

CONCOURS GENERAL DES LYCEES

Session 2007

GENIE MECANIQUE

Aucun document autorisé
Moyens de calculs autorisés

Calculatrice de poche y compris les calculatrices programmables ou écrans graphiques, autonomes, non imprimantes conformément à la circulaire n°99.186 du 16 novembre 1999

Composition :

- . Un dossier technique de 14 pages
- . Un dossier sujet de 13 pages
- . Un dossier réponse de 12pages

Durée :

Durée totale de 8 heures et 30 minutes, dont 30 minutes pour le repas pris sur place.

Documents à rendre :

Le dossier réponse est à rendre dans sa chemise.

Tournez la page S.V.P

DOSSIER TECHNIQUE DT1

Transpalette-accompagnant



Composition du dossier technique

DT1-1	Présentation de la gamme de produits.
DT1-2 et DT1-3	Présentation du chariot T20.
DT1-4 et DT1-5	Analyse fonctionnelle du chariot T20.
DT1-6	Schéma cinématique plan du système de levée des fourches.
DT1-7	Repère et paramétrage.
DT1-8 et DT1-9	Définition de la barre de poussée.
DT1-10	Diagramme de choix de matériau.
DT1-11	Résultat de la simulation numérique de l'effort $\overrightarrow{A_{4/2}}$.
DT1-12	Caractéristiques du vérin HPI SE 35.
DT1-13	Photos des galets stabilisateurs.
DT1-14	Ebauche du montage d'un galet.



CONCOURS GENERAL DES LYCEES – GENIE MECANIQUE

SESSION 2007

DOSSIER TECHNIQUE DT1

Présentation

L'évolution du transport de marchandise fait croître chaque année le besoin en chariots de manutention. La société FENWICK-LINDE s'est spécialisée en matériel d'entreprise permettant la manipulation de palettes (transpalettes, gerbeurs, préparateurs de commande, rétractables)

Gamme de produits

Transpalette-
accompagnant

Gerbeur

Préparateur de commande



Rétractable





Cette entreprise installée à proximité de Châtellerault assure toute la chaîne de production, conception, fabrication et montage.

Le sujet porte sur les transpalettes accompagnants de la gamme T16 à T20



Ces chariots sont destinés aux transferts de charge, chargements de camions et aux préparations de commandes.

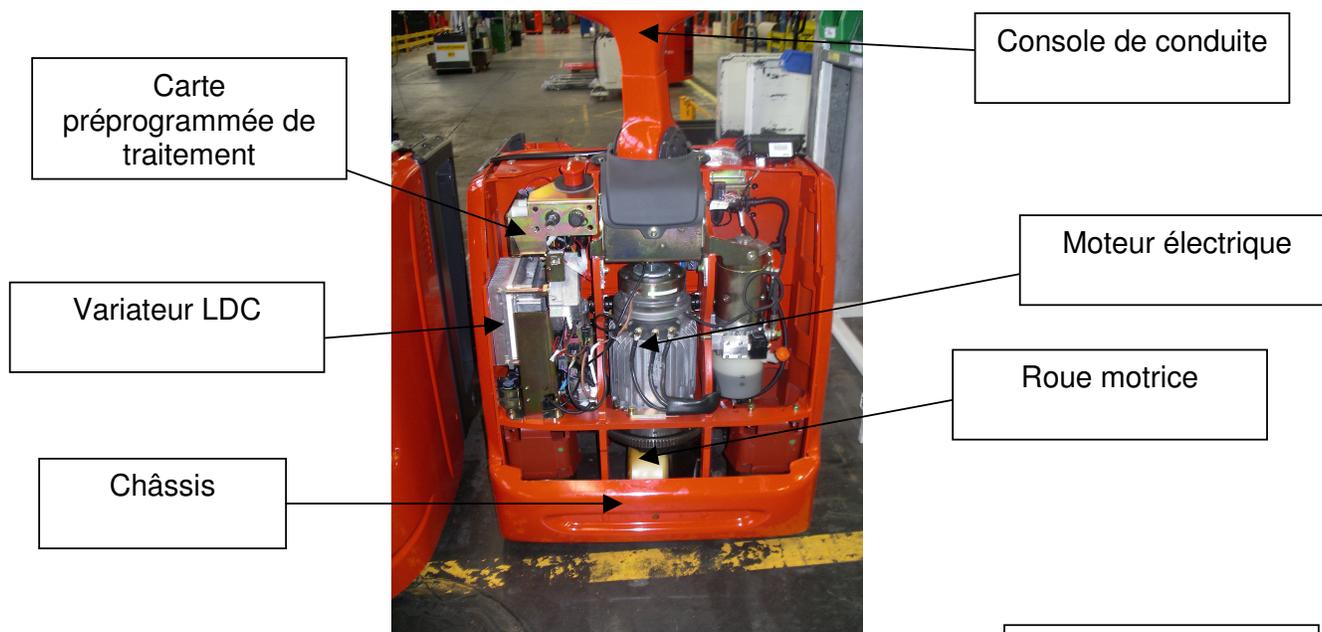
		T16	T18	T20
Caractéristiques	Unités			
Capacité à centre de gravité 600 mm	kg	1600	1800	2000
Hauteur de levée sur fourches	h3	215	215	215
Longueur du châssis hors fourches	l2 (mm)	600	600	600
Largeur hors tout du châssis	b1 (mm)	700	700	700
Rayon de giration	Wa (mm)	1548	1548	1548
Largeur d'allée avec palette 1200 mm	Ast (mm)	2068	2068	2068
Longueur/largeur du bras de fourches	l/e (mm)	1150 / 165	1150/165	1150/165
Poids total avec batterie	kg	465	465	465
Vitesse de translation avec/sans charge	km/h	5.0/6.0	6.0/6.0	6.0/6.0
Contrôle de vitesse		Variateur LDC	Variateur LDC	Variateur LDC



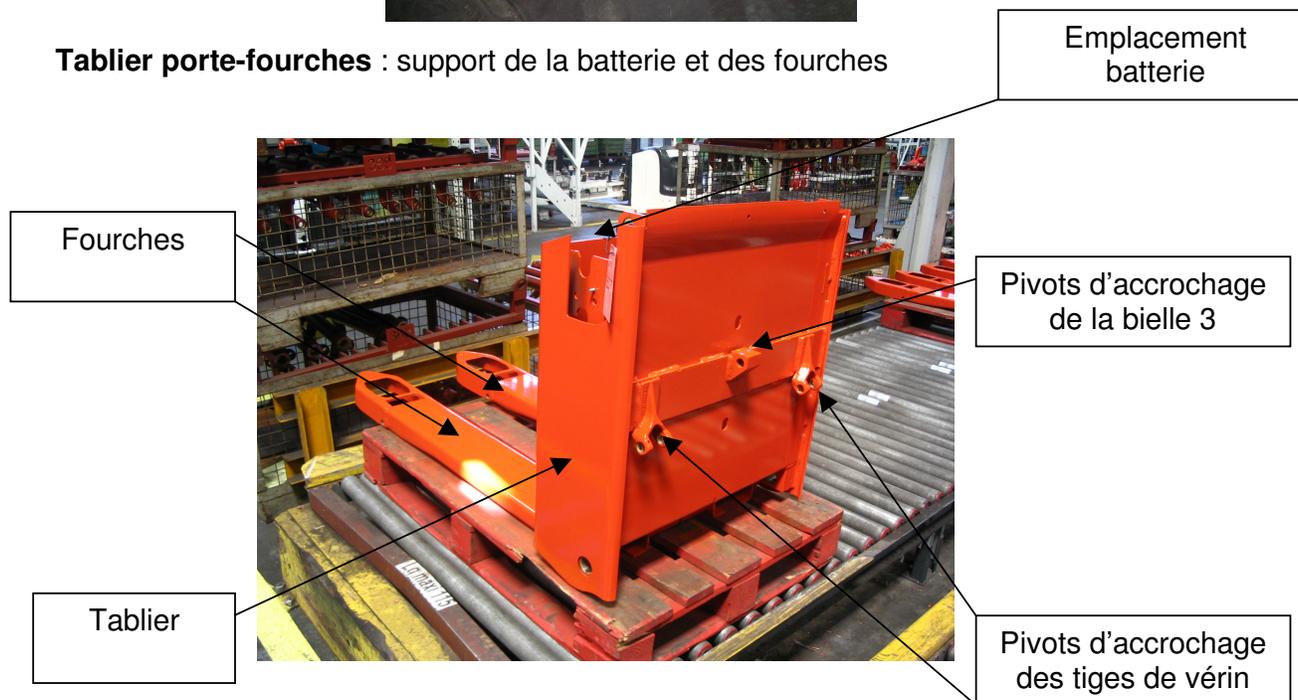
Constitution d'un chariot transpalette.

Le chariot est principalement constitué de trois sous ensembles : un châssis, un tablier porte-fourches et une chaîne cinématique entre ces deux éléments qui assure les fonctions techniques FT21 et FT22 définies par le F.A.S.T. document DT1-5.

Châssis : Support de l'ensemble des actionneurs



Tablier porte-fourches : support de la batterie et des fourches

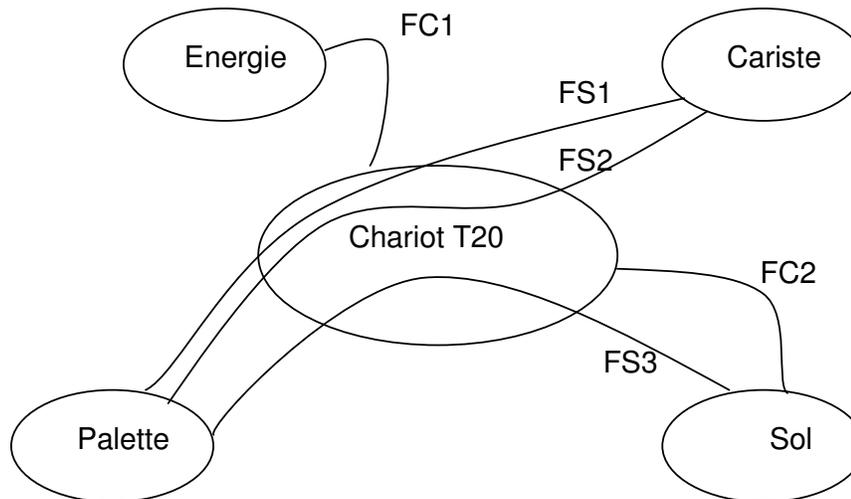


Liaisons entre le châssis et le tablier porte-fourche : schéma cinématique document DT1-6.



Analyse fonctionnelle externe d'un chariot transpalette.

Cette analyse est conduite à partir du diagramme des inters acteurs partiel de la figure ci-dessous.



Quelques unes des fonctions de service du chariot utilisées dans le sujet sont données ci-dessous :

N°	Fonction de service
FS1	Déplacer la palette en toute sécurité
FS2	Soulever et déposer la palette en gardant les fourches horizontales.
FS3	Permettre une hauteur de levée des fourches suffisante (130mm)
FC1	Rendre le chariot autonome
FC2	Stabiliser le chariot



Description fonctionnelle : diagramme FAST partiel

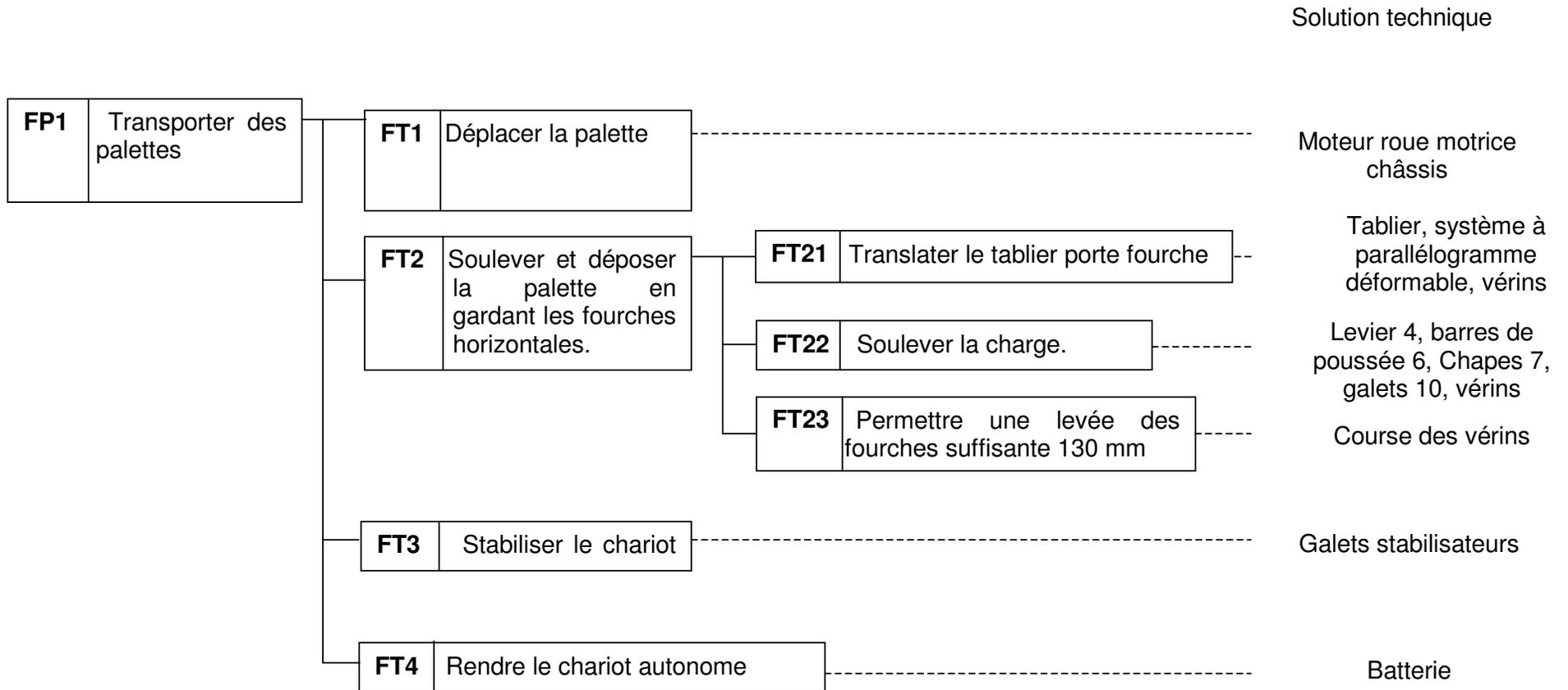
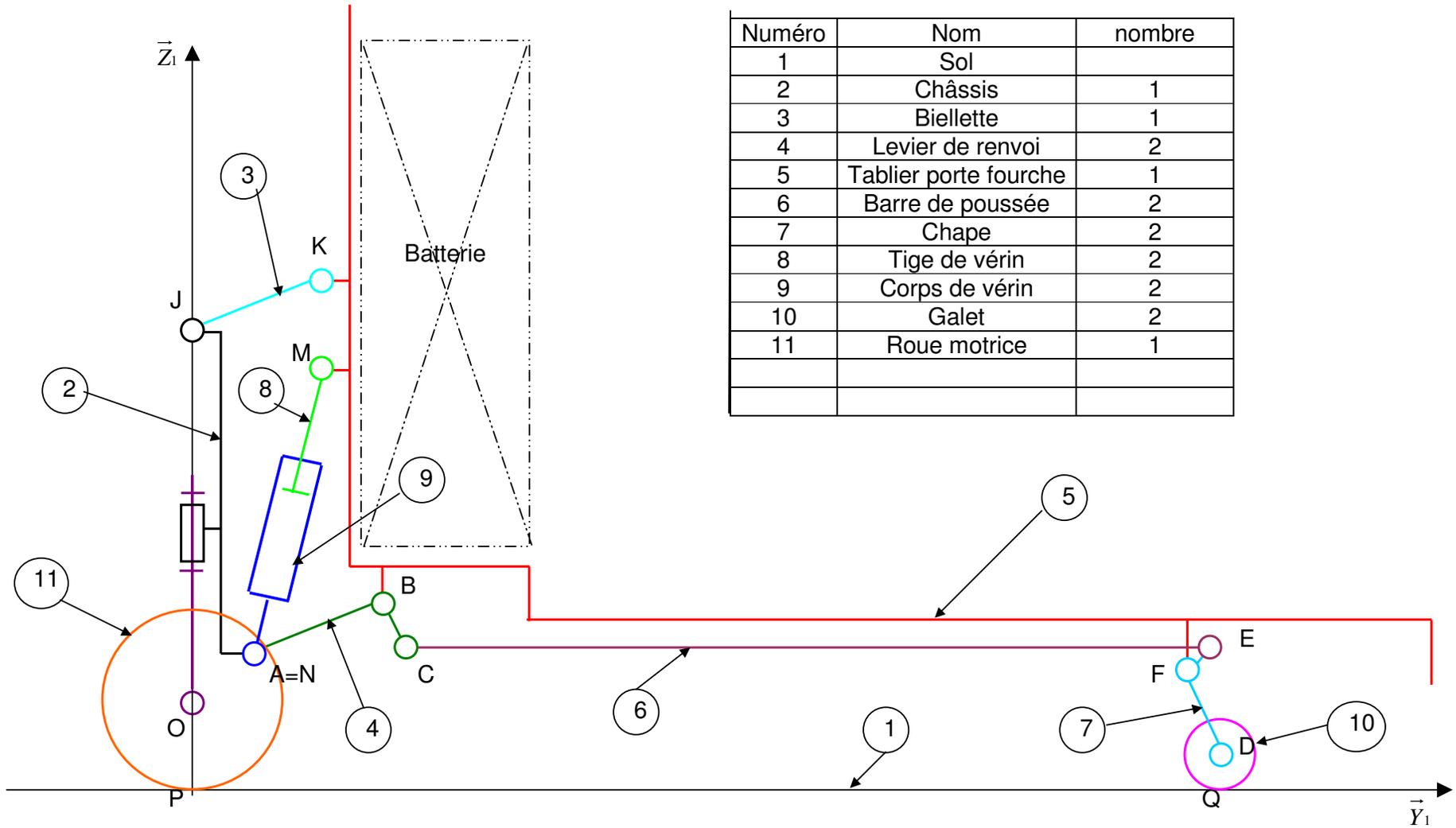




Schéma cinématique du transpalette T 20
Position haute



Numéro	Nom	nombre
1	Sol	
2	Châssis	1
3	Biellette	1
4	Levier de renvoi	2
5	Tablier porte fourche	1
6	Barre de poussée	2
7	Chape	2
8	Tige de vérin	2
9	Corps de vérin	2
10	Galet	2
11	Roue motrice	1



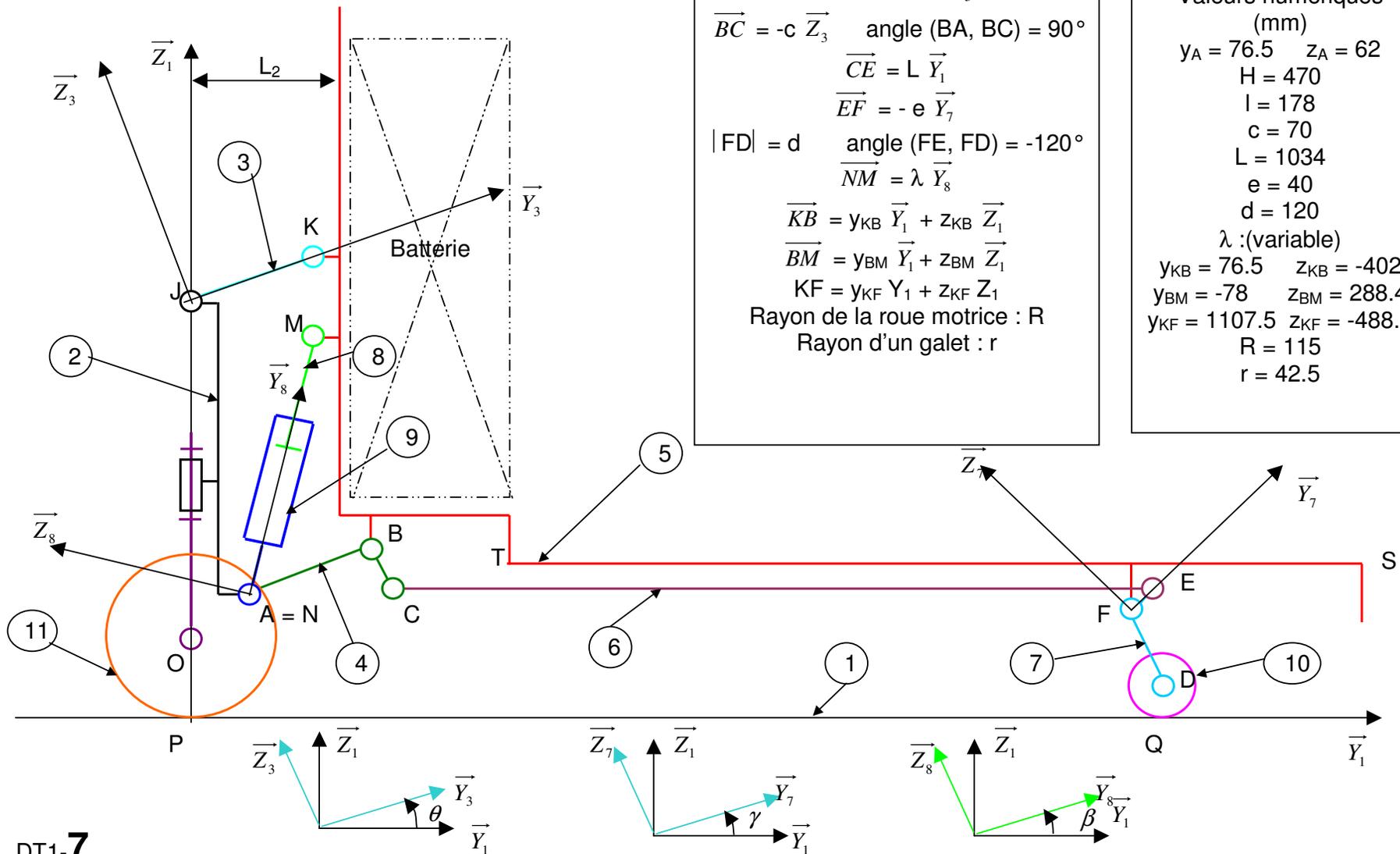
Définition des repères et de la géométrie

$$\begin{aligned} \vec{OA} &= y_A \vec{Y}_1 + z_A \vec{Z}_1 \\ \vec{OJ} &= H \vec{Z}_1 \\ \vec{AB} &= \vec{JK} = l \vec{Y}_3 \\ \vec{BC} &= -c \vec{Z}_3 \quad \text{angle (BA, BC)} = 90^\circ \\ \vec{CE} &= L \vec{Y}_1 \\ \vec{EF} &= -e \vec{Y}_7 \\ |\vec{FD}| &= d \quad \text{angle (FE, FD)} = -120^\circ \\ \vec{NM} &= \lambda \vec{Y}_8 \\ \vec{KB} &= y_{KB} \vec{Y}_1 + z_{KB} \vec{Z}_1 \\ \vec{BM} &= y_{BM} \vec{Y}_1 + z_{BM} \vec{Z}_1 \\ \vec{KF} &= y_{KF} \vec{Y}_1 + z_{KF} \vec{Z}_1 \end{aligned}$$

Rayon de la roue motrice : R
Rayon d'un galet : r

Valeurs numériques (mm)

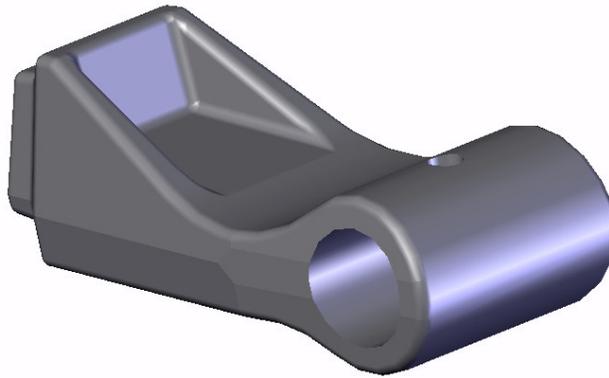
$y_A = 76.5$	$z_A = 62$
$H = 470$	
$l = 178$	
$c = 70$	
$L = 1034$	
$e = 40$	
$d = 120$	
λ : (variable)	
$y_{KB} = 76.5$	$z_{KB} = -402$
$y_{BM} = -78$	$z_{BM} = 288.4$
$y_{KF} = 1107.5$	$z_{KF} = -488.5$
$R = 115$	
$r = 42.5$	





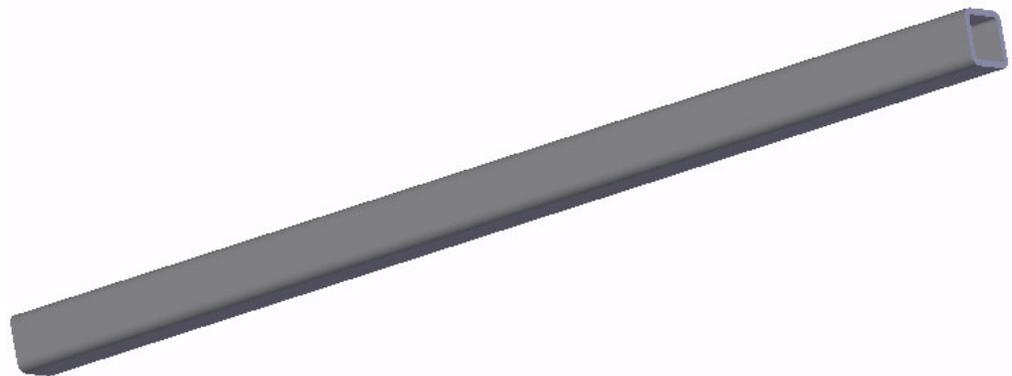
Barre de poussée : embout moulé

Figure 1



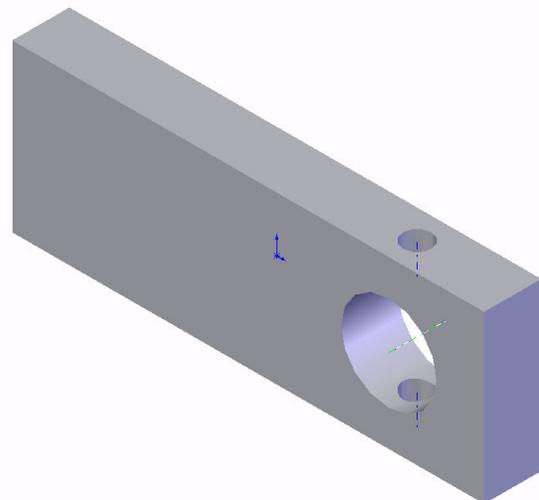
Tube de poussée

Figure 2



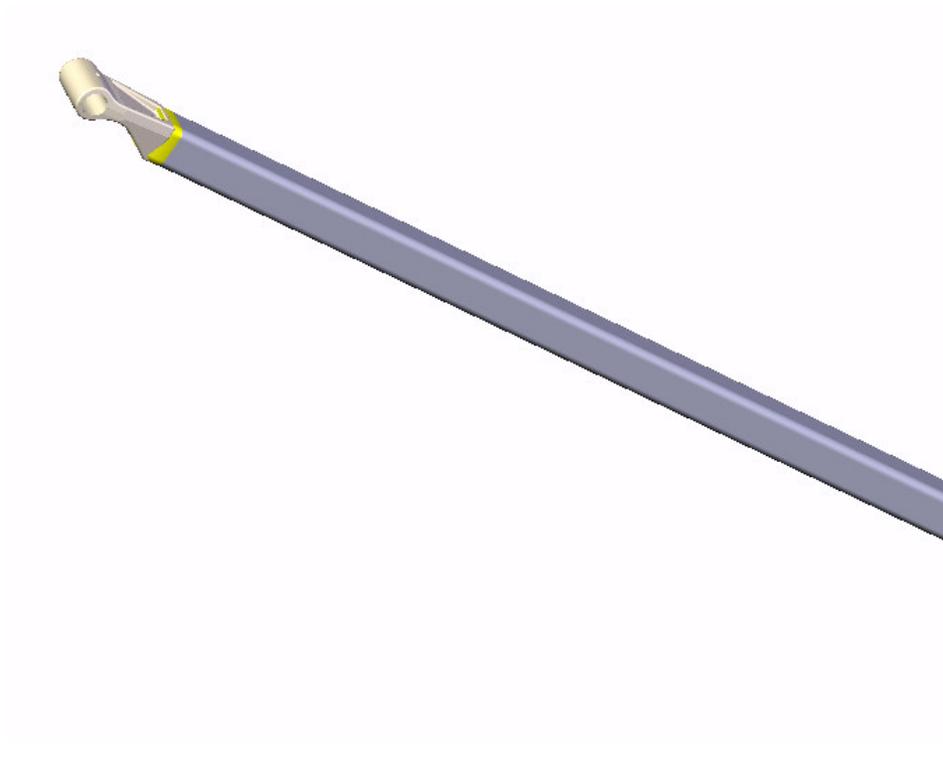
Plaque de liaison

Figure 3

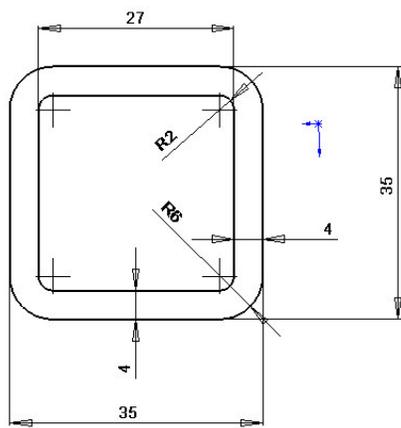




Barre de poussée : assemblée et soudée



Tube de poussée : définition de la section



Tube de poussée

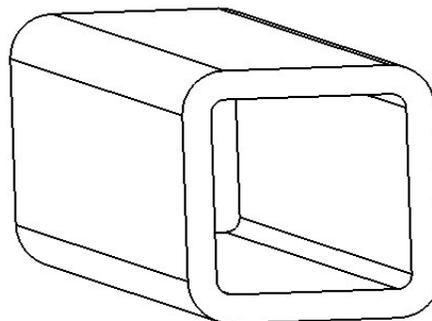
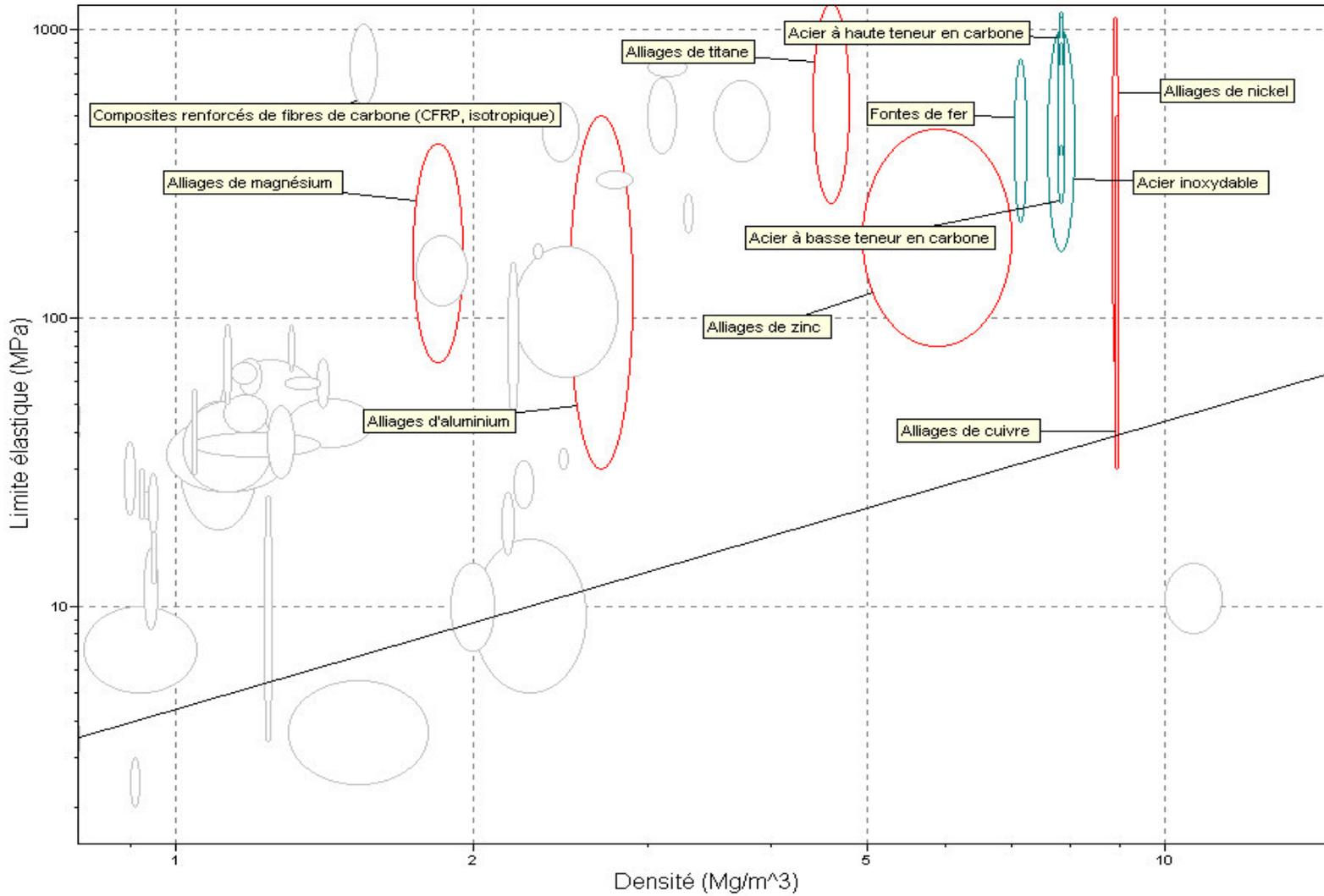


Figure 5



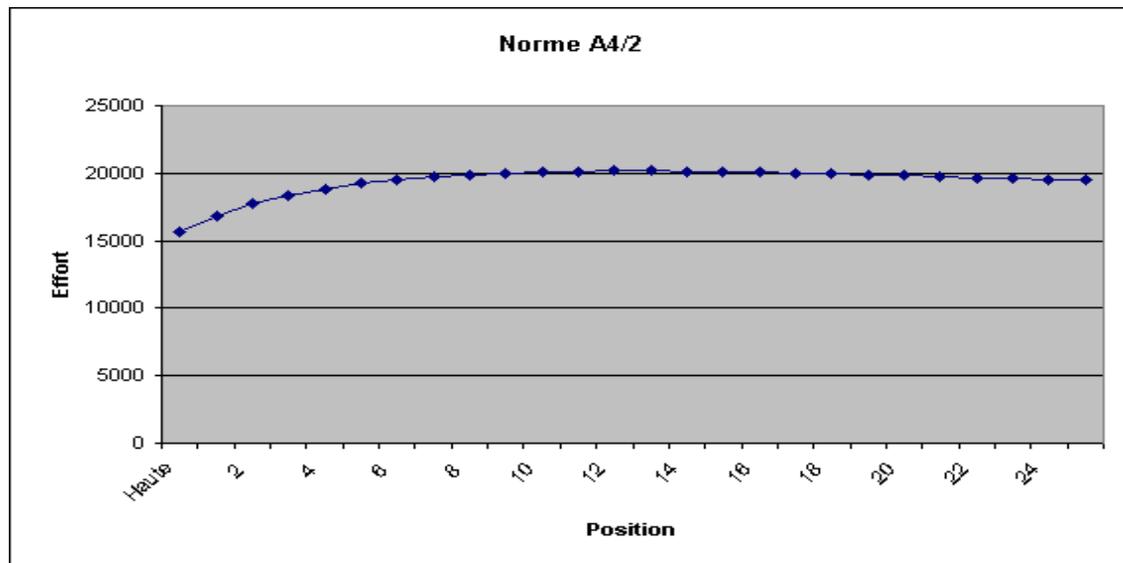
Diagramme (log – log) : limite élastique/densité de choix de matériaux





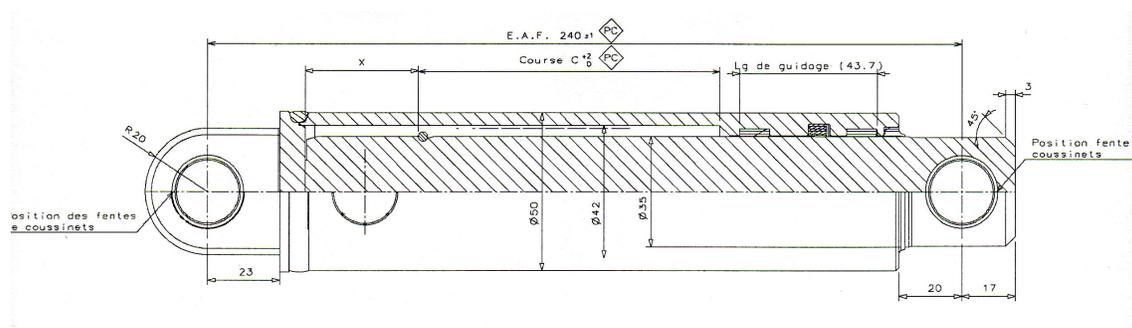
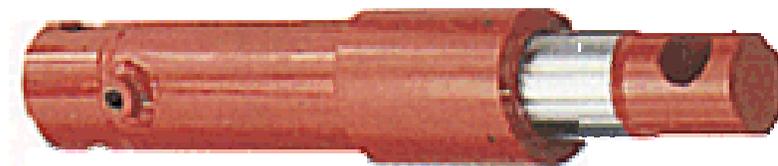
Résultante des actions du levier 4 sur le châssis 2 : $\vec{A}_{4/2}$

Position	A4/2y (N)	A4/2z (N)	Norme A4/2 (N)	Rapport A4/2z / A4/2y
Haute	6366	14255	15612	2,24
1	6919	15375	16860	2,22
2	7395	16104	17721	2,18
3	7815	16623	18368	2,13
4	8192	16988	18860	2,07
5	8535	17240	19237	2,02
6	8848	17405	19525	1,97
7	9135	17502	19743	1,92
8	9400	17544	19904	1,87
9	9644	17544	20020	1,82
10	9868	17508	20097	1,77
11	10074	17444	20144	1,73
12	10264	17358	20166	1,69
13	10437	17252	20163	1,65
14	10596	17132	20144	1,62
15	10740	17002	20110	1,58
16	10870	16863	20063	1,55
17	10987	16719	20006	1,52
18	11092	16573	19942	1,49
19	11185	16427	19873	1,47
20	11267	16285	19803	1,45
21	11338	16148	19731	1,42
22	11400	16019	19661	1,41
23	11452	15903	19597	1,39
24	11497	15803	19543	1,37
Basse	11536	15723	19501	1,36
Moyenne	9878,92	16643,81	19399,77	1,73





Vérin simple effet HPI SE 35



Caractéristiques

Pression d'épreuve 300 bars

Pression maxi d'utilisation 200 bars

Taux de charge 0.8

Diamètre nominal : 35 mm course : 125 mm



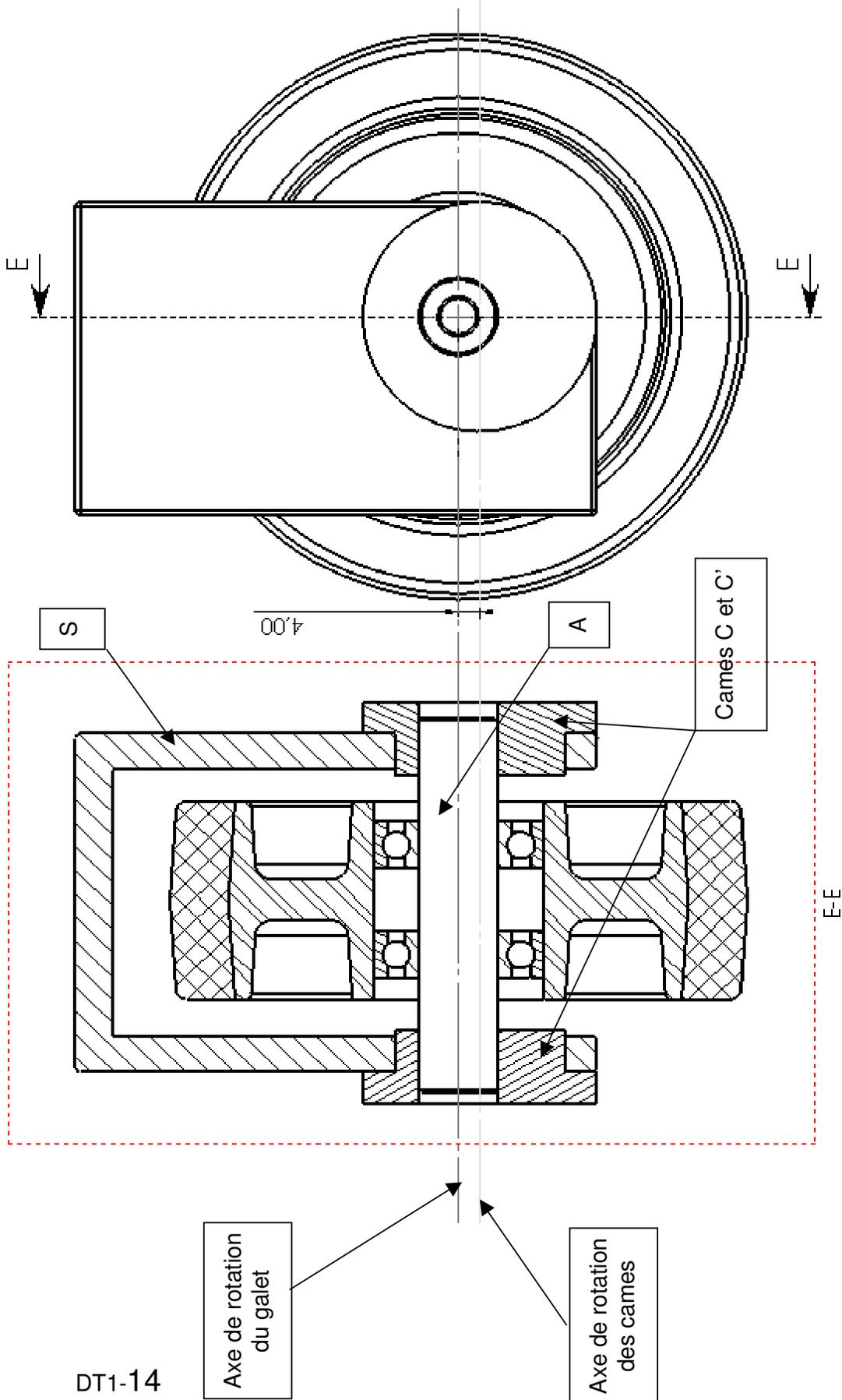
Roue motrice



Galets stabilisateurs



Galet stabilisateur et son dispositif pour asservissement.



DT1-14

Transpalette-accompagnant

La présentation de ce transpalette est décrite dans le dossier technique DT1, document DT1-1 à DT1-4.

Objectif global : Face à la concurrence, la société souhaite faire évoluer le produit pour développer un transpalette « entrée de gamme » moins cher ayant sensiblement les mêmes performances.

Le questionnement vise à examiner les possibilités d'optimisation de certains composants.

Partie 1 : Identifier certaines caractéristiques cinématiques du mécanisme.

Les solutions techniques pour satisfaire la fonction FT2 (voir FAST sur le document DT1-5) sont présentées sous la forme d'un schéma cinématique (document DT1-6).

Les tiges des vérins en liaison pivot aux points M actionnent deux dispositifs à parallélogramme déformable ABJK identiques. Ce système nommé « cinématique haute » permet d'imposer au tablier porte fourche 5 une translation circulaire par rapport au sol (respect de la fonction FT21).

La translation du point B fixé au tablier permet le basculement du levier de renvoi 4 qui actionne une deuxième chaîne cinématique nommée « cinématique basse » qui aide à la levée des fourches (respect de la fonction FT22).

Vérifier le respect du critère associé à la fonction FS3

On souhaite déterminer les paramètres géométriques qui permettront d'assurer une levée et descente des fourches de 130 mm (course utile du vérin, déplacement horizontal des galets, interférences éventuelles des pièces en mouvement). Pour cela on propose de tracer la position basse.

Remarque : Les points centre de liaison en position basse seront indicés prime « ' », exemple K en position haute devient K' en position basse.

Les tracés sont à réaliser sur le document réponse DR1-1 (Echelle 1/5) et seront justifiés sur ce même document. La qualité et la précision de ces tracés seront appréciées.

Question 1 sur le document réponse DR1-1

Le tablier porte fourche 5 descend de **$h=130$ mm**. Déterminer les nouvelles positions basses K' et B' des points K et B. Justifier votre tracé sur le document réponse.

Placer les points M' et F', préciser votre construction

En vous aidant de la géométrie du levier de renvoi 4 et de la barre de poussée 6, placer le point C' puis E'. Justifier votre tracé.

En déduire les nouvelles positions D' et Q' de D et Q.

Tracer en couleur rouge le tablier porte fourche dans sa position basse puis le galet 10 en couleur bleue.

Question 2 sur le document réponse DR1-1

Qu'observe-t-on ? Que faut-il prévoir dans la conception des fourches ?

Question 3 sur le document réponse DR1-1

Quelle est la course utile du vérin et le déplacement horizontal des galets ?

En remarquant que le segment JK' est le symétrique du segment JK (longueur de biellette notée $l = 178 \text{ mm}$) par rapport à l'axe (J, \vec{Y}) ,

Question 4 sur le document réponse DR1-1

Calculer en fonction de l et de h la variation de la distance L_2 entre le châssis 2 et le tablier 5 pendant le mouvement de dépose de la palette.

Question 5 sur le document réponse DR1-1

Faire l'application numérique puis vérifier cette variation sur l'épure

Vérifier le critère associé à la fonction FS2 : Soulever et déposer la palette en gardant les fourches horizontales.

Le mouvement du tablier 5 par rapport au sol est imposé par les deux sous ensembles cinématiques suivants :

- La cinématique haute est composée de la biellette 3 et du levier 4 qui relie le châssis 2 au tablier 5.
- La cinématique basse est composée du levier de renvoi 4, de la barre de poussée 6, de la chape 7 et du galet 10 qui relie le châssis 2 au tablier 5.

Pour respecter la fonction FS2 le tablier 5 doit rester parallèle au sol lors de la phase de levage ou de dépose de la charge. L'extrémité du tablier (point S), voir document DT1-7, ne doit en aucun cas être à une altitude inférieure à la base des fourches (point T) sinon le chargement pourrait basculer ou glisser.

L'inverse ne pose pas de problème de fonctionnement si la différence d'altitude entre ces deux points reste faible.

Etude de la cinématique basse en phase de descente document réponse DR1-2:

Sur le document réponse DR1-2, on donne $\overrightarrow{V}_{(B \in 4/2)}$, cette vitesse a été déterminée par une étude sur la cinématique haute.

Pour tous les tracés sur DR1-2 et DR1-3, on prendra comme échelle cinématique : **1 m.s⁻¹ représenté par 80 mm.**

Tous les résultats numériques seront donnés en m.s⁻¹. On peut observer que :

$$\left\| \overrightarrow{V}_{(B \in 4/2)} \right\| = 0.6 \text{ m.s}^{-1}$$

Question 6

Dans le cadre 1 de DR1-2, donner la position du CIR de 4/2.

En utilisant le champs des vitesses du mouvement de 4 par rapport à 2, tracer en **bleu** $\overrightarrow{V_{(C \in 4/2)}}$ et donner dans le cadre A $\|\overrightarrow{V_{(C \in 4/2)}}\|$

Question 7

Dans le cadre 2 de DR1-2 écrire la composition des vitesses en C entre 2, 4, 5 et 6.

Exprimer alors $\overrightarrow{V_{(C \in 6/5)}}$ en fonction de $\overrightarrow{V_{(C \in 4/2)}}$ et $\overrightarrow{V_{(C \in 5/2)}}$

Tracer en **rouge** $\overrightarrow{V_{(C \in 6/5)}}$ et donnez $\|\overrightarrow{V_{(C \in 6/5)}}\|$

Question 8

Déterminer la direction de la vitesse $\overrightarrow{V_{(E \in 6/5)}}$. Justifier dans le cadre 3 de DR1-2

Tracer par équiprojectivité $\overrightarrow{V_{(E \in 6/5)}}$ et donner sa norme.

Dans le cadre C en déduire $\overrightarrow{V_{(E \in 7/5)}}$.

Question 9

Déterminer la direction de la vitesse $\overrightarrow{V_{(Q \in 7/5)}}$. Justifier dans le cadre 4 de DR1-2

Tracer $\overrightarrow{V_{(Q \in 7/5)}}$ et donner sa norme.

Question 10

Ecrire la relation liant $\overrightarrow{V_{(Q \in 7/2)}}$ à $\overrightarrow{V_{(Q \in 7/5)}}$ et $\overrightarrow{V_{(Q \in 5/2)}}$ dans le cadre 5.

Tracer $\overrightarrow{V_{(Q \in 7/2)}}$ et donnez sa norme.

Etude du comportement des fourches par rapport au sol document réponse DR1-3:

Sur le document réponse DR1-3, on donne $\overrightarrow{V_{(Q \in 7/2)}}$ et une vitesse de la **translation circulaire** $\overrightarrow{V_{(K \in 5/2)}}$ (parallélogramme déformable [A, B, J, K] de la cinématique haute).

La roue 11 roule sans glisser sur 1 d'une part, et d'autre part la roue 11 est temporairement liée à 2, donc 11 et 2 ne forment qu'une seule pièce dans cette étude cinématique.

On a donc $\overrightarrow{V_{(P \in 2/11)}} = \vec{0}$

Le galet 10 roule lui aussi sans glisser sur 1 donc $\overrightarrow{V_{(Q \in 10/1)}} = \vec{0}$

Question 11

Dans le cadre 1 de DR1-3 préciser le CIR du mouvement de 2 par rapport à 1.

Question 12

Dans le cadre 2 de DR1-3 écrivez la composition des vitesses au point Q entre 1, 2, 7 et 10, pour exprimer $\overrightarrow{V_{(Q \in 7/2)}}$.

Préciser les directions de chaque vecteur vitesse de cette composition.

En déduire graphiquement $\overrightarrow{V_{(Q \in 1/2)}}$. Donnez sa norme.

Question 13

Tracer $\vec{V}_{(S \in 2/1)}$ puis $\vec{V}_{(T \in 2/1)}$

En déduire graphiquement $\vec{V}_{(S \in 5/1)}$ et $\vec{V}_{(T \in 5/1)}$ Donner leurs normes dans le cadre 3 de DR1-3.

Conclure par rapport au respect du critère associé à la fonction FS2.

Partie 2 : Optimisation des barres de poussée



Photo des barres de poussée en cours de fabrication :
assemblées,
soudées et non
peintes

Données : voir aussi document DT1-7 « paramétrage »

Le repère $R_1 (O, \vec{X}_1, \vec{Y}_1, \vec{Z}_1)$ est orthonormé direct, on définit :

$(\vec{X}_3, \vec{Y}_3, \vec{Z}_3)$ une base liée au solide 3 par le paramètre θ

Actions de pesanteur prises en compte :

- | | |
|---|--|
| • P_{ch} : poids du châssis | G_{ch} : centre de gravité du châssis |
| • P_{tab} : poids du tablier | G_{tab} : centre de gravité du tablier |
| • P_{bat} : poids de la batterie | G_{bat} : centre de gravité de la batterie |
| • P_{ce} : poids de la charge embarquée | G_{ce} : centre de gravité de la charge |

Les poids des autres pièces seront négligés

Valeurs numériques

POIDS (N)

Position dans R_1 (mm)

$P_{ch} = 2300$ N

$y_{Gch} = 80$ mm $z_{Gch} = 200$ mm

$P_{tab} = 900$ N

$P_{bat} = 2000$ N

$P_{ce} = 20000$ N

Notation : On note $\vec{P}_{i/j}$ l'effort transmis par le solide i sur le solide j au point centre de la liaison P . Ainsi $\vec{E}_{6/7}$ représente l'action de la barre de poussée 6 sur la chape de renvoi 7 au point E.

Les coordonnées absolues d'un point Q seront notées y_Q et z_Q , ainsi y_{Gch} et z_{Gch} représentent les coordonnées absolues du centre de gravité du châssis dans le repère $(O, \vec{Y}_1, \vec{Z}_1)$

Hypothèses :

- Le repère $(O, \vec{X}_1, \vec{Y}_1, \vec{Z}_1)$ est Galiléen, l'accélération de la pesanteur est désignée : $-g \vec{Z}_1$
- Pendant la prise et la dépose de la palette, le chariot est à l'arrêt, les effets dynamiques seront donc négligés.
- Pendant le mouvement, les barres de poussée restent parallèles au sol.
- La charge est supposée parfaitement centrée sur les deux fourches, les actions du sol sur les **deux galets** sont de mêmes intensités.
- Les liaisons sont supposées parfaites

On note G_{tot} le centre de gravité du chariot équipé de sa batterie et chargé, un calcul de prédétermination prenant en compte les différents poids non négligés permet de trouver la position du centre de gravité de l'ensemble du chariot notées y_{Gtot} et z_{Gtot}

La résultante des actions de pesanteur est notée \vec{P}_{tot} et est appliquée en G_{tot} , on a donc :

$$\vec{P}_{tot} = - P_{tot} \vec{Z}_1$$

Modéliser les efforts appliqués à la barre.

Question 14 Répondre dans le cadre 1 de DR1-4

Préciser la valeur numérique P_{tot} de la résultante des actions de pesanteur sur l'ensemble du chariot.

Quel est l'outil mathématique qui a été utilisé pour le calcul de la position du point G_{tot}

On donne :

$y_{\text{Gtot}} = 860\text{mm}$, cette valeur varie peu au cours du mouvement des fourches, elle sera considérée comme constante.

$y_Q = 1309\text{ mm}$ pour la position haute

Question 15 Répondre dans le cadre 2 de DR1-4

Proposer une valeur numérique de $y_{Q'}$ ou Q' représente le point de contact du sol avec un galet en position basse (on peut se référer à la question 3).

Question 16 Répondre dans le cadre 3 de DR1-4

On isole l'ensemble du transpalette accompagnant, écrire l'inventaire des actions mécaniques extérieures appliquées au système dans le cadre 3 de DR1-5.

Question 17 Répondre dans le cadre 4 de DR1-4

En appliquant le Principe fondamental de la statique à l'ensemble du chariot :

- écrire le théorème de la résultante.
- écrire le théorème du moment au point P.

Question 18 Répondre dans le cadre 5 de DR1-4

Déterminer les actions $\|\vec{P}_{1/1}\|$ du sol sur la roue motrice et $\|\vec{Q}_{1/10}\|$ action du sol sur un seul galet en fonction de P_{tot} , y_{Gtot} et y_Q , on rappelle qu'il y a **deux galets**.

Faire les applications numériques avec pour la position haute $y_Q = 1309\text{ mm}$

Question 19 Répondre dans le cadre 6 de DR1-4

Calculer $\|\vec{P}_{1/1}\|$ et $\|\vec{Q}_{1/10}\|$ pour le chariot en position basse.

Les deux galets sont des transmetteurs d'efforts, ils transmettent donc intégralement les actions reçues de la part du sol sur les chapes de renvoi 7. On a donc $\vec{D}_{10/7} = \vec{Q}_{1/10}$ pour une chape.

La chape de renvoi 7 est tracée sur le document réponse DR1-5 en position haute et basse, on suppose que l'action du sol sur un galet ne varie pas entre la position haute et basse, elle prend une valeur moyenne de 8000N.

Echelle des efforts imposée pour les questions 20 et 21: **1 cm représente 2000 N**

Les tracés pour la **position haute seront en couleur verte et en rouge pour la position basse.**

Question 20

Pour chaque position, tracer $\vec{D}_{10/7}$. (l'extrémité de $\vec{D}_{10/7}$ sera placée au **centre du galet** pour chaque position).

Question 21

En déduire pour chaque position (haute et basse) l'action d'une barre de poussée $\vec{E}_{6/7}$. Les constructions graphiques seront commentées dans le cadre 1 de DR1-5.

Mesurer les valeurs numériques de $\|\vec{E}_{6/7}\|$ dans chaque cas et noter les résultats dans le cadre 2 de DR1-5.

La barre de poussée est constituée de quatre éléments soudés entre eux : voir documents DT1-8 et DT1-9, figure 4.

- un embout moulé pour réaliser la liaison pivot 6/7 document DT1-8, figure 1
- un tube de section rectangulaire défini document DT1-8, figure 2
- deux plaques en tôle épaisse pour réaliser la liaison 6/4 document DT1-8, figure 3

Choisir un matériau compatible avec le procédé tout en minimisant la masse.

On limite l'étude au tube de poussée : Longueur L, section S, masse volumique ρ .
Document réponse à utiliser : DR1-6

Question 22

Dans le cadre 1 de DR1-6, donner l'état de sollicitation dans le tube, justifier.
Déterminer alors la contrainte normale notée σ dans le tube en fonction de $\|\vec{E}_{7/6}\|$ et S

Question 23

Dans le cadre 2 de DR1-6 exprimer la masse M du tube.

On souhaite que la contrainte ne dépasse pas la limite élastique σ_e . Dans ces conditions exprimer la masse du tube en fonction de σ_e , ρ , N et L.
(Où N est l'effort normal dans le tube de poussée).

Minimiser la masse du tube revient à choisir un matériau qui maximise le rapport σ_e / ρ .

Le diagramme (log – log) limite élastique/densité (document DT1-10) permet de choisir un matériau en fonction de l'indice de performance $I_p = \sigma_e / \rho$.

Question 24

Parmi les familles de matériaux retenues dans ce diagramme, quel est le matériau le plus performant et celui le moins performant ? (Répondre dans le cadre 3 de DR1-6)

N et L étant imposés, l'indice de performance minimum requis est tel que :
 $\log(N.L) = 4.43$.

la droite de **pente 1** qui correspond à cette constante est représentée sur le document DR1-6

Question 25

Dans le diagramme (log –log) du document DR1-6, hachurer le domaine des matériaux qui ne conviennent pas.

Dans le cadre 4 de DR1-6, proposer une famille de matériaux du diagramme à la fois performant, compatible avec le procédé de soudage MAG (Métal Activ Gaz) et de moindre coût.

Dans le cadre 4 de DR1-6 proposer deux procédés de soudage autres que le MAG.

Pour les questions suivantes, répondre sur le document DR1-7

Le matériau retenu pour le tube est en acier TS E235, module d'Young $E=200\ 000\ \text{Mpa}$
L'effort maximum dans chaque barre sera pris égal à $30\ 000\ \text{N}$

Question 26 dans le cadre 1 de DR1-7

Calculer la section du tube (voir document DT1-9, figure 5)

Calculer la contrainte dans le tube

Quel est le coefficient de sécurité adopté par le constructeur vis à vis de la résistance élastique ?

La longueur du tube est de 900 mm, calculer la variation de cette longueur sous l'effet de la charge maximum

Pour satisfaire à l'objectif, on décide de minimiser la masse du tube. Les impératifs de soudage avec le procédé MAG imposent de ne pas modifier l'épaisseur e du tube ($e = 4\ \text{mm}$). Pour simplifier on considère un tube de section parfaitement rectangulaire donc on néglige les arrondis aux quatre coins du tube.

Question 27 dans le cadre 2 de DR1-7

Déterminer la nouvelle dimension extérieure du tube notée d_{ext} qui permet de transmettre l'effort en adoptant un coefficient de sécurité égal à 1.

La section du tube ayant diminué, il y a risque de flambage de celui-ci. L'étude qui suit propose de vérifier si le coefficient de sécurité pour ce critère est au moins égal à 2.

Question 28 dans le cadre 3 de DR1-7

Comment se caractérise le flambage ? (On pourra faire un croquis).

Selon Euler le risque de flambage existe si l'élançement de la poutre est supérieur à 20.

L'élançement noté λ d'une poutre installée entre deux articulations est défini par la relation

$$\lambda = L \cdot (S / I_{Gz})^{1/2} \quad \text{avec : } L \text{ longueur de la poutre}$$

S Section droite de la poutre
 I_{Gz} Moment quadratique suivant l'axe (G, \vec{Z})

Pour le tube de poussée optimisé on a $I_{Gz} = 8 \cdot 10^{-9} \text{ m}^4$

Question 29 dans le cadre 4 de DR1-7

Calculer l'élançement de ce tube. Y a t il risque de flambage ? Justifier.

Selon Euler, la charge critique F_c qui provoque le flambage est donnée par la relation :

$$\text{charge critique } F_c = (\pi^2 \cdot E \cdot I_{Gz}) / L^2 \quad \text{avec } E : \text{module d'YOUNG}$$

Calculer cette charge critique, en déduire le coefficient de sécurité pour ce critère
Peut-t-on retenir ce nouveau tube pour fabriquer les barres de poussée du chariot « entrée de gamme ». Justifier.

Partie 3 : Optimisation des vérins

Peut-on choisir des vérins plus petits ?

L'étude qui suit va permettre de déterminer l'effort moyen que doit fournir chaque vérin pour soulever l'ensemble { tablier, batterie et charge embarquée }.

Le document réponse à utiliser est DR1-8.

La roue motrice est un transmetteur d'efforts, elle transmet donc intégralement l'action reçue de la part du sol sur la liaison pivot en O. On a donc $\vec{O}_{1/2} = \vec{P}_{1/1}$, avec $\|\vec{P}_{1/1}\| = 9000 \text{ N}$

On isole { 2 + 3 + 8 + 9 }.

On note I le point d'intersection de \vec{Y}_3 avec \vec{Y}_8

On propose de faire un inventaire détaillé de toutes les actions mécaniques extérieures s'exerçant sur cet ensemble.

Question 30

Compléter le tableau fourni en précisant pour chaque action lorsque cela est connu : sa direction, son intensité et l'équation vectorielle du moment de l'action au point I.

Un exemple est donné pour l'action $\vec{O}_{1/2}$.

L'ensemble { 2 + 3 + 8 + 9 } est soumis à plus de trois forces. On souhaite se ramener à un système soumis à trois forces résoluble graphiquement.

On note \vec{R} la résultante des actions du poids du châssis \vec{P}_{ch} et de $\vec{O}_{1/2}$, la droite d'action de ce glisseur est verticale et passe par la coordonnée notée Y_R .

Rappel : les données concernant les actions de pesanteur sont en page DS5.

Question 31 dans le cadre 1 de DR1-8

Déterminer l'intensité de \vec{R}

Déterminer la coordonnée Y_R

Préciser leurs valeurs numériques

On note $\vec{M}_{5/8}$, la résultante des actions des **deux** pivots d'accrochage du tablier sur les tiges des deux vérins.

On note $\vec{I}_{5/8+3}$ la résultante des actions $\vec{K}_{5/3}$ et $\vec{M}_{5/8}$, dont le point d'application est le point I

On note $\vec{A}_{4/2}$ la résultante des actions des **deux** liaisons pivots du levier de renvoi 4 avec le châssis 2.

$$\vec{A}_{4/2} = A_{4/2y} \vec{Y}_1 + A_{4/2z} \vec{Z}_1 \text{ avec } A_{4/2y} \text{ et } A_{4/2z} \text{ composantes algébriques.}$$

Un logiciel de mécanique fourni les valeurs numériques des composantes de $A_{4/2}$ en fonction de la position du tablier voir document DT1-11

Sur le document réponse DR1-8 sont représentés à l'échelle 1/5 les éléments constituant l'ensemble { 2 + 3+ 8+ 9 } dans la position basse où l'effort dans les vérins est maximum.

Question 32

Placer la résultante \vec{R} à partir de la coordonnée Y_R calculée précédemment (échelle 1 cm représente 2000N)

Tracer en couleur verte la direction de $\vec{A}_{4/2}$ correspondante à la position basse.
Déterminer graphiquement $\vec{I}_{5/8+3}$ et $\vec{A}_{4/2}$, les tracés seront en couleur rouge.

En déduire graphiquement $\vec{K}_{5/3}$ et $\vec{M}_{5/8}$, les tracés seront en couleur bleue et conduits à partir du point M. noter les valeurs numériques dans le cadre 2 de DR1-8.

A la vue des intensités de l'effort dans la biellette 3 : $\|\vec{K}_{5/3}\|$ et de la résultante sur les deux vérins $\|\vec{M}_{5/8}\|$, justifier pourquoi le concepteur a fait le choix d'une seule biellette 3 positionnée au centre du châssis ?

Aurait-on pu l'enlever ? Commenter.

Le vérin utilisé est défini document DT1-12, son diamètre nominal est de 35mm.

L'étude précédente permet d'obtenir une force maximum développée par **chaque vérin** d'environ 12500N.

Question 33

Dans le cadre 3 de DR1-8 déterminer le taux de charge d'un vérin.

Le taux de charge usuel pour un vérin chargé axialement sans effet dynamique est de 0.8.

Question 34

Dans le cadre 4 de DR1-8 en déduire le coefficient de sécurité choisi par le constructeur.

Pour satisfaire à l'objectif, on décide d'adopter un coefficient de sécurité égal à 1.

Question 35

Dans le cadre 5 de DR1-8 noter le nouveau diamètre nominal de chaque vérin que l'on peut choisir.

Partie 4 : Simplification des galets stabilisateurs.

Pour satisfaire la fonction FT3 (document DT1-5), le constructeur a prévu deux galets stabilisateurs installés de part et d'autre de la roue motrice. Voir photos sur le document DT1-13.

Ces galets empêchent le chariot de basculer sur le côté dans le cas où la palette aurait une charge en déséquilibre.

La gamme actuelle propose des stabilisateurs asservis en position suivant Z, ce qui permet de réagir lors d'un déséquilibre (dans un virage) d'une part et de compenser l'usure des galets d'autre part.

On examine dans cette partie la possibilité de compenser l'usure avec un dispositif mécanique réglable manuellement.

Question 36 sur le document réponse DR1-9

A l'aide de croquis à main levée, proportionnés et légendés, proposer des solutions mécaniques qui permettent d'assurer le déplacement vertical du galet stabilisateur par rapport au châssis et son maintien en position réglée.

On envisage un réglage par excentrique. (voir document DT1-14)

L'ensemble roue et pneu est en liaison pivot avec l'arbre A à l'aide de 2 roulements rigides à billes ($d = 15$; $D = 32$; $B = 9$).

L'arbre A est encastré sur 2 cames C et C' par serrage.

Les 2 cames sont en liaison pivot avec la chape S lors du réglage de la hauteur du galet. Elles sont encastrées sur la chape par une goupille en fonctionnement normal.

On rappelle la règle de montage des roulements :

« On monte serré les bagues des roulements (intérieures ou extérieures) qui tournent par rapport à la direction de la charge »

Question 37 : Conception du guidage en rotation de la roue.

Sur le document réponse DR1-9 indiquer en justifiant les bagues montées serrées et celles montées glissantes.

Proposer alors un intervalle de tolérance pour le diamètre 32 de l'alésage, et un pour le diamètre 15 de l'arbre.

Question 38 :

Compléter la vue en coupe du document réponse DR1-10 pour définir la liaison pivot entre la roue et l'arbre A ainsi que l'encastrement de l'arbre A sur les cames C et C'.

Indexage de la position verticale du galet.

Pour bloquer en rotation les cames C et C', on se propose d'utiliser une goupille élastique par came.

L'excentration entre les 2 surfaces fonctionnelles cylindriques d'une came est de 8 mm. On souhaite pouvoir obtenir 7 réglages différents de la hauteur de la roue et utiliser les 8 mm de course possible.

Lors du réglage, on desserre l'encastrement de l'arbre A sur les cames, puis on enlève la goupille. On peut alors faire tourner les cames jusqu'à la position désirée. Puis on remet la goupille et on resserre l'encastrement de A.

Question 39 :

Modifier la forme de la came C donnée en pointillés sur le document réponse DR1-11 de manière à satisfaire au cahier des charges ci dessus.

Fin de la partie mécanique.

NE RIEN INSCRIRE
DANS CETTE PARTIE

CONCOURS GENERAL DES LYCEES – GENIE MECANIQUE

SESSION 2007

DOSSIER REPONSE

A rendre à la fin de l'épreuve dans cette pochette

Composition du dossier

DR1-1	Question 1 à 5.
DR1-2	Question 6 à 10.
DR1-3	Question 11 à 13.
DR1-4	Question 14 à 19.
DR1-5	Question 20 à 21.
DR1-6	Question 22 à 25.
DR1-7	Question 26 à 29.
DR1-8	Question 30 à 35.
DR1-9	Question 36 à 37.
DR1-10	Question 38.
DR1-11	Question 39.

NE RIEN INSCRIRE
DANS CETTE PARTIE

CONCOURS GENERAL DES LYCEES – GENIE MECANIQUE

SESSION 2007

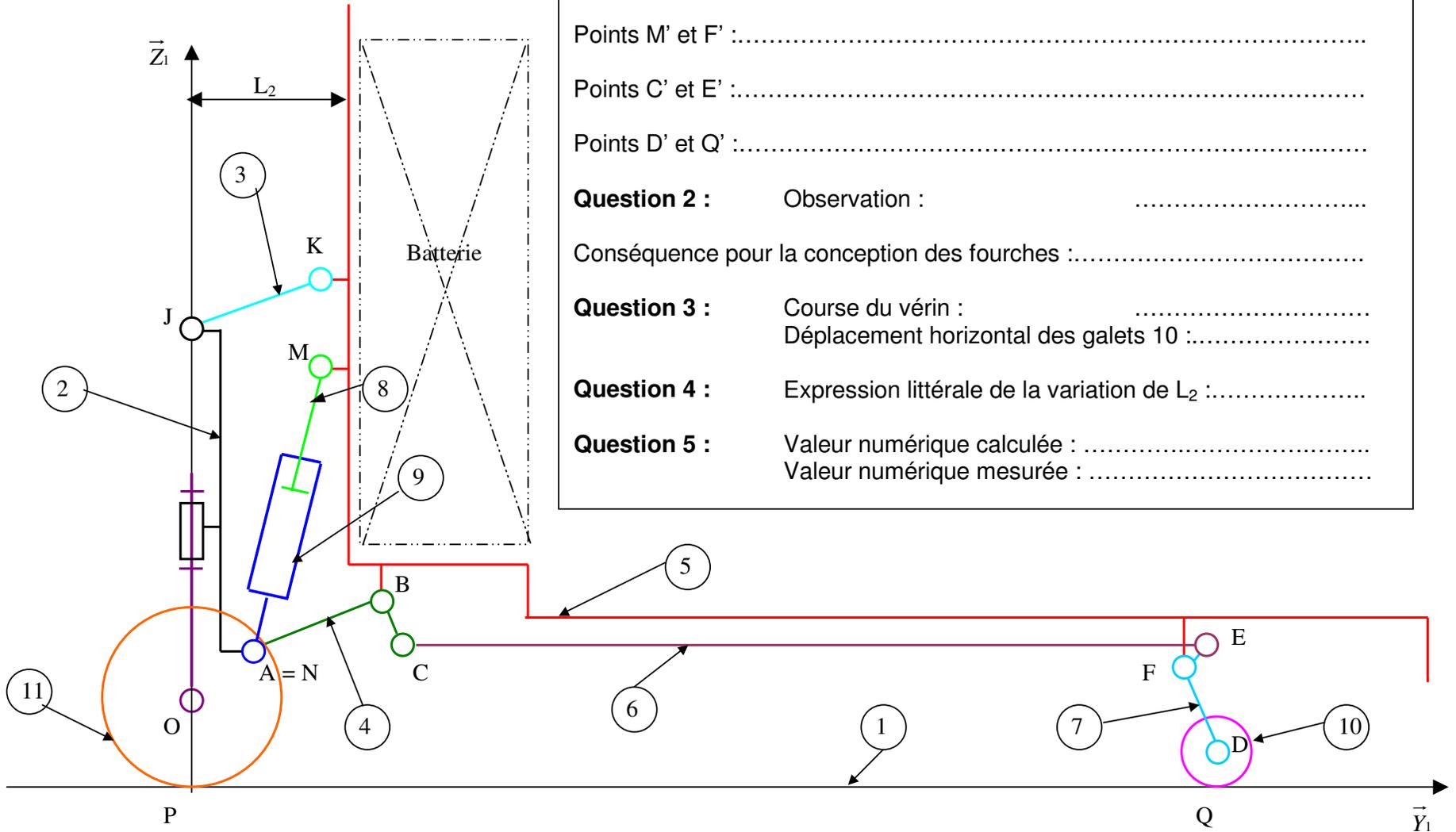
DOSSIER REPONSE

A rendre à la fin de l'épreuve dans cette pochette

Composition du dossier

DR1-1	Question 1 à 5.
DR1-2	Question 6 à 10.
DR1-3	Question 11 à 13.
DR1-4	Question 14 à 19.
DR1-5	Question 20 à 21.
DR1-6	Question 22 à 25.
DR1-7	Question 26 à 29.
DR1-8	Question 30 à 35.
DR1-9	Question 36 à 37.
DR1-10	Question 38.
DR1-11	Question 39.

Document DR1-1 : Tracé de la position basse (Ech 1 : 5)



Question 1 : justifications des tracés :

Points K' et B' :

Points M' et F' :

Points C' et E' :

Points D' et Q' :

Question 2 : Observation :

Conséquence pour la conception des fourches :

Question 3 : Course du vérin :

Déplacement horizontal des galets 10 :

Question 4 : Expression littérale de la variation de L_2 :

Question 5 : Valeur numérique calculée :

Valeur numérique mesurée :

Document réponse DR1-4:

Cadre 1 Question 14 :

Valeur numérique des actions de pesanteur non négligées : $P_{tot} = \dots\dots\dots$

Outil mathématique utilisé pour la détermination du centre de gravité G_{tot} :

.....

Cadre 2 Question 15 :

Valeur numérique y_Q de la position du point Q' en position basse :

Cadre 3 Question 16 :

Bilan des actions extérieures au chariot :

.....
.....
.....
.....

Cadre 4 Question 17 :

Théorème de la résultante :

Théorème du moment en P :

Cadre 5 Question 18 :

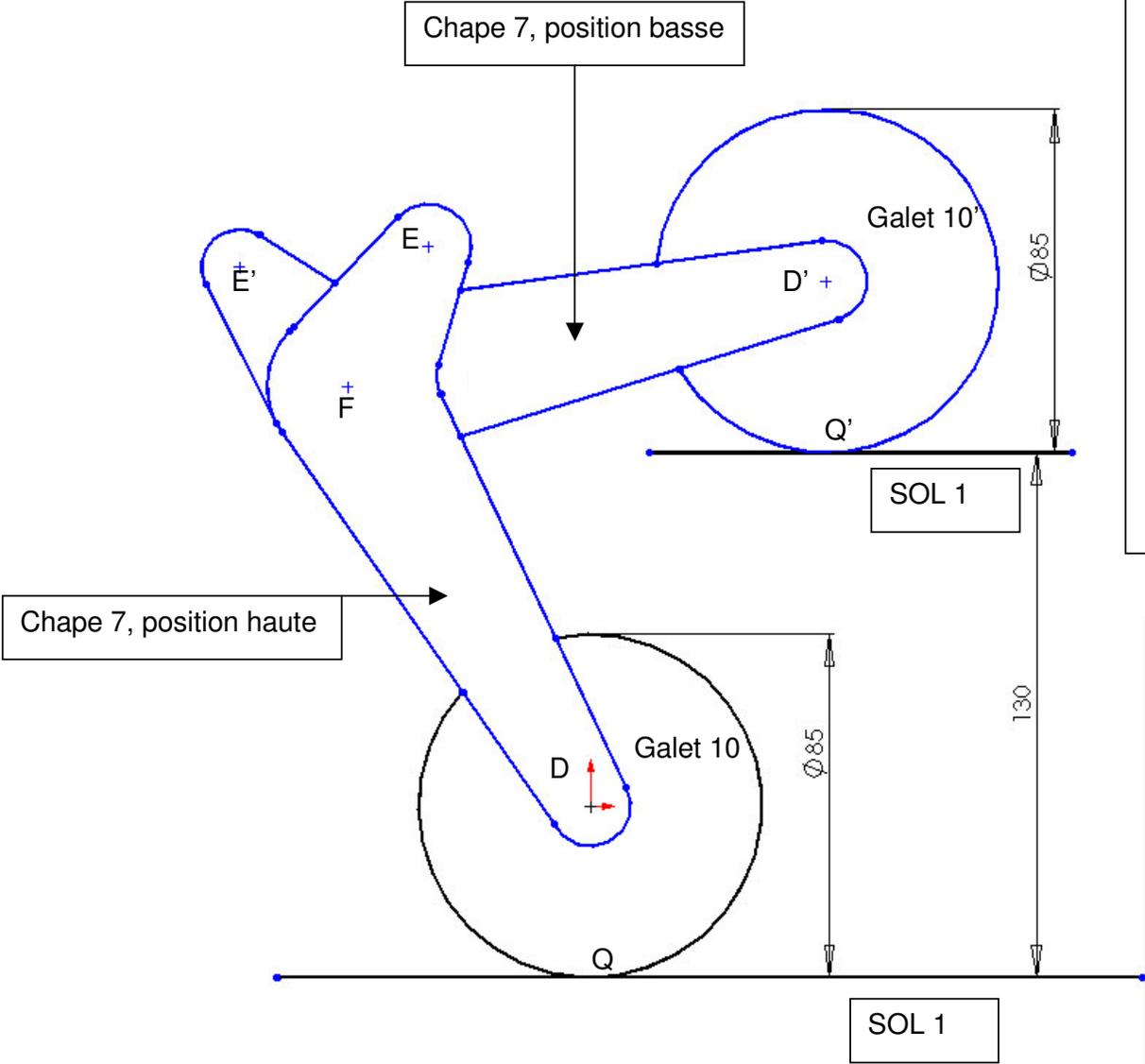
$\|\vec{P}_{1/1}\| = \dots\dots\dots$ $\|\vec{Q}_{1/10}\| = \dots\dots\dots$

Applications numériques : $\|\vec{P}_{1/1}\| = \dots\dots\dots$ $\|\vec{Q}_{1/10}\| = \dots\dots\dots$

Cadre 6 Question 19 :

$\|\vec{P}_{1/1}\| = \dots\dots\dots$ $\|\vec{Q}_{1/10}\| \dots\dots\dots$

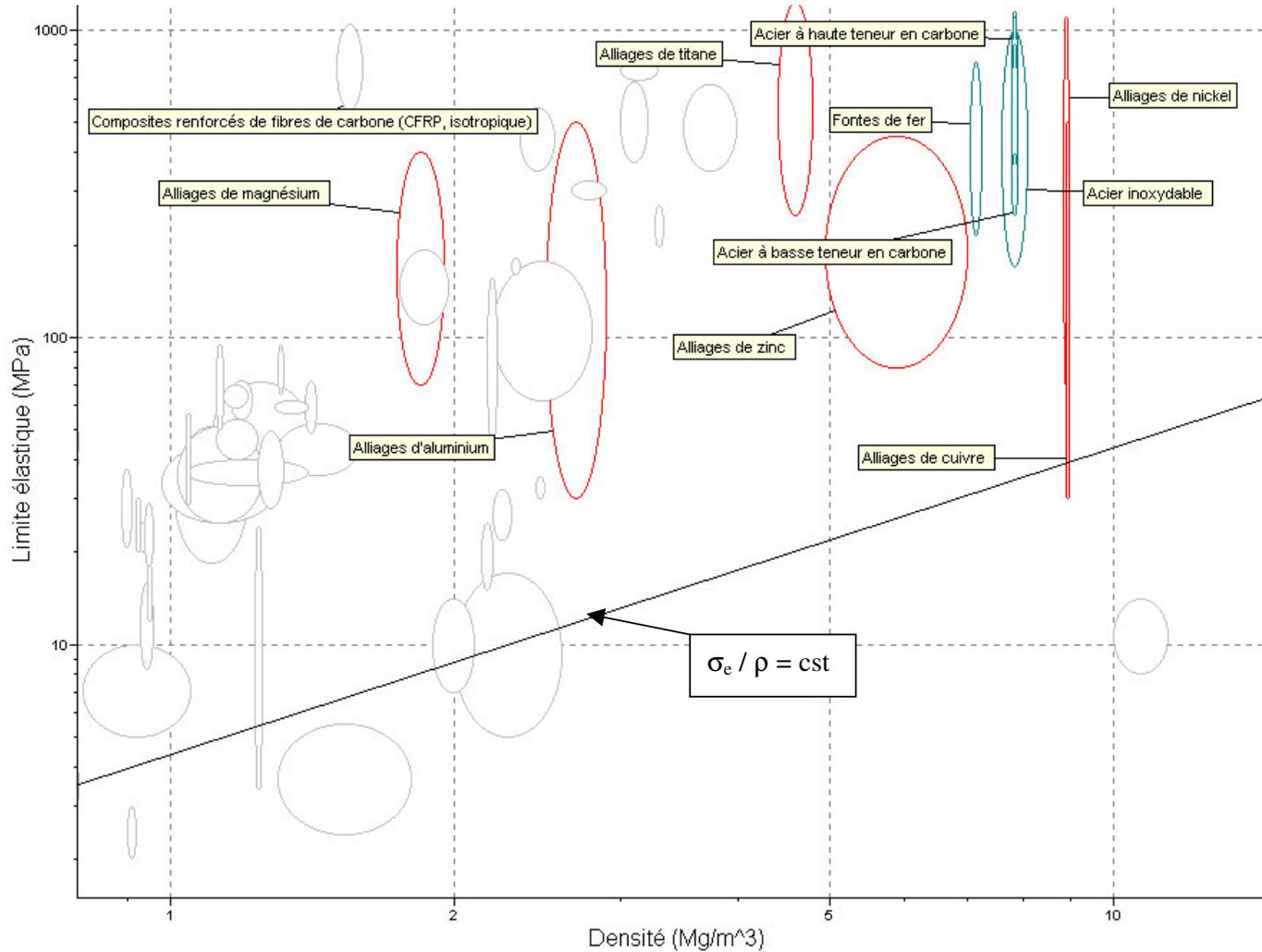
Document DR1-5:



Cadre 1 Question 21 :
 Commentaire des constructions :

Cadre 2 Question 21 :
 Pour la position haute :
 $\|\vec{E}_{6/7}\| = \dots\dots\dots$
 Pour la position basse
 $\|\vec{E}_{6/7}\| = \dots\dots\dots$

Document DR1-6:



Cadre 1 Question 22 :

Etat de sollicitation :

Justification :

.....

$\sigma =$

Cadre 2 Question 23 :

$M =$

M en fonction de la limite élastique :

$M =$

Cadre 3 Question 24 :

Matériau le plus performant :

.....

Matériau le moins performant :

.....

Cadre 4 Question 25 :

Matériau choisi :

.....

Procédés de soudage :

N°1 :

.....

N°2 :

.....

Document réponse DR1-7:

Cadre 1 Question 26 :

Section du tube :

.

Contrainte :

Coefficient de sécurité :

Variation de longueur :

Cadre 2 Question 27 :

Dimension extérieure du tube d_{ext} =

Cadre 3 Question 28 :

Le flambage :

.....

.....

Cadre 4 Question 29 :

Elancement du tube : λ =

.....

il y a t il risque de flambage ?

Justification :

Calcul de la charge critique F_c =

.....

Coefficient de sécurité :

Conclusion sur le nouveau tube optimisé :

.....

DR1-8 : Schéma ensemble 2+3+8+9 isolé
(Ech 1 : 5) Position basse.

Question 30 : Tableau bilan des actions sur l'ensemble 2+3+8+9

Charges	Directions	Intensités	Moments au point I
$\vec{O}_{1/2}$	\vec{Z}_1	9000 N	$\vec{IO}\Lambda \vec{O}_{1/2} \cdot \vec{Z}_1$

Cadre 1 Question 31 :

$\vec{R} = \dots\dots\dots$

$Y_T = \dots\dots\dots$

Cadre 2 Question 32 :

$\|\vec{K}_{5/3}\| = \dots\dots\dots$

$\|\vec{M}_{5/8}\| = \dots\dots\dots$

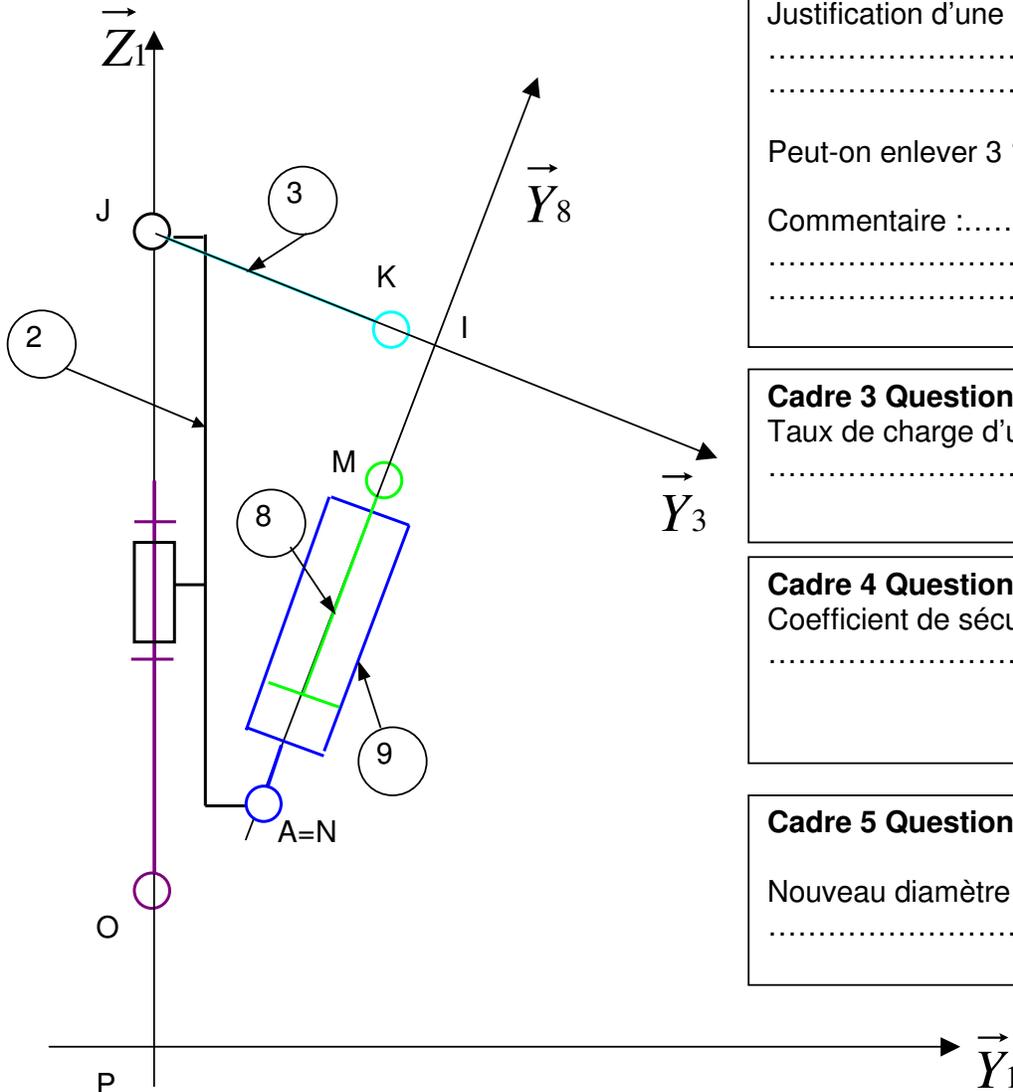
Justification d'une seule biellette 3 :

.....

Peut-on enlever 3 ?.....

Commentaire :.....

.....



Cadre 3 Question 33 :

Taux de charge d'un vérin :

.....

Cadre 4 Question 34 :

Coefficient de sécurité :

.....

Cadre 5 Question 35 :

Nouveau diamètre nominal :

.....

Document DR1-9:

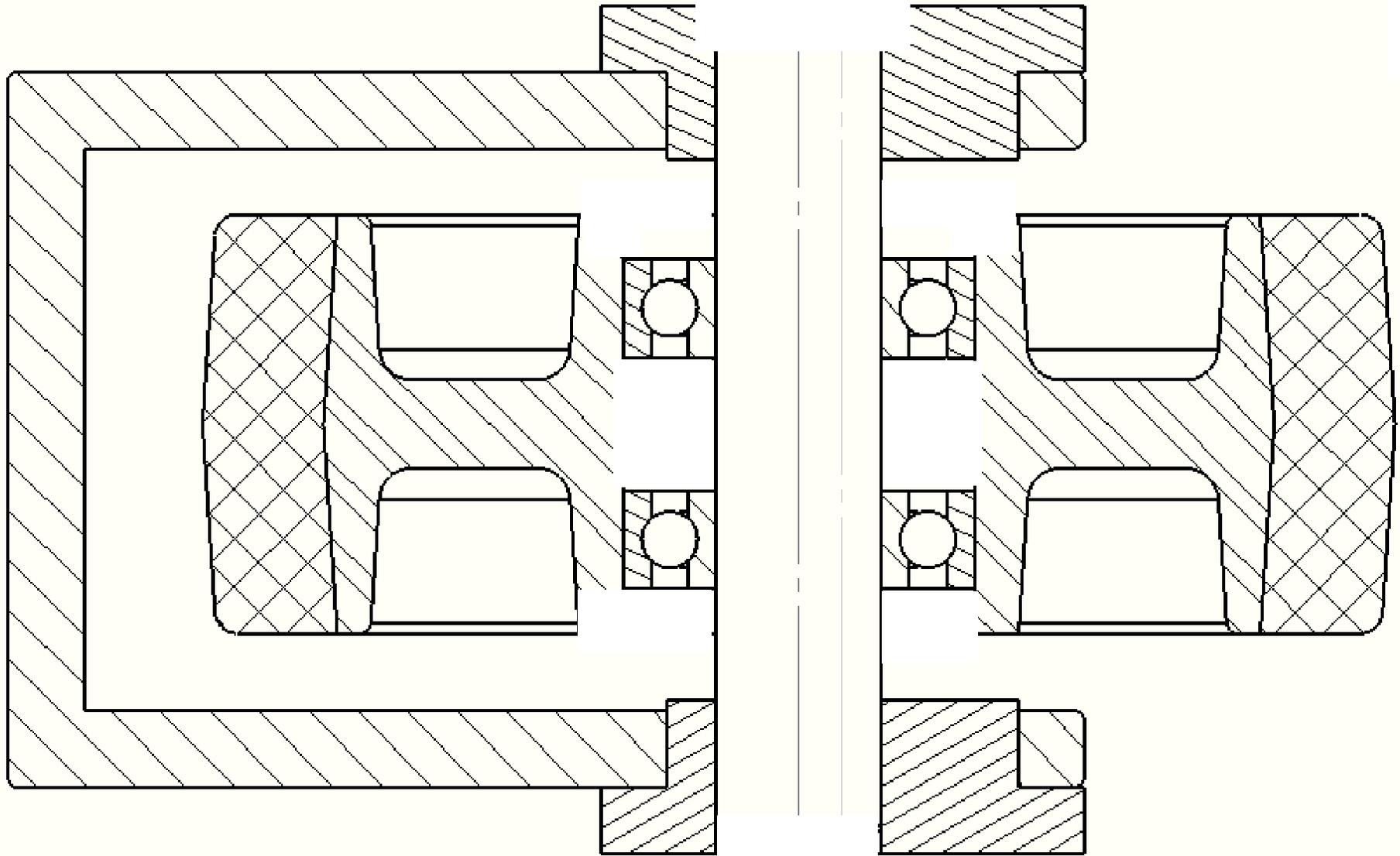
Question 36 :

Question 37 :
Direction de la charge :
.....
.....
.....
.....
.....

Bagues intérieures :.....
Bagues extérieures :.....

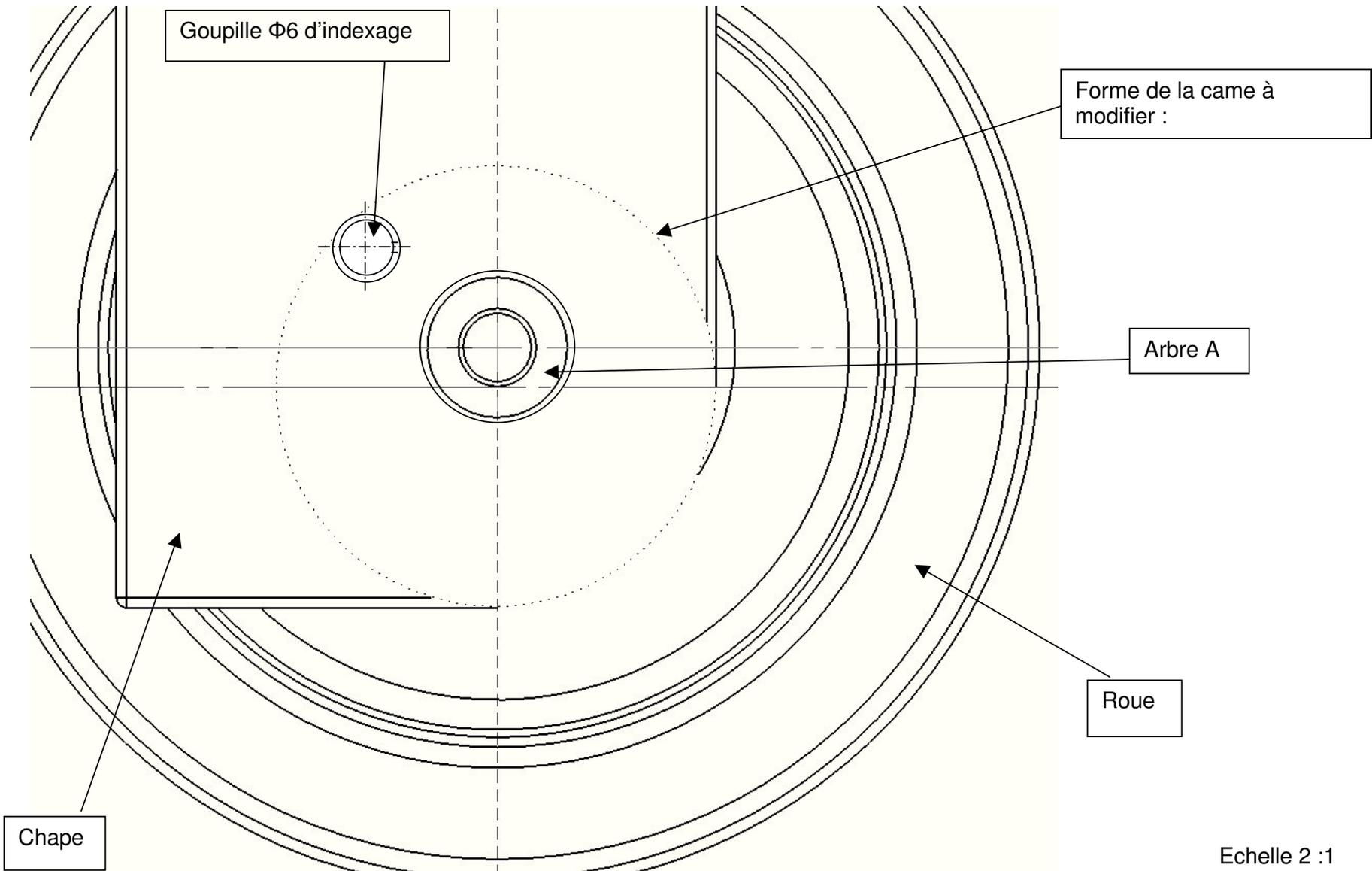
Alésage : Φ 32.....
Arbre : Φ 15.....

Document DR1-10: guidage en rotation du galet et encastrage de l'arbre A



Echelle 2 : 1

Document DR1-11 : indexage des cames



Echelle 2 : 1