

MENTION COMPLEMENTAIRE

Réalisation de circuits oléohydrauliques et pneumatiques

Session 2003

E1 – (U1) Epreuve d'analyse et de mécanique appliquée

L'utilisation de la calculatrice est autorisée

Durée : 2 heures
Coefficient : 2

Le sujet comprend :

1 feuille de présentation du thème	2/12
3 feuilles de sujet	3/12, 4/12, 5/12
1 document réponse DR1	6/12
6 feuilles d'annexes	7/12 à 12/12

Tous les calculs doivent être présentés sur une feuille de copie.

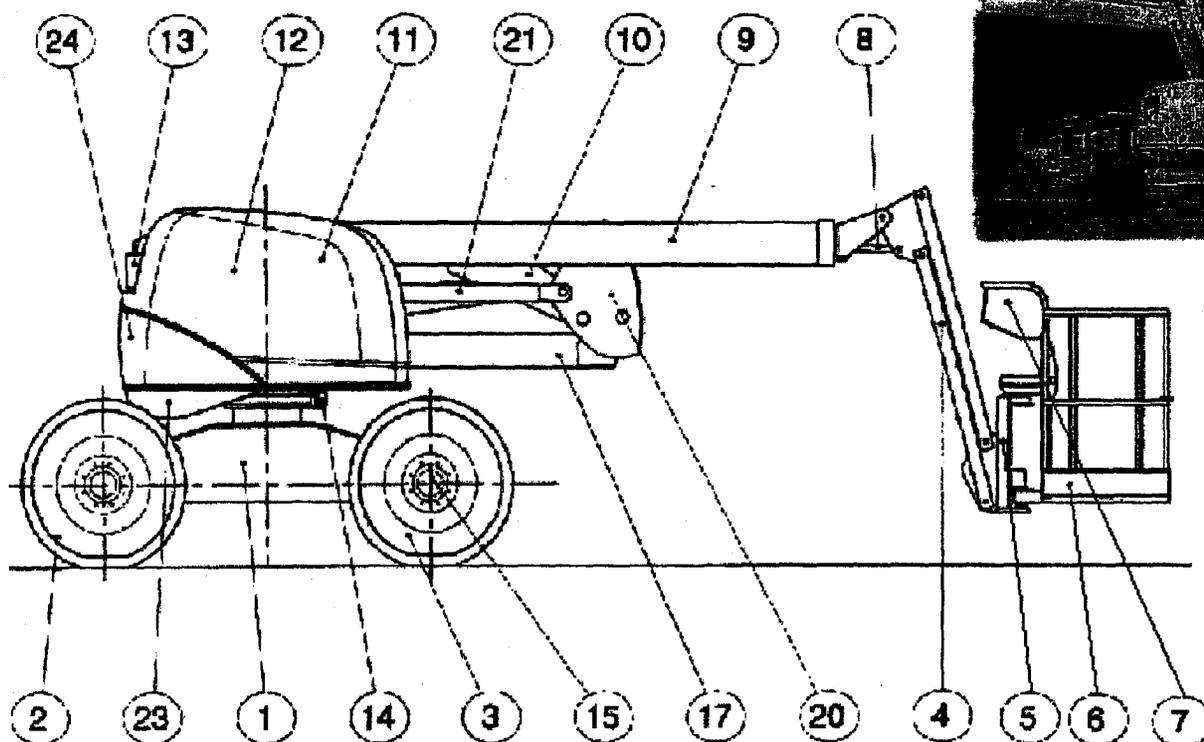
Tous les documents sont à rendre.

Groupement inter académique II	Session 2003	Code 30464		
Examen et spécialité	Mention Complémentaire Réalisation de Circuits Oléohydrauliques et Pneumatiques			
Intitulé de l'épreuve	EPREUVE E1 – (U1) : ANALYSE et MÉCANIQUE APPLIQUÉE			
Type SUJET	Facultatif : date et heure	Durée 2 heures	Coefficient 2	N° de page / total S 1/12

Présentation du thème

Nacelle automotrice

La nacelle automotrice est conçue pour tous travaux en hauteur.
Le poste principal de conduite se trouve dans la nacelle.



- | | |
|---|---|
| 1. châssis roulant | 11. tourelle |
| 2. roues motrices et directrices | 12. capots |
| 3. roues directrices | 13. support flèche |
| 4. pendulaire | 14. couronne d'orientation |
| 5. support de nacelle avec limiteur de charge | 15. moteurs hydrauliques de translation + réducteur |
| 6. nacelle | 17. bras inférieur |
| 7. pupitre de commande nacelle | 20. pièce de liaison |
| 8. vérin récepteur de compensation | 21. tirant inférieur |
| 9. flèche deux éléments | 23. contre-poids inférieur |
| 10. bras supérieur | 24. contre-poids supérieur |

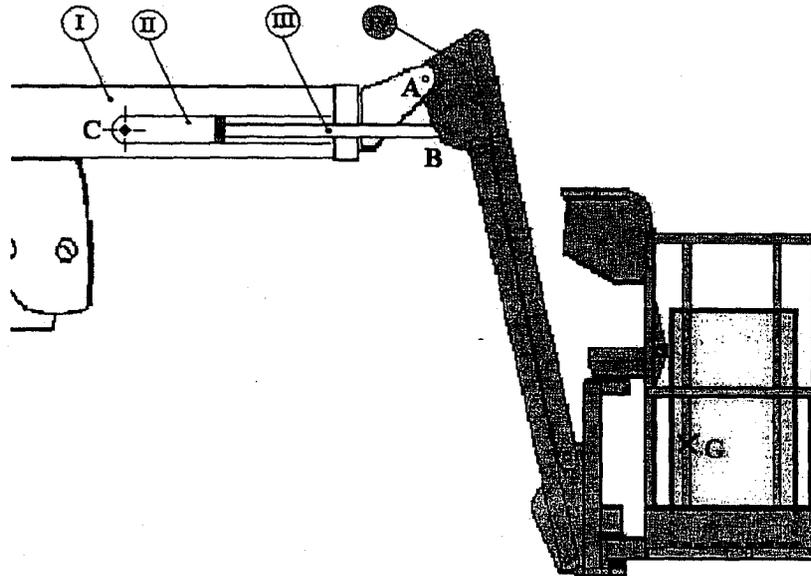
Examen et spécialité	Mention Complémentaire Réalisation de Circuits Oléohydrauliques et Pneumatiques	Rappel codage 30464
Intitulé de l'épreuve	EPREUVE E1 - (U1) : ANALYSE et MÉCANIQUE APPLIQUÉE	N° de page S 2 / 12

Thème étudié :

La compensation de la nacelle

Afin de vérifier les performances du système de compensation dans une position donnée, la nacelle est équipée d'une charge de 250 kg.

La masse de l'ensemble IV est de 100 kg. Le centre de gravité de l'ensemble IV avec la masse (ensemble grisé) est au point G. On prendra $g = 9,8 \text{ m/s}^2 \text{ (N/kg)}$



1 : Recherche de l'action exercée sur le vérin par la nacelle

(les tracés ainsi que les réponses seront portés sur le document réponse DR1 (page S6/12)).

- 1.1. Tracez la direction de l'action mécanique exercée par le vérin sur l'ensemble grisé. (2 points)
- 1.2. Déterminez les caractéristiques du poids exercé en G sur l'ensemble grisé.
Faites le tracé sur la figure (Echelle : 10 daN=1mm). Voir tableau DR1 page S6/12. (3 points).
- 1.3. L'ensemble grisé est soumis à 3 forces exercées aux points A, B et G.
Pour obtenir les caractéristiques de l'action exercée par le vérin :
 - 1.3.1. Déterminer graphiquement le point d'intersection I des trois droites d'action.
Sur DR1 page S6/12 (2 points)
 - 1.3.2. Construire le dynamique des forces à partir du point I. Sur DR1 page S6/12 (3 points)
 - 1.3.3. Compléter le tableau de la page S6/12. (3 points)
- 1.4. A laquelle de ces sollicitations la tige du vérin est-elle soumise : flexion, extension, compression, torsion ? réponse tableau DR1 page S6/12 (2 points).

2 : Détermination du diamètre d'alésage du vérin.

(les réponses seront portées sur une copie. Vous veillerez à bien reporter le numéro de la question)

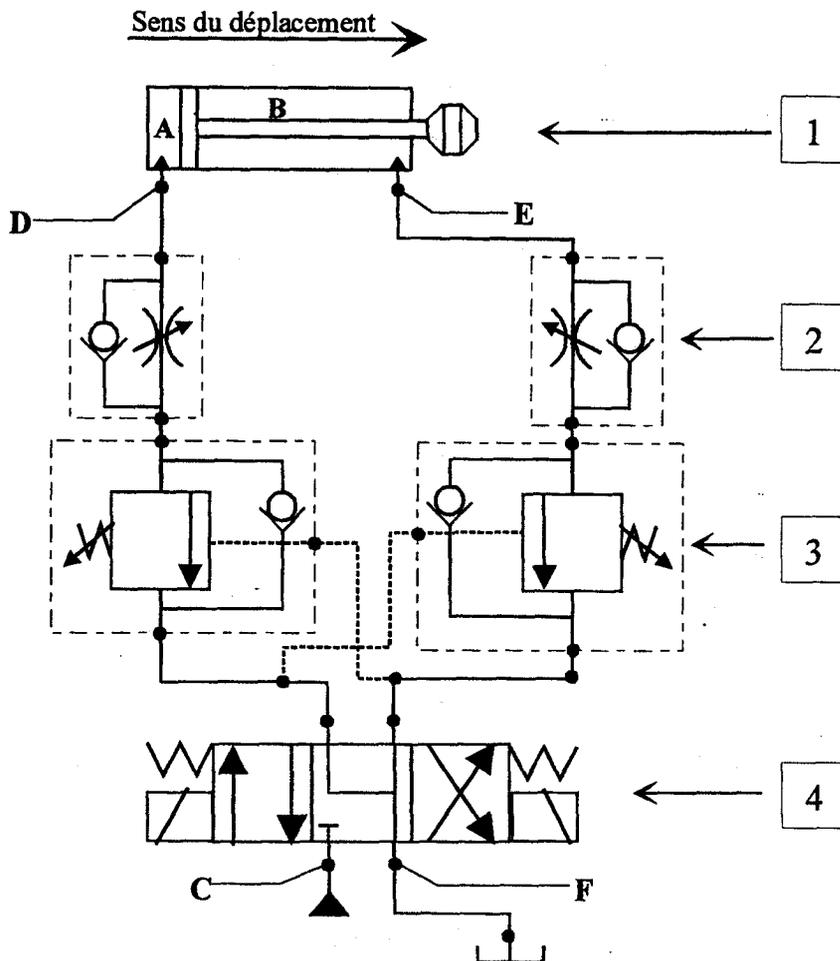
Pour cette question, on prendra l'action exercée par l'ensemble sur la tige du vérin $\left\| \vec{B}_{IV/III} \right\| = 1700 \text{ daN}$.

La pression disponible est de 8 MPa. Déterminez par calcul le diamètre minimum, D_{mini} , du vérin, dans le cas où il n'y aurait pas de contre-pression. (4 points)

Examen et spécialité	Mention Complémentaire Réalisation de Circuits Oléohydrauliques et Pneumatiques	Rappel codage 30464
Intitulé de l'épreuve	EPREUVE E1 (U1) : ANALYSE et MÉCANIQUE APPLIQUÉE	N° de page S 3 / 12

3 : Calculs hydrauliques

Le schéma ci-contre représente de manière simplifiée le circuit de puissance du vérin de compensation.



Rep	Nb	Désignation	Caractéristiques
1	1	Vérin double effet	Diamètre du piston 100 mm Diamètre de la tige 45 mm.
2	2	Réducteur de débit unidirectionnel	
3	2	Valve d'équilibrage à action pilotée	Réglée à 80 bars
4	1	Distributeur 4/3	Documentation en annexe

3.1. Calcul des débits et des vitesses :

(les réponses seront portées sur une copie. Vous veillerez à bien reporter le numéro de la question)

Le mouvement considéré est la sortie de la tige du vérin.

Tous les calculs seront faits avec des longueurs en cm et des temps en s.

La course utile du vérin est de 200 mm, la durée du mouvement est de 15 s.

3.1.1. Quelle est la vitesse de déplacement de la tige ? (3 points)

3.1.2. Calculez les débits volumiques dans les tubes, en cm³/s puis en l/min . (5 points)

(dans les 2 cas de figure, la vitesse de sortie de la tige $v = 0,0135$ m/s)

- dans la configuration de sortie de tige, sens du fluide de C vers D.
- dans la configuration de sortie de tige, sens du fluide de E vers F.

Examen et spécialité	Mention Complémentaire Réalisation de Circuits Oléohydrauliques et Pneumatiques	Rappel codage 30464
Intitulé de l'épreuve	EPREUVE E1 (U1) : ANALYSE et MÉCANIQUE APPLIQUÉE	N° de page S 4 / 12

3.1.3. Calcule des vitesses dans les tubes en cm/s puis en m/s. (5 points)

Tous les tubes ont un diamètre intérieur de 8 mm.

(dans les 2 cas de figure, la vitesse de sortie de la tige $v = 0,0135 \text{ m/s}$)

Calculez la section intérieure du tube. (1 point)

Calculez les vitesses dans les tubes en cm/s puis en m/s

a) dans la configuration de sortie de tige, sens du fluide de C vers D. (2 points)

b) dans la configuration de sortie de tige, sens du fluide de E vers F. (2 points)

3.2. Calcul des pressions dans le circuit aller entre C et D

(les réponses seront portées sur une copie. Vous veillerez à bien reporter le numéro de la question)

Longueur totale des tuyaux : 15 m.

Différence de hauteur entre le groupe hydraulique et le vérin : $h=13 \text{ m}$

(Voir le schéma en annexe 1 page S8/12)

Masse volumique de l'huile : $\rho = 900 \text{ kg/m}^3$. viscosité : 30 cSt.

Pour cette partie et quels que soient les résultats des parties précédentes, on prendra :

Dans le circuit aller : $Q = 9,42 \text{ l/min}$ et $v = 3,13 \text{ m/s}$

Dans le circuit retour : $Q = 7,52 \text{ l/min}$ et $v = 2,49 \text{ m/s}$

La valve d'équilibrage impose dans la chambre B du vérin une pression de $p=90 \text{ bars}$.

La pression nécessaire dans la chambre A du vérin est $p=110 \text{ bars}$.

3.2.1 En appliquant la formule de Bernoulli, donnez la différence de pression due à la différence de hauteur : (4 points)

Rappel de la formule générale, entre deux points 1 et 2 :

$$p_1 + 1/2 \rho v_1^2 + \rho g h_1 = p_2 + 1/2 \rho v_2^2 + \rho g h_2$$

On prendra comme hypothèse que tous les appareils sont sans fuite.

$$Q_C = Q_D \text{ en C et en D.}$$

$$V_C = V_D$$

Appliquez la formule entre les points C et D, en déduire la différence de pression due à la différence de hauteur.

3.2.2 En utilisant les abaques des composants, déterminez les pertes de charge : (4 points)

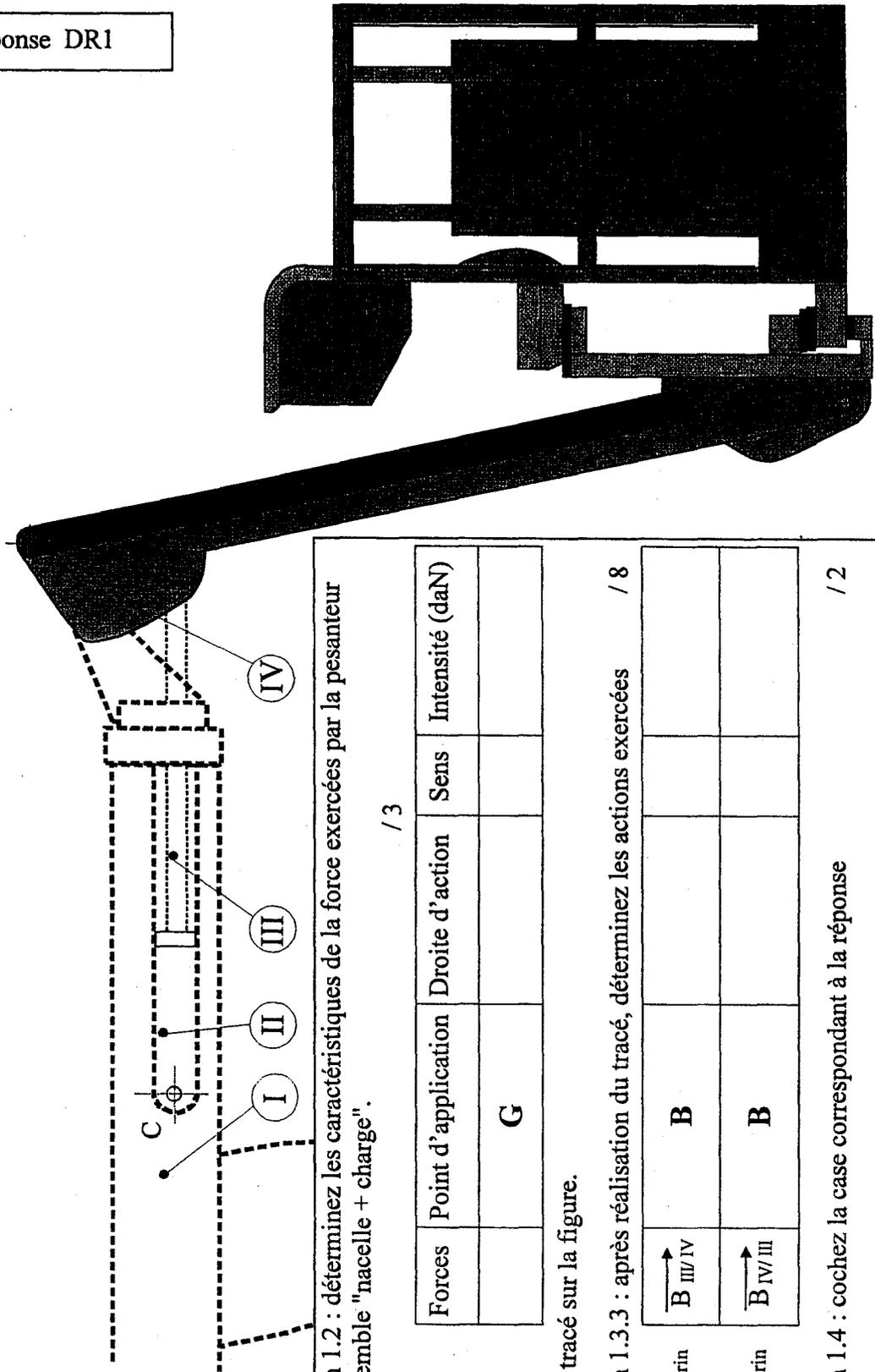
1. dans le réducteur de débit (annexe 3 page S11/12),
2. dans le clapet anti-retour de la valve repère 2 (annexe 4 page S11/12)
3. dans le distributeur repère 4 de taille 3 (annexe 2 pages S9/12 et S10/12).

Tracez les constructions sur les abaques et reporter les réponses à droite dans les cases respectives

Examen et spécialité	Mention Complémentaire Réalisation de Circuits Oléohydrauliques et Pneumatiques	Rappel codage 30464
Intitulé de l'épreuve	EPREUVE E1 (U1) : ANALYSE et MÉCANIQUE APPLIQUÉE	N° de page S 5 / 12

1 : Recherche de l'action exercée sur le vérin par la nacelle

Question 1.1 : Tracez la direction de l'action mécanique exercée par le vérin sur l'ensemble grisé. / 2



Question 1.2 : déterminez les caractéristiques de la force exercées par la pesanteur sur l'ensemble "nacelle + charge". / 3

Forces	Point d'application	Droite d'action	Sens	Intensité (daN)
	G			

Faites le tracé sur la figure.

Question 1.3.3 : après réalisation du tracé, déterminez les actions exercées / 8

Par le vérin	$\vec{B}_{III/IV}$			
Sur le vérin	$\vec{B}_{IV/III}$			

Question 1.4 : cochez la case correspondant à la réponse / 2

Flexion Extension Compression Torsion

Annexes :

Annexe 1 : Zone d'évolution de la nacelle.
(page S8/12)

Annexe 2 : Extraits d'une documentation de distributeur.
(page S9/12 et S10/12)

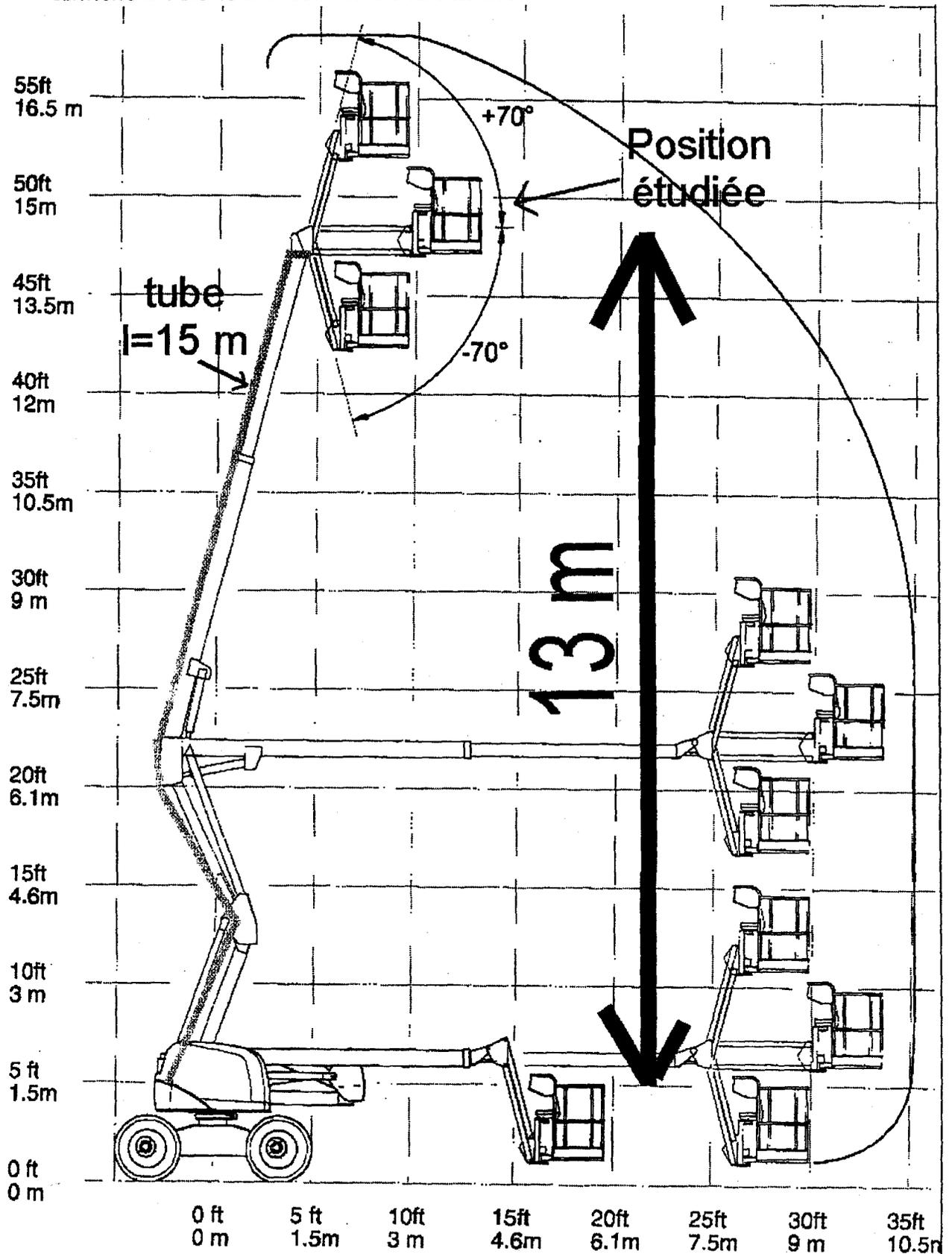
Annexe 3 : Extraits d'une documentation de réducteur de débit
Abaque de détermination des pertes de charge dans les
réducteurs de débit (page S11/12).

Annexe 4 : Extrait d'une documentation de clapet anti-retour.
Abaque de détermination des pertes de charge dans les
clapets anti-retour (page S11/12)

Annexe 5 : formulaire d'hydraulique.
(page S12/12)

Examen et spécialité	Mention Complémentaire Réalisation de Circuits Oléohydrauliques et Pneumatiques	Rappel codage 30464
Intitulé de l'épreuve	EPREUVE E1 (U1) : ANALYSE et MÉCANIQUE APPLIQUÉE	N° de page S 7 / 12

Annexe 1 : Zone d'évolution de la nacelle.



Examen et spécialité	Mention Complémentaire Réalisation de Circuits Oléohydrauliques et Pneumatiques	Rappel codage 30464
Intitulé de l'épreuve	EPREUVE E1 (U1) : ANALYSE et MÉCANIQUE APPLIQUÉE	N° de page S 8 / 12

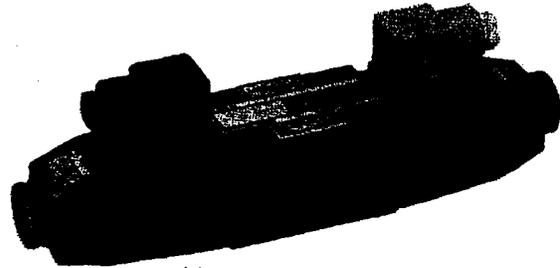
Informations techniques

Série D1VW

DISTRIBUTEURS HYDRAULIQUES
COMMANDE ELECTRIQUE DIRECTE
NG 6 - TAILLE 3

Bulletin : E - DC - 1V - W - 1 - 2 - F/6/79

Plan de pose	ISO/DIS 4401 CETOP R 35 H 4,2-4-03-315 A 6, DIN 24 340 C.N.O.M.O. NFPA D 01 1/8"	
Pression de service :		
Orifices P, A, B	Maxi. admissible	350 bar
Orifice T	Courant alternatif	140 bar
	Courant continu	210 bar
Débit	voir tableau ci-dessous	



fabrication européenne

CARACTERISTIQUES ELECTRIQUES					
Code Electro	Tension	Puissance		Consommation en Ampère	
		à l'appel	au collage	à l'appel	au collage
N	220/50	158VA	59VA	0,7	0,26
P	110/50	161VA	55VA	1,5	0,5
Y*	120/60	177VA	50VA	1,5	0,4
T*	240/60	175VA	55VA	0,7	0,22
L	6 V	32 W	32 W	5,3	5,3
K	12 V	32 W	32 W	2,7	2,7
J	24 V	32 W	32 W	1,3	1,3
D	120 V	32 W	32 W	0,26	0,26
Z	250 V	32 W	32 W	0,12	0,12

* Pour fabrication américaine :

Y : tension 110/50 et 120/60

T : tension 220/50 et 240/60

TEMPS DE REPONSE

Temps de réponse en s à Q : 26 l/mn et p : 350 bar.

Bobines	Aller	Retour
Alternatif	0,013 s	0,015 s
Continu	0,040 s	0,050 s

TEMPERATURE DE FONCTIONNEMENT DE L'ELECTRO-AIMANT

Courant	Température	Résistance à la température de l'isolant : 155°C
Alternatif	80 - 90° C	
Continu	70° C	

DEBIT MAXIMUM EN FONCTION DES TIROIRS UTILISES								
Modèle	Type de tiroir	Débit maxi en l/mn à 315 bar	Modèle	Type de tiroir	Débit maxi en l/mn à 315 bar	Modèle	Type de tiroir	Débit maxi en l/mn à 315 bar
D1VW1		53	D1VW6		53	D1VW14		sur demande
D1VW2		53	D1VW7		sur demande	D1VW15		46
D1VW3		46	D1VW8		30	D1VW16		53
D1VW4		46	D1VW10		sur demande	D1VW20		53
D1VW5		53	D1VW11		sur demande			

Débit maximum en fonction de l'utilisation
(huile 33 à 35 cSt et 50° C)

Ces débits maximaux sont donnés pour passage double (ex : P vers A et B vers T)

Lors d'utilisation d'un seul passage (ex : P vers A et B fermé) le débit maximum doit être réduit.

Examen et spécialité	Mention Complémentaire Réalisation de Circuits Oléohydrauliques et Pneumatiques	Rappel codage 30464
Intitulé de l'épreuve	EPREUVE E1 (U1) : ANALYSE et MÉCANIQUE APPLIQUÉE	N° de page S 9 / 12

Annexe 2 : Extraits d'une documentation de distributeur (suite)

Tableau de recherche de la courbe de perte de charge					
Type de tiroir	Numéro de la courbe				
	P-A	P-B	P-T	A-T	B-T
1	4	4	-	3	3
2	3	3	4	2	2
3	4	4	-	1	3
4	4	4	-	1	1

3.2.2 / 2

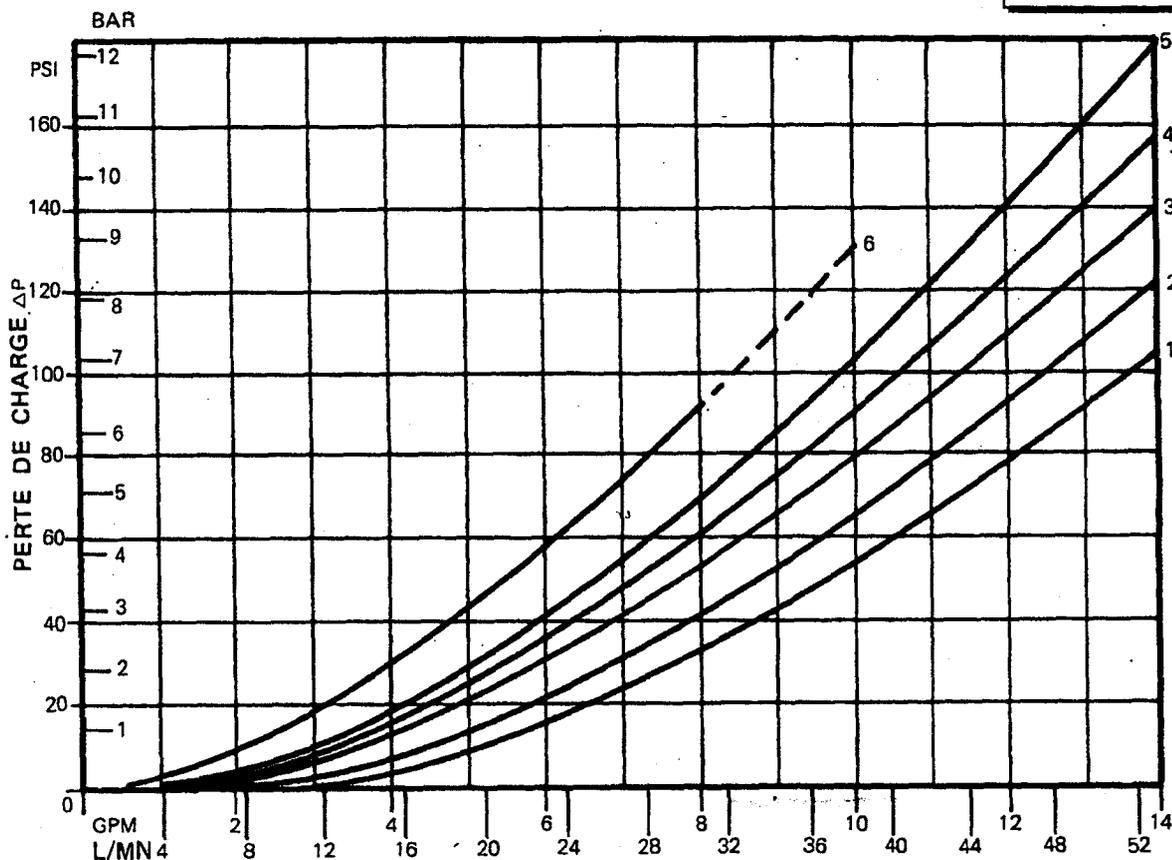


Diagramme $\Delta p - Q$ pour D 1 VW

Les mesures indiquées ont été prises avec une viscosité d'huile de 0,205 St. Pour d'autres viscosités, veuillez utiliser le facteur correcteur ci-dessous.

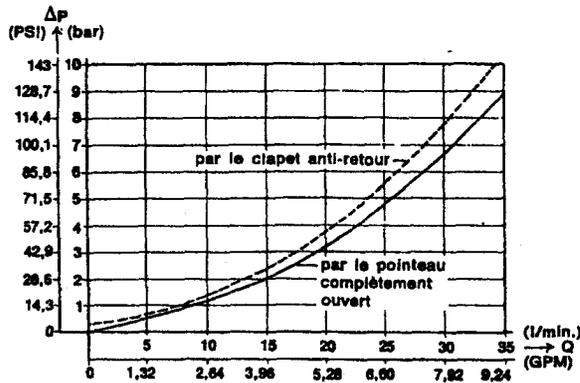
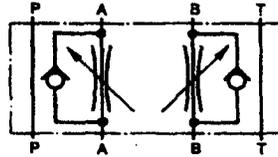
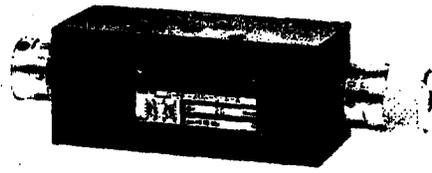
Facteur correcteur de viscosité							
Viscosité en St	0,145	0,30	0,43	0,54	0,65	0,755	0,865
Facteur correcteur ΔP	93	111	119	126	132	137	141

Examen et spécialité	Mention Complémentaire Réalisation de Circuits Oléohydrauliques et Pneumatiques	Rappel codage 30464
Intitulé de l'épreuve	EPREUVE E1 (U1) : ANALYSE et MÉCANIQUE APPLIQUÉE	N° de page S 10 / 12

Annexe 3 : Extraits d'une documentation de réducteur de débit

Abaque de détermination des pertes de charge dans les réducteurs de débit.

Double contrôleur de débit

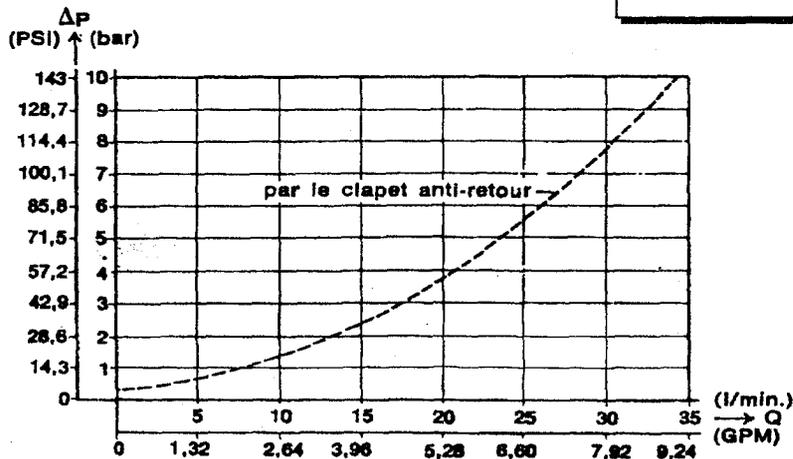


3.2.2 / 1

Annexe 4 : Extrait d'une documentation de clapet anti-retour.

Abaque de détermination des pertes de charge dans les clapets anti-retour.

Clapet anti retour



3.2.2 / 1

Examen et spécialité	Mention Complémentaire Réalisation de Circuits Oléohydrauliques et Pneumatiques	Rappel codage 30464
Intitulé de l'épreuve	EPREUVE E1 (U1) : ANALYSE et MÉCANIQUE APPLIQUÉE	N° de page S 11 / 12

FORCE - PRESSION :

Poids = masse x g avec poids en newton (N), masse en kg, $g = 9,8 \text{ N/kg}$ ou en m/s^2 ;

Force = pression x section avec F en (N), pression en pascal (Pa), section en m^2 dans les unités SI.
et F en (daN), pression en bar (bar), section en cm^2 avec les unités usuelles.

$$1 \text{ bar} = 100\,000 \text{ Pa}$$

$$p = \frac{F}{S} \quad \text{ou} \quad S = \frac{F}{p} \quad \text{pour une section circulaire : } S = \pi r^2 \text{ soit } r = \sqrt{\frac{S}{\pi}}$$

DEBIT - VITESSE :

débit = section x vitesse débit, Q_v en m^3/s ; section, S en m^2 ; vitesse en m/s avec les unités SI.

$$d'ou l'on tire v = \frac{Q_v}{S} \quad \left\{ \begin{array}{l} \text{vitesse admise à l'aspiration} : 0,6 \text{ à } 1,5 \text{ m/s} \\ \text{au refoulement} : 2 \text{ à } 5 \text{ m/s} \\ \text{au retour} : \text{jusqu'à } 4 \text{ m/s} \end{array} \right.$$

ou encore $Q_v = \frac{V}{t}$ avec Q_v en m^3/s ; volume V en m^3 ; durée t en s

ENERGIE - TRAVAIL

Travail = force x déplacement ou énergie = puissance x durée d'où l'on tire puissance : $P = \frac{\text{énergie, ou, travail}}{\text{durée}}$

Energie ou travail en joule (J), puissance en watt (W), durée en seconde (s), force en (N), déplacement en mètre (m)

PUISSANCE d'un vérin : $P = F \times v$ puissance : P en watt, force : F en newton, vitesse : v en m/s

PUISSANCE d'une pompe : $P = Q_v \times p$ puissance : P en watt, débit : Q_v en m^3/s , pression : p en pascal

$$\text{ou encore : } Q_v = \frac{P}{p} \quad \text{avec } P \text{ en watt, } Q_v \text{ en } \text{m}^3/\text{s}, p \text{ en pascal (Pa)}$$

$$\text{avec un rendement } \eta : P = \frac{Q_v \cdot p}{\eta} \quad \text{avec les unités SI .}$$

$$\text{avec les unités pratiques : } P = \frac{Q_v \cdot p}{600\eta} \quad P \text{ en kW, } Q_v \text{ en L/min, } p \text{ en bar.}$$

MOTEUR HYDRAULIQUE : $P = 2\pi n.M$ avec P puissance en watt, n fréquence de rotation en tr/s ,
et M moment du couple utile en newton-mètre (N.m)

débit = fréquence de rotation x cylindrée avec Q_v en m^3/s , fréquence de rotation n en tr/s , cylindrée en m^3/tr

$$Q_v = n \times \text{cylindrée} \text{ soit } n = \frac{Q_v}{\text{cyl}} \quad \text{soit } P = Q_v \times p = n \times \text{cylindrée} \times \text{pression} = 2\pi n.M$$

$$\text{Et le moment du couple utile : } M = \frac{\text{pression.cylindrée}}{2\pi} \quad M \text{ en (N.m), } p \text{ en pascals, cylindrée en } \text{m}^3/\text{tr}$$

Débit à travers un étranglement - Pertes de charge - Surface de l'étranglement : débit : Q_v , section : S, perte de charge : Δp

$$Q_v = \alpha \cdot S \cdot \sqrt{2\Delta p / \rho} \quad \text{ou } S = \frac{Q_v}{\alpha} \cdot \sqrt{\rho / 2\Delta p} \quad \text{ou } \Delta p = \frac{Q_v^2 \rho}{2\alpha^2 S^2} \quad \text{masse volumique : } \rho \text{ en kg/m}^3$$

$$\text{Nombre de Reynolds : } Re = \frac{v \cdot \phi}{\nu} \quad \text{vitesse } v \text{ en m/s, diamètre de la conduite } \phi \text{ en mètre, viscosité } \nu \text{ en } \text{m}^2/\text{s}$$

La viscosité en Stokes (St) correspond à : v en cm/s , ϕ en cm , viscosité ν en cm^2/s ou Stokes

Pertes de charge dans les conduites cylindriques : longueur de la conduite L en m, diamètre de la conduite D en m,

$$\Delta p = K \times \frac{L}{D} \times \frac{1}{2} \times \rho \times v^2 \quad \text{avec } \Delta p \text{ la perte de charge en pascals, vitesse du fluide } v \text{ en m/s, } \rho \text{ la masse volumique en kg/m}^3$$

$$\text{pour un écoulement laminaire : } K = \frac{64}{Re} \quad \text{et pour un écoulement turbulent : } K = \frac{0,316}{\sqrt[4]{Re}}$$

Examen et spécialité	Mention Complémentaire Réalisation de Circuits Oléohydrauliques et Pneumatiques	Rappel codage 30464
Intitulé de l'épreuve	EPREUVE E1 (U1) : ANALYSE et MÉCANIQUE APPLIQUÉE	N° de page S 12 / 12