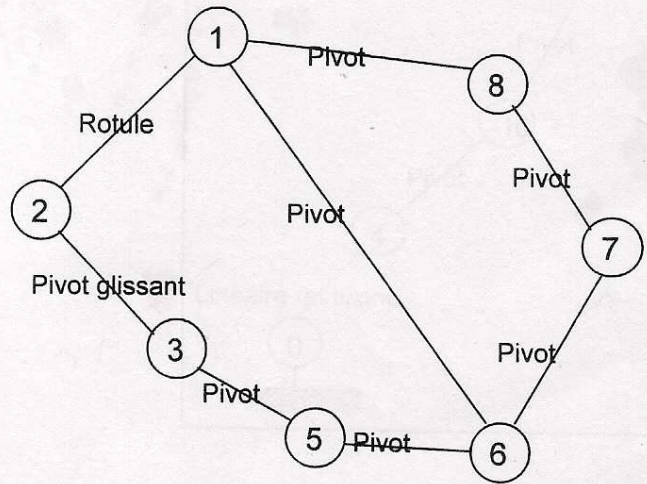


- 14 1°- Voir corrigé document à rendre 1/3.
 13 2°- Graphe de liaisons :



- 13 3°- C'est une chaîne complexe.

$$\gamma = l - p + 1$$

Nombre de cycles indépendants : $\gamma = 8 - 7 + 1$

$$\gamma = 2$$

$$h = m + 6\gamma - N_c$$

Degré d'hyperstatisme $h = 3 + 12 - 11$

$$h = 4$$

avec $m = m_i + m_u$ 12,5

$$\left. \begin{array}{l} m_i = 2 \\ m_u = 1 \\ N_c = 3 + 2 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 = 11 \end{array} \right\}$$

- m_i : mobilités internes (Rotation de (2) et rotation de (3)).
- m_u : mobilités utiles ; dans notre cas il y'a une seule. En effet il suffit de connaître la position de l'une des pièces pour pouvoir déterminer les positions des autres.
- m : degré de mobilités global.
- N_c : Nombre d'inconnues cinématiques indépendantes introduites par les liaisons.

- 12 4°- On aura toujours $\gamma = 2$

$$\left\{ \begin{array}{l} m_i = 2 \\ m_u = 1 \end{array} \right\} \Rightarrow m = 3$$

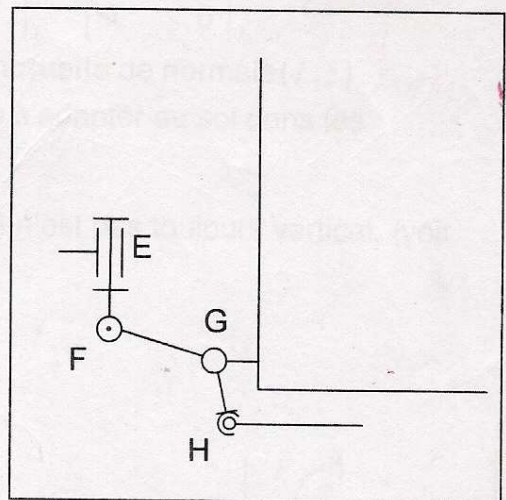
$$N_c = 3 + 2 + 1 + 2 + 1 + 4 + 1 + 1 = 15$$

$$h = m + 6\gamma - N_c$$

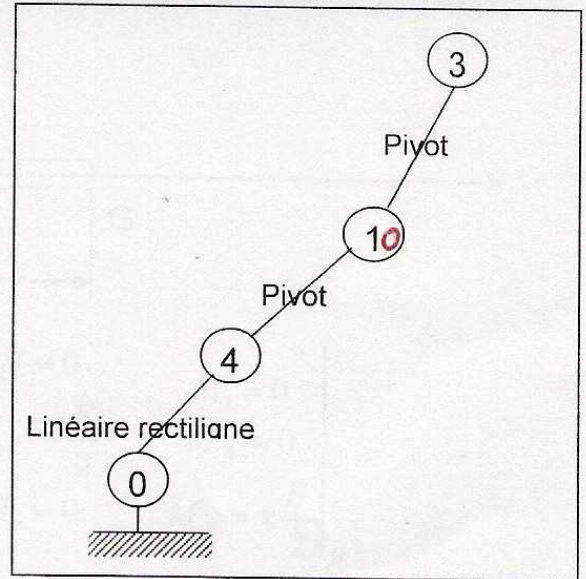
D'où $h = 3 + 12 - 15$

$$h = 0$$

- 12 5°- On n'a pas intérêt, dans notre cas, à avoir un système isostatique par ce que ça affaiblirait le transpalette ; alors qu'on a besoin qu'il soit robuste pour supporter les charges élevées (1 tonne et 1/2 maxi voir document 1/5).



1/2 6°- Graphe de liaisons.



1/4 7°- On a une chaîne continue ouverte. → 1pt

▪ Etude cinématique : (3pts)

$$\begin{aligned} \{g_{equ} 3/0\} &= \{g_{3/10}\} + \{g_{10/4}\} + \{g_{4/0}\} \\ &= \begin{Bmatrix} 0 & 0 \\ \omega_{y3/10} & 0 \\ 0 & 0 \end{Bmatrix}_N + \begin{Bmatrix} \omega_{x10/4} & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 0 \end{Bmatrix}_M + \begin{Bmatrix} \omega_{x4/0} & V_{x4/0} \\ 0 & V_{y4/0} \\ \omega_{z4/0} & 0 \end{Bmatrix}_L \end{aligned}$$

$$\vec{V}_{L,3/10} = \begin{pmatrix} 0 \\ \omega_{y3/10} \\ 0 \end{pmatrix} \wedge \overline{NL} = \begin{pmatrix} -b\omega_{y3/10} \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix}$$

$$\vec{V}_{L,10/4} = \begin{pmatrix} \omega_{x10/4} \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix} \wedge \overline{ML} = \begin{pmatrix} 0 \\ a\omega_{x10/4} \\ 0 \end{pmatrix}$$

$$\text{donc } \{g_{equ} 3/0\} = \begin{Bmatrix} \omega_{x4/0} + \omega_{x10/4} & V_{x4/0} - b\omega_{y3/10} \\ \omega_{y3/10} & V_{y4/0} + a\omega_{x10/4} \\ \omega_{z4/0} & 0 \end{Bmatrix}_L = \begin{Bmatrix} \omega_x & V_x \\ \omega_y & V_y \\ \omega_z & 0 \end{Bmatrix}_L \quad \text{1pt}$$

C'est le torseur cinématique d'une **liaison ponctuelle** de normale (L, \vec{z}) . 1pt

1/3 8°- Ce montage donne aux roues la possibilité de s'adapter au sol dans les conditions suivantes :

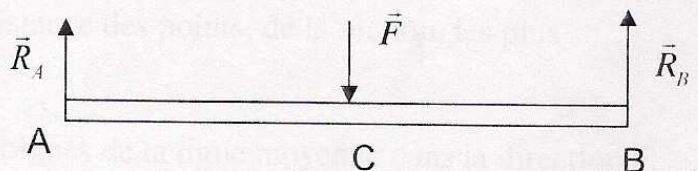
- Irrégularités du sol.
- Changement de direction, en effet l'axe (LN) n'est pas toujours vertical. (voir schéma du document à rendre 1/3)

1/4 9°- Voir corrigé document à rendre 2/3.

1/2 10°- Voir corrigé document à rendre 3/3.

1/3 11°-

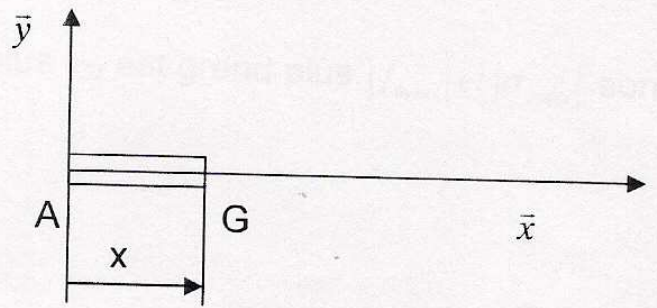
$$\begin{cases} R_A + R_B = F \\ R_A L - F \frac{L}{2} = 0 \end{cases} \Rightarrow \boxed{R_A = R_B = \frac{F}{2}}$$



1/4 12°-

Zone AC

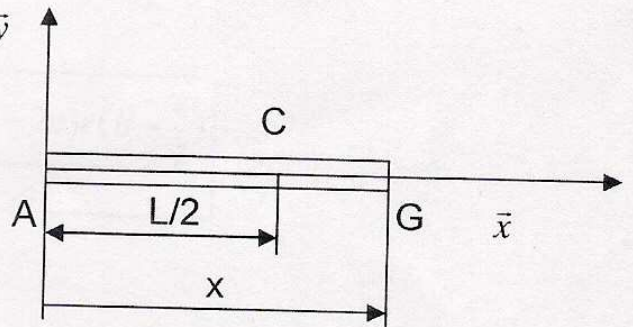
$$x \in \left] 0, \frac{L}{2} \right[$$



$$\{\tau_{coh}\}_G = - \left\{ \begin{matrix} R_A \bar{y} \\ \vec{0} \end{matrix} \right\}_A = \left\{ \begin{matrix} -\frac{F}{2} \bar{y} \\ \overrightarrow{GA} \wedge \left(-\frac{F}{2} \bar{y}\right) \end{matrix} \right\}_G = \left\{ \begin{matrix} -\frac{F}{2} \bar{y} \\ x \frac{F}{2} \bar{z} \end{matrix} \right\}_G = \left\{ \begin{matrix} N = 0 & M_t = 0 \\ T_y = -\frac{F}{2} & M_{fy} = 0 \\ T_z = 0 & M_{fz} = x \frac{F}{2} \end{matrix} \right\}_G$$

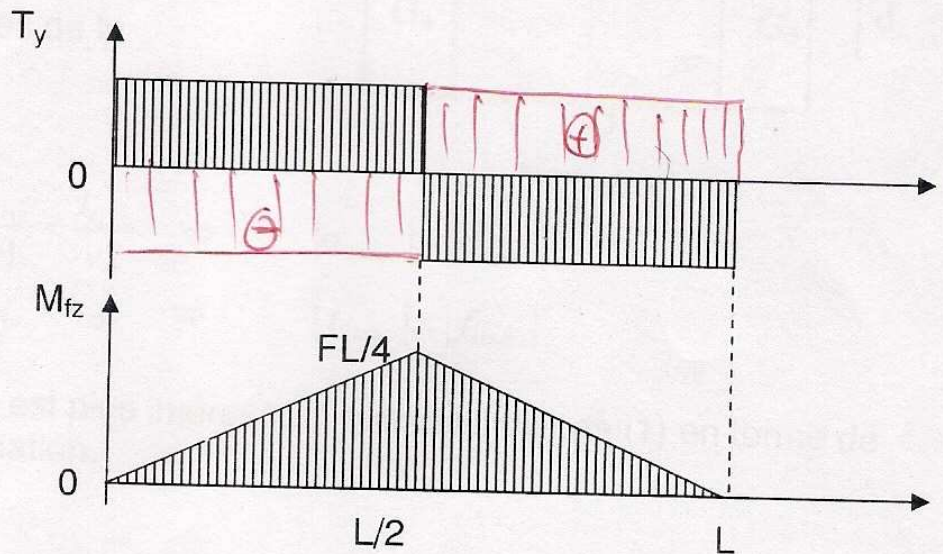
Zone CB

$$x \in \left] \frac{L}{2}, L \right[$$



$$\{\tau_{coh}\}_G = \left\{ \begin{matrix} R_B \bar{y} \\ \vec{0} \end{matrix} \right\}_B = \left\{ \begin{matrix} \frac{F}{2} \bar{y} \\ \overrightarrow{GB} \wedge \left(\frac{F}{2} \bar{y}\right) \end{matrix} \right\}_G = \left\{ \begin{matrix} \frac{F}{2} \bar{y} \\ (L-x) \frac{F}{2} \bar{z} \end{matrix} \right\}_G = \left\{ \begin{matrix} N = 0 & M_t = 0 \\ T_y = \frac{F}{2} & M_{fy} = 0 \\ T_z = 0 & M_{fz} = (L-x) \frac{F}{2} \end{matrix} \right\}_G$$

13°-Tracé :



14°-La section la

plus chargée est celle à $x=L/2$ (pour M_{fz} seulement).

$$|\sigma_{max i}| = \frac{M_{fz \max i}}{\left(\frac{I_{Gz}}{v} \right)}$$

avec $v = |y_{max i}|$: distance des points, de la section, les plus

éloignés de la ligne moyenne dans la direction \bar{y} .

15°- On a intérêt à avoir I_{Gz} grand. En effet plus I_{Gz} est grand plus $|f_{\max}|$ et $|\sigma_{\max}|$ sont faibles.

16°- Même volume de matière :

$$S_1 L = S_2 L \Rightarrow S_1 = S_2 \quad (2pts)$$

$$\Rightarrow ab = aB - (a - 2e)(B - e)$$

$$\Rightarrow b = \frac{aB - (a - 2e)(B - e)}{a} \quad \text{ou bien: } b = \frac{ae + 2eB - 2e^2}{a} = \frac{(a - 2e)e + 2eB}{a}$$

17°-

(c'est) $S_2 \cdot OG_2 = 2(S_4 \cdot \frac{B}{2}) + S_3 \cdot (B - \frac{e}{2})$ avec $S_2 = ab$ (d'après question 16°-)

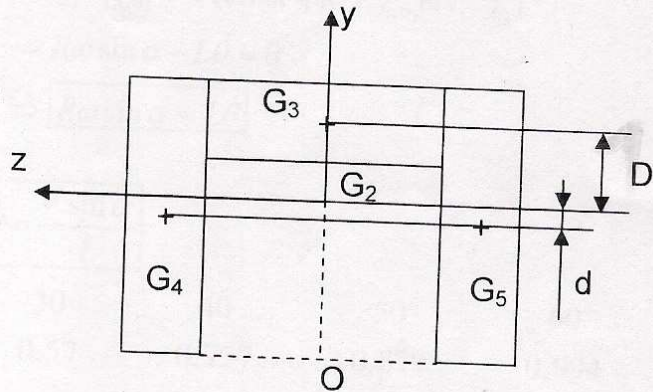
$$= (Be) \cdot B + (a - 2e)e(B - \frac{e}{2})$$

$$\Rightarrow OG_2 = \frac{eB^2 + (a - 2e)e(B - \frac{e}{2})}{S_2} = \frac{eB^2 + (a - 2e)e(B - \frac{e}{2})}{ab} \quad (2pts)$$

18°-

$$I_{G1z} = \frac{ab^3}{12}$$

$$I_{G2z} = 2(I_{G4z} + S_4 d^2) + (I_{G3z} + S_3 D^2)$$



On applique le théorème de Huygens sur les trois parties de la section S_2 .

19°-

20°- D'après le tableau : $\frac{I_{G1z}}{v1} < \frac{I_{G2z}}{v2} \Rightarrow |\sigma_{2\max}| < |\sigma_{1\max}|$

$$I_{G1z} < I_{G2z} \Rightarrow |f_{2\max}| < |f_{1\max}|$$

21°- Le profil de section (2) est plus intéressant que celui du cas (1) en terme de résistance et de déformation.

22°- Etude cinématique :

$$\bar{\Omega}(3/2) = \omega \bar{y}_2$$

$$\bar{\Omega}(2/1) = \vec{0} \quad (\alpha = \text{constante})$$

$$\bar{\Omega}(1/0) = \dot{\theta} \bar{z}_0$$

$$\bar{\Omega}(3/0) = \bar{\Omega}(3/2) + \bar{\Omega}(2/1) + \bar{\Omega}(1/0) = \omega \bar{y}_2 + \dot{\theta} \bar{z}_0$$

14 23°- Roulement sans glissement de (3) sur (0) en I :

$$\begin{aligned} \vec{V}_{(I \in 3/0)} = \vec{0} &\Rightarrow \vec{V}_{(C/0)} + \vec{\Omega}_{(3/0)} \wedge \overline{CI} = \vec{0} \\ \Rightarrow \vec{V}_{(C/0)} &= (\omega \vec{y}_2 + \dot{\theta} \vec{z}_0) \wedge R \vec{z}_0 \\ \Rightarrow \boxed{\vec{V}_{(C/0)} = R\omega \vec{x}_2} &\rightarrow 3 \text{ pts} \end{aligned}$$

14 24°-

$$\vec{V}_{(A/0)} = \vec{V}_{(C/0)} + \vec{\Omega}_{(1/0)} \wedge \overline{CA} \quad \text{A et C points liés à (1)}$$

$$\vec{V}_{(A/0)} = \vec{V}_{(C/0)} + \dot{\theta} \vec{z}_0 \wedge (-L \vec{x}_1)$$

$$\boxed{\vec{V}_{(A/0)} = R\omega \vec{x}_2 - L\dot{\theta} \vec{y}_1} \quad 1,5$$

$$\vec{V}_{(D/0)} = \vec{V}_{(A/0)} + \dot{\theta} \vec{z}_0 \wedge \left(-\frac{a}{2} \vec{y}_1\right)$$

$$\vec{V}_{(E/0)} = \vec{V}_{(A/0)} + \dot{\theta} \vec{z}_0 \wedge \left(\frac{a}{2} \vec{y}_1\right)$$

$$\boxed{\vec{V}_{(D/0)} = R\omega \vec{x}_2 - L\dot{\theta} \vec{y}_1 + \frac{a}{2} \dot{\theta} \vec{x}_1} \quad 1,5$$

$$\boxed{\vec{V}_{(E/0)} = R\omega \vec{x}_2 - L\dot{\theta} \vec{y}_1 - \frac{a}{2} \dot{\theta} \vec{x}_1} \quad 1,5$$

19 25°- Non glissement latéral :

$$\Rightarrow \vec{V}_{(A/0)}, \vec{V}_{(D/0)} \text{ et } \vec{V}_{(E/0)} \text{ sont portés par } \vec{x}_1 \Rightarrow \vec{y}_1 \cdot \vec{V}_{(A/0)} = 0 \text{ (ainsi que } \vec{V}_{(D/0)} \text{ et } \vec{V}_{(E/0)})$$

$$\Rightarrow R\omega \sin \alpha - L\dot{\theta} = 0$$

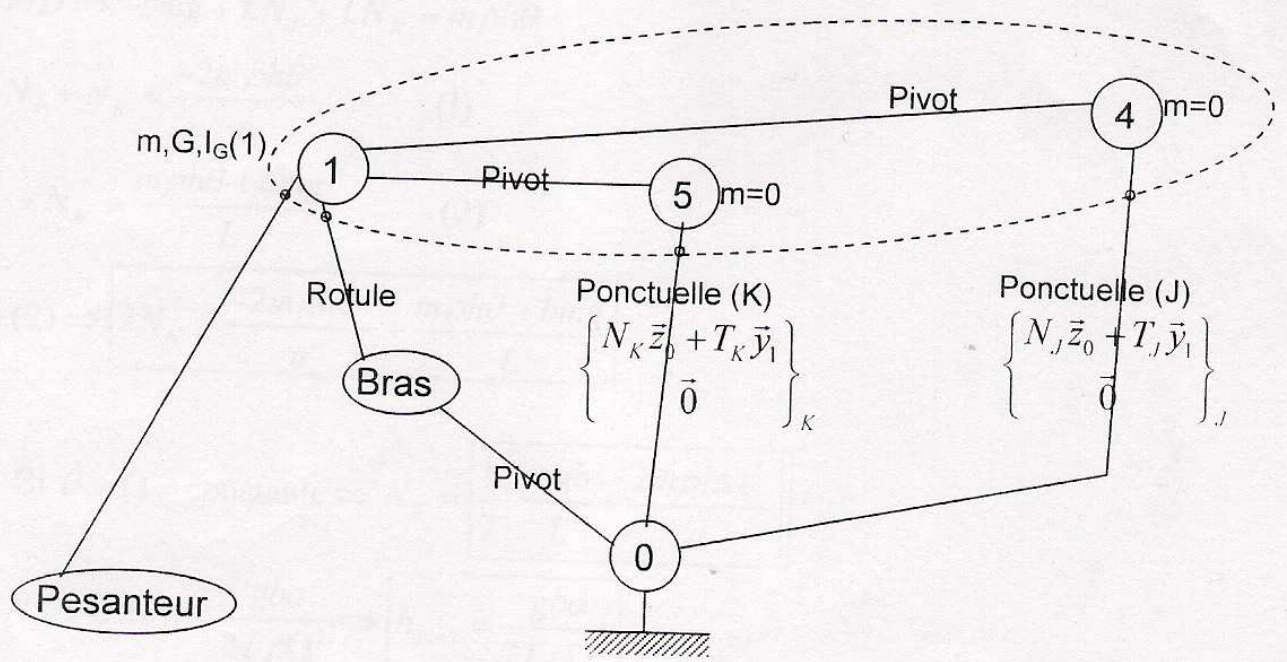
$$\Rightarrow \boxed{R\omega \sin \alpha = L\dot{\theta}}$$

19 26°- On a :

$$\vec{V}_{(C/0)} = V \vec{x}_2 = R\omega \vec{x}_2 \Rightarrow V = R\omega \Rightarrow \boxed{\dot{\theta} = \frac{V \sin \alpha}{L}}$$

α°	10	20	30	40	50	60
$\dot{\theta}(\text{rd/s})$	0,199	0,392	0,57	0,737	0,879	0,994

14 27°- Graphe des actions mécaniques (d'analyse) :



18 28°- Principe fondamental de la dynamique appliqué à $S=(1,4,5)$:

$$\{\bar{S} \rightarrow S\} = \{D(S / R_g)\}$$

$$\{pes \rightarrow 1\} + \{Bras \rightarrow 1\} + \{0 \rightarrow 4\} + \{0 \rightarrow 5\} = \left\{ \begin{array}{l} m\bar{y}_{(G/0)} \\ \bar{\delta}_{(S/0)} \end{array} \right\}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} -mg\bar{z}_0 \\ \vec{0} \end{array} \right\}_G + \left\{ \begin{array}{l} X_{01}\bar{x}_1 + Y_{01}\bar{y}_1 + Z_{01}\bar{z}_1 \\ \vec{0} \end{array} \right\}_I + \left\{ \begin{array}{l} N_J\bar{z}_0 + T_J\bar{y}_1 \\ \vec{0} \end{array} \right\}_J + \left\{ \begin{array}{l} N_K\bar{z}_0 + T_K\bar{y}_1 \\ \vec{0} \end{array} \right\}_K = \left\{ \begin{array}{l} m\bar{y}_{(G/0)} \\ \bar{\delta}_{I(S/0)} \end{array} \right\}_I$$

$$\bar{M}_I = \bar{I}\bar{G} \wedge (-mg\bar{z}_0) = (-b\bar{x}_1 + h\bar{z}_0) \wedge (-mg\bar{z}_0) = \boxed{-bmg\bar{y}_1}$$

$$\bar{M}_I = \bar{I}\bar{J} \wedge (N_J\bar{z}_0 + T_J\bar{y}_1) = (-L\bar{x}_1 - \frac{a}{2}\bar{y}_1) \wedge (N_J\bar{z}_0 + T_J\bar{y}_1) = \boxed{LN_J\bar{y}_1 - LT_J\bar{z}_0 - \frac{a}{2}N_J\bar{x}_1}$$

$$\bar{M}_I = \bar{I}\bar{K} \wedge (N_K\bar{z}_0 + T_K\bar{y}_1) = (-L\bar{x}_1 + \frac{a}{2}\bar{y}_1) \wedge (N_K\bar{z}_0 + T_K\bar{y}_1) = \boxed{LN_K\bar{y}_1 - LT_K\bar{z}_0 + \frac{a}{2}N_K\bar{x}_1}$$

$$\bar{V}_{(G/0)} = \left[\frac{d}{dt} \overline{OG} \right]_{R_0} = \rho\dot{\theta}\bar{x}_1 \quad (\rho = \text{constante})$$

$$\bar{y}_{(G/0)} = \boxed{\rho\ddot{\theta}\bar{x}_1 + \rho\dot{\theta}^2\bar{y}_1}$$

$$\bar{\delta}_{I(S/0)} = \bar{\delta}_{I(1/0)} = \bar{\delta}_{G(1/0)} + \bar{I}\bar{G} \wedge m\bar{y}_{(G/0)} \quad (4 \text{ et } 5 \text{ sont sans masses})$$

$$= \bar{\delta}_{G(1/0)} + (-b\bar{x}_1 + h\bar{z}_0) \wedge m(\rho\dot{\theta}\bar{x}_1 + \rho\dot{\theta}^2\bar{y}_1)$$

$$= \bar{\delta}_{G(1/0)} + m(-b\rho\dot{\theta}^2\bar{z}_0 + h\rho\ddot{\theta}\bar{y}_1 - h\rho\dot{\theta}^2\bar{x}_1)$$

$$\bar{\delta}_{G(1/0)} = \left[\frac{d}{dt} \bar{\sigma}_{G(1/0)} \right]_{R_0}$$

$$\bar{\sigma}_{G(1/0)} = \bar{I}_G(1)\bar{\Omega}_{(1/0)} = \bar{I}_G(1)\dot{\theta}\bar{z}_0 = C\dot{\theta}\bar{z}_0$$

$$\text{ainsi } \bar{\delta}_{I(S/0)} = \boxed{C\ddot{\theta}\bar{z}_0 + m\rho(-b\dot{\theta}^2\bar{z}_0 + h\ddot{\theta}\bar{y}_1 - h\dot{\theta}^2\bar{x}_1)}$$

Théorème du moment dynamique TMD:

$$\bar{x}_1.TMD \Rightarrow 0 + 0 - \frac{a}{2}N_J + \frac{a}{2}N_K = -m\rho h\dot{\theta}^2$$

$$\bar{y}_1.TMD \Rightarrow -bmg + LN_J + LN_K = m\rho h\ddot{\theta}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} -N_J + N_K = \frac{-2m\rho h\dot{\theta}^2}{a} \quad (1) \end{array} \right.$$

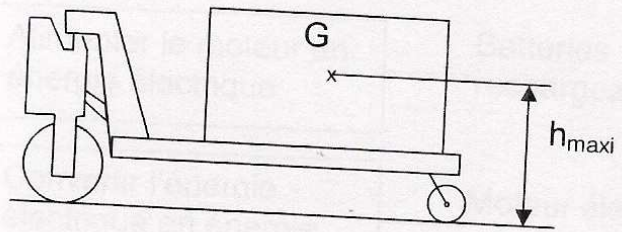
$$\left\{ \begin{array}{l} N_J + N_K = \frac{m\rho h\ddot{\theta} + bmg}{L} \quad (2) \end{array} \right.$$

$$(1) + (2) \Rightarrow \boxed{2N_K = \frac{-2m\rho h\dot{\theta}^2}{a} + \frac{m\rho h\ddot{\theta} + bmg}{L}}$$

1e 29°- Si $\dot{\theta} = \Omega = \text{constante} \Rightarrow N_K = \frac{1}{2} \left[\frac{mgb}{L} - \frac{2m\rho h\Omega^2}{a} \right]$

1e 30°- $N_K > 0 \Rightarrow h < \frac{gba}{2L\rho\Omega^2} \Rightarrow \boxed{h_{\max} = \frac{gba}{2L\rho\Omega^2}}$

1/2 31° - $h_{\text{maxi}} = 0,836 \text{ m}$



1/4 32° -

Non glissement en J et K $\Rightarrow T_K \leq fN_K$ et $T_J \leq fN_J$

$$\text{Or } \bar{z}_0 TMD \Rightarrow -L(T_K + T_J) = -m\rho b\dot{\theta}^2$$

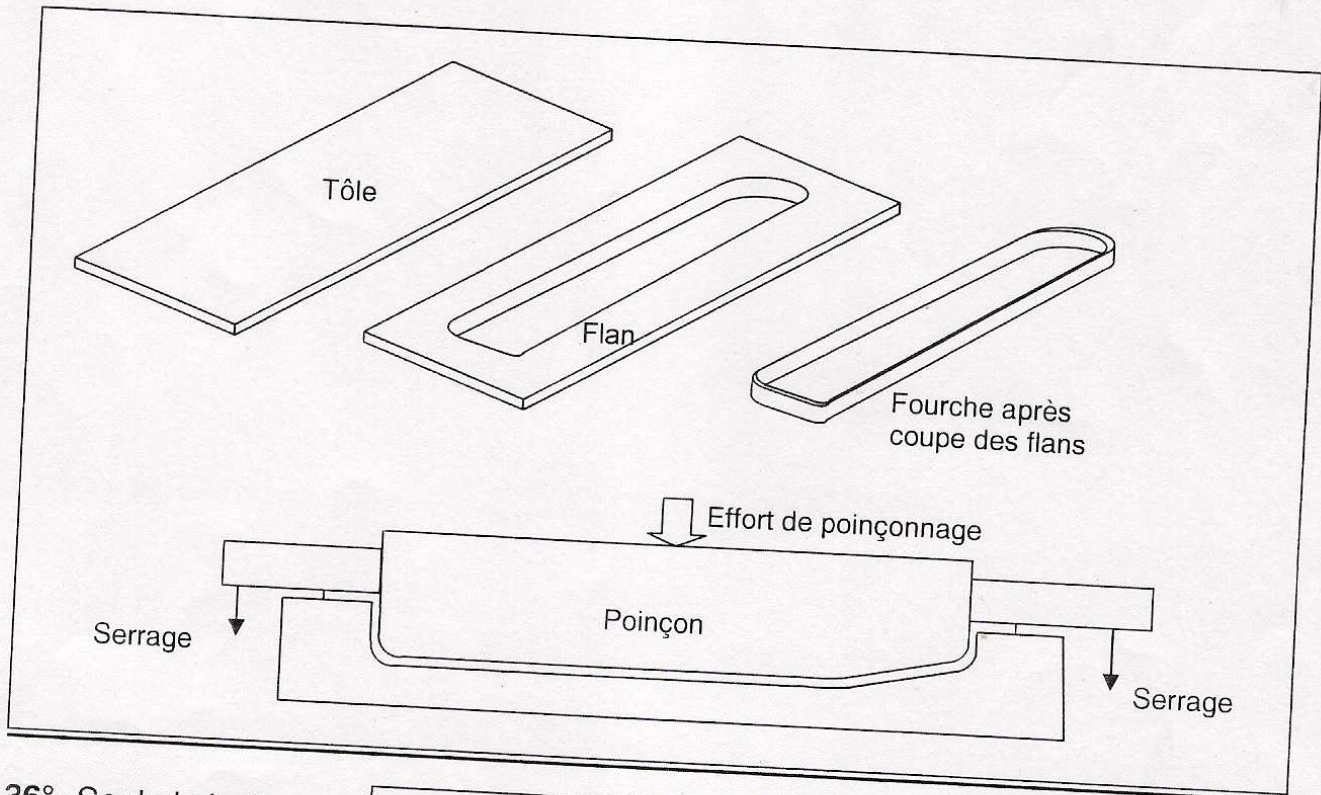
$$\text{On a déjà : } N_K + N_J = \frac{mgb}{L}$$

$$\text{Donc : } \frac{m\rho b\dot{\theta}^2}{L} \leq f \frac{mgb}{L} \Rightarrow \boxed{\dot{\theta}^2 \leq \frac{fg}{\rho}}$$

1/4 33° - Voir document à rendre 3/3. 1 + 3

1/3 34° - Montage 2. En effet l'alésage d est pris comme référence de contrôle, le comparateur étant bien positionné par rapport à cette référence permettra de contrôler la coaxialité de l'alésage $\text{Ø}65\text{H}7$ par rapport à D.

1/2 35° - **Emboutissage :** Déformation à froid d'une tôle plane afin d'obtenir une forme creuse non développable sans rupture et sans formation de plis.

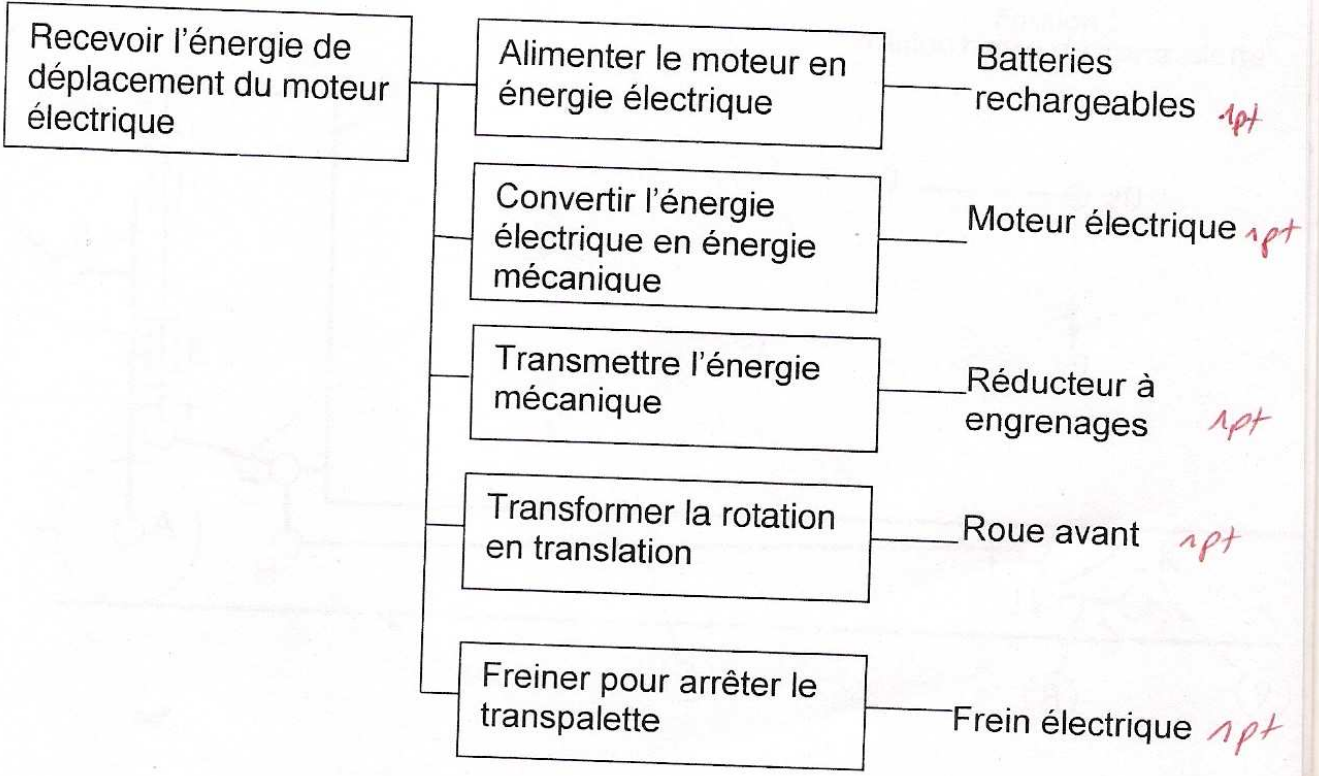


1/2 36° - Seule la boîte

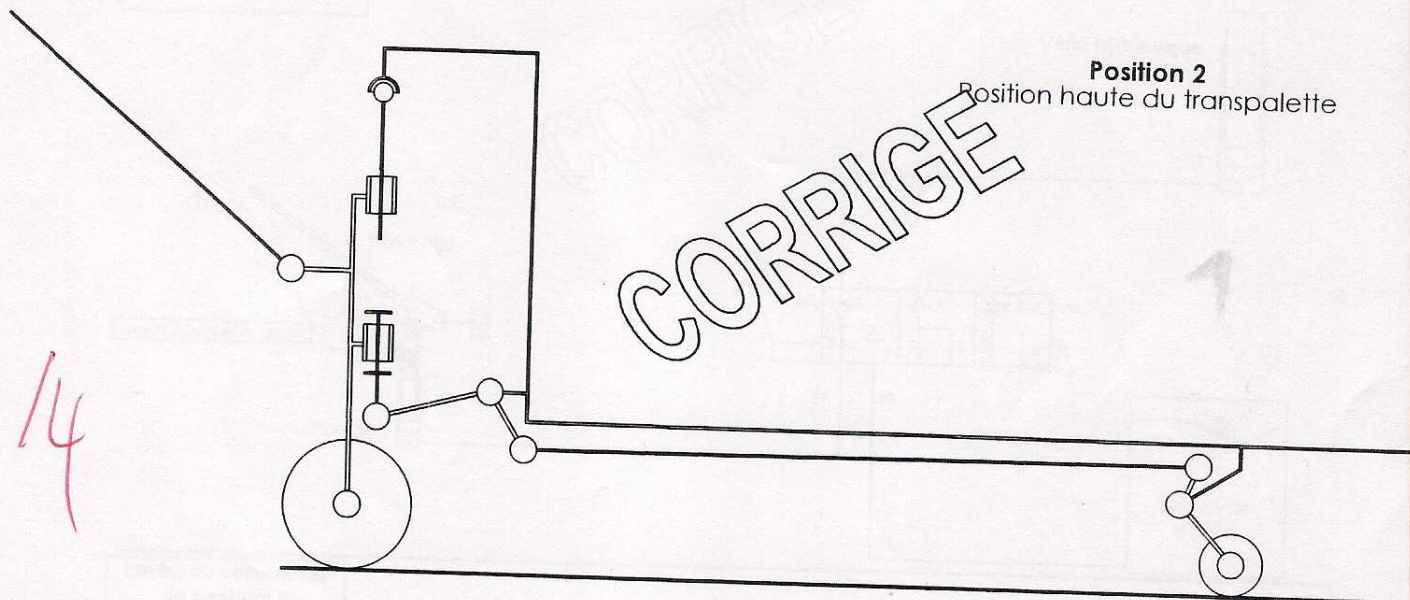
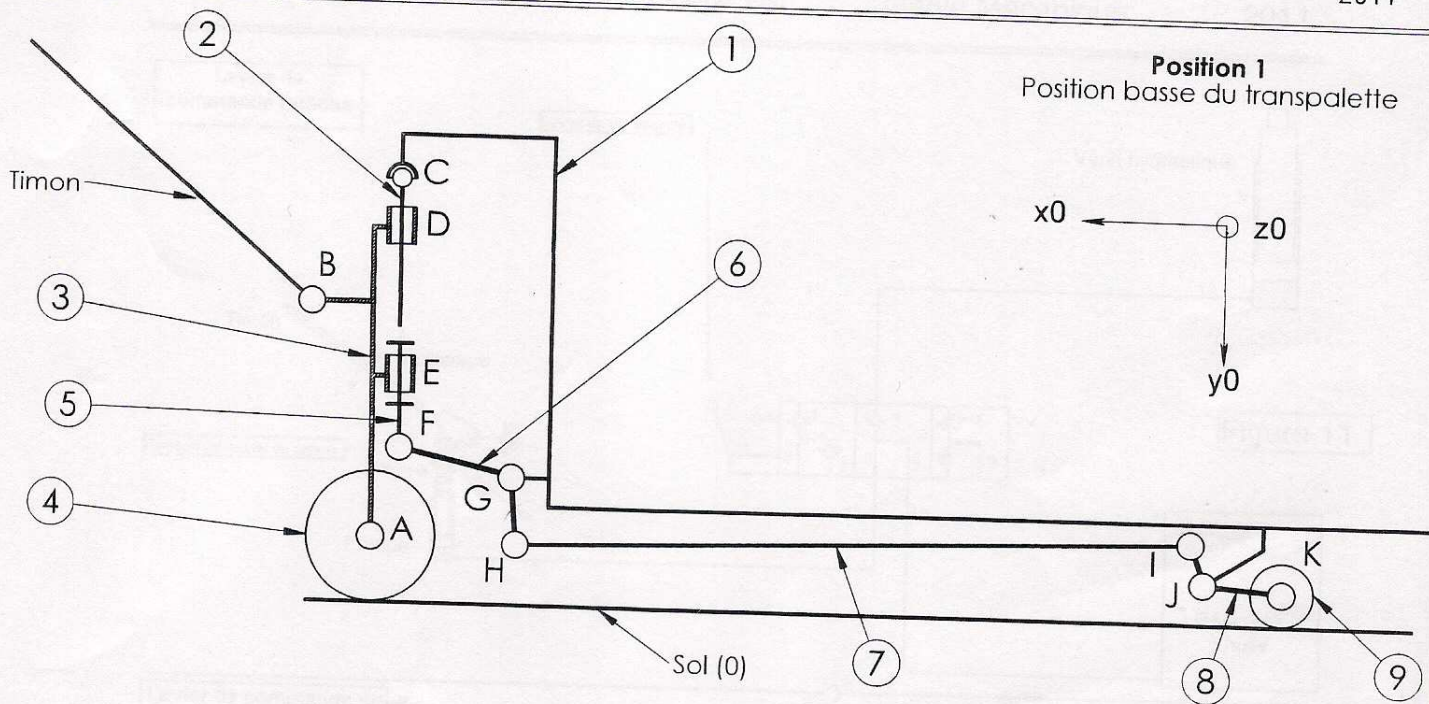
Recevoir l'énergie de déplacement directement de l'utilisateur

changera.

37°-
/4



Fin du corrigé



14

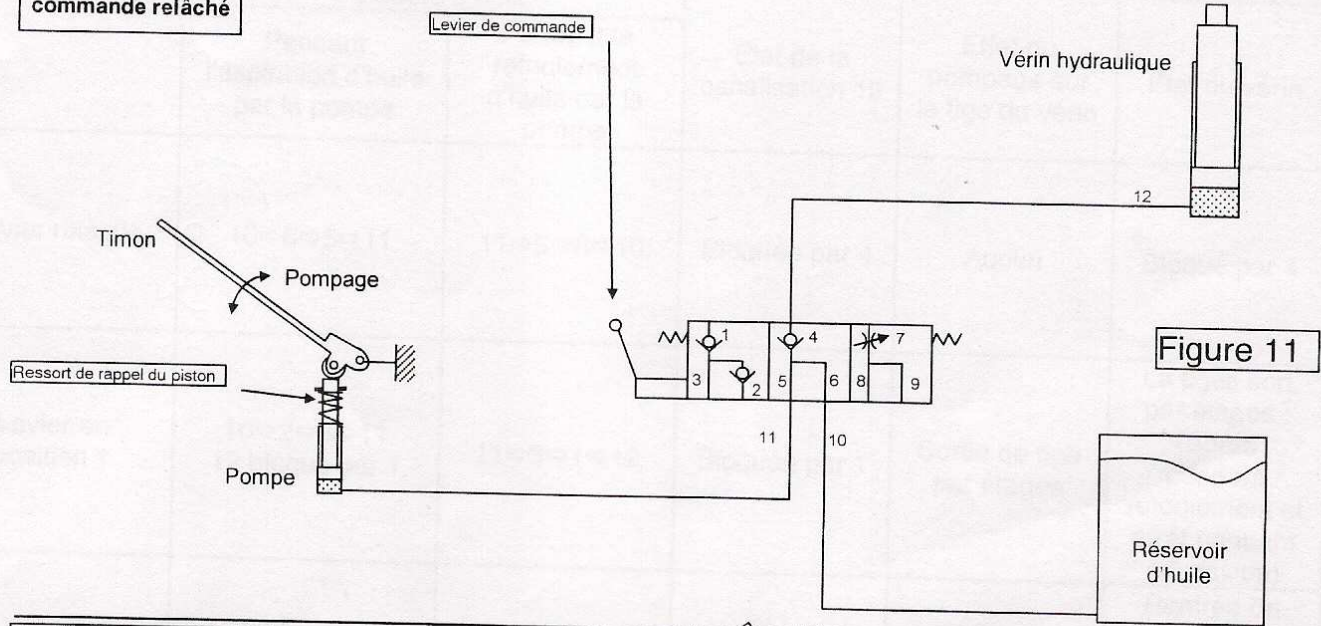
Nomenclature :

- 1 : Corps à fourches.
- 2 : Tige du vérin hydraulique.
- 3 : Corps du vérin hydraulique.
- 4 : Roues avant.
- 5 : Plaque.
- 6 : Chappe.
- 7 : Barre.
- 8 : Bras.
- 9 : Galet (Roue arrière).

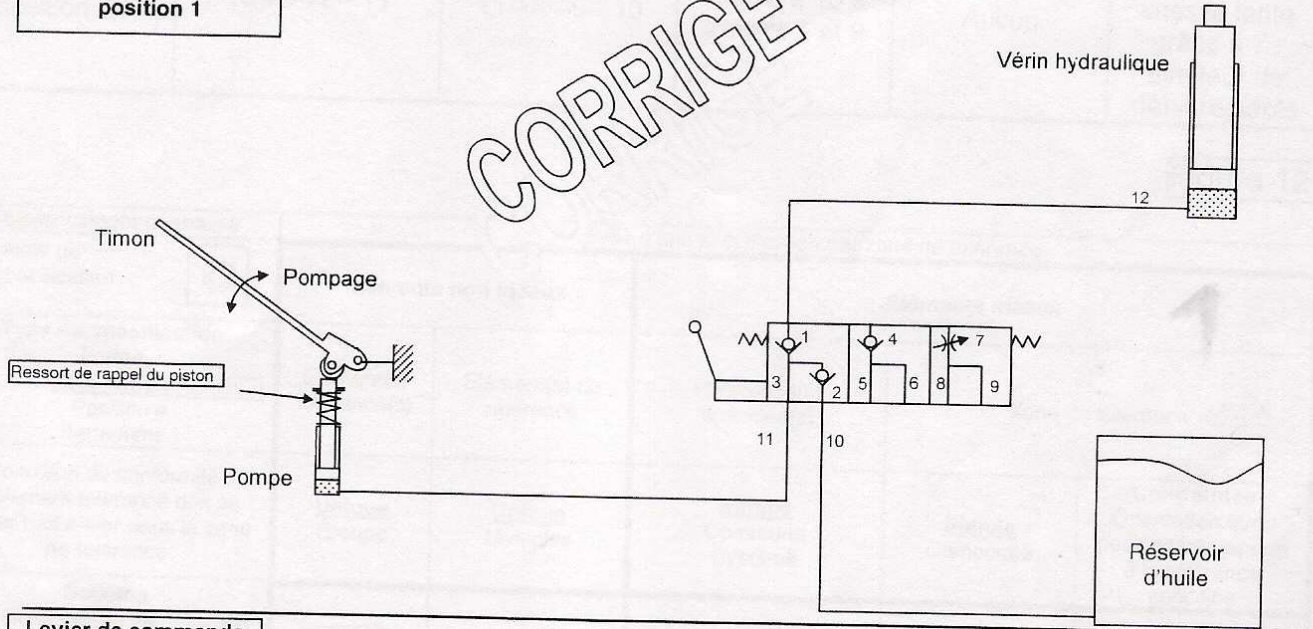
Liaisons :

- 1-2 : Rotule de centre C.
- 1-6 : Pivot d'axe (G, z_0).
- 1-8 : Pivot d'axe (J, z_0).
- 2-3 : Pivot glissant en D d'axe (CD).
- Timon-3: Pivot d'axe (B, z_0).
- 3-4 : Pivot d'axe (A, z_0).
- 3-5 : Pivot en E d'axe (EC).
- 5-6 : Pivot d'axe (F, z_0).
- 6-7 : Pivot d'axe (H, z_0).
- 7-8 : Pivot d'axe (I, z_0).
- 8-9 : Pivot d'axe (K, z_0).

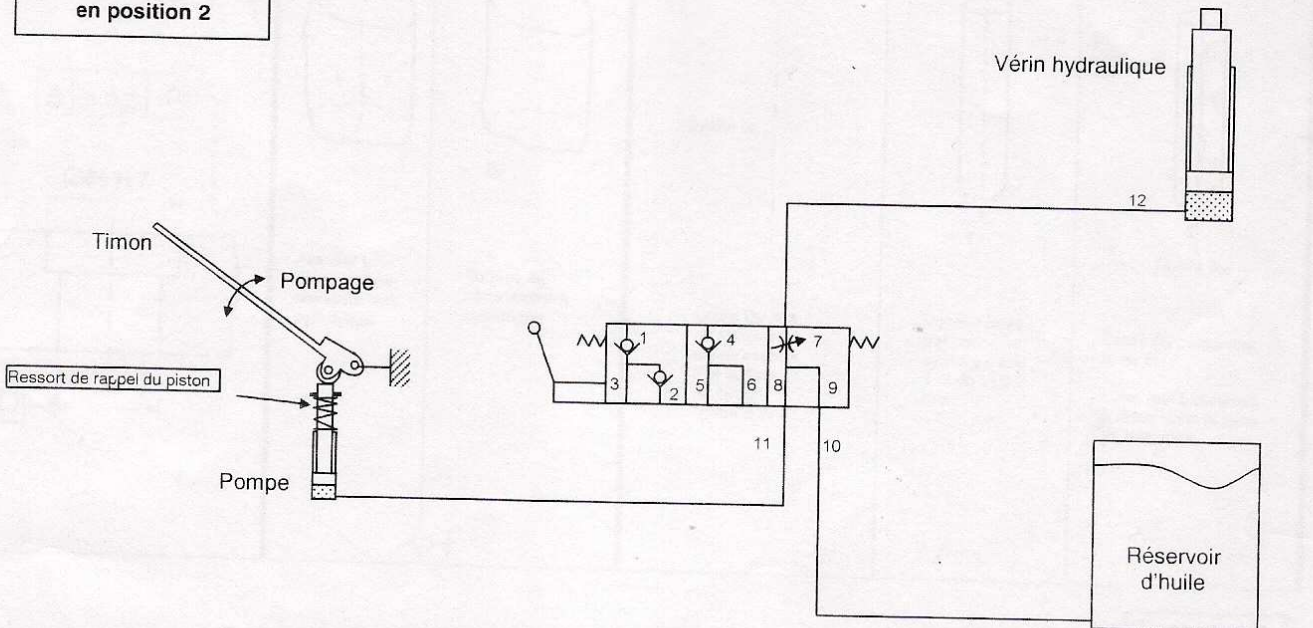
Levier de commande relâché



Levier de commande en position 1



Levier de commande en position 2



	Parcours d'huile		Etat de la canalisation 12	Effet du pompage sur la tige du vérin	Etat du vérin
	Pendant l'aspiration d'huile par la pompe	Pendant le refoulement d'huile par la pompe			
Levier relâché	10⇒6⇒5⇒11	11⇒5⇒6⇒10	Bloquée par 4	Aucun	Bloqué par 4
Levier en position 1	10⇒2⇒3⇒11 12 bloqué par 1	11⇒3⇒1⇒12	Bloquée par 1	Sortie de tige par étages	La tiges sort par étages : (Sortie pendant refoulement et arrêt pendant admission)
Levier en position 2	10⇒9⇒8⇒11	11⇒8⇒9⇒10	Reliée à 10 à travers 7 et 9	Aucun	Rentrée de tige de vérin à vitesse lente grâce à 7 : Limiteur de débit réglable

Figure 12


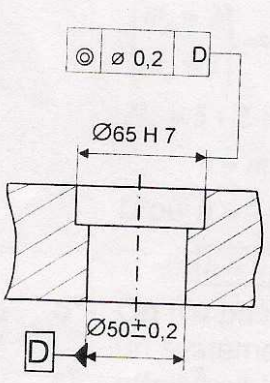

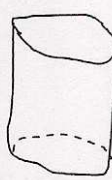



Tolérancement normalisé		Analyse d'une spécification par zone de tolérance				
Symbole de la spécification 	Type de spécification Forme Orientation Coaxialité Position Battement	Eléments non idéaux		Eléments idéaux		
		Elément(s) tolérancé(s)	Elément(s) de référence	Référence(s) spécifiée(s)	Zone de tolérance	
Condition de conformité : L'élément tolérancé doit se situer tout entier dans la zone de tolérance		<u>Unique</u> Groupe	<u>Unique</u> Multiples	<u>Simple</u> Commune Système	<u>Simple</u> Composée	Contraintes Orientation et/ou position par rapport à la référence spécifiée
Schéma Extrait du dessin de définition 		 Axe réel L d'une surface nominale cylindrique.	 Surface Sp nominale cylindrique.	 Droite D ₀	 T _i	 Droite D ₀
				Droite D ₀ axe du cylindre idéale associé à la surface Sp par un critère donné.	Volume limité par un cylindre d'axe T et de $\varnothing 0,2$ mm	Droite D ₀ confondue avec T. L'axe réel L contraint à rester dans la zone de tolérance.

Figure 13