Concours National Commun (CNC), Maroc

Session 2011, filière TSI

Technologies et sciences industrielles : génie mécanique

Durée : 3 heures

Ce que traite le sujet

- II : mécanisme de levée de la palette
- III : roues directrices
- IV : groupe hydraulique
- V : étude de résistance des fourches du transpalette
- VI : aspects cinématiques et dynamiques du transpalette
- VII : aspect réalisation et qualification de produits

Sujet reproduit sans retouche à partir de la page suivante.

Résumé des parties, chapitres de cours liés et autres années :
prepahelp.com/annales/cnc/tsi/2011/genie-mecanique

Prepa Help ne revendique aucun droit sur le sujet, propriété de l'organisateur du concours.

CNC **SESSION de 2011**

Filière TSI

Epreuve de **génie mécanique**

Durée : 3 heures

Aucun document n'est autorisé.
Calculatrice autorisée

L'épreuve** de **génie mécanique** **comporte :

– *Le texte de l'épreuve (pages numérotées de 1/10 à 10/ 10)*
– *5 Documents Techniques (pages numérotées de1/5 à 5/5)*
– *3 Documents à rendre (pages numérotées de1/3 à 3/3)*

Le sujet de l'épreuve génie mécanique se compose de six parties (sans compter la partie I : présentation du système) qui peuvent être traitées de façons indépendantes :

PARTIE II : MECANISME DE LEVEE DE LA PALETTE

PARTIE III : ROUES DIRECTRICES

PARTIE IV : GROUPE HYDRAULIQUE

PARTIE V : ÉTUDE DE LA RESISTANCE DES FOURCHES DU TRANSPALETTE

PARTIE VI : ASPECTS CINEMATIQUES ET DYNAMIQUES DU TRANSPALETTE

PARTIE VII : ASPECT REALISATION ET QUALIFICATION DE PRODUIT

Le candidat devra obligatoirement rendre:

- *Le cahier des réponses réservé à l'épreuve*
- *Les 3 Documents à rendre*

Si un candidat est amené à repérer ce qui peut lui sembler être une erreur d'énoncé, il le signalera sur sa copie et devra poursuivre sa composition en expliquant les raisons des initiatives qu'il a été amené à prendre.

TRANSPALETTE MANUEL

I- Présentation du système :

Le rangement de produits sous forme de palettes est très répandu en industrie ; en phases de production, de magasinage, de livraison … Ceci facilite leur déplacement d'un lieu à un autre ainsi que leur chargement et déchargement.

En effet, il y'a une grande variété de véhicules et chariots utilisés pour déplacer, charger et décharger des palettes (Véhicules manuels, électriques, à diesel…).

Le transpalette manuel en est un (voir document 1/5).

Il est constitué des grandes parties suivantes : (Voir documents 2/5)

Le timon : (Figure 1) de construction tubulaire, permet à l'utilisateur de :

- déplacer le transpalette en marche avant et arrière par action musculaire,
- diriger le transpalette en cours de marche avant ou arrière,
- manœuvrer le groupe hydraulique pour la levée ou la descente de la palette.

Le groupe hydraulique : (Figure 1-Figure 2-Figure 3) constitué :

- d'une pompe manuelle à piston,
- d'un vérin hydraulique (Tige du vérin+Corps du vérin),
- d'un distributeur hydraulique (Préactionneur du vérin). L'utilisateur commande le distributeur par un levier de commande, relié à un câble qui passe à travers le timon.

Le corps et les éléments de structure : (Figure 1-Figure 4)

- Corps à fourches en tôle emboutie et soudée,
- Système articulé qui transforme la sortie (ou rentrée) de tige de vérin en levée (ou descente) du corps du transpalette,
- Les roues avant (directrices) et les galets arrière, montés sur des roulements à billes afin de minimiser les frottements et supporter les charges importantes.

Pour déplacer une palette chargée, l'utilisateur effectue les opérations suivantes (Voir documents 3/5):

- pousse le transpalette en marche arrière, tout en le dirigeant, pour loger les fourches sous la palette,
- agit sur le levier de commande du distributeur hydraulique (**Position 1**), et donne des coups de pompe par le timon : le transpalette soulève la charge (Figure 5-Figure 6),
- relâche le levier et tire et dirige le transpalette via le timon (lorsque le levier est en position **relâché**, le vérin hydraulique se trouve bloqué).
- Une fois arrivé à l'endroit désiré, il agit sur le même levier (**Position 2**), le transpalette dépose la palette sur le sol.

II- Mécanisme de levée de la palette :

Le transpalette peut être schématisé par un schéma plan vu que celui-ci est symétrique. (Voir document à rendre 1/3)

1°- Sur le document à rendre 1/3 tracer le transpalette en position 2 (Position haute) sachant que la distance :

CF (Position 2) = 1,22 * (CF position 1).

Les deux schémas (Position1) et (Position 2) ont bien sûr la même échelle.

2°- En se basant sur (la figure 8, Document 3/5), tracer le graphe de liaisons.

3°- Quel type de chaîne de solides a-t-on dans ce cas, en déduire le degré d'hyperstatisme **h**.

4°- Que deviendrait **h** si on remplace (**en même temps**) la liaison entre (5) et (6) par une liaison pivot glissant d'axe $(F,\vec{z}_0)$ et la liaison entre (6) et (7) par une liaison linéaire annulaire d'axe $(H,\vec{z}_0)$.

5°- A-t-on intérêt à avoir, dans notre cas, un système isostatique. Justifier brièvement.

III- Roues directrices :

Les roues avant sont montées sur un axe pouvant pivoter par rapport au corps du vérin hydraulique voir (Figure 7, Document 3/5).
Cette solution peut être schématisée comme montré sur la figure ci-dessous :

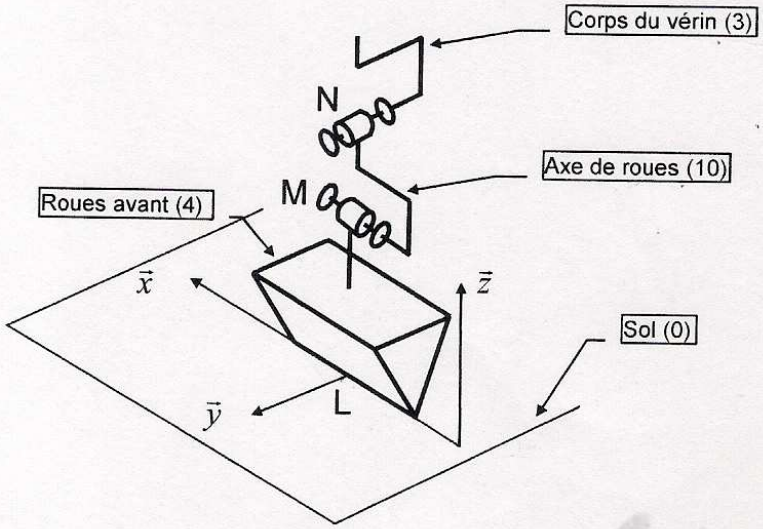
Liaisons :

0- 4 : Linéaire rectiligne de normale $\vec{z}$ et d'axe $(L,\vec{x})$.

4-10 : Pivot d'axe $(M,\vec{x})$.

10- 3 : Pivot d'axe $(N,\vec{y})$.

$\overrightarrow{LM} = a\vec{z}$
$\overrightarrow{LN} = b\vec{z}$
a et b distances constantes en (m).



6°- Tracer le graphe de liaisons.

7°- Quel type de chaîne de solides a-t-on. En déduire la liaison équivalente au point L entre le corps (3) et le sol (0) par une étude cinématique.

8°- Brièvement, quel est l'intérêt de ce montage particulier des roues.

IV- Groupe hydraulique :

Le schéma hydraulique proposé sur la (Figure 11 Document à rendre 2/3) donne le principe de fonctionnement du groupe hydraulique (d'autres détails ne sont pas représentés).

Le distributeur hydraulique est stable en position centrale à cause des deux ressorts schématisés de part et d'autre de celui-ci, les deux autres positions sont commandées par le levier de commande.

9°- Sur le document à rendre 2/3 tracer les deux autres états du montage lorsque l'utilisateur agit sur le levier de commande (Position 1) et (Position 2).

10°- Compléter brièvement (Sur le document à rendre 3/3) le tableau (Figure 12) décrivant le fonctionnement du groupe hydraulique sachant que le poids de la palette chargée tend toujours à faire rentrer la tige du vérin.
(Répondre en utilisant les numéros d'éléments de circuits donnés sur la figure 11).

V- Etude de résistance des fourches du transpalette :

La figure ci-dessous représente un modèle simplifié d'étude de résistance des fourches du transpalette.

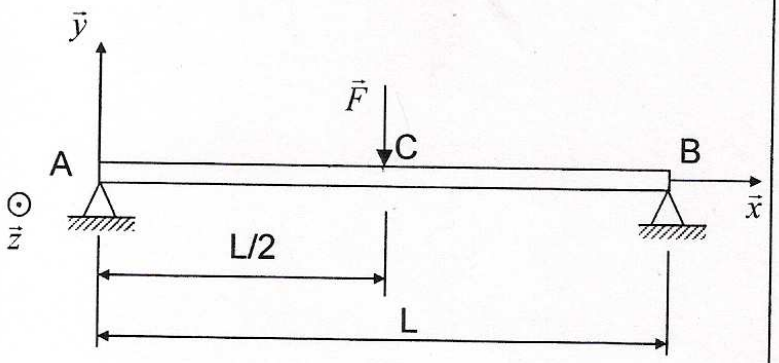
La fourche est modélisée par une poutre droite (AB) de longueur L, reposant sur deux appuis simples et soumise à un effort $\vec{F}$ appliqué en son milieu C.

$\overrightarrow{AB} = L\vec{x}$

$\left\|\vec{F}\right\| = P/2$

P : poids maximal de la palette chargée.

Le poids de la poutre est négligé.



11°-Déterminer les réactions en A et B des appuis simples sur la poutre.

12°-Déterminer le torseur de cohésion $\{\tau_{Coh}\}_G$ le long de la poutre en fonction de la variable x telle que : $\overrightarrow{OG} = x\vec{x}$ (G centre de la section de coupure).

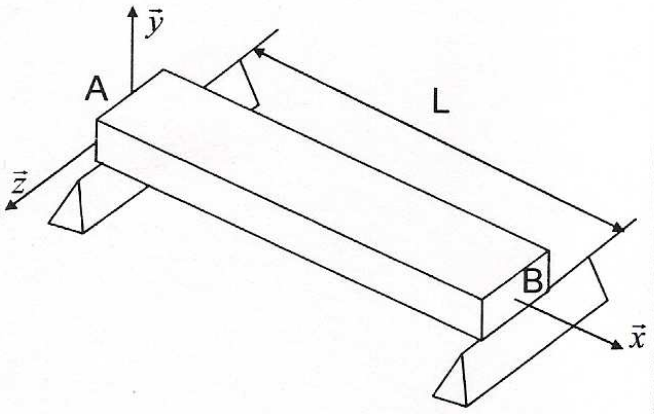
13°-Représenter les éléments non nuls de ce torseur.

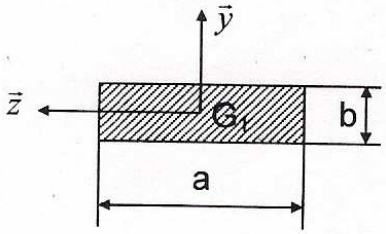
14°-On s'intéresse uniquement à l'effet du moment de flexion, quelle est donc la section la plus chargée. Donner l'expression de la contrainte normale maximale $|\sigma_{Maxi}|$.

15°-On montre que la flèche maximale pour le modèle adopté est $|f_{Maxi}| = \dfrac{FL^3}{48EI_{Gz}}$ au point C (c'est le déplacement du point C après déformation). Quel est donc l'effet du moment quadratique I_{Gz} sur $|\sigma_{Maxi}|$ et $|f_{Maxi}|$.

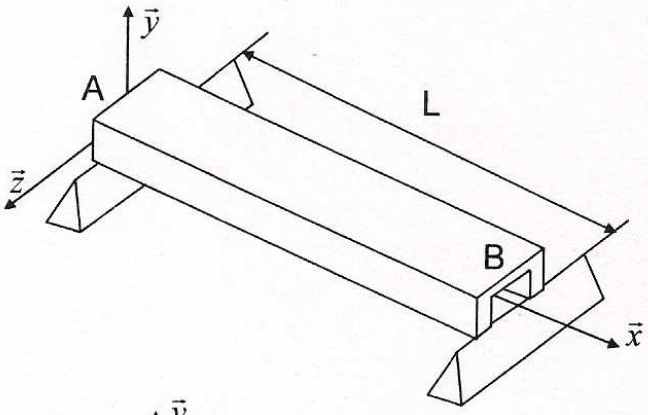
On se propose de le vérifier sur deux sections de poutres différentes, en effet les fourches sont en tôle emboutie en forme de U :

Cas 1





Cas 2



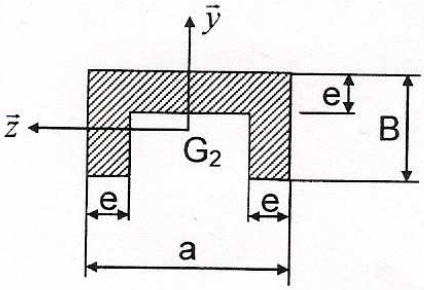


Figure 14

G_1 : Centre d'inertie de la section 1

G2 : Centre d'inertie de la section 2

Découpage proposé de la section du cas 2

G_3, G_4 et G_5 sont les centres d'inertie des parties concernées.

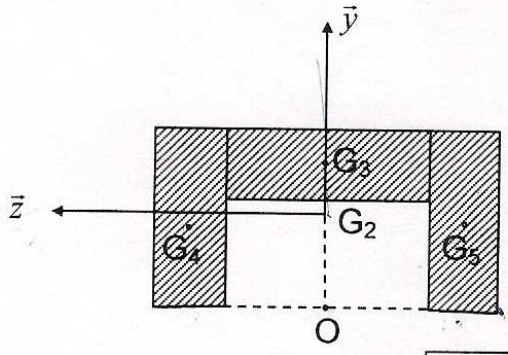


Figure 15

Pour les deux cas (Figure 14 ci-dessus) on a :

* le même chargement décrit avant.
* Le même matériau de module de Young E (MPa).
* Le même volume de matière.
* les mêmes longueurs **(L)** et mêmes largeurs **(a)** des poutres.
* l'épaisseur **(e)** du cas 2 est connue (c'est une donnée).

16°-Déterminer $b = f(B)$.

17°-Déterminer la distance OG_2 qui définit la position de G_2 sur l'axe $O\vec{y}$ (voir figure 15 ci-dessus) ; **utiliser le découpage de la section proposé sur la même figure.**

18°-Exprimer I_{G_1z} ; donner une idée brève sur la méthode de détermination de I_{G_2z} sans détailler les expressions.

Le tableau suivant donne les résultats de calcul pour quelques valeurs de a, B et e ; vi (i=1,2) étant la distance des points de la section (i) les plus éloignés de l'axe (G_i, $\vec{z}$).

a (mm)	e (mm)	B (mm)	b (mm)	OG2	IG_1z (mm4)	IG_2z (mm4)	v1	v2	$IG_1z/v1$	$IG_2z/v2$
156	8	39	11.18	29.45	18163.90	181341.66	5.59	29.45	3249.50	6156.75
156	8	40	11.28	30.18	18668.42	195568.48	5.64	30.18	3309.40	6479.68
156	8	41	11.38	30.91	19182.20	210496.11	5.69	30.91	3369.85	6810.98
156	8	42	11.49	31.63	19705.32	226137.33	5.74	31.63	3430.84	7150.59
156	8	43	11.59	32.34	20237.87	242504.79	5.79	32.34	3492.38	7498.44
156	8	44	11.69	33.05	20779.93	259610.95	5.85	33.05	3554.46	7854.47
156	8	45	11.79	33.76	21331.58	277468.12	5.90	33.76	3617.09	8218.63
156	8	46	11.90	34.47	21892.91	296088.46	5.95	34.47	3680.27	8590.86
156	8	47	12.00	35.17	22464.00	315484.00	6.00	35.17	3744.00	8971.11
156	8	48	12.10	35.86	23044.94	335666.62	6.05	35.86	3808.27	9359.32
156	8	49	12.21	36.56	23635.80	356648.08	6.10	36.56	3873.09	9755.46
156	8	50	12.31	37.25	24236.69	378440.00	6.15	37.25	3938.46	10159.46
156	8	51	12.41	37.94	24847.67	401053.90	6.21	37.94	4004.38	10571.29
156	8	52	12.51	38.62	25468.83	424501.16	6.26	38.62	4070.84	10990.90
156	8	53	12.62	39.30	26100.26	448793.07	6.31	39.30	4137.85	11418.25
156	8	54	12.72	39.98	26742.04	473940.82	6.36	39.98	4205.40	11853.30
156	8	55	12.82	40.66	27394.26	499955.47	6.41	40.66	4273.50	12296.00

19°- Comparer la contrainte maximale $|\sigma_{Maxi}|$ de chacun des deux cas 1 et 2.

20°- Comparer la flèche maximale $|f_{Maxi}|$ de chacun des deux cas 1 et 2.

21°-Conclure.

VI- <u>Aspects cinématiques et dynamiques du transpalette</u> : (Voir Figure 16 ci-dessous)

(0) : sol fixe. $R_0(O, \vec{x}_0, \vec{y}_0, \vec{z}_0)$ repère lié à (0).

(1) : Corps du transpalette. $R_1(A, \vec{x}_1, \vec{y}_1, \vec{z}_0)$ repère lié à (1).
On pose $\theta(t) = (\vec{x}_0, \vec{x}_1) = (\vec{y}_0, \vec{y}_1)$.

(2) : Vérin (bloqué) en liaison pivot d'axe (C, $\vec{z}_0$) avec (1). $R_2(C, \vec{x}_2, \vec{y}_2, \vec{z}_0)$ repère lié à (2) orienté par rapport à R_1 de l'angle **<u>α = constante</u>** autour de (C, $\vec{z}_0$).

(3) : Roue, $R_3(C, \vec{x}_3, \vec{y}_2, \vec{z}_3)$ repère lié à (3) qui est en liaison pivot d'axe (C, $\vec{y}_2$) avec (2). On pose $\varphi(t) = (\vec{z}_0, \vec{z}_3) = (\vec{x}_2, \vec{x}_3)$.
(3) roule sur le sol au contact supposé ponctuel : I.

Les roues arrière (Galets) sont en liaison pivot avec (1) de centres respectifs D et E d'axe $\vec{y}_1$.

Les points A, D, E et C sont supposés appartenir à un même plan horizontal.

On pose : $\overrightarrow{IC} = R\vec{z}_0$. R : rayon de la roue.

$\overrightarrow{AC} = L\vec{x}_1$.

$\overrightarrow{AD} = -\frac{a}{2}\vec{y}_1$ L, a : constantes positive.

$\overrightarrow{AE} = \frac{a}{2}\vec{y}_1$.

On pose : φ (t) =ωt **ω (rd/s) =constante.**

Θ (t) paramètre variable.

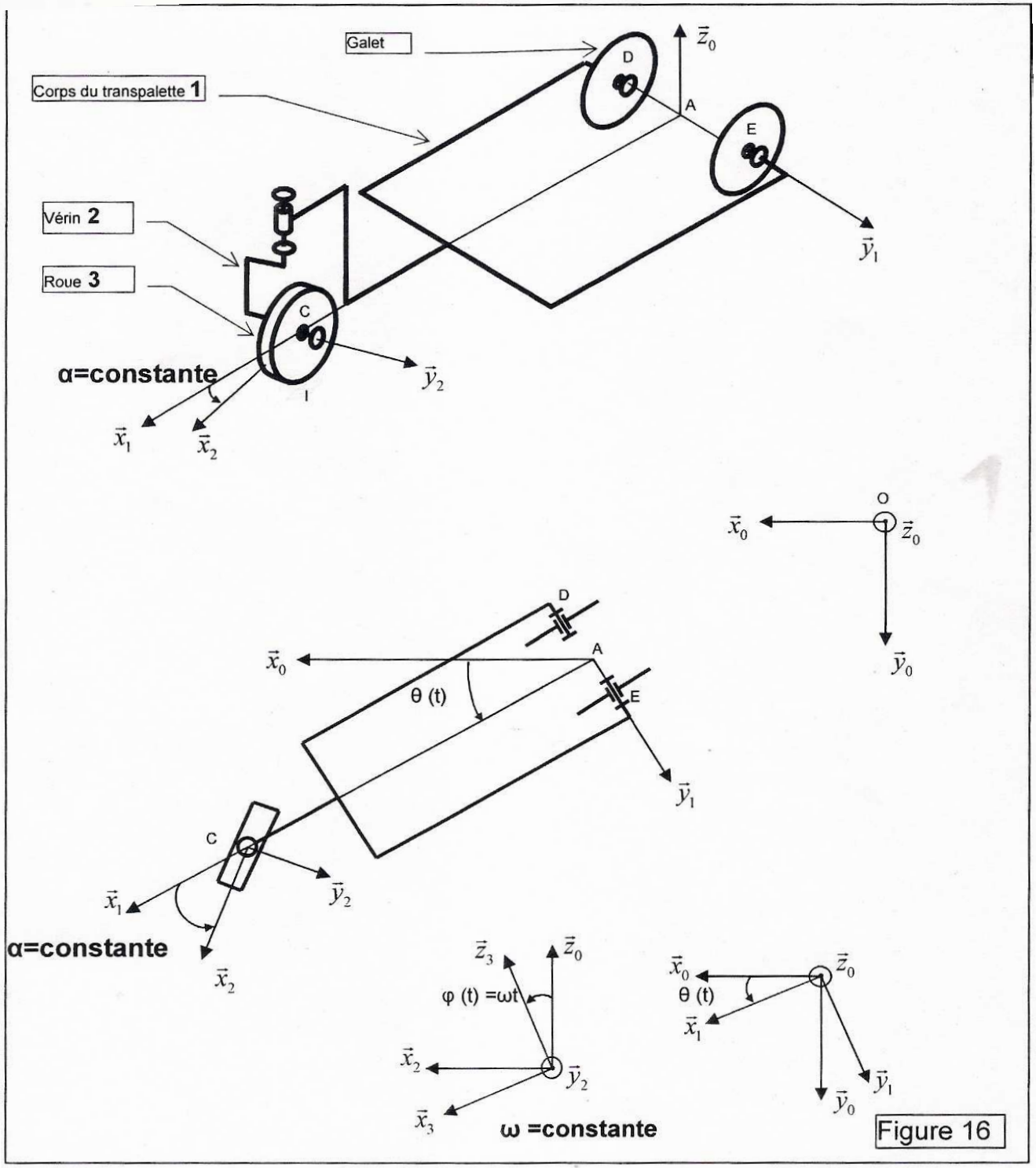


Figure 16

22°- déterminer les vitesses angulaires $\vec{\Omega}(3/2)$, $\vec{\Omega}(2/1)$, $\vec{\Omega}(1/0)$ .en déduire $\vec{\Omega}(3/0)$.

23°- Ecrire la condition de roulement sans glissement de la roue (3) sur le sol (0) ; en déduire la vitesse $\vec{V}(C/0)$.

24°- En déduire les vitesses $\vec{V}(A/0)$, $\vec{V}(D/0)$ et $\vec{V}(E/0)$.

25°- En fait, le schéma d'étude adopté inclue aussi le glissement latéral des roues arrières (Déplacement des points D, E et A suivant $\vec{y}_1$). Quelle est la relation entre ω et $\dot{\theta}$ pour ne pas avoir ce glissement.

26°- On pose $\vec{V}(C/0) = V\vec{x}_2$ (V constante en (m/s)). Déterminer $\dot{\theta}$ en fonction de V.

Calculer $\dot{\theta}$ pour V=5 km/h, L=1210 mm, α = 10 °, 20°, 30°, 40°, 50° et 60°.
(Répondre sous forme de tableau)

On s'intéresse par la suite au phénomène de basculement du transpalette.
En effet dans certaines conditions de charge, de mouvement ou de conception il peut basculer ; ce qui représente un danger d'utilisation.

Le modèle d'étude complet étant complexe, on adoptera le modèle simplifié suivant ; qui est sous forme de test de basculement du transpalette (Voir figure 17, page 8/10).

(0) : sol fixe. $R_0(O, \vec{x}_0, \vec{y}_0, \vec{z}_0)$ repère galiléen lié à (0).

Un bras tournant tire le transpalette au point I par une liaison rotule (I centre de la rotule).Le bras est en liaison pivot avec (0) d'axe $(O, \vec{z}_0)$.

(1) : (Corps+Charge) de masse m, de centre d'inertie G de matrice d'inertie

$$I_G(1) = \begin{bmatrix} A & 0 & 0 \\ 0 & B & 0 \\ 0 & 0 & C \end{bmatrix}_{(\vec{x}_1, \vec{y}_1, \vec{z}_0)}$$ en liaison rotule de centre I avec le bras.

$R_1(G, \vec{x}_1, \vec{y}_1, \vec{z}_0)$ repère lié à (1).

On pose θ(t) = $(\vec{x}_0, \vec{x}_1) = (\vec{y}_0, \vec{y}_1)$.

(4 et 5) : Galets de masses négligeables, sont respectivement en liaisons pivots avec (1) d'axes respectifs $(D, \vec{y}_1) et (E, \vec{y}_1)$. Ils sont en liaisons ponctuelles avec le sol (0) respectivement aux points J et K.

On suppose que les points O, I, J et K appartiennent au même plan horizontal ; G est à la hauteur h de ce dernier.

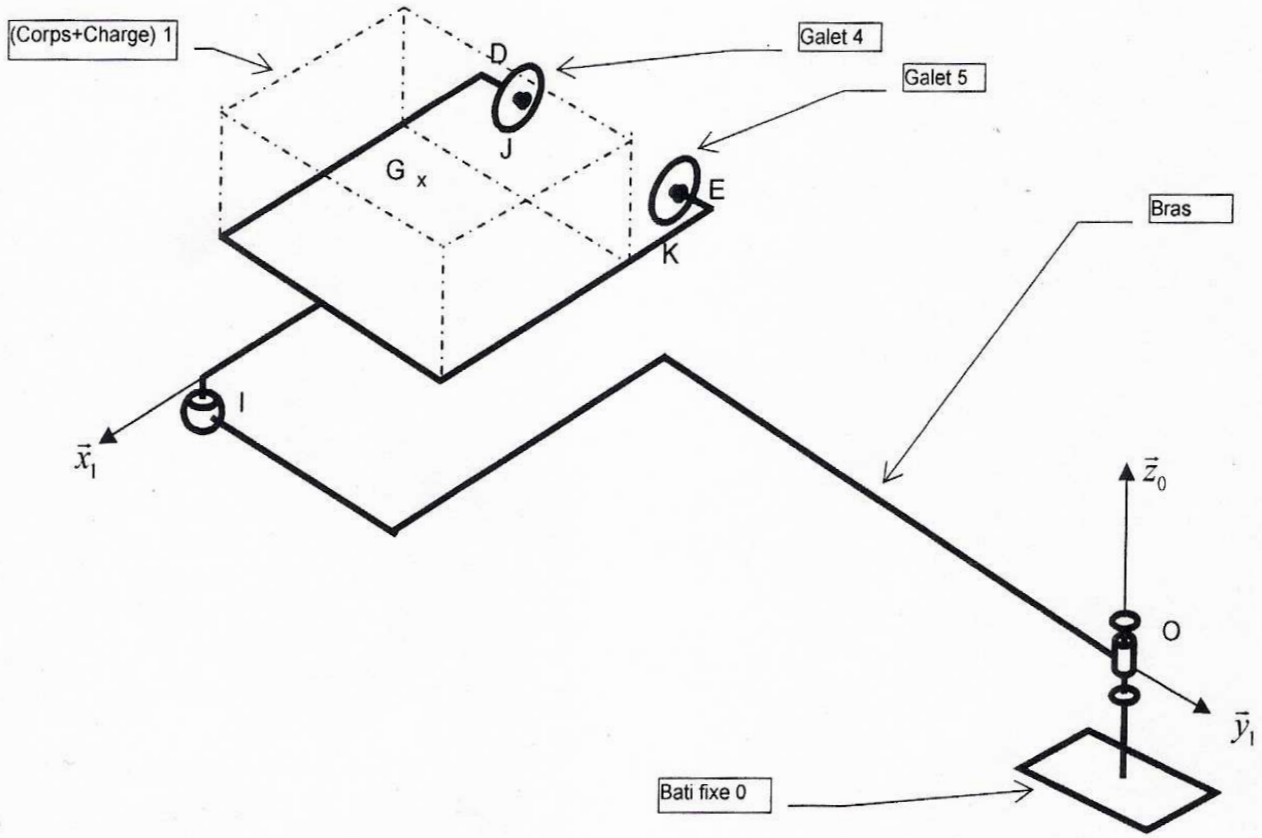
On pose : $\overrightarrow{OG} = -\rho\vec{y}_1 + h\vec{z}_0$. (h constantes positive), (ρ voir par la suite).

$$\overrightarrow{IJ} = -L\vec{x}_1 - \frac{a}{2}\vec{y}_1$$

$$\overrightarrow{IK} = -L\vec{x}_1 + \frac{a}{2}\vec{y}_1$$ (b, L et a constantes positives) .

$$\overrightarrow{IG} = -b\vec{x}_1 + h\vec{z}_0$$

θ (t) paramètre variable.


(Corps+Charge) 1
Galet 4
Galet 5
D
J
G x
E
K
Bras
I
$\vec{x}_1$
$\vec{z}_0$
O
$\vec{y}_1$
Bati fixe 0

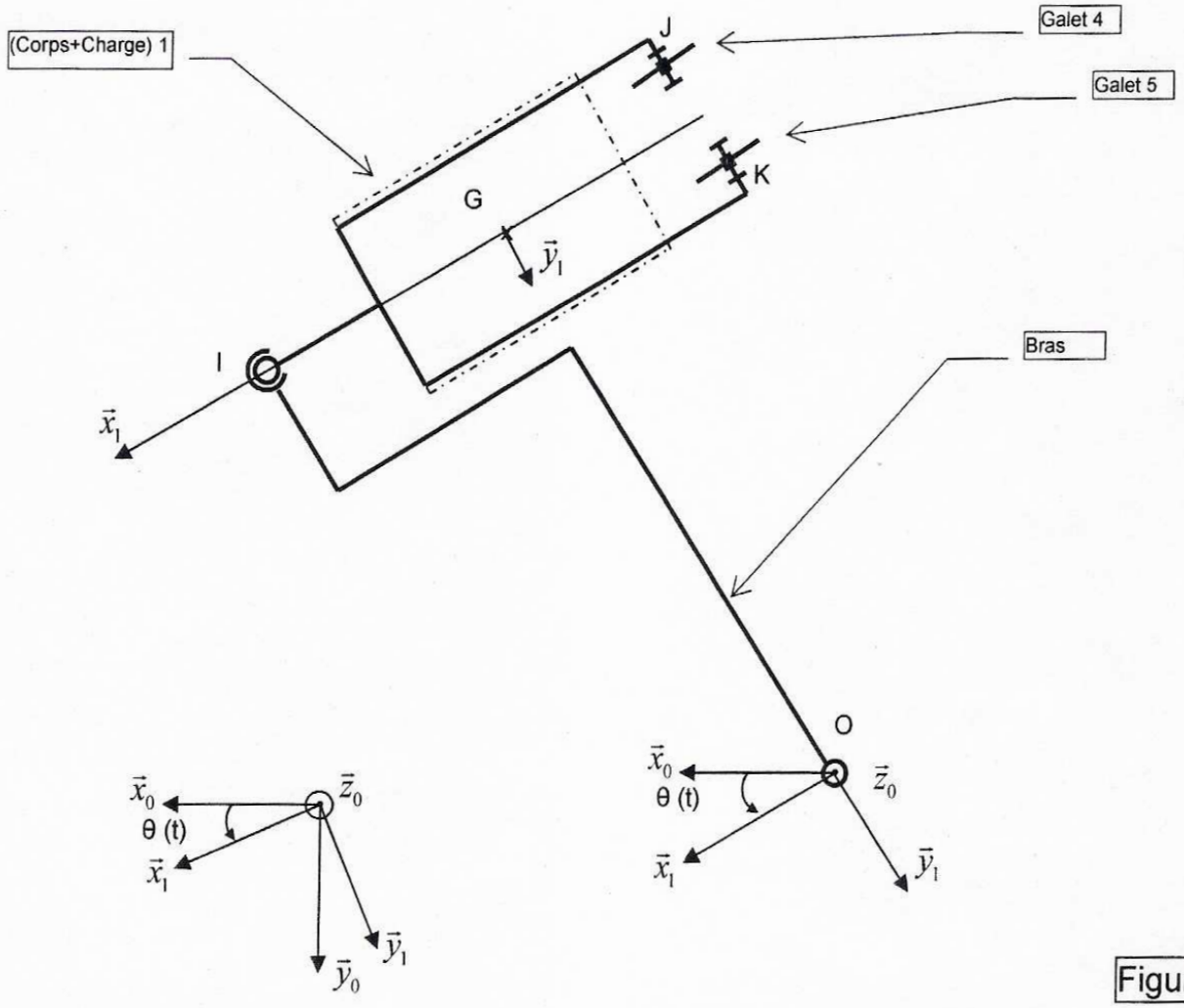

(Corps+Charge) 1
Galet 4
Galet 5
J
K
G
$\vec{y}_1$
I
$\vec{x}_1$
Bras
O
$\vec{x}_0$
θ (t)
$\vec{z}_0$
$\vec{x}_1$
$\vec{y}_1$
$\vec{x}_0$
θ (t)
$\vec{z}_0$
$\vec{x}_1$
$\vec{y}_1$
$\vec{y}_0$

Figure 17

Hypothèse : on suppose que $\vec{\Omega}(1/Bras)=\vec{0}$ et **ρ=constante**
Le repère R_1 est donc lié au Bras et à (1) en même temps.

L'action du sol (0) sur la roue (4) : $\{0\to 4\}=\begin{Bmatrix} N_J\vec{z}_0+T_J\vec{y}_1 \\ \vec{0} \end{Bmatrix}_J$

L'action du sol (0) sur la roue (5) : $\{0\to 5\}=\begin{Bmatrix} N_K\vec{z}_0+T_K\vec{y}_1 \\ \vec{0} \end{Bmatrix}_K$

L'action de pesanteur est prise en compte.

27°- Tracer le graphe des actions mécaniques (ou d'analyse).

28°- Appliquer le principe fondamental de la dynamique à l'ensemble S= (1, 4, 5) et déterminer l'action mécanique N_K en fonction des données et paramètres.

29°- Que devient N_K si : $\dot{\theta}=\Omega=\text{constante}$.

30°- Pour que le transpalette ne bascule pas, l'action N_K doit rester positive ; en déduire la hauteur maximale h_{maxi} du centre d'inertie G de (1) en fonction des données et paramètres.

31°- Calculer h_{max} sachant que :

a= 364 mm L= 1210 mm
b= 715 mm ρ= 3,5 m
g= 9,8 m/s² $\dot{\theta}=\Omega=0{,}6$ rd/s

32°- Au lieu de basculer, le transpalette peut (théoriquement) glisser sur le sol. Quelle est la condition sur $\dot{\theta}=\Omega=\text{constante}$ pour qu'il ne glisse pas en J et en K sur (0), f étant le coefficient de frottement des galets sur le sol (0).

VII- Aspect Réalisation et qualification de produits :

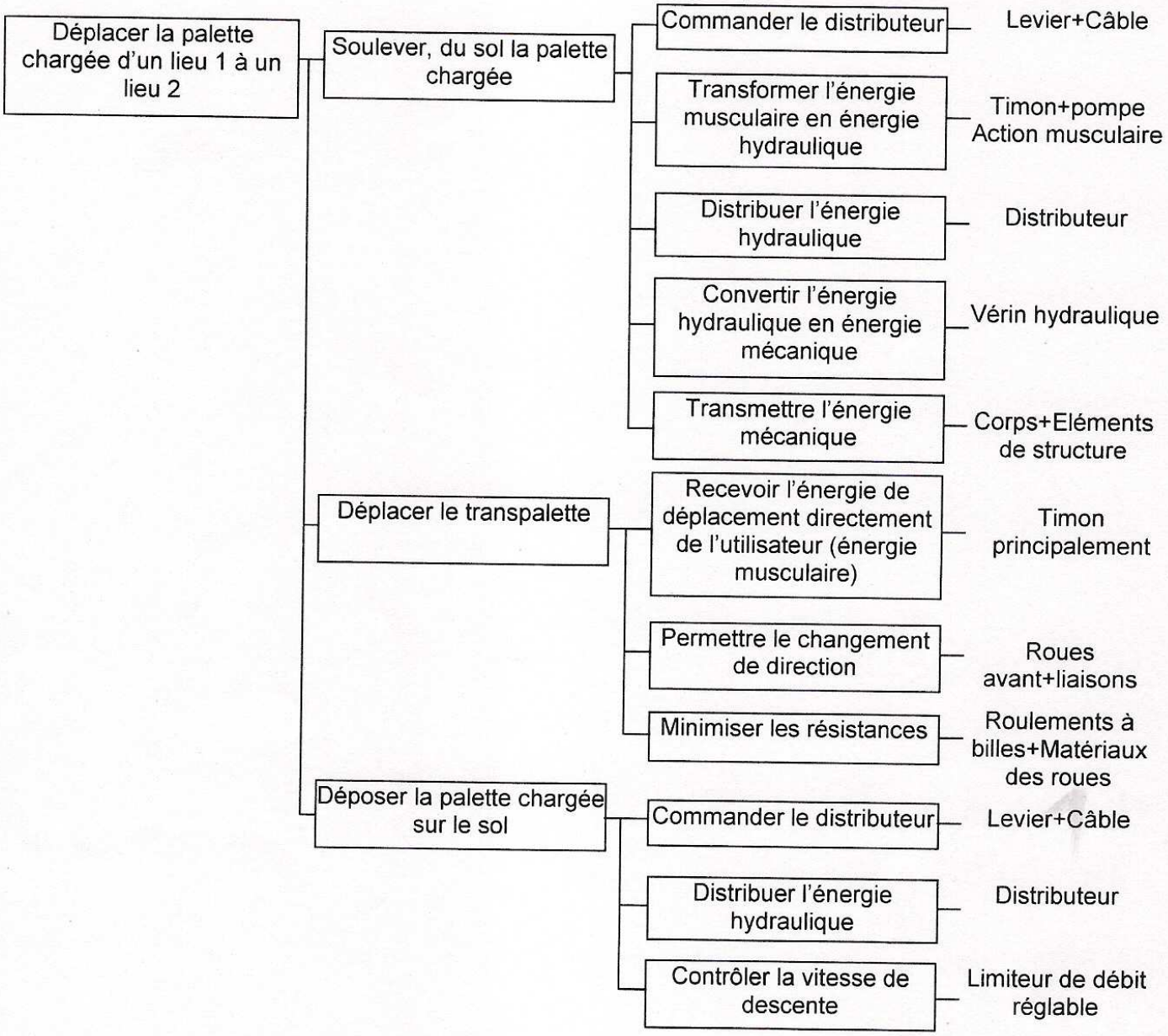
La plaque (5) est représentée sur le document 4/5.

33°- Expliquer sur (le document à rendre 3/3 Figure 13) la spécification :

◎	∅ 0,2	D

34°- Lequel des deux montages de contrôle représentés sur (le document 5/5 Figure 9) permet la vérification de cette spécification. Expliquer brièvement.

35°-Les fourches du transpalette sont en tôle emboutie ; donner brièvement le principe du procédé d'obtention des pièces mécaniques appelé : EMBOUTISSAGE.



Ci-dessus est représenté un extrait du diagramme FAST descriptif du transpalette manuel.

Il existe sur le marché des transpalettes équipés de moteur électrique, alimenté par une batterie rechargeable portée sur le transpalette. (Voir figure 10 Document 5/5) .

Le motoréducteur et le frein agissent uniquement sur la roue avant, **toutes les autres fonctions du transpalette manuel sont conservées.**

36°- Qu'est ce qui changera dans le diagramme FAST suite à cette amélioration technologique.

37°- Proposer le détail de la partie (ou des parties) qui change.

Fin de l'énoncé.





Quelques caractéristiques du transpalette manuel :

Capacité nominale		1500 kg
Poids du transpalette		65 kg
Effort de traction nominal à charge maximale sur un sol lisse		190 N
Longueur total (sans Timon)		1480 mm
Largeur du transpalette		525 mm
Hauteur des fourches par rapport au sol :	Position basse	80 mm
	Position haute maximale	195 mm .

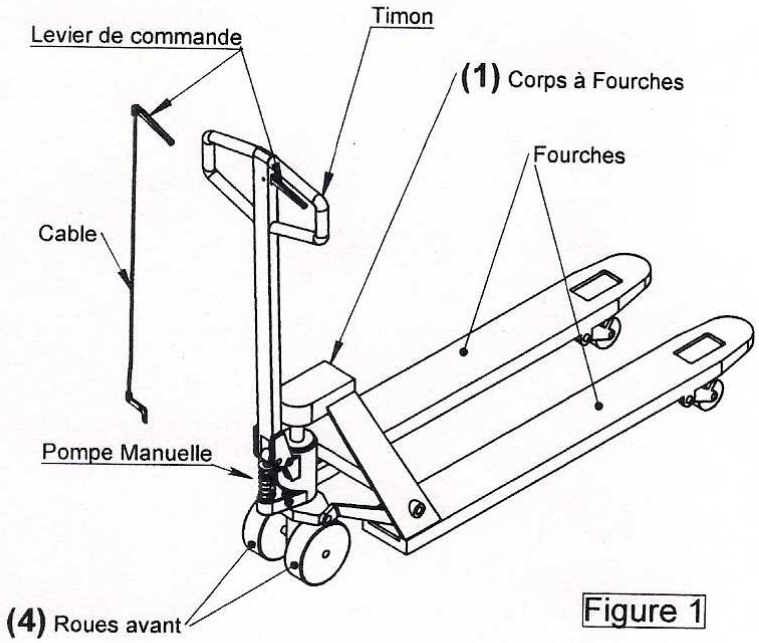


Figure 1

Groupe Hydraulique

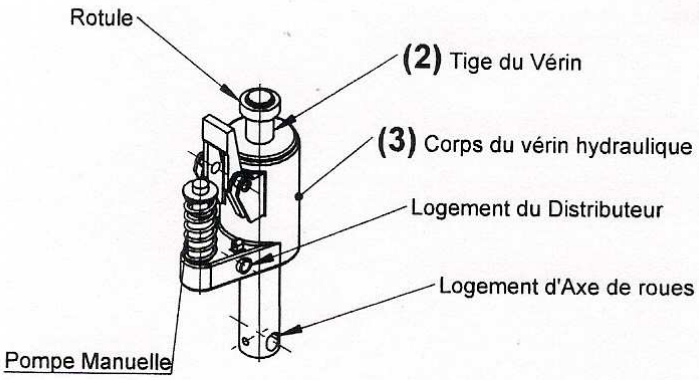


Figure 2

Le dessin ci-dessous donne une idée sur le groupe hydraulique.Beaucoup de pièces et détails ne sont pas représentés.

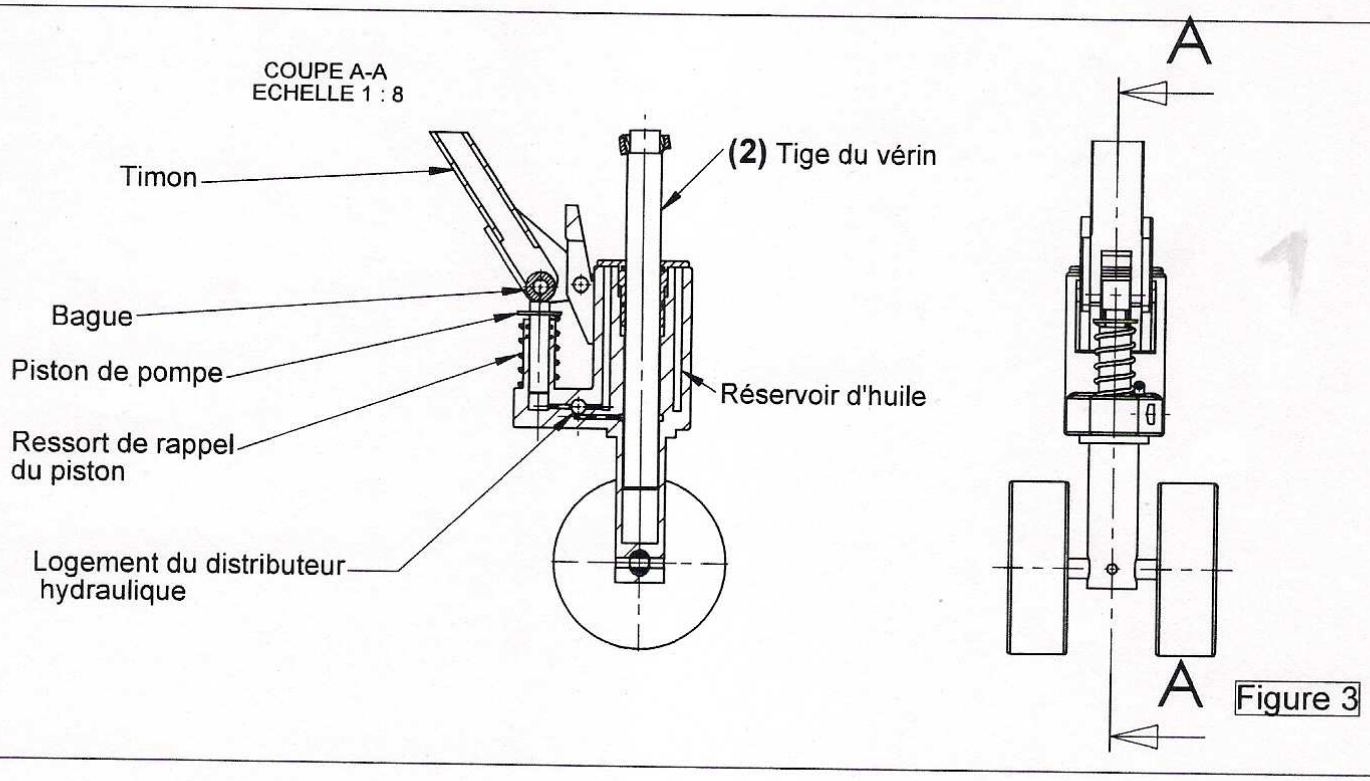


Figure 3

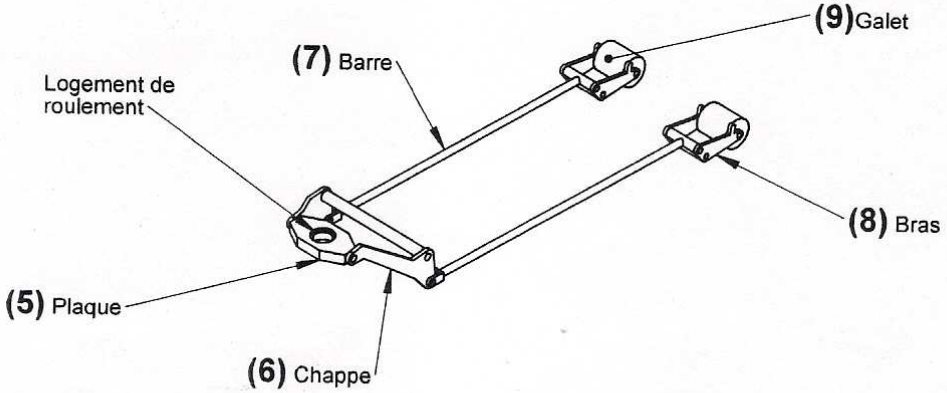


Figure 4

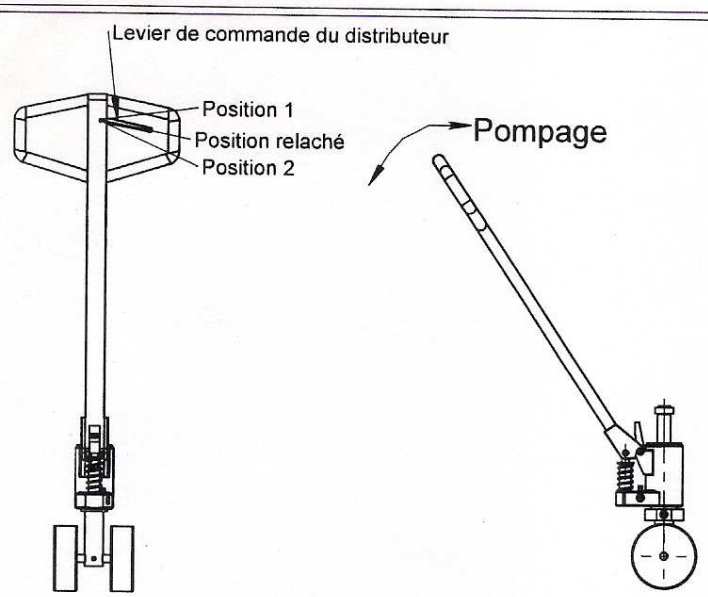


Figure 5

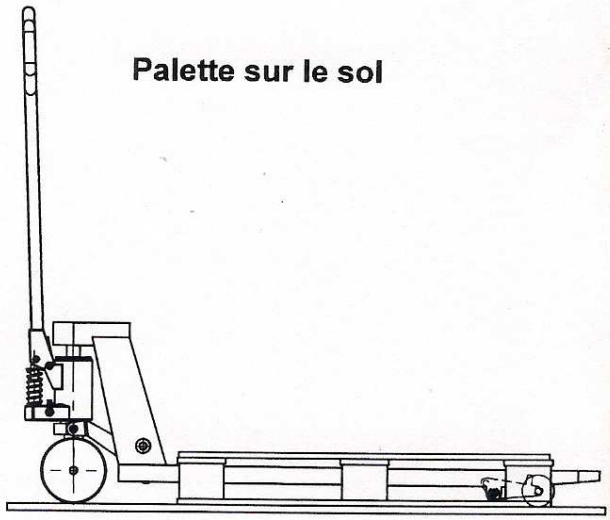


figure 6

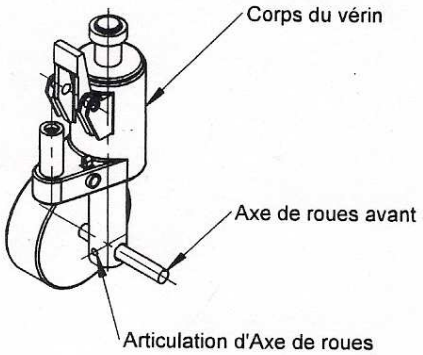
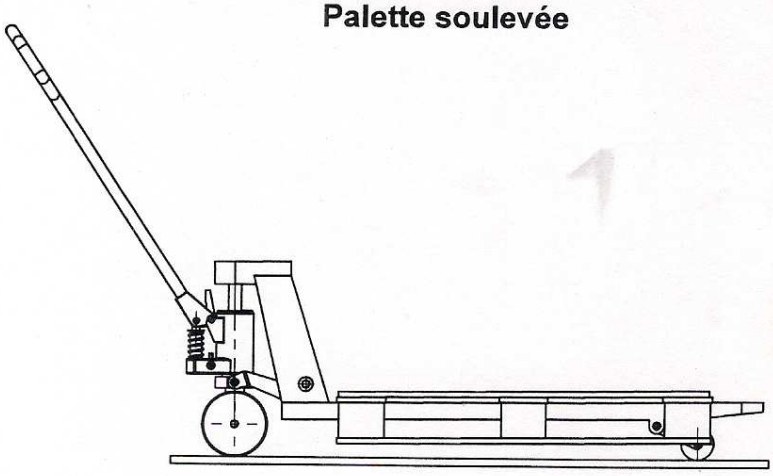


Figure 7



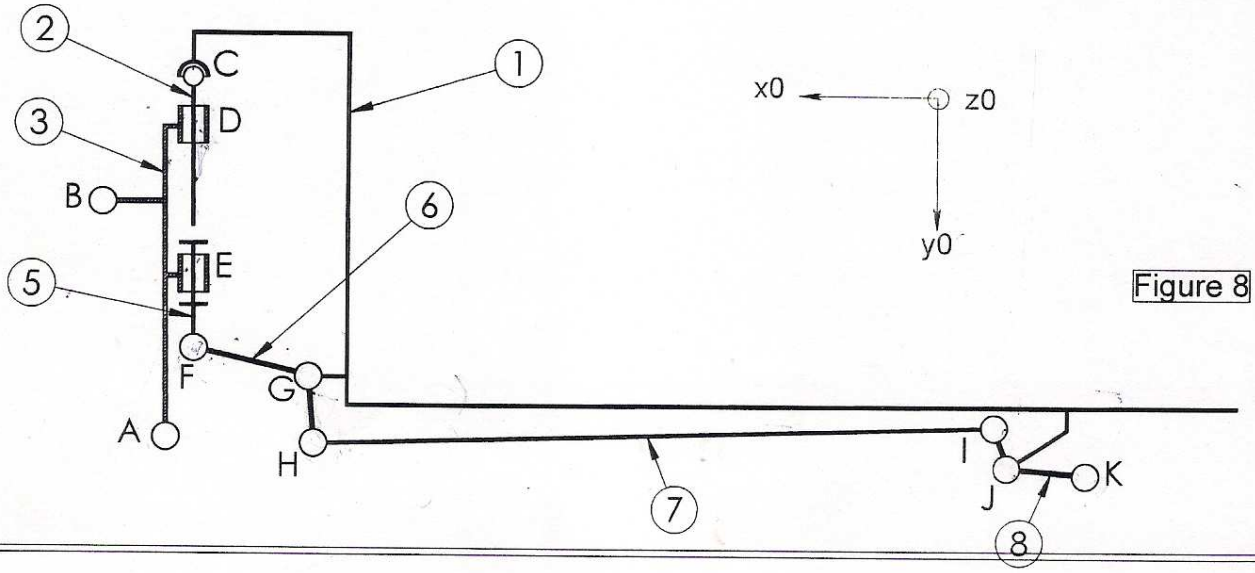
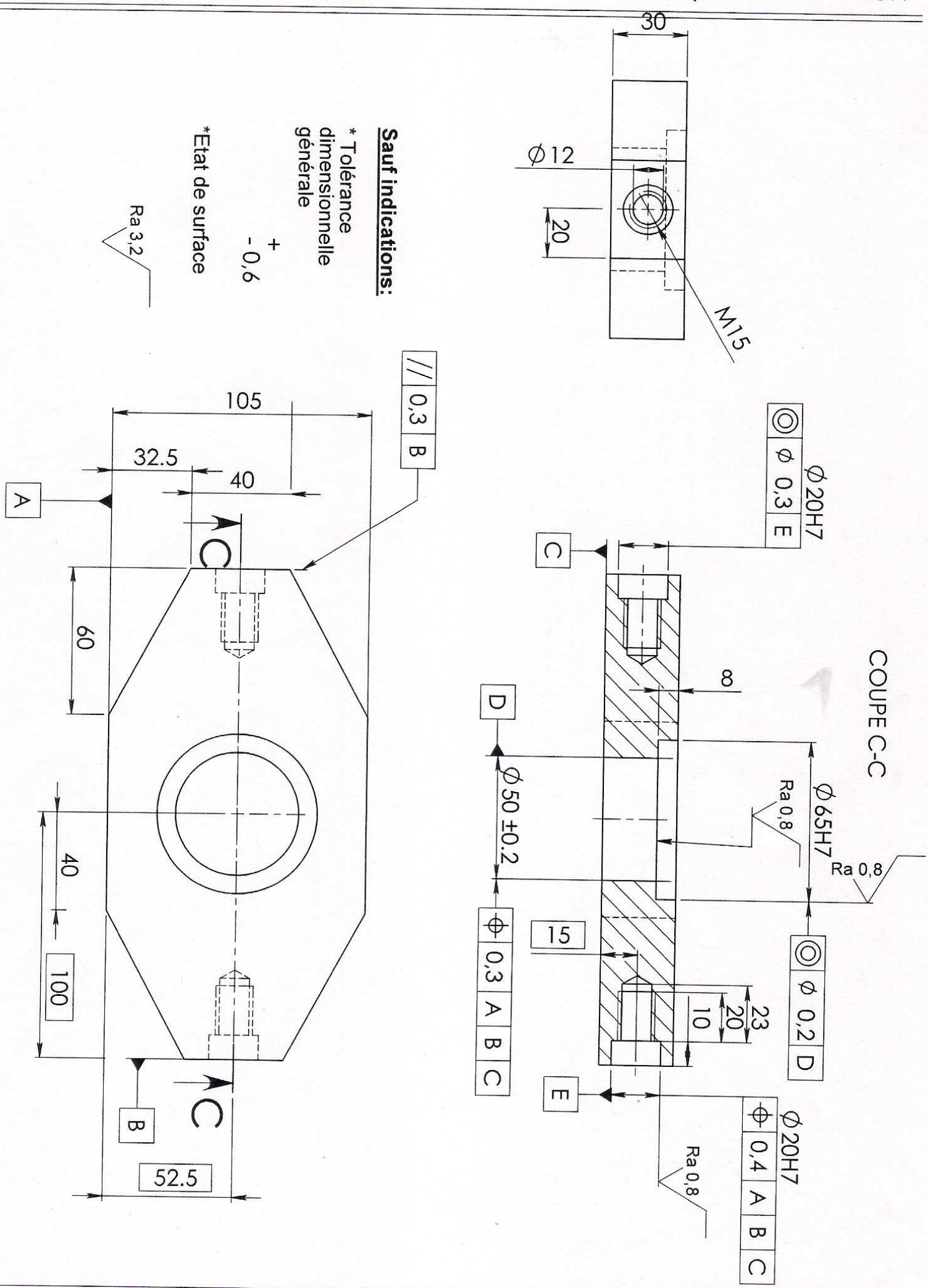
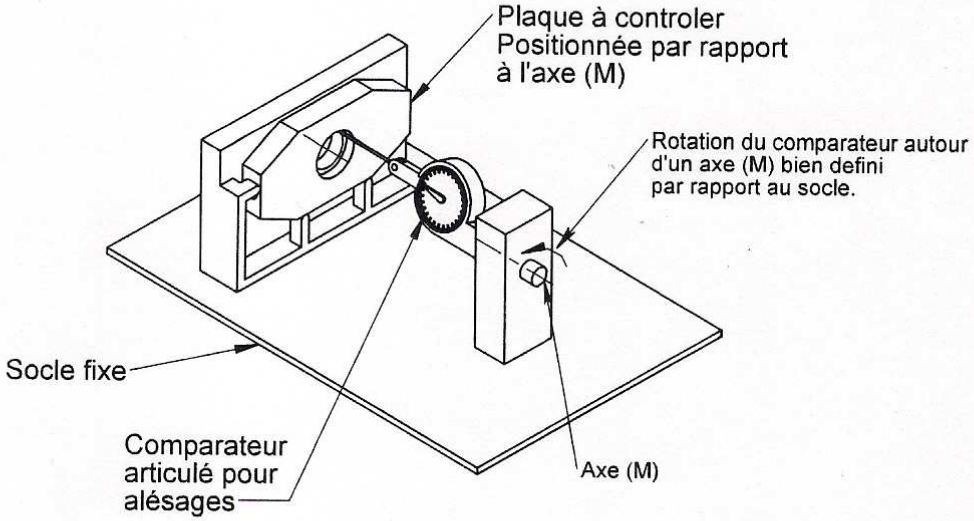


Figure 8


Sauf indications:
* Tolérance dimensionnelle générale + 0,6 - 0,6
*Etat de surface
Ra 3,2
30
⌀12
20
M15
105
32.5
40
A
B
// 0,3 B
60
40
100
52.5
C
⌀20H7
⌀ 0,3 E
8
D
⌀50 ±0.2
⌀ 0,3 A B C
15
⌀65H7
Ra 0,8
⌀ 0,2 D
23
20
10
E
⌀20H7
0,4 A B C
COUPE C-C

Schémas de principe

Montage 1



Montage 2

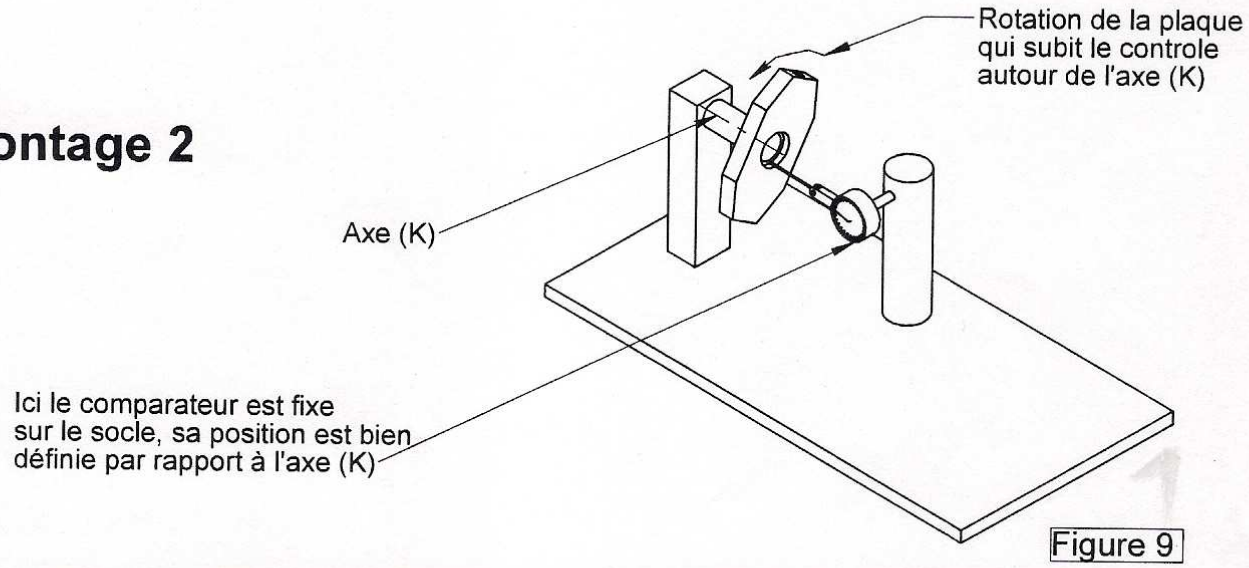


Figure 9

Dans les deux cas, le palpeur du comparateur palpe sur l'alésagege de la pièce à controler avec possibilité de le déplacer axialement.

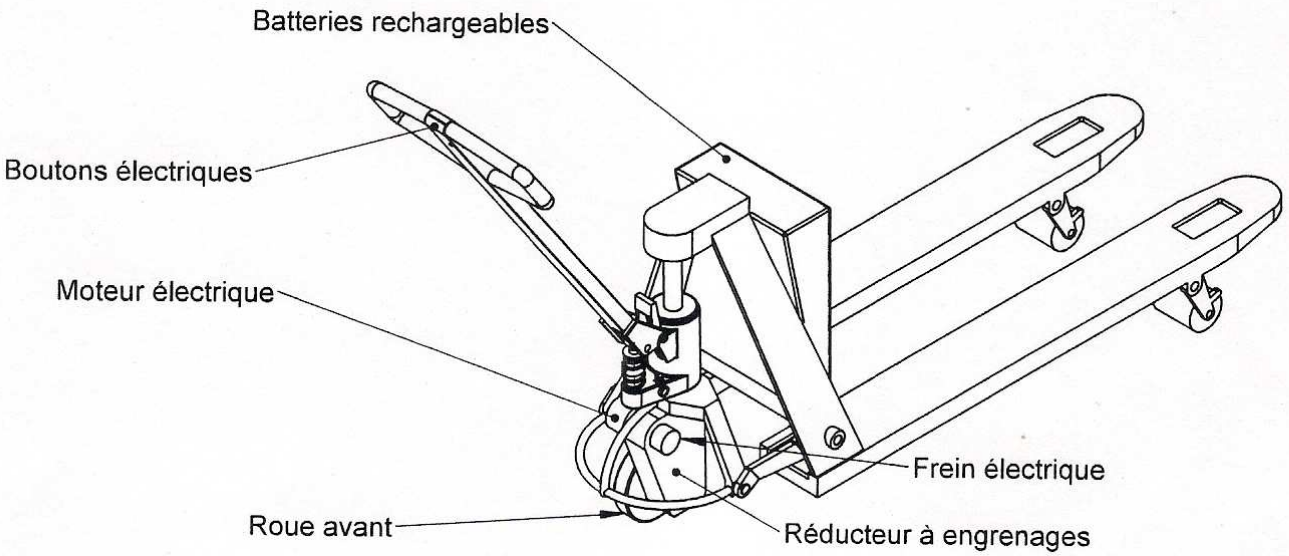
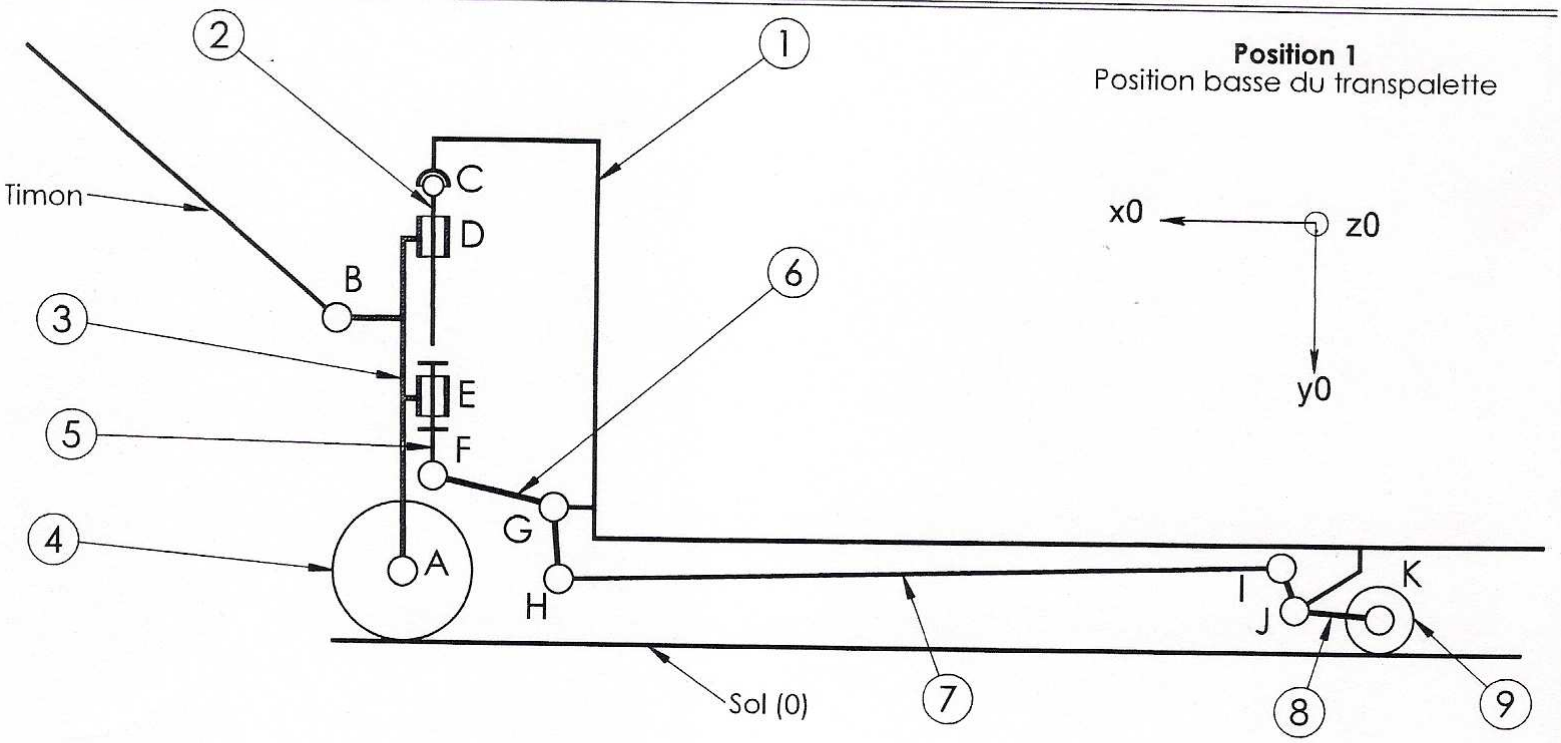
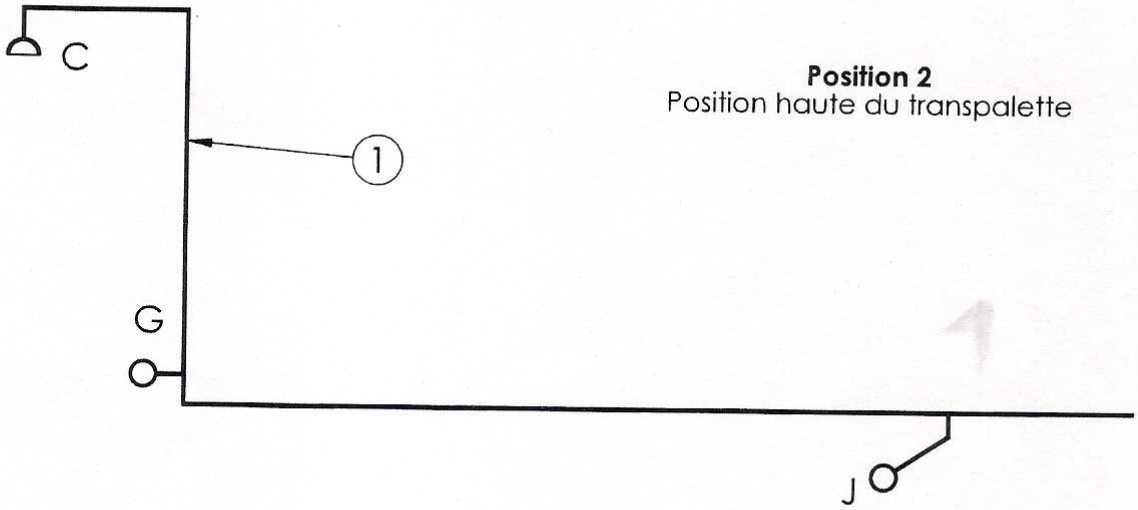


Figure 10



Position 1
Position basse du transpalette



Position 2
Position haute du transpalette

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,z0).
1-8 : Pivot d'axe (J,z0).
2-3 : Pivot glissant en D d'axe (CD).
Timon-3: Pivot d'axe (B,z0).
3-4: Pivot d'axe (A,z0).
3-5 : Pivot en E d'axe (EC).
5-6 : Pivot d'axe (F,z0).
6-7 : Pivot d'axe (H,z0).
7-8 : Pivot d'axe (I,z0).
8-9 : Pivot d'axe (K,z0).

Levier de commande relâché

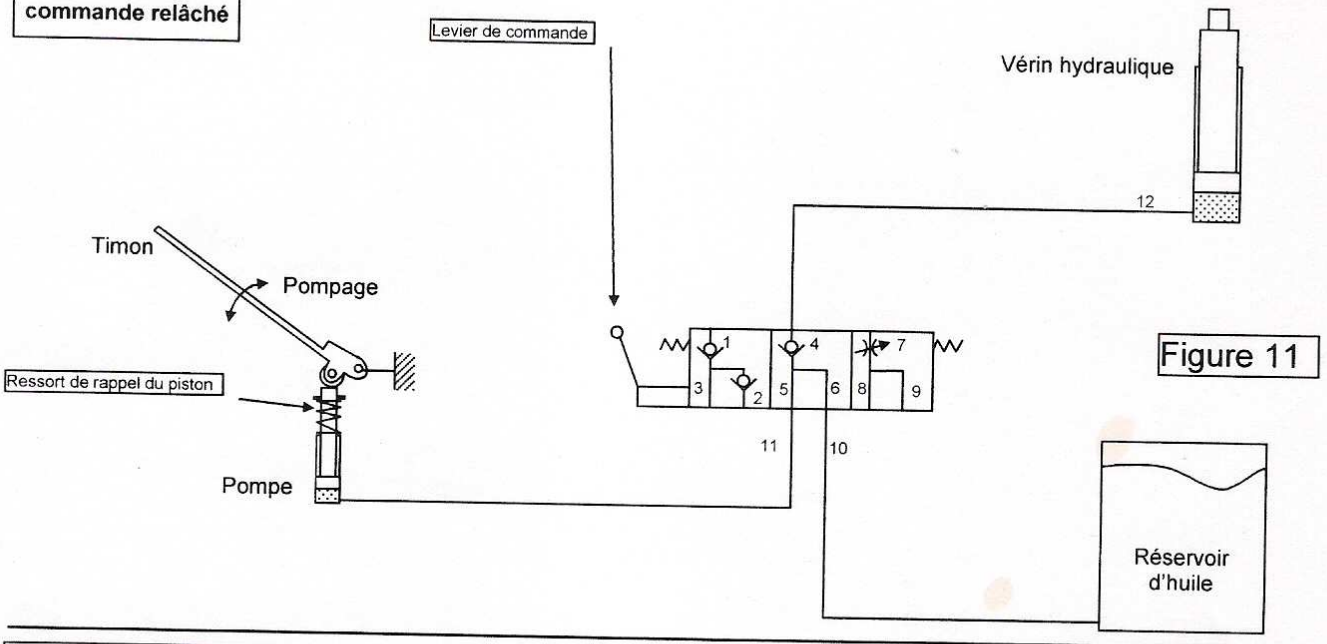
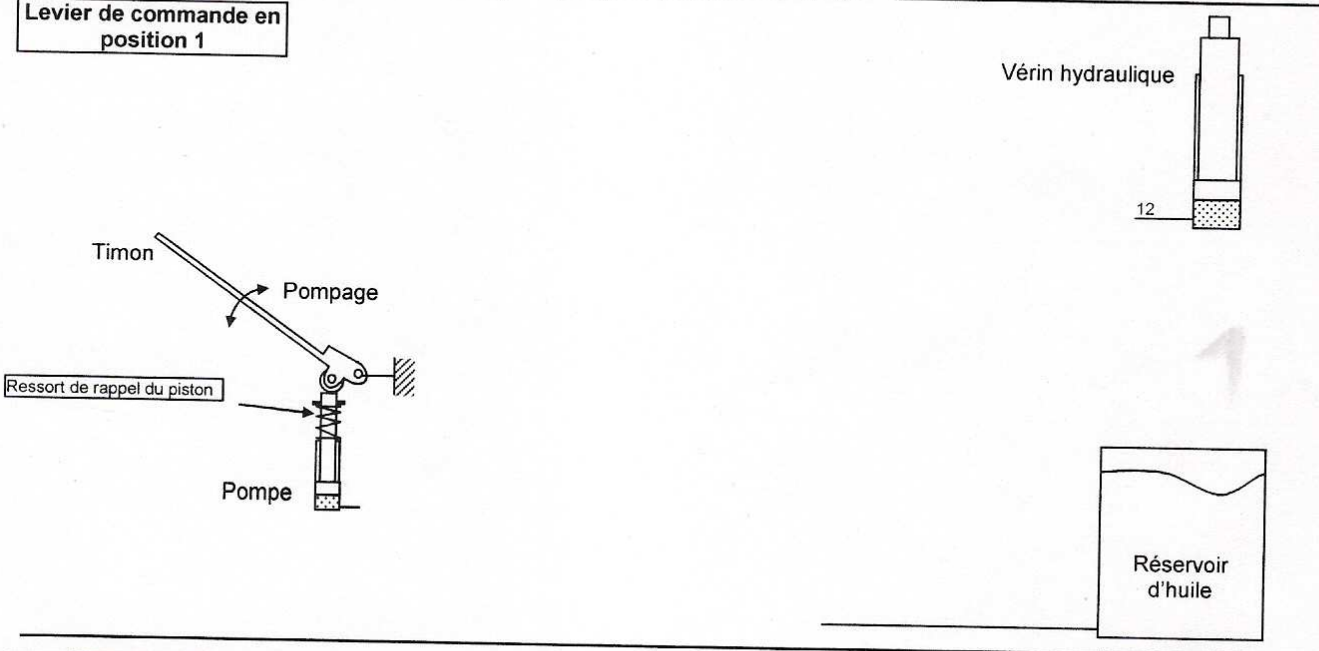
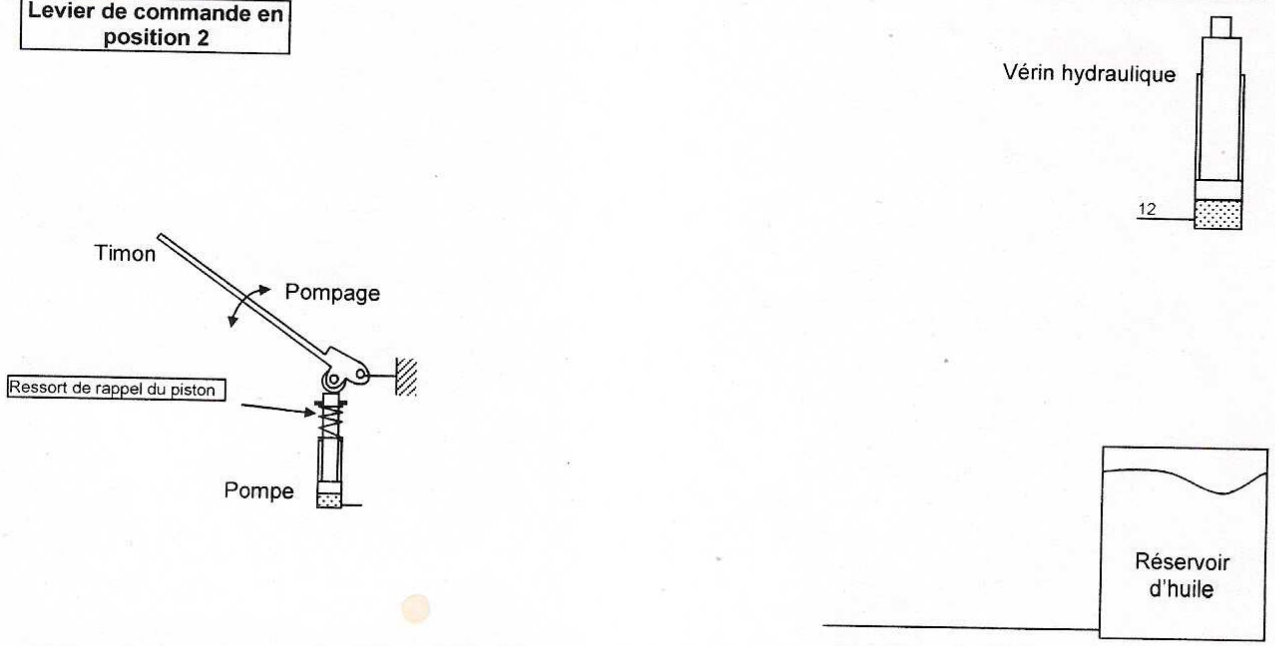


Figure 11

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			
Levier en position 1	10⇨2⇨3⇨11 12 bloqué par 1				
Levier en position 2					

Figure 12

Tolerancement normalisé	Analyse d'une spécification par zone de tolérance				
Symbole de la spécification ☐	**Eléments non idéaux**		**Eléments idéaux**		
Type de spécification Forme Orientation Position Battement	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	Unique Groupe	Unique Multiples	Simple Commune Système	Simple Composée	**Contraintes** Orientation et/ou position par rapport à la référence spécifiée
Schéma Extrait du dessin de définition					

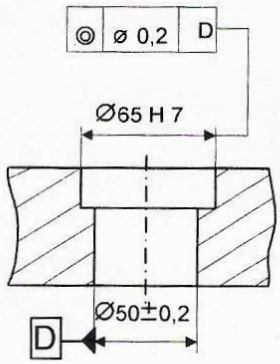


Figure 13

Travailler les chapitres de ce sujet

Prepa Help suit le programme de TSI chapitre par chapitre : cours détaillé, méthodes, pièges, exercices et problèmes corrigés pas à pas, tirés des concours. L'essai gratuit donne accès aux chapitres offerts de ta filière, sans carte bancaire.

Chapitres liés à ce sujet

- Modélisation cinématique des systèmes : liaisons, graphe et schéma cinématique
- Composants de la chaîne de puissance : alimenter, stocker, distribuer, convertir
- Analyse fonctionnelle et structurelle : diagrammes d'ingénierie système, chaînes d'information et de puissance
- Dynamique des solides et des systèmes : principe fondamental, stratégie d'isolement, équilibrage dynamique
- Grandeurs inertielles et cinétiques : masse, centre d'inertie, matrice d'inertie, torseurs cinétique et dynamique, énergie cinétique, inertie équivalente
- Représentation géométrique du réel : dessin technique et maquette numérique

Ouvrir l'essai gratuit

Scanne le code ou clique sur le bouton.

prepahelp.com/#essai

Une question sur le concours ou sur ta filière : **écrire sur WhatsApp**

Les autres années et épreuves : prepahelp.com/annales/cnc/tsi