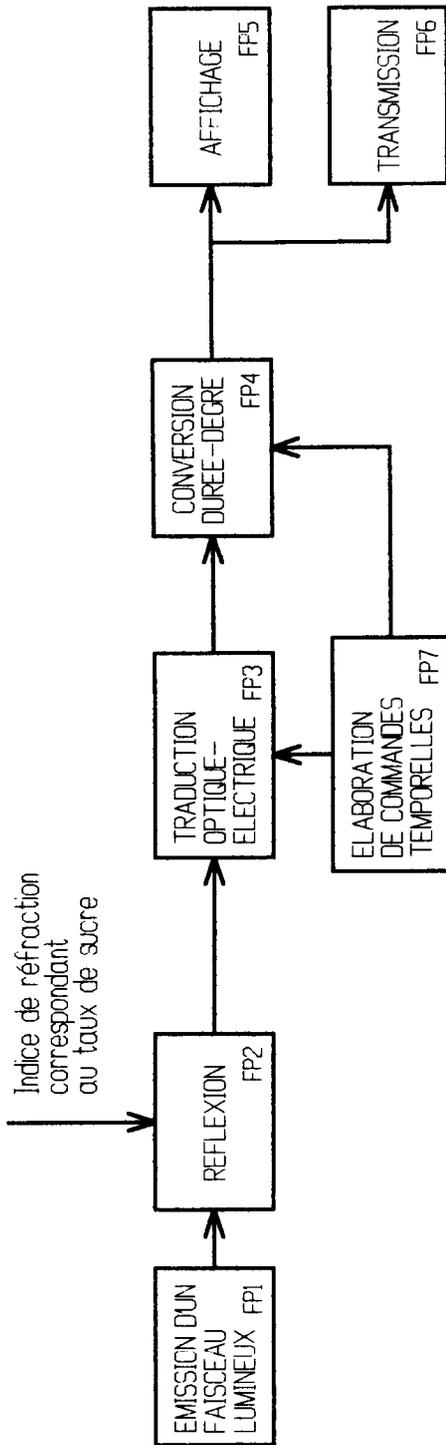
  

25 à 60/70 à 100/110 à 150	
Dc	25
Dk	Dc - 5
Df	3
Sb	H - 8
Lc	H
Lk	H/2
F	0,8
G	2,3
R	1,5
Rk	1,5
K	1,5

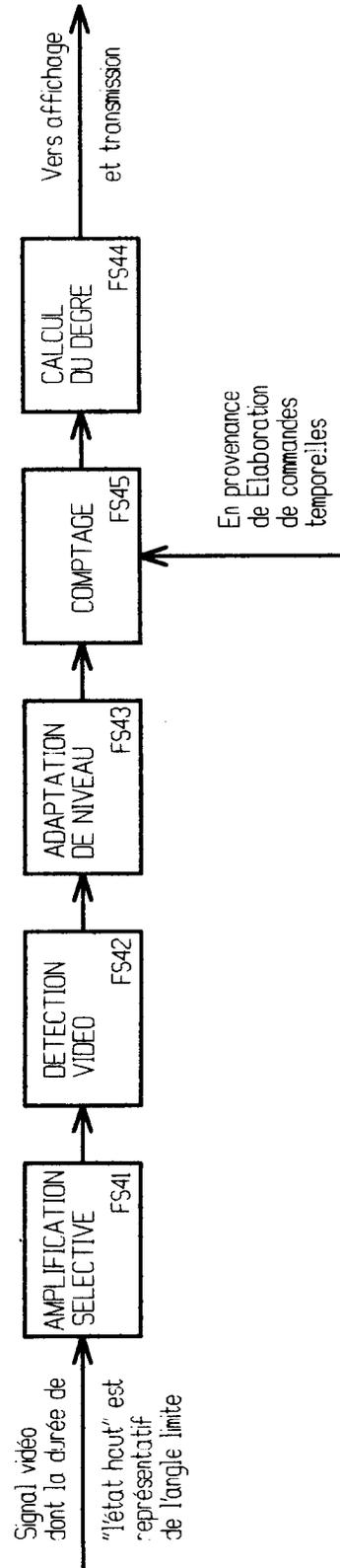
CLASSIFICATION PAR EMPLOIS			
Acier doux	Trempe dans la masse	Nitruration	Inoxydable
A 33		30 CD 12	Z 8 C 17
E 24	XC 38 H2	40 CAD 6-12	Z 2 CN 18-10
XC 10	XC 42 H2	Soudage	Z 6 CN 18-06
XC 18	XC 48 H2	E 24	Z 6 CND 17-11
Acier mi-dur	XC 55 H2	E 28	Décolletage
XC 38	Trempe superficielle	XC 18 S	AD 37 Pb
XC 42		25 CD 4 S	AD 40 Pb
XC 48	XC 42 TS	Z 6 CN 18-09	AD 50 Pb
Acier dur	Acier à ressort	Chocs	S 250 Pb
XC 65	§ 46-21	20 NC 6	S 300 Pb
XC 80	Cémentation	14 NC 11	13 MF 4
38 C 4	XC 10	30 NC 11	35 MF 6
35 CD 4	XC 18	50 CV 4	Pliage à froid
42 CD 4	20 M 5	Écrouissage	A 33
35 NCD 16	16 MC 5	Z 120 M 12	A 34
50 CV 4	20 MC 5	Acier réfractaire	E 24
Acier extra-dur	18 CD 4		E 28
100 C 6	16 NC 6	Z 30 C 13	E 36
PRIX RELATIF APPROXIMATIF <small>des matériaux à masse égale</small>			
Fonte FGL	0,6	Alliages légers	5 à 7
Acier E 24	1	Alliages de zinc	2
Aciers XC	1,7 à 2	Alliages de cuivre	6 à 20
Aciers alliés	2 à 4	Matières PS	2
Aciers inoxydables	2 à 5	plastiques ABS	4
Aciers Z 6 CND	10	PTFE	30

CHOIX D'UN PLASTIQUE EN FONCTION D'UN CRITÈRE DÉTERMINANT

Critère économique		Critère mécanique	
Prix	PP - ABS - PS - PSB - PF	Traction	UP - FV - EP - FV - PA 11 - POM - PA6/6 - PC
Transformation	PEbd - PEhd - PS - PSB - CA	Compression	EP - FV - PF - UP + FV
Usinage	PUR - PMMA - PA - PC - PP - PTFE - POM - PE	Flexion	PA 6/6 - PP - POM
Critère physique		Résilience	PEbd - PUR - PC - PEhd - PA - POM
Masse volumique	PMP - PP - PEbd - PEhd	Dureté	PF 21 - POM - PC - PA
Basse température	POM - PA - PVC	Fatigue	PP - POM - PA
Haute température	PC - PP	Critère électrique	
Rigidité	PS - PMMA - PP	Isolément	PA 6/6 - PA11
Souplesse	PVCP - PEbd - PP	Rigidité électrique	PA11 - PA 6/6 - PVC - PP - PEbd - PS
Dilatation	SI + FV - PF - EP + FV	Présence d'arcs	PMMA - POM - PTFE
Transparence	PMMA - PC - PS - SAN - CA	Critère chimique	
Coloration	ABS - PMMA	Alimentarité	PEbd - PEhd - PVC
Aspect	SAN - ABS - CA - PMMA	Acide	PVC - PTFE
Isolant thermique	PS expansé - PUR alvéolaire	Base	ABS - PP - PS - SAN - PMMA - PA - PVC - POM..
Tenue aux ultraviolets	PMMA	Solvant organique	EP - PF - UP - PTFE - POM
Absorption d'eau	PTFE - PEhd - PEbd - PP - PS	Critère technologique	
Retrait	UP - EP - PVC - PS - SAN - PA11	Stabilité dimensionnelle	PTFE - PEbd - PEhd - PP - PS - SAN - PVCU
		Frottement	PTFE - PP - PA
		Usure	POM - PA 6/6 - PA11



SCHEMA FONCTIONNEL DE DEGRE 1 DE L'ACTIGRAMME A3



SCHEMA FONCTIONNEL DE DEGRE 2 DE LA FONCTION CONVERSION DUREE-DEGRE FP4