

# MENTION COMPLÉMENTAIRE

## Maintenance des installations oléohydrauliques et pneumatiques

Épreuve : E1 - Analyse et compréhension d'un système

Durée : 2 h  
Coefficient : 2

L'épreuve a pour support un dossier technique  
relatif à un système mécanique automatisé

Ce sujet comporte : 21 pages

- Dossier présentation .....feuille 1/21
- Dossier technique.....feuilles 2/21 à 12/21
- Dossier questions-réponses (à rendre par le candidat) feuilles 13/21 à 21/21

***Le dossier questions-réponses est à rendre impérativement, même s'ils n'ont pas été complétés par le candidat. Ils ne porteront pas l'identité du candidat. Ils seront agrafés à une copie d'examen par le surveillant.***

Une calculatrice de poche à fonctionnement autonome, sans imprimante et sans aucun moyen de transmission, à l'exclusion de tout autre élément matériel ou documentaire

(circulaire n° 99-186 du 16 novembre 1999 ; B.O.E.N. n° 42)

## PRESSE A INJECTER LES MATIÈRES PLASTIQUES

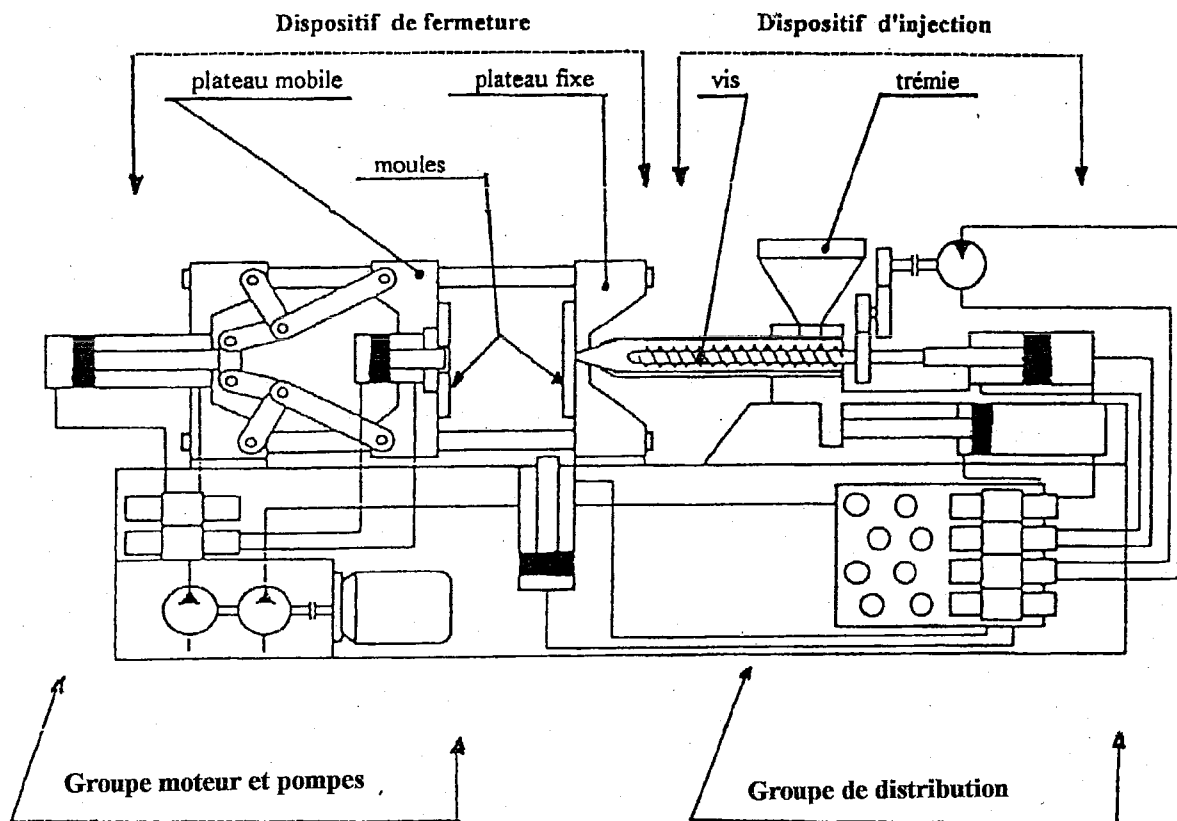
Une entreprise spécialisée dans l'injection de matières plastiques est implantée dans le centre de la France.

Elle réalise diverses pièces en sous-traitance pour l'industrie automobile.

La presse représentée ci-dessous sert à mouler des capots de filtre à air.

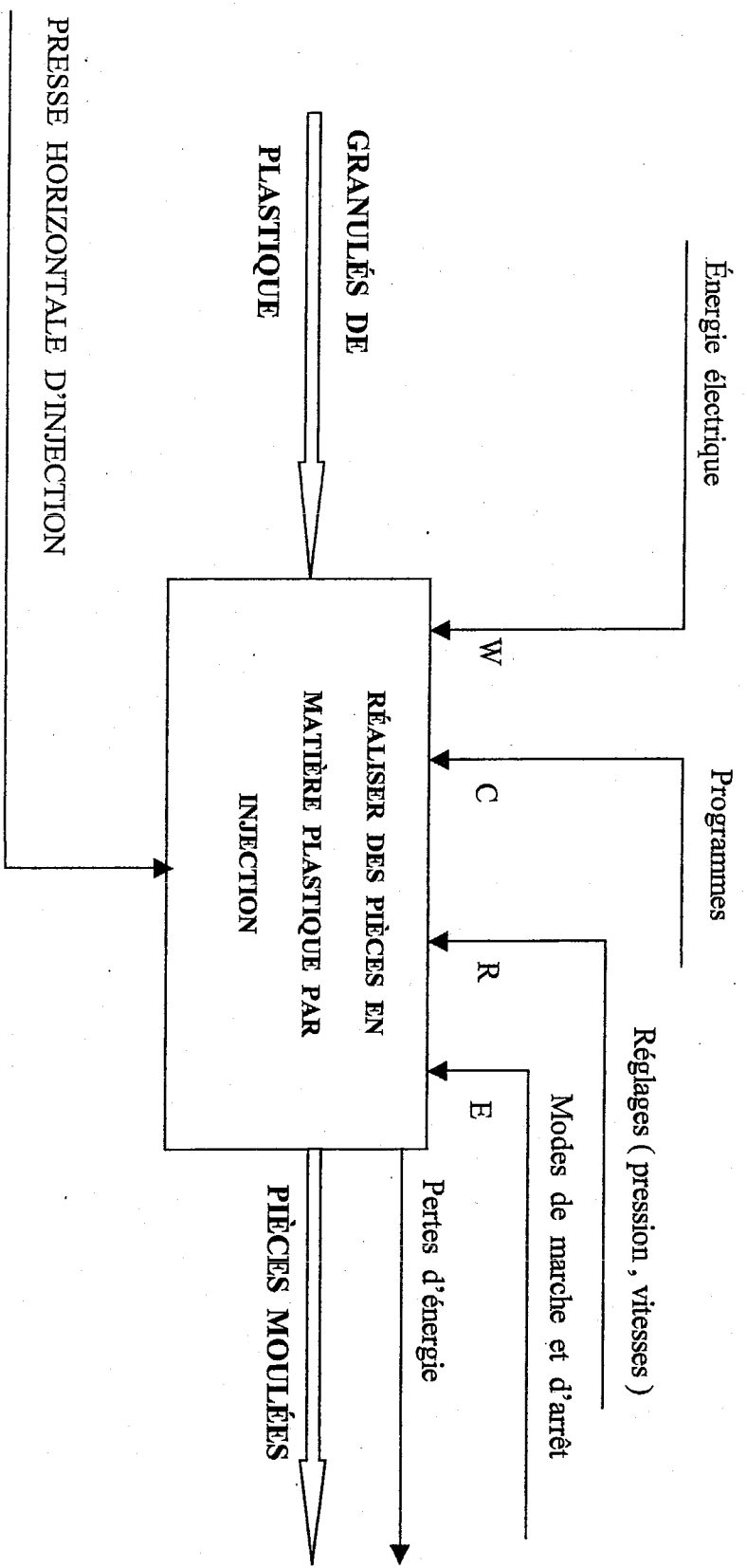
Cette presse comporte quatre parties :

- Le dispositif de fermeture des moules
- Le dispositif d'injection
- Le groupe moteur pompes
- Le groupe de distribution



## PRÉSENTATION DU THÈME

### ANALYSE SYSTÉMIQUE : Niveau A0



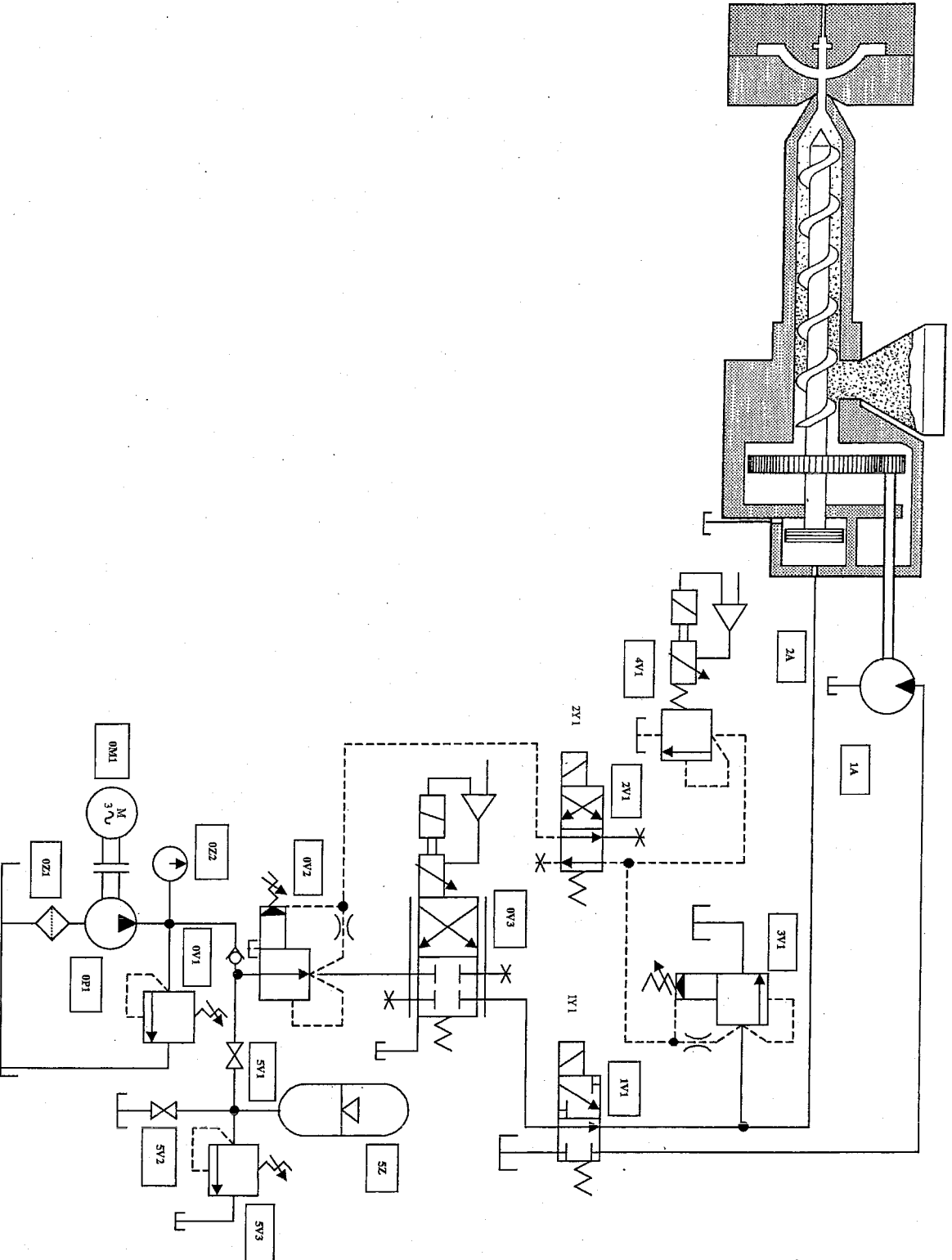
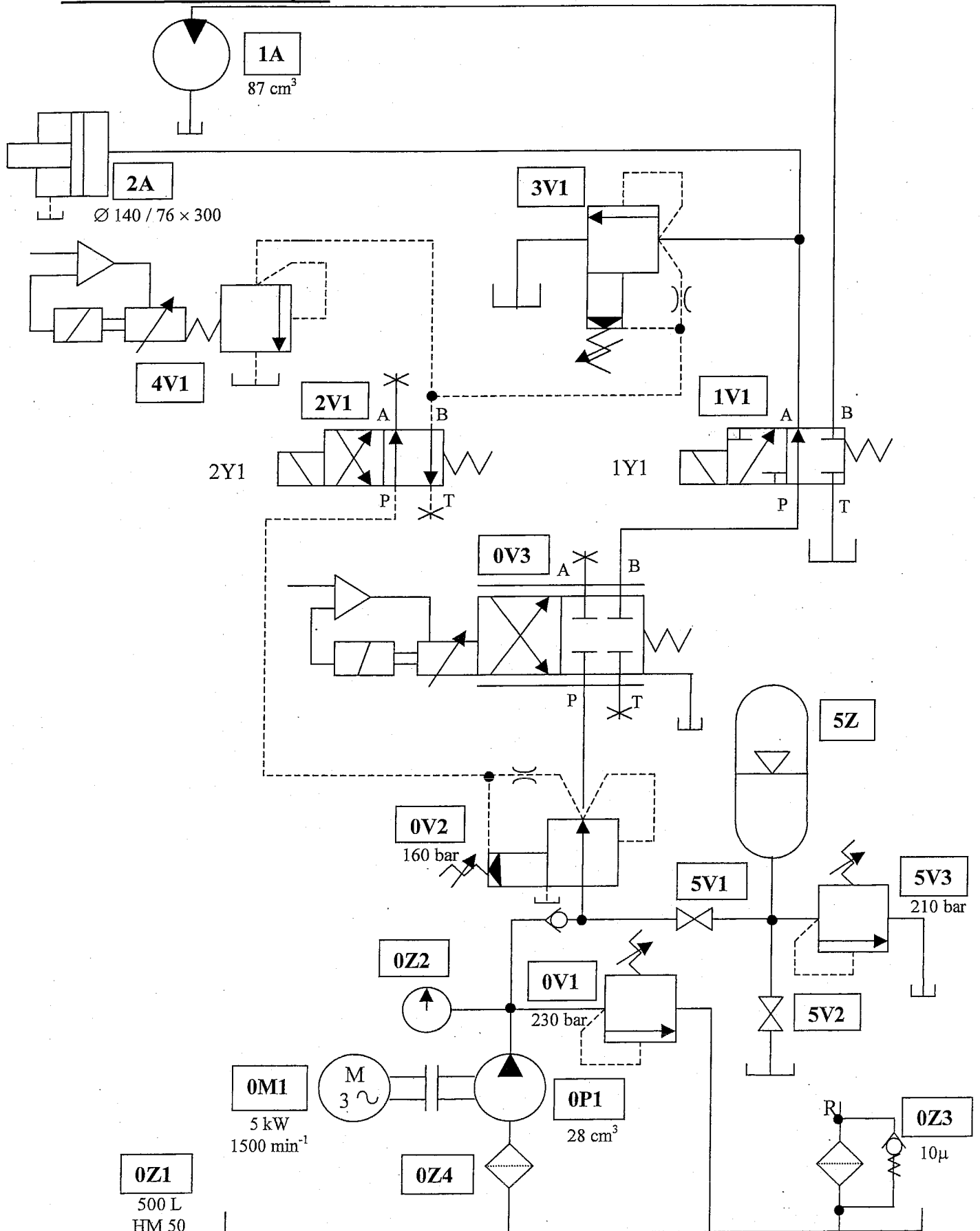


SCHÉMA HYDRAULIQUE



## COÛT DE MAINTENANCE

Presse à injecter les matières plastiques

<b>ATELIER PRESSE A INJECTER</b>		<b>SERVICE MAINTENANCE</b>					
<b>COMPTE RENDU</b>				N° OT : 110			
Désignation Presse à injecter		Marque Engel					
N° PH : 10	DÉSIGNATION DE LA PHASE Remplacement de la vessie de l'accumulateur 5Z	Temps Prévu 4 h 30	Temps Passé 4 h	Temps Immob 5 h 30			
Main d'oeuvre		Pièces		Divers			
Spéc	T passé	Taux MO	Total	N° com	P total	Désignation	
Maint	4 h	45,73 €	182,92 €	Kit de remplacement	659,04 €	Colle d'étanchéité Azote Chiffons	
		1=	182,92 €	2=	659,04 €	3=	
<b>MONTANTS</b>						<b>62,81 €</b>	

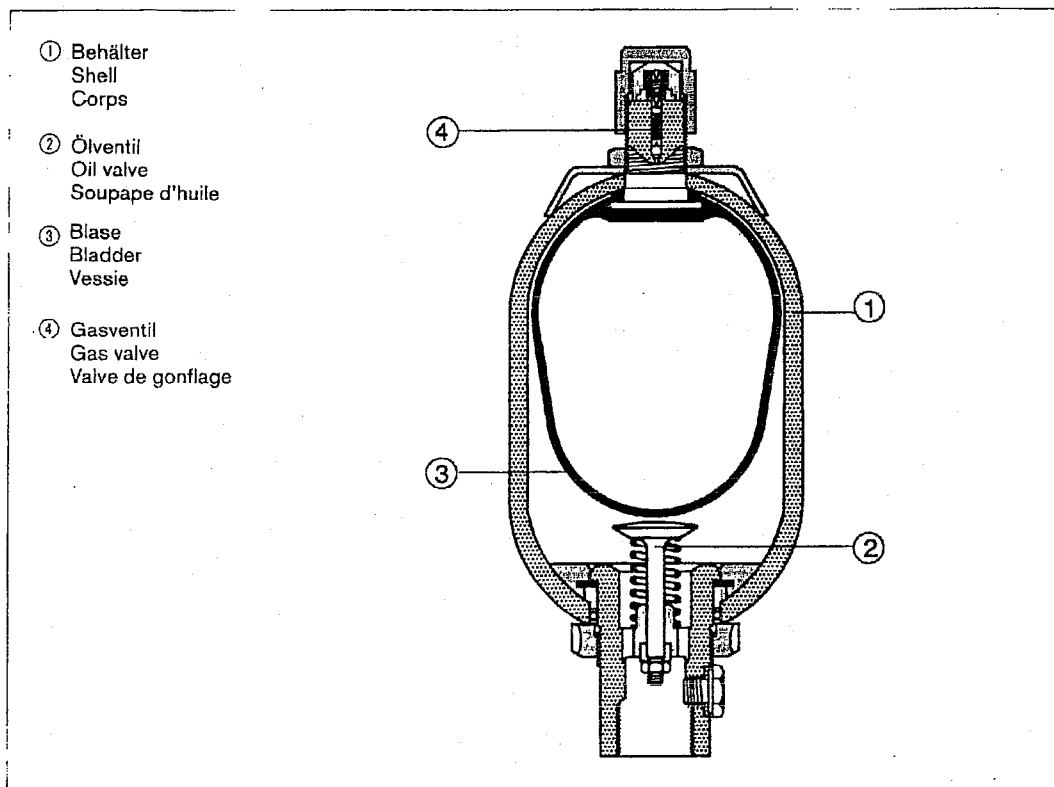
**COÛT DE MAINTENANCE (1 + 2 + 3) = 904,77 €**

Speicher / Accumulators / Accumulateurs

Hydropneumatische  
Blasenspeicher

Hydro-pneumatic  
bladder-type  
accumulators

Accumulateurs  
hydropneumatiques  
à vessie



Programmübersicht	Product range	Gamme des produits					
Nennvolumen Nominal volume Volume nominal	[l]	1	4	10	20	35	50
effektives Gasvolumen Effective gas volume Volume de gaz effectif	[l]	1,0	3,5	9,5	17,5	33,5	48,5
max. zul. Betriebsdruck max. working pressure Pression de service maxi	[bar]	160	50	-	-	-	-
		-	250	207	207	207	207
		330	330	330	330	330	330

Speicher / Accumulators / Accumulateurs

Typformel

Order code




Codification

HY/AB / 1 / 330 / 10 / M (30x1,5) / 1 / NBR / 1 / D / TÜV

① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ ⑧

- |                                                               |                                                                        |                                                                                         |
|---------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|
| ① Hydropneumatische Blasen Speicher                           | ① Hydro-pneumatic bladder-type accumulators                            | ① Accumulateurs hydro-pneumatiques à vessie                                             |
| ① Nennvolumen                                                 | ① Nominal volume                                                       | ① Volume nominal                                                                        |
| ② Max. zulässiger Druck                                       | ② Max. permissible pressure                                            | ② Pression maximale adm.                                                                |
| ③ Gas-Vorspanndruck                                           | ③ Gas pre-charge pressure                                              | ③ Pression de précharge du gaz                                                          |
| ④ Ölanschluß<br>/1 Stahl<br>/2 Stahl verzinkt (Wasserbetrieb) | ④ Oil connection<br>/1 steel<br>/2 steel, galvanized (water operation) | ④ Raccord d'huile<br>/1 en acier<br>/2 en acier galvanisé (pour fonctionnement à l'eau) |
| ⑤ Blasen-Werkstoff*                                           | ⑤ Bladder material*                                                    | ⑤ Matière de la vessie*                                                                 |
| ⑤ Behälter<br>1 unbeschichtet<br>2 beschichtet                | ⑤ Shell<br>1 uncoated<br>2 coated                                      | ⑤ Réservoir<br>1 sans revêtement<br>2 avec revêtement                                   |
| ⑦ Zulassung, Land                                             | ⑦ Approval, country                                                    | ⑦ Agrément, pays                                                                        |
| ⑧ Abnahme-gesellschaft                                        | ⑧ Approval authority                                                   | ⑧ Organismes d'homologation                                                             |


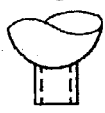

\*NBR Acrylnitril-Butadien-Kautschuk (Perbunan® Bayer)  
IIR Butyl-Kautschuk  
ECO Epichlorhydrin-Kautschuk

①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧		⑨	Références
V [l]	P <sub>max</sub> [bar]	P <sub>0</sub> [bar]							[kg]	
1	160	10	M 30x1,5	1	NBR	1	D	Hersteller <sup>1)</sup>	5	0531012514
	330		M 30x1,5	1	NBR	1	D	TÜV-BMP	5	0531012700
	330		G ¾ ISO 228	1	NBR	1	D	TÜV-BMP	5	0531012702
	330		M 30x1,5	1	IIR	1	D	TÜV	5	0531012707
	300		M 30x1,5	1	NBR	1	F	TÜV+DRIRE	5	0531012701
	300		G ¾ ISO 228	1	NBR	1	F	TÜV+DRIRE	5	0531012709
	330		M 30x1,5	1	NBR	1	P	TÜV+UDT	5	0531012706
	330		M 30x1,5	1	NBR	1	A+S	TÜV	5	0531012710
	330		G ¾ ISO 228	1	NBR	1	A+S	TÜV	5	0531012711
	330		M 30x1,5	1	NBR	1		DNV+GL	5	0531012713
4	50	10	M 40x1,5	1	NBR	1	D	Hersteller <sup>1)</sup>	12	0531013200
	250		M 40x1,5	1	NBR	1	D	TÜV-BMP	12	0531013615
	250		G 1¼ ISO 228	1	NBR	1	D	TÜV-BMP	12	0531013603

<sup>1)</sup> Manufacturer / Fabricant



Speicher / Accumulators / Accumulateurs

①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧		Références	
V [l]	p <sub>max</sub> [bar]	p <sub>o</sub> [bar]						[kg]	⊕	
20	330	10	M 50x1,5	1	NBR	1	D+A	TÜV	58	0531015700
	330		G 2 ISO 228	1	NBR	1	D+A	TÜV	58	0531015706
	330		M 50x1,5	1	IIR	1	D+A	TÜV	58	0531015723
	280		M 50x1,5	1	NBR	1	F	TÜV+DRIRE	58	0531015629
	280		G 2 ISO 228	1	NBR	1	F	TÜV+DRIRE	58	0531015636
	330		M 50x1,5	1	NBR	1	P	TÜV+UDT	58	0531015708
	330		M 50x1,5	1	ECO	1	D	TÜV	58	0531015729
	330		M 50x1,5	1	NBR	1	S	TÜV	58	0531015734
	330		G 2 ISO 228	1	NBR	1	S	TÜV	58	0531015735
	330		M 50x1,5	1	NBR	1	GB	LRIS-BS 7201	58	0531015739
	330		M 50x1,5	2	NBR	2	D+A	TÜV	58	0531015741
	207		M 50x1,5	1	NBR	1	USA	ASMEU-STAMP	62	0531015640
	314		M 50x1,5	1	NBR	1	B	APRAGAZ	58	0531015742
	330		M 50x1,5	1	NBR	1	NL	Stoomwezen	58	0531015744
	330		M 50x1,5	1	NBR	1		DNV+GL	58	0531015746*
290	M 50x1,5	1	NBR	1		LROS - Schiff	58	0531015642		
35	330	10	M 50x1,5	1	NBR	1	D+A	TÜV	90	0531015702
	330		G 2 ISO 228	1	NBR	1	D+A	TÜV	90	0531015707
	330		M 50x1,5	1	IIR	1	D+A	TÜV	90	0531015724
	280		M 50x1,5	1	NBR	1	F	TÜV+DRIRE	90	0531015611
	330		G 2 ISO 228	1	IIR	1	I	TÜV+ISPESEL	90	0531015704
	330		M 50x1,5	1	NBR	1	I	TÜV+ISPESEL	90	0531015705
	330		M 50x1,5	1	NBR	1	P	TÜV+UDT	90	0531015719
	330		G 2 ISO 228	1	NBR	1	P	TÜV+UDT	90	0531015722
	330		M 50x1,5	1	IIR	1	D+A	TÜV	90	0531015724
	330		M 50x1,5	1	ECO	1	D+A	TÜV	90	0531015730
	330		M 50x1,5	2	NBR	2	D+A	TÜV	90	0531015733
	330		M 50x1,5	1	NBR	1	S	TÜV	90	0531015736
	330		G 2 ISO 228	1	NBR	1	S	TÜV	90	0531015737
	330		M 50x1,5	1	NBR	1	GB	LRIS-BS 7201	90	0531015740
	207		M 50x1,5	1	NBR	1	USA	ASMEU-STAMP	90	0531015641
	314		M 50x1,5	1	NBR	1	B	APRAGAZ	90	0531015743
	330		M 50x1,5	1	NBR	1	NL	Stoomwezen	90	0531015745
	290		M 50x1,5	1	NBR	1		LROS - Schiff	90	0531015643
330	M 50x1,5	1	NBR	1		DNV+GL	90	0531015747*		

\* DNV-Schiffsklasse p<sub>max</sub> 208 bar

\* DNV ship class p<sub>max</sub> 208 bar

\* Catégorie navale DNV p<sub>max</sub> 208 bar

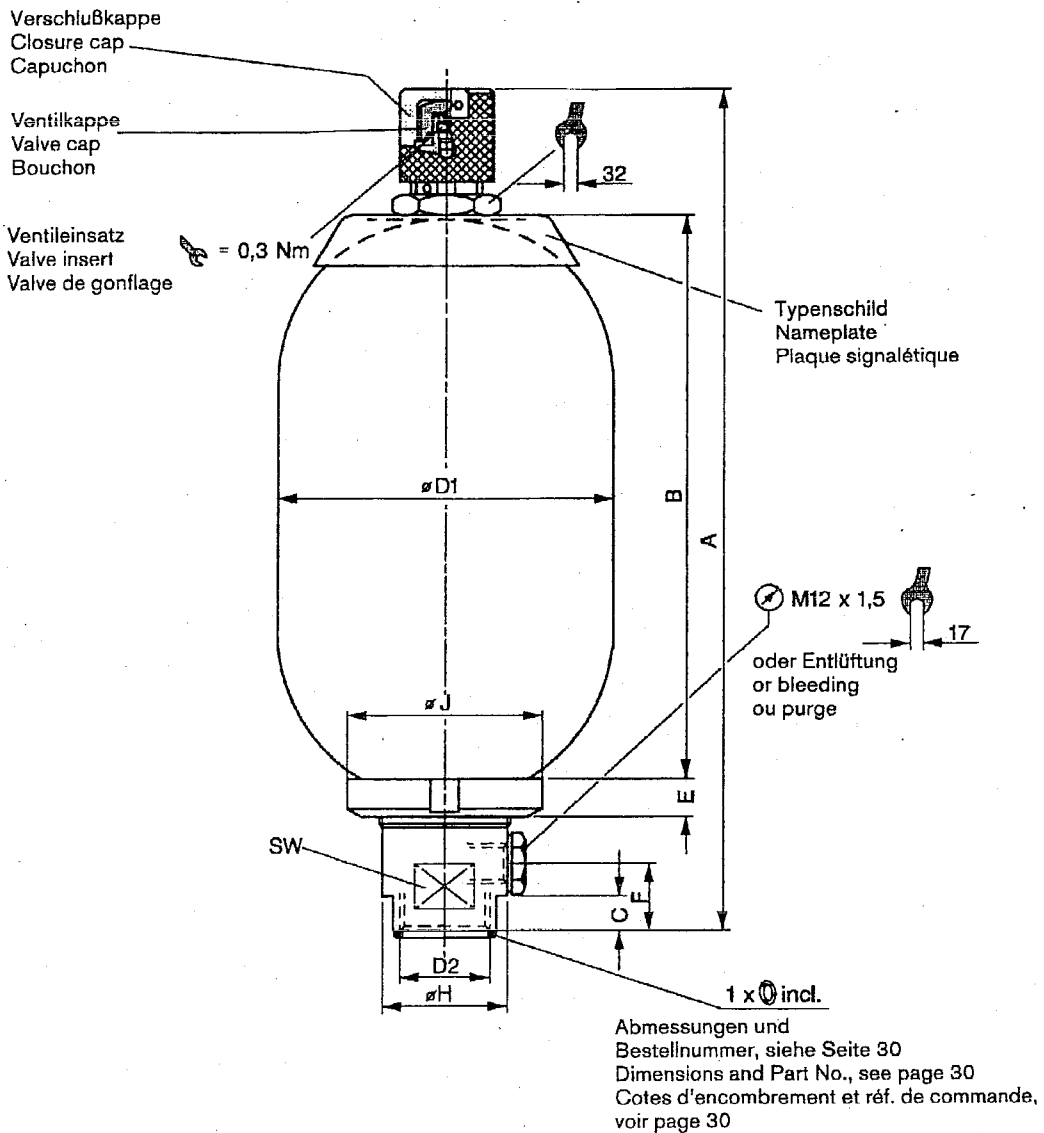
**Speicher / Accumulators / Accumulateurs**

<b>Caractéristiques selon VDI 3282</b>						
<b>Généralités</b>						
Construction	Accumulateur à vessie interchangeable					
Position de montage	de préférence à la verticale (avec raccordement en bas) ou à l'horizontale					
Mode de fixation	par colliers de serrage et chaises (Accessoires page 31)					
Température ambiante	-10 °C ... +65 °C*					
Raccordement	taraudage avec embout intermédiaire					
<b>Hydrauliques</b>						
Volume nominal [l]	1	4	10	20	35	50
Volume de gaz effectif [l]	1,0	3,5	9,5	17,5	33,5	48,5
Débit volumique maxi adm. [l/min.]	240	600	900	900	900	900
Pression maxi adm.	160	50				
		250	207	207	207	207
	330	330	330	330	330	330
Pressions de service et volume utile	voir calcul pages 5 à 12					
Fluide	huile hydraulique selon DIN 51 524 à 535, autres fluides sur demande					
Température de fluide	vessie NBR -10 °C ... +80 °C* vessie ECO -40 °C ... +80 °C* autres sur demande					
<b>Pneumatiques</b>						
Gaz de gonflage	azote exclusivement!					
Pression de gonflage	départ usine, env. 10 bar, lors de la mise en service, gonfler jusqu'à la pression calculée $p_0$					

\* la plage de température admissible indiquée dans le certificat du réservoir est également déterminante.

Speicher / Accumulators / Accumulateurs

Abmessungen  
Dimensions  
Cotes d'encombrement



Nennvolumen Nom. volume Vol. nominal [l]	Eff. Gasvolumen Eff. gas vol. Vol. de gaz eff. $V_0$ [l]	Abmessungen [mm] Dimensions [mm] Cotes d'encombrement [mm]									
		A	B	C	D 1	D 2	E	F	H	J	SW
1	1,0	290	195	15	113	siehe Seite 30	13	24	42,8	66	36
4	3,5	412	283	19	167	siehe Seite 30	15	40	59,8	86	54
10	9,5	542	408	25	223	see page 30	17	46	77,8	106	70
20	17,5	802	672	25	223	voir page 30	17	46	77,8	106	70
35	33,5	1362	1232	25	223	voir page 30	17	46	77,8	106	70
50	48,5	1872	1742	25	223	voir page 30	17	46	77,8	106	70

**FORMULAIRE**

**Force pressante**

$$F = p \times S$$

**Débit dans une conduite**

$$qv = S \times v$$

**Puissance hydraulique**

$$P = p \times qv$$

**Cylindrée d'un moteur ou d'une pompe**

$$C = \frac{qv}{n}$$

**Puissance utile d'un moteur**

$$P = 2 \pi n M$$

**Rendement d'un moteur**

$$\eta = \frac{P_u}{P_a}$$

**Equation de Bernoulli**

$$p + \frac{1}{2} \rho v^2 + \rho g z = \text{Constante}$$

**Nombre de Reynolds**

$$R_e = \frac{v \times D}{\gamma}$$

Si  $R_e < 1600$  le régime est laminaire

Si  $R_e > 2300$  le régime est turbulent

**Perte de charge dans une conduite  
cylindrique**

$$\Delta p = K \times \frac{L}{D} \times \frac{1}{2} \times \rho \times v^2$$

avec  $K = \frac{64}{R_e}$  si l'écoulement est laminaire

et  $K = \frac{0,316}{\sqrt[4]{R_e}}$  si l'écoulement est turbulent

**Transformation isotherme d'un gaz  
parfait**

$$p V = \text{Constante}$$

avec p : pression absolue

**Transformation adiabatique d'un gaz  
parfait**

$$p V^\gamma = \text{Constante}$$

avec p : pression absolue

**QUESTIONNAIRE**

La direction technique de l'entreprise a demandé au service maintenance d'améliorer le dispositif de malaxage et d'injection de la presse suite à des dysfonctionnements de l'accumulateur.

**ÉTUDE DU DISPOSITIF D'INJECTION :**

1- A partir du dossier technique (schéma hydraulique DT page 4/21 ), donner la désignation des éléments repérés :

<b>Repères</b>	<b>Désignations</b>
<b>OV3</b>	
<b>4V1</b>	
<b>0V2</b>	
<b>3V1</b>	
<b>2V1</b>	
<b>1V1</b>	

**Barème : 6 pts / 60**

2- A partir du dossier technique (schéma hydraulique DT pages 3/21 et 4/21 ), compléter le déroulement du fonctionnement de la phase d'injection :

21. Le mouvement de rotation de la vis fait descendre les granulés de plastique qui se trouvent dans la trémie.

Sous l'effet de la chaleur, ces granulés se plastifient.

La bobine 1Y1 est alors alimentée, le distributeur 1V1 est passant de P vers B.

La vitesse de rotation de la vis, entraînée par le moteur hydraulique 1A est réglée par :

RÉPONSE : \_\_\_\_\_

22. Au fur et à mesure du remplissage de la matière plastique, la vis est repoussée vers la droite.

Le vérin d'injection refoule son huile par :

RÉPONSE : \_\_\_\_\_

23. Quel appareil règle l'ouverture de 3V1 ?

RÉPONSE : \_\_\_\_\_

Cette pression pré-réglée est nommée « contre-pression ».

24. Le distributeur 2V1 est dans la position du schéma. (P vers A fermé, B vers T fermé)  
Dans la phase suivante, la masse plastifiée est injectée dans le moule sous l'effet de la vis. Pour cela, le vérin 2A reçoit de l'huile sous pression.

Cette pression d'injection est réglée par :

RÉPONSE : \_\_\_\_\_

25. Lors de cette pression d'injection, le distributeur 2V1 passe en position P vers B, A et T fermés (bobine 2Y1 alimentée), le distributeur 1V1 passe en position P vers A, B et T fermés (bobine 1Y1 non alimentée).

La vitesse d'injection est réglée par :

RÉPONSE : \_\_\_\_\_

EXPLOITATION DES DONNÉES TECHNIQUES DU SYSTÈME DE MALAXAGE  
( Voir DOSSIER TECHNIQUE Page 11 / 21 )

3- Le moteur hydraulique reçoit un débit  $q_v = 20$  L/min sous une pression  $p = 90$  bar .

31. Calculer sa puissance absorbée  $P_a$ .

.....  
.....

Les fuites internes dans le moteur sont estimées à 0,8 L/min.

32. Calculer son débit utile et son rendement volumétrique.

.....  
.....

La cylindrée du moteur hydraulique est  $C = 87$  cm<sup>3</sup>.

33. Calculer sa vitesse de rotation  $n$  en tr/min.

.....

On prendra pour la suite  $P_a = 3000$  W et  $n = 220$  tr/min.

En tenant compte de pertes mécaniques le rendement global du moteur hydraulique est 0,85.

Le réducteur de vitesse de rendement mécanique 90% a un rapport de réduction égal à  $\frac{1}{4}$ .

34. Calculer en tr/min la vitesse de rotation  $n'$  de l'arbre qui entraîne la vis de malaxage.

.....

35. Calculer  $P_u$  la puissance utile au malaxage.

.....

36. Calculer le moment du couple de l'arbre d'entraînement de la vis de malaxage en prenant  $P_u = 2300$  W . On donnera le résultat en Nm arrondi à l'unité.

.....

.....

37. Que risque-t-il de se produire dans le cas d'une panne significative du système de chauffage des granulés de plastique si un limiteur de couple n'est pas prévu pour ce type de défaillance ?

.....

.....

MAINTENANCE DE L'ACCUMULATEUR :

4. DISPOSITIONS LÉGALES :

41. L'accumulateur doit subir périodiquement un contrôle de pression à une pression d'épreuve de 375 bars, réglementation nationale, ordonnance des réservoirs sous pression contrôlée par la DRIRE ( Direction Régionale de l'Industrie et de la Recherche et de l'Équipement )

Pour cela, le service maintenance doit enlever la vessie de l'accumulateur qui ne peut supporter une pression si importante.

Avant de démonter cette vessie, une procédure doit être utilisée afin d'effectuer le travail en toute sécurité.

En utilisant le schéma hydraulique ( DT page 4/21 et 6/21), on vous demande d'énumérer les opérations à effectuer pour sortir ensuite la vessie en toute sécurité et d'expliquer chaque opération.

N° opérations	Travail à effectuer ou explication
1	Arrêter et consigner le groupe moto-pompe
2	
3	
4	
5	

42. Lors du remontage de la vessie après le contrôle de l'accumulateur à la pression d'épreuve de 375 bars, l'opérateur de maintenance a déchiré cette vessie et doit commander un kit de remplacement.

Il relève la codification inscrite sur l'accumulateur :

HY / A / 35 / 280 / 10 / M(50x1.5) / 1 / NBR / 2 / F / TUV+DRIR

Barème : 6 pts / 60



On vous demande d'expliquer chaque partie de la désignation en vous aidant du Dossier Technique :

HY / A B: \_\_\_\_\_

35 : \_\_\_\_\_

280 : \_\_\_\_\_

10 : \_\_\_\_\_

M(50 x 1,5) / 1 : \_\_\_\_\_

NBR : \_\_\_\_\_

2 : \_\_\_\_\_

F : \_\_\_\_\_

TÜV+ DRIRE : \_\_\_\_\_

43. En vous servant de la documentation du dossier technique , on vous demande de donner la référence constructeur de l'accumulateur sachant que la pression de service est de 160 bars et que l'agrément a été donné par la DRIRE (Direction Régionale de l'Industrie de la Recherche et de l'Équipement).

*RÉPONSE* : \_\_\_\_\_

**CALCUL D'UN COÛT DE DÉFAILLANCE :**

5- L'intervention du service maintenance sur l'accumulateur a nécessité une immobilisation de la presse pour une durée de 5 h 30 min .

Sachant que :

- le coût de la pièce moulée est de 4 €
- la cadence de production des pièces plastiques est de 1 pièce / minute ,
- l'opérateur touche 8 €/heure et que les charges patronales sont de 40 % ,
- le rebut de matière première est nul,
- le coût d'amortissement de la presse à injecter est de 80,84 €/jour et que cette presse travaille 16 heures par jour .

On vous demande de calculer le coût de défaillance correspondant au test d'épreuve et au remplacement de la vessie de l'accumulateur 5Z ( mettre les résultats des calculs dans la colonne **Réponses** ) .

**Réponses**

Coût de remise en état +	Voir dossier technique ( DT page 5/22 )	
Coût de production non réalisée +	330 pièces à 4 €	
Coût de main-d'œuvre inactive +	5 h 30 min d'ouvrier spécialisé à 8 €/heure + charges patronales	
Coût de rebut de matière première +	Rebut nul	
Coût d'amortissements non réalisés		

**COÛT DE DÉFAILLANCE = \_\_\_\_\_ €**

EXPLOITATION DES DONNÉES TECHNIQUES DE L'ACCUMULATEUR :

6- L'accumulateur hydraulique de 35 L est gonflé en azote avant la mise en service.

On donne la pression initiale de gonflage  $p_0 = 145$  bars relatifs.

La pression minimale de service est  $p_1 = 160$  bars relatifs.

La pression maximale de service est  $p_2 = 250$  bars relatifs.

61. Calculer le volume d'huile emmagasiné par l'accumulateur à la pression maximale de service  $p_2$ .

On supposera que l'azote subit une compression adiabatique pour laquelle

$p V^{1,4} = \text{Constante}$  où  $V$  désigne le volume de l'azote et  $p$  sa pression absolue.

.....

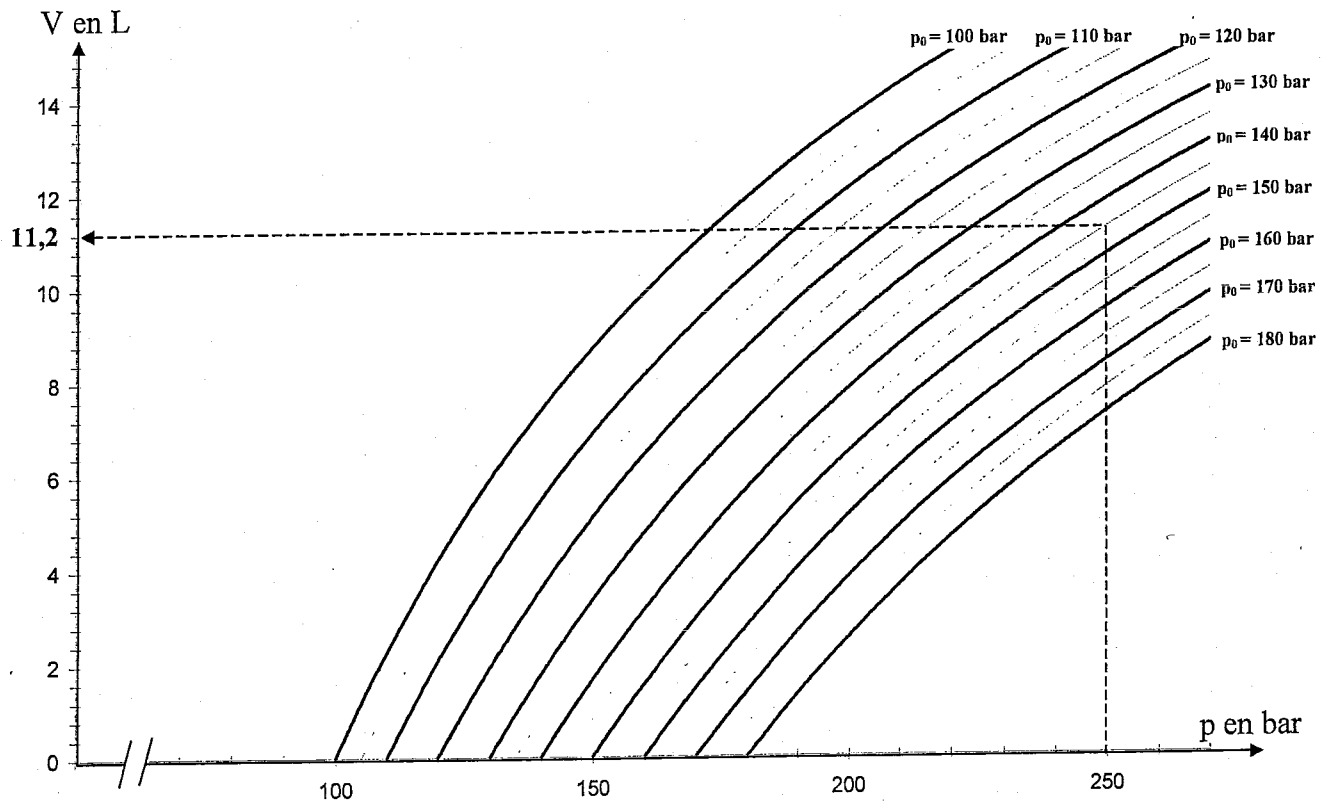
.....

.....

.....

62. L'abaque ci-dessous pour l'accumulateur de 35 L permet de déterminer le volume  $V$  en litres de l'huile emmagasinée en fonction de la pression relative  $p$  en bars pour différentes pressions initiales de gonflage ( $p_0$  de 100 à 180 bars).

Déterminer en utilisant l'abaque le volume d'huile  $\Delta V$  que peut restituer l'accumulateur entre  $p_2$  et  $p_1$ . On laissera les tracés apparents.

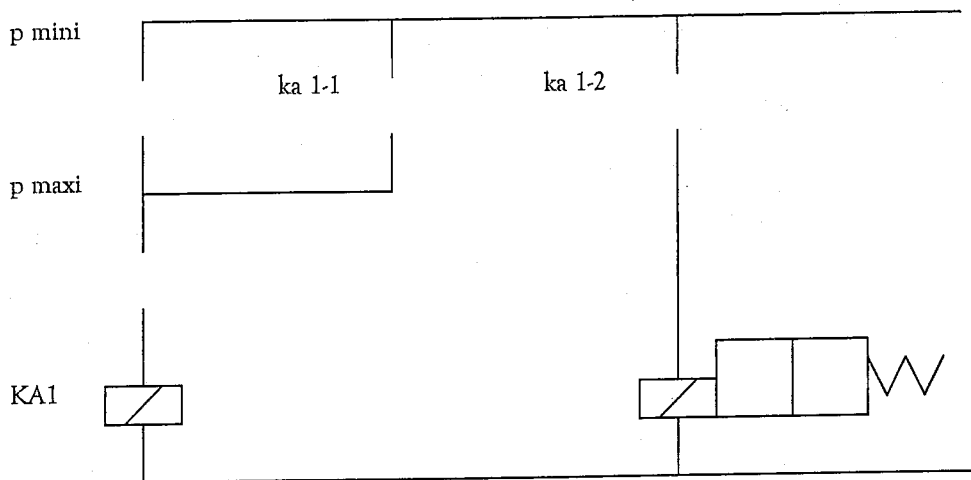


MODIFICATION DES SCHÉMAS CONFORMÉMENT AU CAHIER DES CHARGES  
( Voir DOSSIER TECHNIQUE Page 4/21 )

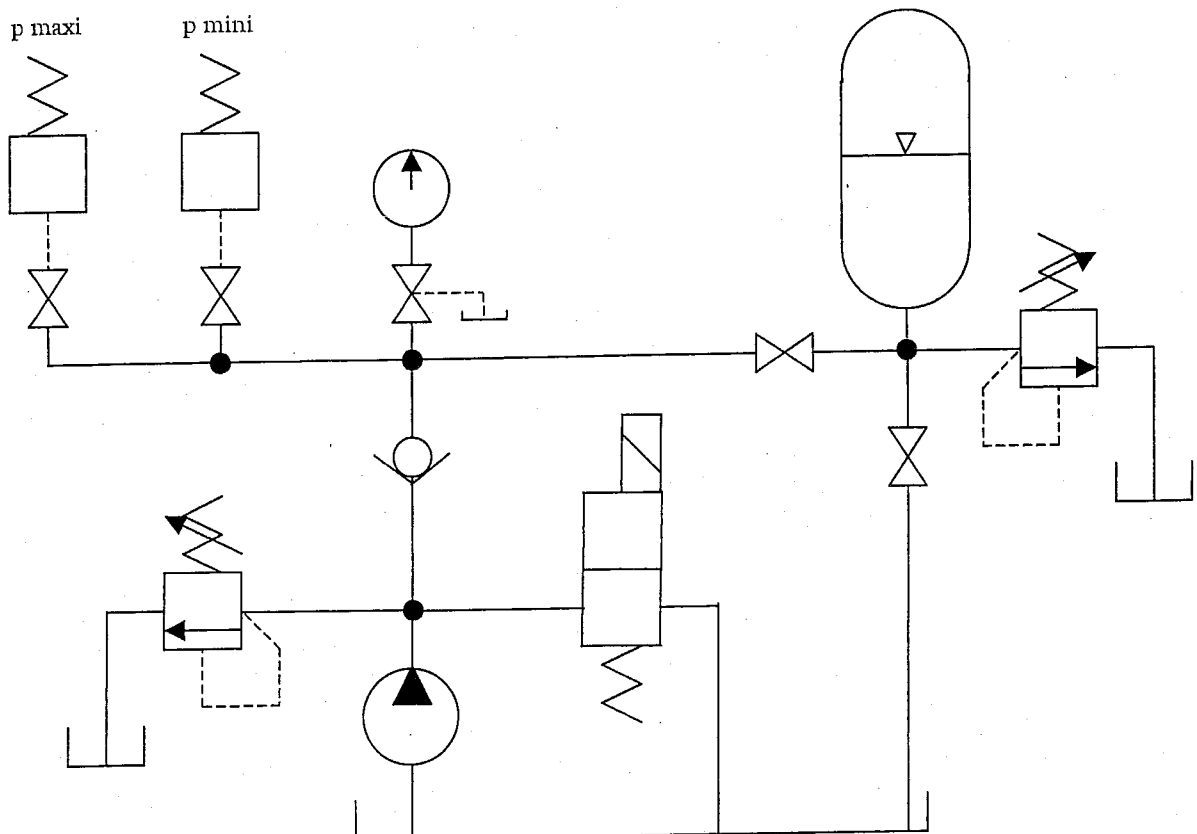
7 - Le service de maintenance doit apporter une modification afin que la pompe soit mise hors circuit lorsque l'accumulateur est plein afin d'éviter des pertes d'énergie. Cela se réalise à l'aide d'un électro-distributeur 2 / 2 monostable piloté par 2 pressostats TOR l'un pour la pression mini ( p mini ) et l'autre pour la pression maxi ( p maxi ) .

On vous demande de compléter les schémas électrique et hydraulique ci-dessous afin d'assurer le fonctionnement décrit

**SCHÉMA ÉLECTRIQUE :**



**SCHÉMA HYDRAULIQUE :**



RÉGLAGE DE LA PRESSION D'ALIMENTATION DU MOTEUR HYDRAULIQUE  
( Voir DOSSIER TECHNIQUE Page 11 / 21 )

8 – Suite à son intervention de maintenance l'opérateur procède au réglage de la pression nécessaire au malaxage.

La pression d'alimentation du moteur hydraulique doit être 90 bars.

Le distributeur 1V1 provoque une perte de charge de 2 bars.

Le limiteur de débit proportionnel 0V3 provoque une perte de charge de 7 bars.

Le réducteur de pression piloté 0V2 provoque une perte de charge de 20 bars.

L'huile qui alimente le moteur hydraulique a une viscosité de 50 cSt et une masse volumique de 0,8 kg/l.

Le débit dans la canalisation de longueur 8 m et de diamètre intérieur 10 mm qui alimente le moteur hydraulique est 20 l/min.

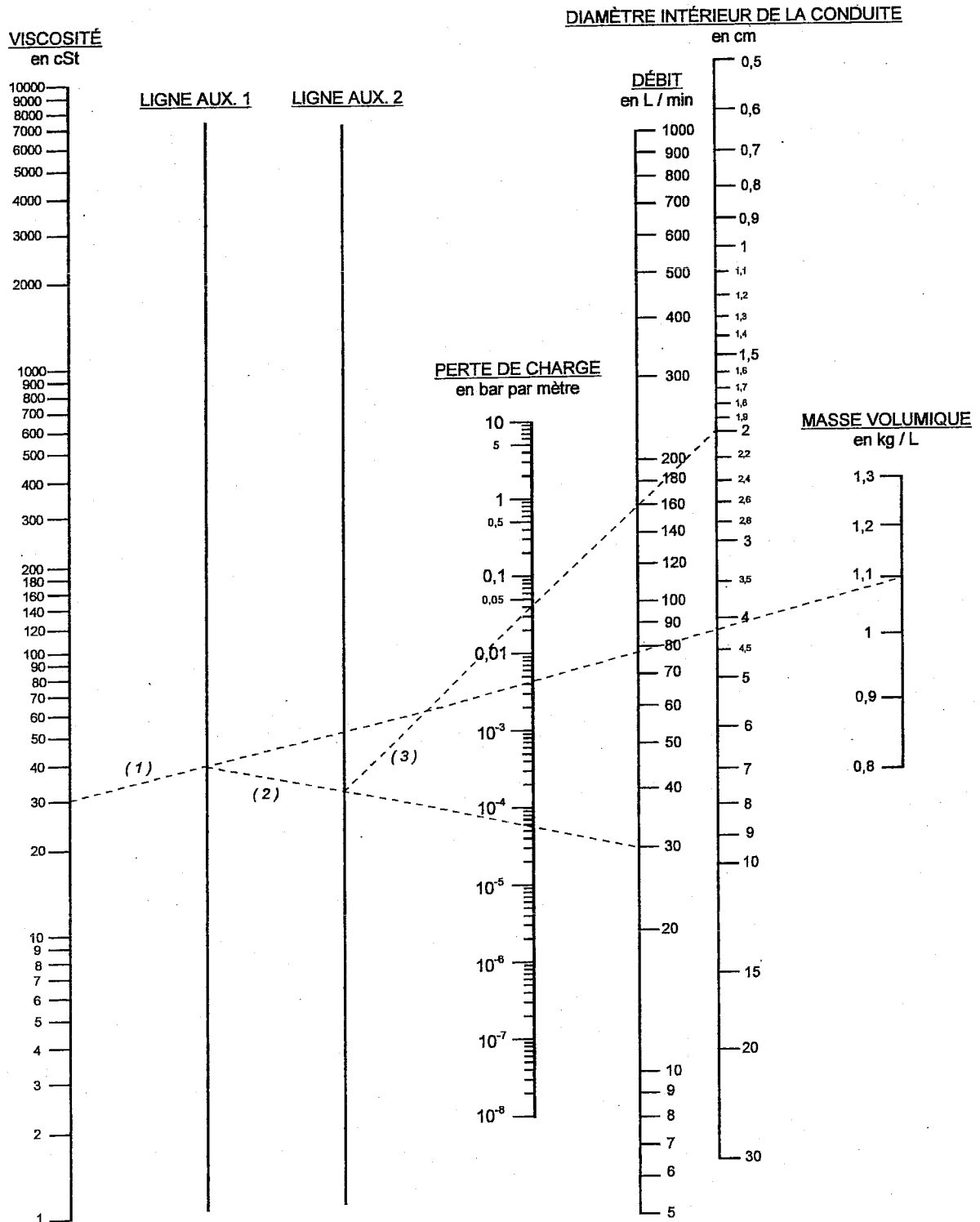
81. Déterminer en utilisant l'abaque ( page 15 ) la perte de charge due à la canalisation.  
On laissera les constructions apparentes.

.....  
.....

82. Quelle pression doit indiquer le manomètre 0Z2 pour que la pression d'alimentation du moteur soit effectivement 90 bars ?

.....  
.....

DÉTERMINATION DE LA PERTE DE CHARGE DANS LES CONDUITES CYLINDRIQUES RECTILIGNES



Exemple de lecture en pointillé :

- Tracé de la droite ( 1 ) : viscosité 30 cSt – masse volumique 1,1 kg / L
- Tracé de la droite ( 2 ) : ligne auxiliaire 1 – débit 30 L / min
- Tracé de la droite ( 3 ) : ligne auxiliaire 2 – diamètre intérieur de la conduite 2 cm
- Lecture de la perte de charge : 0,04 bar par mètre de conduite.