

**BACCALAUREAT TECHNOLOGIQUE
SCIENCES ET TECHNOLOGIES INDUSTRIELLES
GENIE ELECTROTECHNIQUE**

SESSION 2005

Epreuve : ETUDE DES CONSTRUCTIONS

Durée : 4 heures

Coefficient : 6

**CHARIOT ELEVATEUR
FENWICK – LINDE
type 144 modèle T 20 SF**

AUCUN DOCUMENT N'EST AUTORISE

MOYENS DE CALCULS AUTORISES :

Calculatrice électronique de poche, y compris les calculatrices programmables, alphanumériques ou à écran graphique à condition que leur fonctionnement soit autonome et qu'il ne soit pas fait usage d'imprimante (conformément à la circulaire n° 99-018 du 01-02-1999)

Ce sujet comprend 3 dossiers de couleurs différentes :

- **Dossier technique (DT1/9 à DT9/9)jaune**
- **Dossier « Travail demandé » (pages TD1/7 à TD7/7)vert**
- **Dossier « Documents réponses » (DR1/4 à DR4/4)blanc**

Le candidat rédigera les réponses aux questions posées sur feuille de copie ou, lorsque cela est indiqué dans le sujet, sur les « documents réponses » prévus à cet effet.

Tous les « documents réponses » même vierges sont à remettre en fin d'épreuve.

DOSSIER TECHNIQUE

Ce dossier comporte 9 documents numérotés de DT 1/9 à DT 9/9

Mise en situation		DT 1/9
Diagramme partiel des interacteurs	}	
FAST partiel de fonctionnement		DT 2/9
Cahier des charges fonctionnel		DT 3/9
Plan partiel du chariot élévateur		DT 4/9
Environnement de la chape		DT 5/9
Plan du réducteur		DT 6/9
Nomenclature du réducteur		DT 7/9
Notice de réglage du couple conique	}	DT 8/9
Schéma cinématique du réducteur		
Dispositif de compensation de niveau		DT 9/9

CHARIOT FENWICK - LINDE

type 144 modèle T 20 SF

Mise en situation :

Le chariot élévateur T 20 SF est conçu pour optimiser le chargement et le déchargement des camions ainsi que le transport au sol des charges sur une moyenne distance.

Une attention particulière a été apportée afin de garantir la stabilité du chariot et le confort du cariste.

Ce nouveau modèle de chariot élévateur est équipé d'une poignée de conduite qui facilite la prise en main.

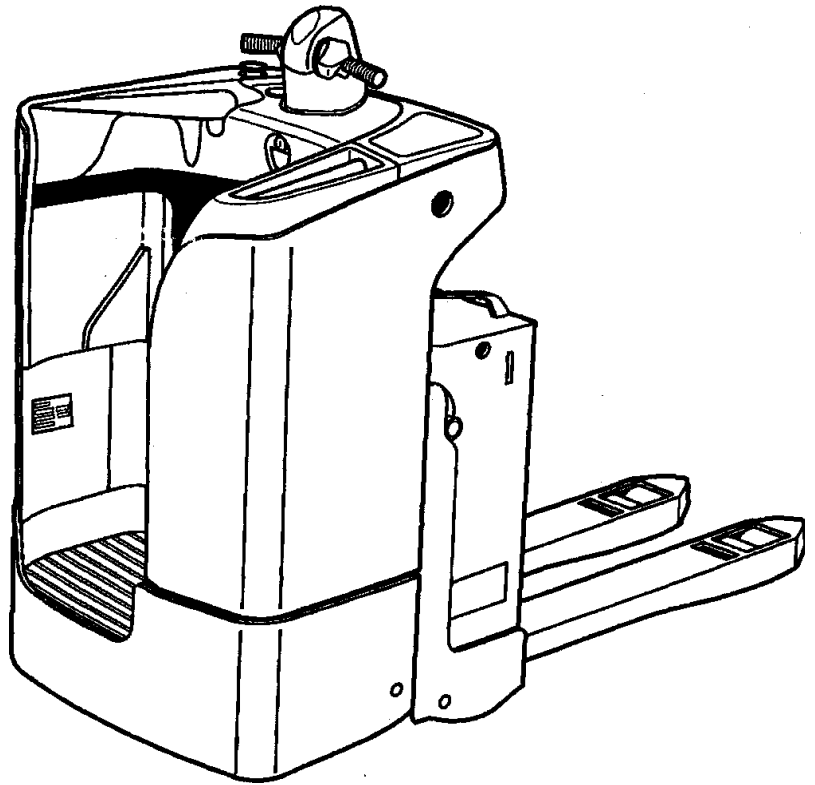
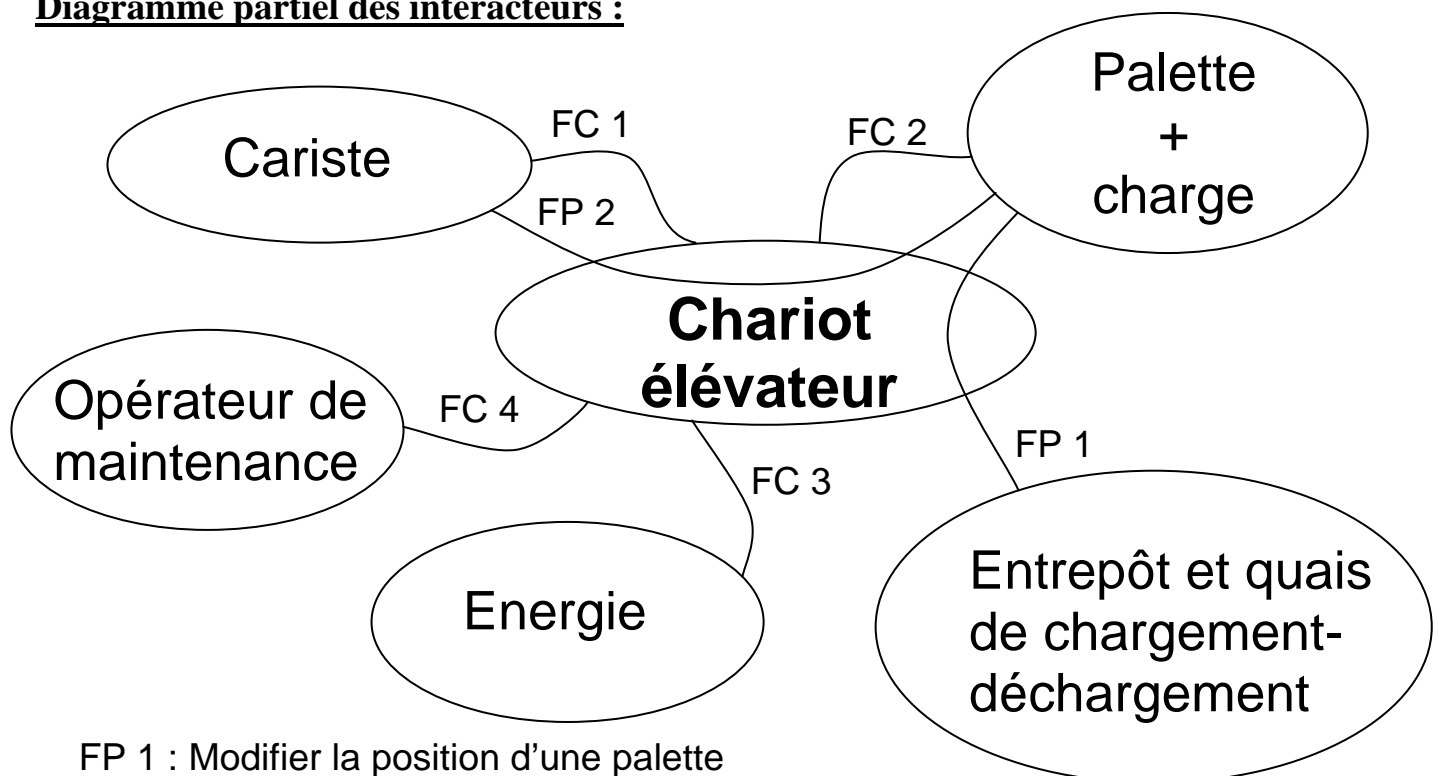


Diagramme partiel des interacteurs :



FP 1 : Modifier la position d'une palette

FP 2 : Déplacer une palette sans effort à fournir par le cariste

FC 1 : Piloter le chariot

FC 2 : S'adapter aux caractéristiques des palettes (dimensions, poids...)

FC 3 : Régénérer les batteries

FC 4 : Etre accessible à l'opérateur de maintenance

FAST partiel de fonctionnement

FP 1 : Modifier la position d'une palette

FT 11 : Glisser le chariot élévateur sous une palette

FT 12 : Lever ou descendre la palette

FP 2 : Déplacer une palette sans effort à fournir par le cariste

FT 21 : Déplacer la palette

FT 211 : Transformer l'énergie électrique
en énergie mécanique de
rotation

FT 212 : Adapter l'énergie

FT 213 : Assurer le contact avec le sol

FT 2131 : Entraîner le chariot

FT 2132 : Supporter une grande
partie de la charge

FT 2133 : Stabiliser le chariot

FT 22 : Diriger la palette

*Solutions
constructives*

**Moteur à
courant continu
24 V**

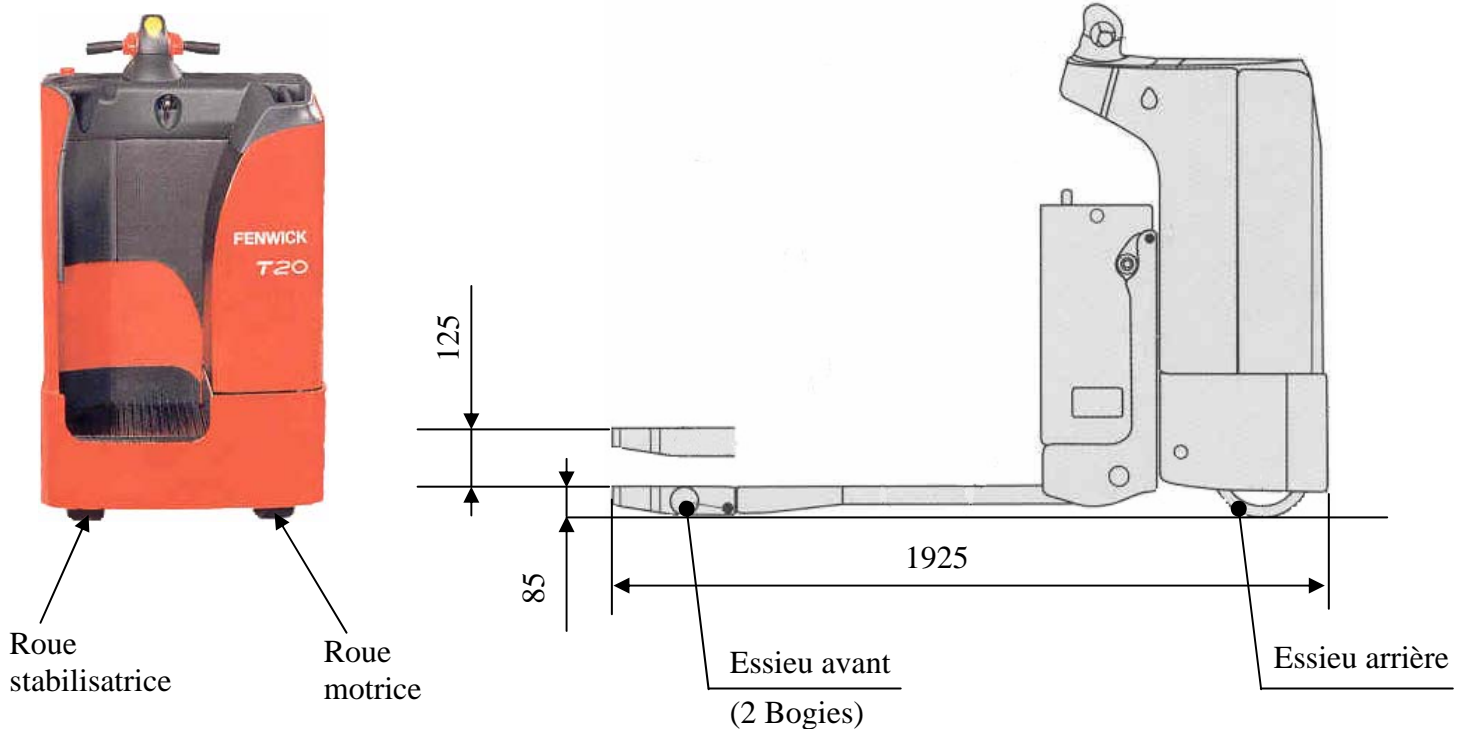
Réducteur

Roue motrice

Bogies

Roue stabilisatrice

EXTRAIT DU CAHIER DES CHARGES



Capacités :

- Masse du chariot à vide	860 kg
- Masse d'une palette chargée	2000 kg
- Masse de l'ensemble {chariot élévateur + palette + charge}	2860 kg
- Charge maximale admissible sur l'essieu avant (bogies)	39240 N
- Charge maximale admissible sur l'essieu arrière (statique)	14715 N
- Couple maximum sur la roue motrice	916 N.m

Roue motrice :

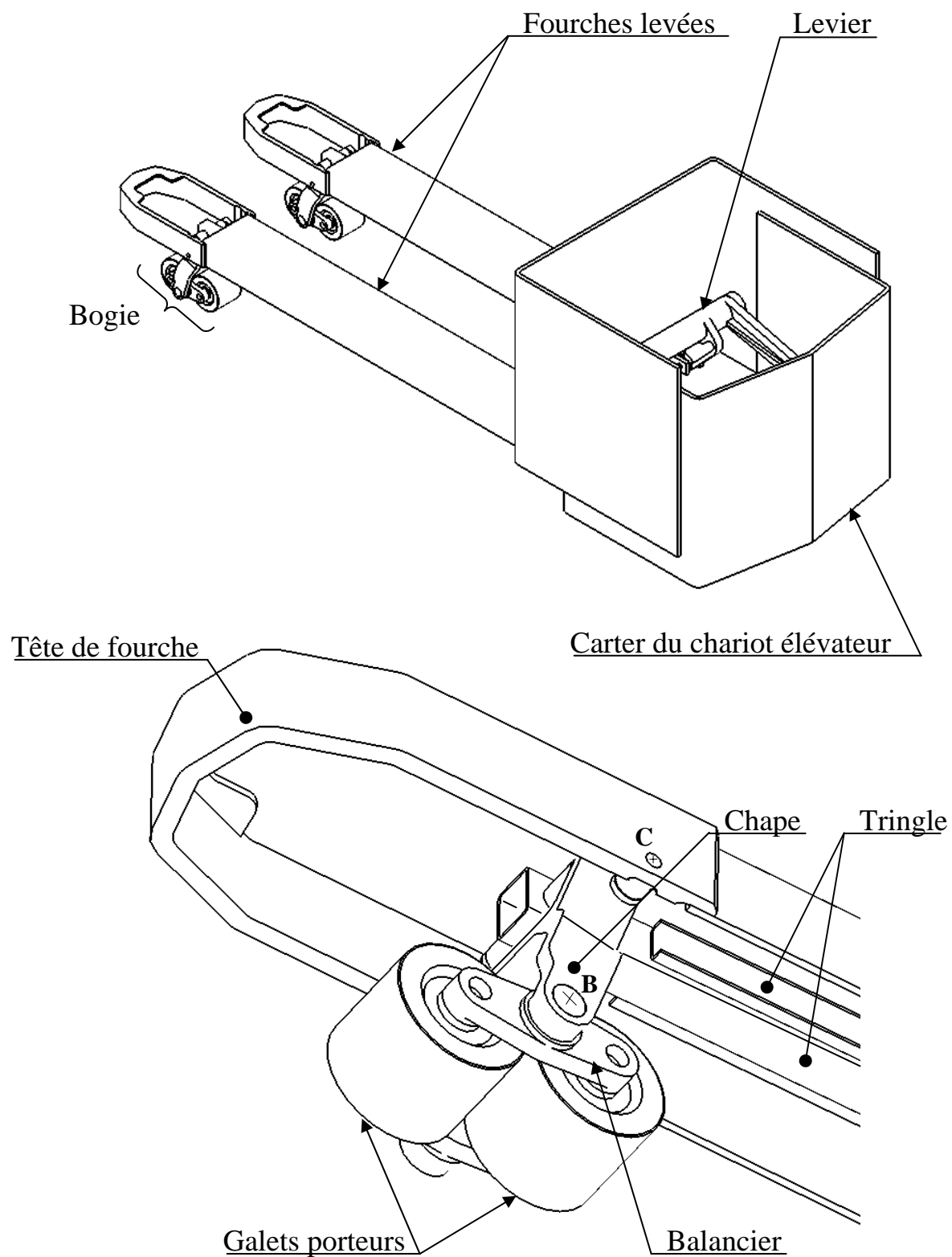
- Diamètre	ϕ 250 mm
- Largeur	105 mm

Moteur électrique :

- Tension	24 V continue
- Intensité	104 A
- Puissance maximale	2 kW
- Couple moteur	7 N.m
- Fréquence de rotation	3000 tr.min ⁻¹

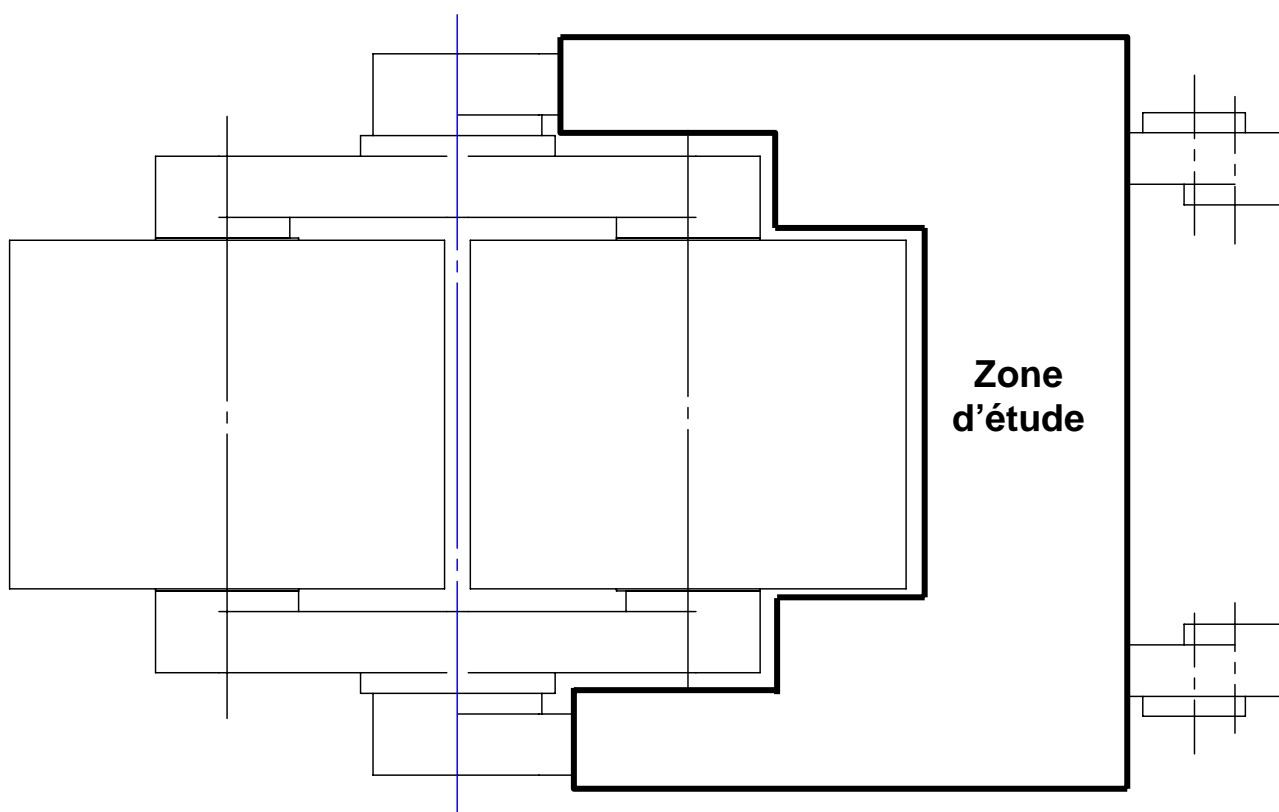
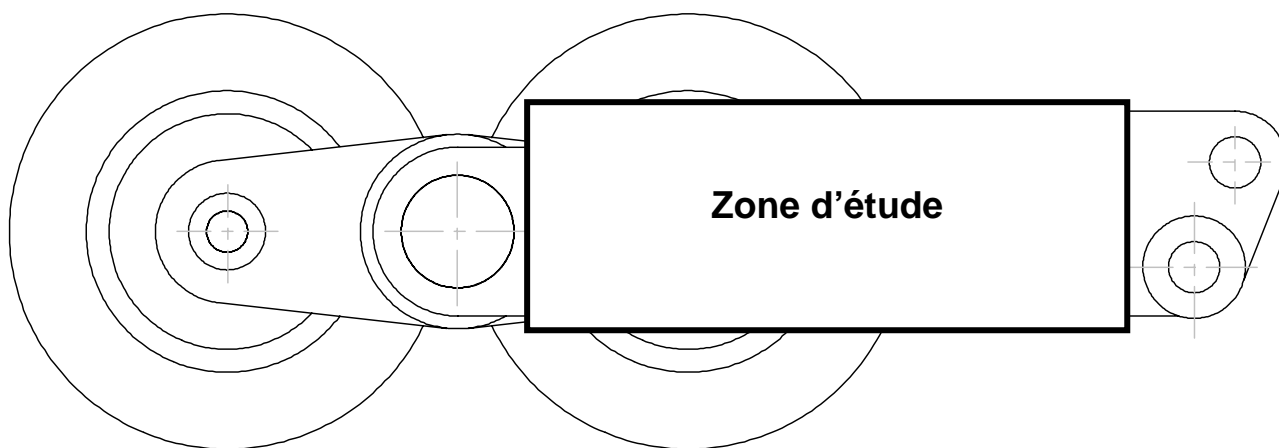
Réducteur à renvoi d'angle :

- Rendement global du réducteur	0,9
---------------------------------	-----

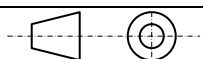


PERSPECTIVES DU CHARIOT ELEVATEUR

CHARIOT FENWICK – LINDE type 144 modèle T 20 SF

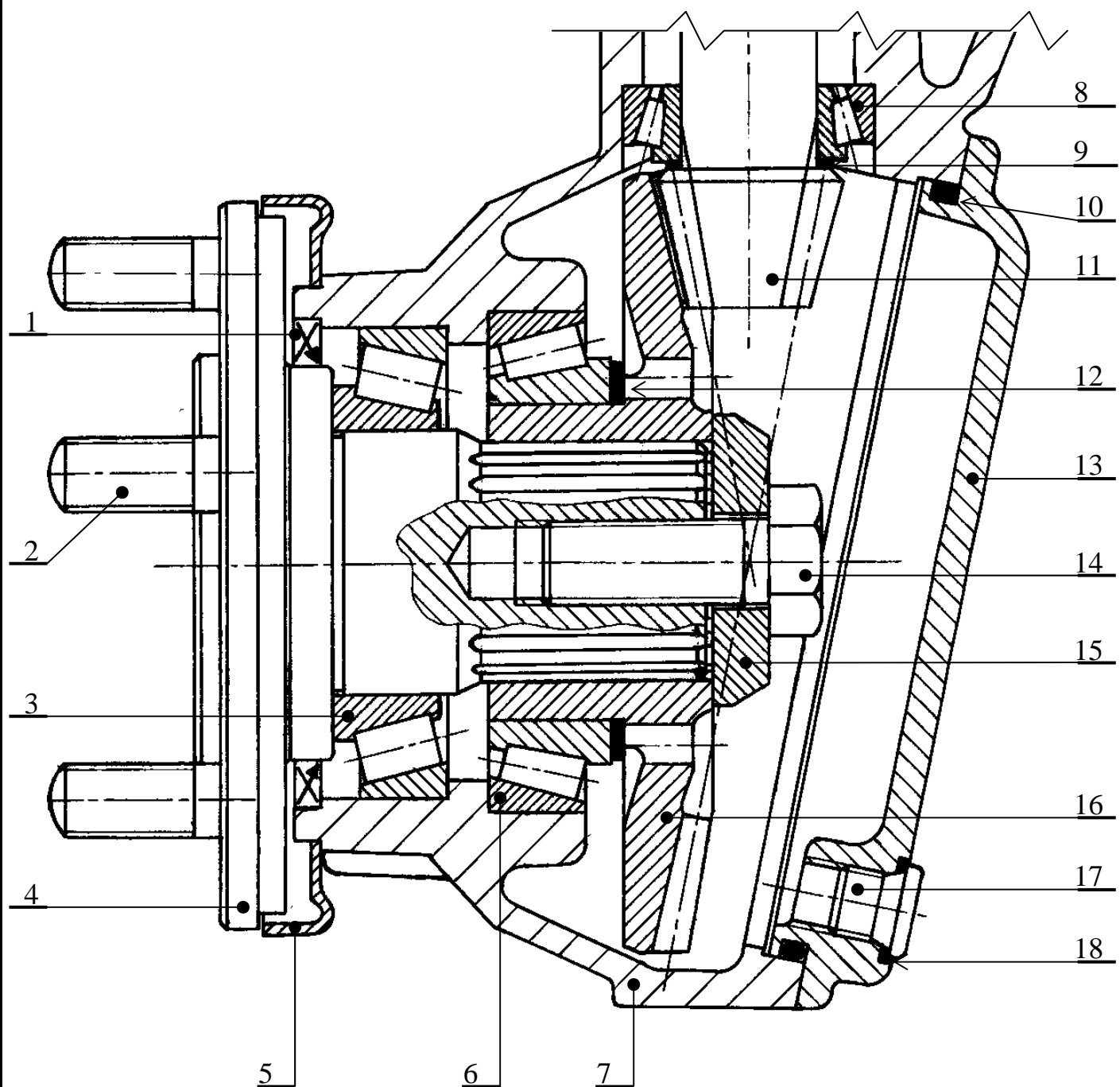


Echelle réduite

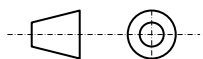


ENVIRONNEMENT DE LA CHAPE

CHARIOT FENWICK – LINDE type 144 modèle T 20 SF



Echelle réduite



REDUCTEUR DE ROUE MOTRICE - vue partielle

CHARIOT FENWICK – LINDE type 144 modèle T 20 SF

20	1	Pignon moteur 24 dents	Uniquement sur le schéma cinématique DT 8/9	
19	1	Roue dentée 66 dents		
18	1	Joint circulaire, type A, 14		
17	1	Bouchon de vidange		
16	1	Roue dentée conique 37 dents		
15	1	Rondelle d'appui		
14	1	Vis à tête hexagonale M16 x 40		Frein filet
13	1	Couvercle		
12	1	Cale de réglage		
11	1	Pignon conique 6 dents		
10	1	Joint torique 144 x 5.33	NBR	
9	1	Cale de réglage		
8	2	Roulement à rouleaux coniques 32005X		
7	1	Carter		
6	1	Roulement à rouleaux coniques 32012X		
5	1	Protection		
4	1	Arbre de roue		
3	1	Roulement à rouleaux coniques 30210A		
2	5	Goujon M14 x 30 – bm 12		NF E 25-135
1	1	Joint à lèvres, type AS, 75 x 95 x 5		Collé sur carter
Rep.	Nbre	Désignation	Matière	Observations
REDUCTEUR DE ROUE MOTRICE				
CHARIOT FENWICK – LINDE type 144 modèle T 20 SF				

NOTICE DE REGLAGE DU COUPLE CONIQUE

Manipulations effectuées par l'opérateur de maintenance pour vérifier la portée des dents :

- Passer du marqueur sur trois ou quatre dents de la roue dentée conique 16.
- Faire tourner l'ensemble.
- Vérifier l'empreinte laissée sur le pignon 11.
- Comparer cette empreinte d'après les indications du tableau suivant et recaler si nécessaire.
- Après vérification, serrer la vis 14.

Flanc mené

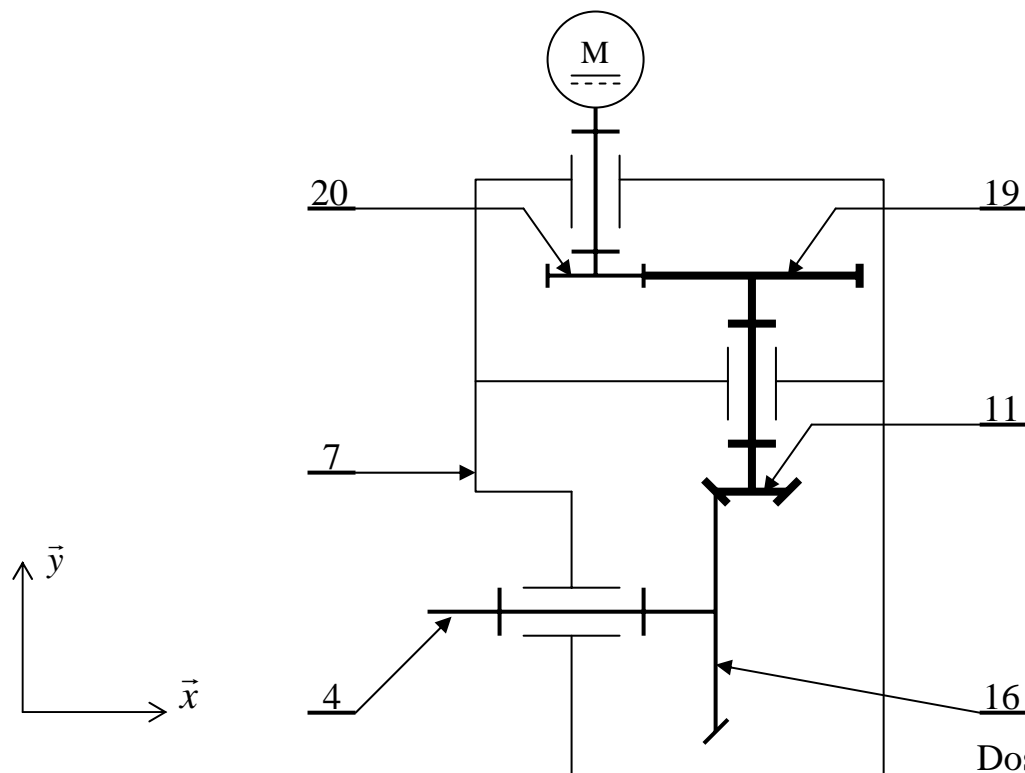


Flanc menant

Portée de dents correcte

Exemple de portées de dents défectueuses		Corrections à apporter : Changer les dimensions du calage suivant les flèches
Flanc concave	Flanc convexe	

SCHEMA CINEMATIQUE DU REDUCTEUR



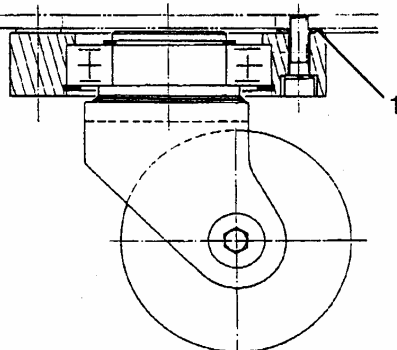
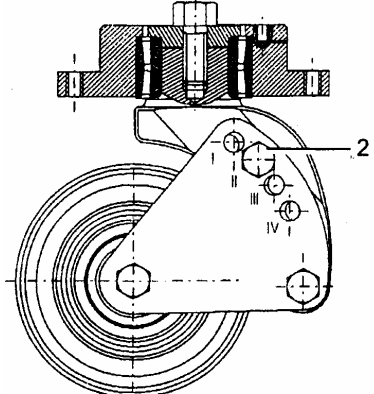
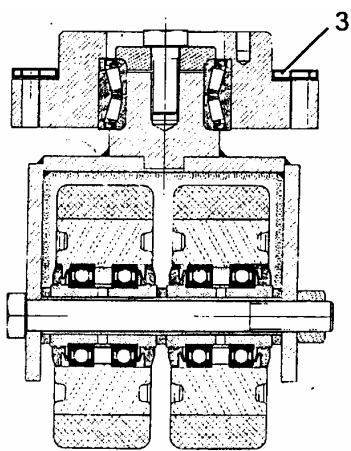
DISPOSITIF DE COMPENSATION DE NIVEAU

Le chariot élévateur possède un bogie formé de deux galets porteurs à l'extrémité avant de chacune des deux fourches. Celles-ci supportent une grande partie de la charge transportée.

Une roue motrice située à l'arrière droit entraîne le chariot élévateur.

Une roue stabilisatrice située à l'arrière gauche permet de maintenir le chariot sur quatre points de contact, d'atténuer les reliefs et d'aborder les rampes de travers sans déséquilibrer le chariot élévateur ou sa charge.

L'appui du chariot élévateur sur le sol est habituellement obtenu par trois points de contact (roue motrice + deux bogies). La présence de la roue stabilisatrice impose donc un système de réglage en hauteur de celle-ci.

Modèle de roue stabilisatrice	N° du type de chariot
	<p>Jusqu'à 144KOOO75</p> <p>Réglage hauteur de roue : → par cales de réglage (1) de 3mm et 6mm.</p>
	<p>de 144KOOO76 à 144MOO598</p> <p>Réglage hauteur de roue : → par la position de la vis (2) dans les logements I, II, III, IV.</p>
	<p>à partir de 144MOO599</p> <p>Réglage hauteur de roue : - Chariot avec roue motrice en Polyuréthane : → par une cale de réglage (3) de 3mm - Chariot avec roue motrice en caoutchouc : → aucune cale</p>

Travail demandé

Ce dossier comporte 7 documents numérotés de TD 1/7 à TD 7/7

	Temps conseillé	
<u>Lecture</u>	10 minutes	
Etude de la fonction technique FT 12 : lever ou descendre la palette.		
<u>Compréhension du fonctionnement du mécanisme</u>	TD 1/7	20 minutes
<u>Recherche de la position haute des fourches</u>	TD 1/7	20 minutes
<u>Solution constructive de l'assemblage d'un bogie</u>	TD 2/7	60 minutes
Etude de la fonction technique FT 21 : Déplacer la palette en ligne droite		
<u>Vérification de la charge maximale admissible sur l'essieu arrière</u>	TD 3/7 à TD 5/7	70 minutes
<u>Détermination des caractéristiques du moteur de traction</u>	TD 6/7 et TD 7/7	60 minutes

Objectif global de l'étude : Déterminer les caractéristiques mécaniques du moteur électrique de traction et vérifier certaines données du cahier des charges.

Etude de la fonction technique FT 12 : lever ou descendre la palette.

- Cette étude permet :
- De comprendre le fonctionnement du mécanisme de levage.
 - De vérifier la hauteur de levage des fourches.
 - De définir une solution constructive de l'assemblage d'un bogie.

Compréhension du fonctionnement du mécanisme *sur document réponse DR 1 / 4*

A l'aide du document technique DT 4 / 9 :

Q1) A partir de la liste suivante, désignez les blocs cinématiquement équivalents :
fourche ; chape ; balancier ; galets porteurs ; tringle

Q2) En suivant l'exemple donné, complétez le tableau des liaisons.

Recherche de la position haute des fourches *sur document réponse DR 2 / 4 + copie*

- Hypothèses :
- Dans cette étude, le chariot élévateur est à l'arrêt, le frein de la roue motrice est actionné.
 - Les balanciers ainsi que les fourches restent en position horizontale.
 - Les fourches se déplacent verticalement par rapport au sol.

Q3) Quelle est la nature du mouvement de la chape par rapport au balancier ?

Q4) - Quelle est la nature de la trajectoire $T_{C \text{ chape} / \text{balancier}}$ du point C appartenant à la chape dans son mouvement par rapport au balancier ?
- Tracez et nommez cette trajectoire sur la figure 2 du document DR 2/4.

Q5) Connaissant la position du point E lorsque les fourches sont levées, situez le point C sur sa trajectoire $T_{C \text{ chape} / \text{balancier}}$.

Q6) En tenant compte des hypothèses, tracez la fourche en position haute.

Q7) Mesurez la distance h entre les fourches en position haute et le sol.

Q8) D'après les données de la figure 1 du document DR 2 / 4, calculez la hauteur H d'élévation des fourches.

Q9) Comparez votre résultat avec les données du cahier des charges.

Solution constructive de l'assemblage d'un bogie

Le but est de définir une solution constructive de l'assemblage d'un bogie.

Identification des surfaces fonctionnelles dans un bogie

sur document réponse DR 3 / 4

Sur la perspective isométrique de l'éclaté d'un bogie, identifiez les surfaces fonctionnelles en coloriant :

Q10) En bleu, les surfaces de contact entre les balanciers et la chape représentée partiellement.

Q11) En vert, les surfaces de contact entre l'axe de la tête de fourche et la chape.

Q12) En rouge, les surfaces de contact entre l'axe de la tringle et la chape.

Représentation graphique de la chape

sur document réponse DR 4 / 4

A l'aide du document technique DT 5 / 9 :

Q13) Complétez à main levée la perspective isométrique de la chape en tenant compte des contraintes suivantes :

- a) Pour des raisons dimensionnelles et de fonctionnement, la position des surfaces fonctionnelles précédemment étudiées est donnée et ne peut être modifiée.
- b) Pour des raisons de résistance des matériaux et de conditions de moulage, l'épaisseur des différentes parois est constante et les volumes sont reliés par des congés de raccordement.
- c) Pour des raisons de géométrie, la chape est symétrique par rapport à un plan central vertical.

Intégration de la chape dans son environnement

sur document réponse DR 4 / 4

La chape étant réalisée, il faut l'insérer dans son environnement.

A l'aide du document réponse DR 3 / 4 :

Q14) En suivant l'exemple donné, complétez le tableau des contraintes (couramment utilisées dans les logiciels de représentation volumique) qui permettent l'assemblage entre :

- La tête de fourche et la chape.
- La tringle et la chape.
- Un balancier et la chape.

Remarques : a) Les contraintes sont : coïncidence, coaxialité, tangent à, distant de.
b) Une contrainte peut être utilisée plusieurs fois.
c) Une contrainte peut ne pas être utilisée.

Etude de la fonction technique FT 21 : Déplacer la palette

- Cette étude permet :
- De vérifier la charge maximale admissible sur l'essieu arrière.
 - De déterminer les caractéristiques du moteur de traction.

VERIFICATION DE LA CHARGE MAXIMALE ADMISSIBLE SUR L'ESSIEU ARRIERE

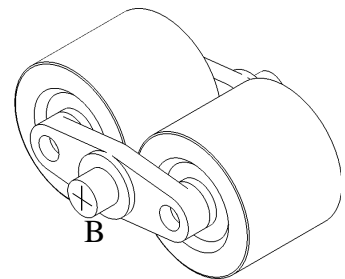
Etude de la FT 2133 : Stabiliser le chariot

Le document technique DT 9/9 présente différents modèles de roues stabilisatrices.

Q15) Pour chacun des trois modèles proposés, expliquez la solution technologique retenue pour réaliser le réglage vertical de la roue stabilisatrice.

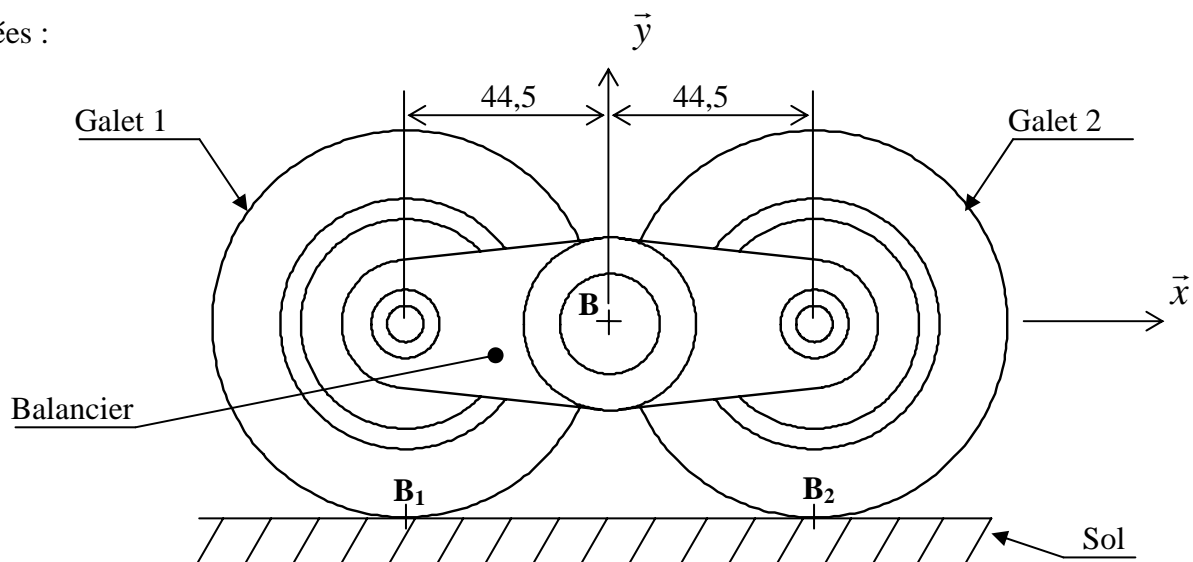
Etude de la FT 2132 : Supporter une grande partie de la charge

Etude de l'équilibre du sous-ensemble
{bogie} = {2 galets porteurs + 2 axes + 2 balanciers}



Hypothèses : - Le problème admet un plan de symétrie géométrique et de charge (B, \vec{x}, \vec{y}).
- Le poids de chaque élément est négligé.

Données :



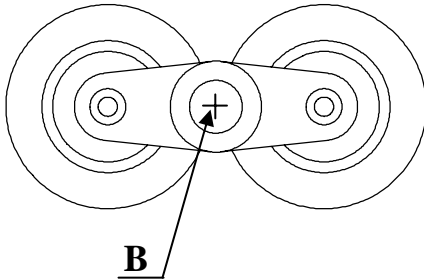
Q16) Faites le bilan des actions mécaniques extérieures appliquées sur un bogie.

Q17) Sans calcul, en étudiant l'équilibre du sous-ensemble {bogie}, justifiez le fait que l'action mécanique exercée par la chape sur les balanciers peut être modélisée par un glisseur de support (B, \vec{y}).

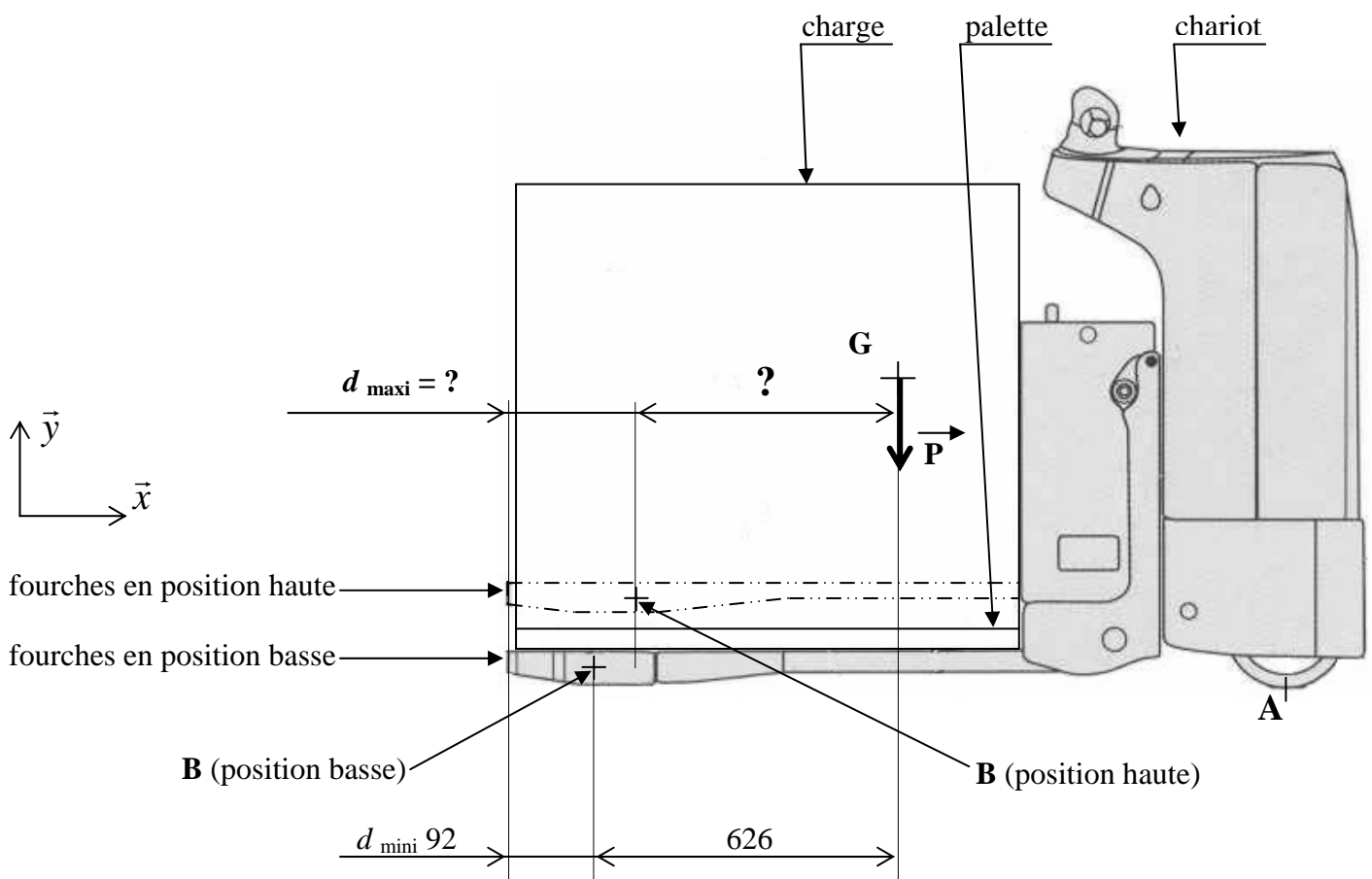
**Recherche de la distance entre l'essieu avant et le centre de gravité G de l'ensemble
{chariot élévateur + palette + charge} en position fourches levées**

sur document réponse DR 2 / 4

Rappel du sous-ensemble bogie



Modèle d'étude



A partir du tracé effectué sur la figure 2 du document DR 2 / 4,

Q18) En tenant compte de l'échelle du schéma de la figure 2, mesurez et indiquez la valeur de la distance $d_{\max i}$.

Q19) En déduire la distance GB suivant \vec{x} .

Equilibre de l'ensemble { E } = {chariot élévateur + palette + charge} sans les bogies

- Hypothèses :
- De par la géométrie des deux fourches identiques sur l'avant du chariot élévateur et la disposition des roues motrice et stabilisatrice sur l'arrière du chariot élévateur, on considère que le mécanisme possède un plan de symétrie (O, \vec{x} , \vec{y}).
 - Le poids de l'ensemble {chariot élévateur + palette + charge} dont la résultante passe par le point G se situe dans le plan de symétrie.
 - Les liaisons sont considérées parfaites (frottement négligé).
 - Le contact au point A entre le sol et le chariot élévateur est considéré comme ponctuel de normale (A, \vec{y}).
 - Accélération de la pesanteur : $g = 9.81 \text{ m.s}^{-2}$
 - Quelque soit le résultat obtenu à la question 21, on admet :

$$\vec{GB} = -544 \cdot \vec{x} \text{ (mm) pour les fourches en position haute}$$

$$\vec{GB} = -626 \cdot \vec{x} \text{ (mm) pour les fourches en position basse}$$

Soit le torseur modélisant l'action de pesanteur sur l'ensemble { E } : $\{ T_{\text{terre} / \{E\}} \} = \underset{G}{\left\{ \begin{array}{c} P \cdot \vec{y} \\ \vec{0} \end{array} \right\}}$

Q20) En adoptant le même modèle d'écriture, continuez le bilan des actions mécaniques extérieures qui agissent sur l'ensemble {E} = {chariot élévateur + palette + charge} sans les bogies.

Q21) En appliquant le principe fondamental de la statique à l'ensemble {chariot élévateur + palette + charge} sans les bogies, écrivez l'équation de moment au point B et déduisez la norme de la résultante de l'action $\vec{A}_{\text{sol/roue motrice}}$ dans les deux cas suivants :

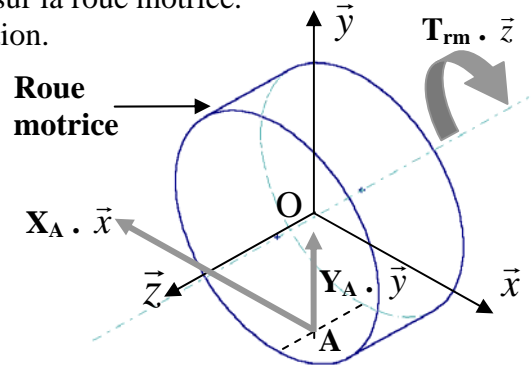
- fourche en position basse
- fourche en position haute

Q22) Comparez vos résultats avec les données du cahier des charges, concluez.

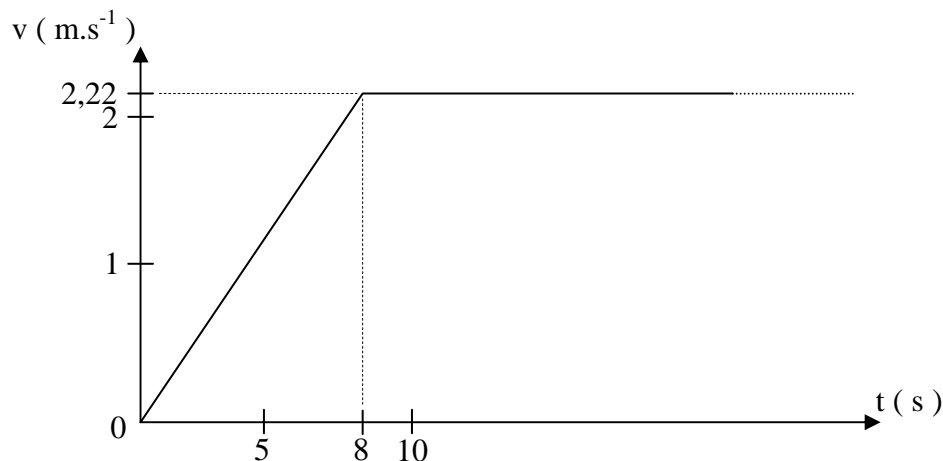
DETERMINATION DES CARACTERISTIQUES DU MOTEUR DE TRACTION

Etude de la FT 2131 : Entraîner le chariot

- Modèle d'étude :
- L'ensemble {chariot élévateur + palette + charge} sans les bogies est en phase de démarrage.
 - L'adhérence au contact au point A engendre une composante horizontale X_A de l'action mécanique exercée par le sol sur la roue motrice.
 - On se place en fin de phase accélération.



- Données :
- La masse de l'ensemble {chariot élévateur + palette + charge} est de 2860 kg
 - On suppose que l'ensemble {chariot élévateur + palette + charge} est animé d'un mouvement de translation rectiligne uniformément varié.
 - Le graphe des vitesses de déplacement du chariot élévateur par rapport au sol en fonction du temps est représenté ci-dessous.



Q23) D'après le graphe des vitesses, calculez l'accélération a de l'ensemble {chariot élévateur + palette + charge} pendant la phase de démarrage.

Q24) En appliquant le principe fondamental de la dynamique à l'ensemble {chariot élévateur + palette + charge} en mouvement de translation suivant \vec{x} , calculez la composante tangentielle X_A de l'action mécanique exercée par le sol sur la roue motrice.

Remarque : Pour la suite de l'étude, on prendra $X_A = -796$ N comme valeur de la composante tangentielle X_A de l'action $\vec{A}_{\text{sol/roue mot.}}$.

Q25) Calculez le couple sur la roue motrice T_{rm} (en N.m) nécessaire pour entraîner l'ensemble {chariot élévateur + palette + charge}.

Q26) Calculez la vitesse angulaire de la roue motrice ω_m lorsque l'ensemble {chariot élévateur + palette + charge} se déplace à la vitesse maximale.

Q27) En déduire la puissance P_m à fournir à la roue motrice.

Etude de la FT 212 : Adapter l'énergie

A partir du plan du réducteur DT 6/9, de sa nomenclature DT 7/9 et de la notice de réglage du couple conique DT 8/9 :

Q28) Dans le cas d'une portée au talon :

- Sur quelle(s) cale(s) de réglage doit agir l'opérateur de maintenance ?
- Quelle action doit-il mener sur cette(ces) cale(s) ?

En vous aidant du schéma cinématique du réducteur DT 8/9 et de la nomenclature DT 7/9 :

Q29) Calculez le rapport de réduction r_1 de l'engrenage cylindrique à denture droite.

Q30) Calculez le rapport de réduction r_2 de l'engrenage conique à denture droite.

Q31) En déduire le rapport global de réduction r_g .

Etude de la FT 211 : Transformer l'énergie électrique en énergie mécanique de rotation

Q32) En tenant compte du rendement global η donné dans le cahier des charges, calculez la puissance utile P_u à fournir par le moteur.

Q33) Grâce au rapport global de réduction r_g , calculez la vitesse angulaire du moteur ω_m .

Q34) En déduire le couple moteur T_m .

Q35) Comparez les caractéristiques mécaniques du moteur précédemment calculées (P_u , T_m et ω_m) avec celles du cahier des charges.

Etude économique

Q36) Calculez la marge de sécurité disponible sur la puissance du moteur en pourcentage.
Données : % de sécurité = $100 \times (P_u \text{ réelle} - P_u \text{ calculée}) / P_u \text{ réelle}$

Q37) Pour des raisons économiques, est-il justifié de vouloir optimiser la chaîne de transmission de puissance en choisissant un moteur dont les caractéristiques sont plus proches de celles souhaitées ? Argumentez votre réponse.

DOSSIER REPONSES

Ce dossier comporte 4 documents numérotés de DR 1/4 à DR 4/4

Schéma cinématique en position basse	DR 1/4
Schéma cinématique en position haute	DR 2/4
Surfaces fonctionnelles dans un bogie	DR 3/4
Perspective isométrique de la chape	DR 4/4

Compréhension du fonctionnement du mécanisme

Le schéma cinématique représente le chariot élévateur en position basse.

Blocs cinématiquement équivalents :

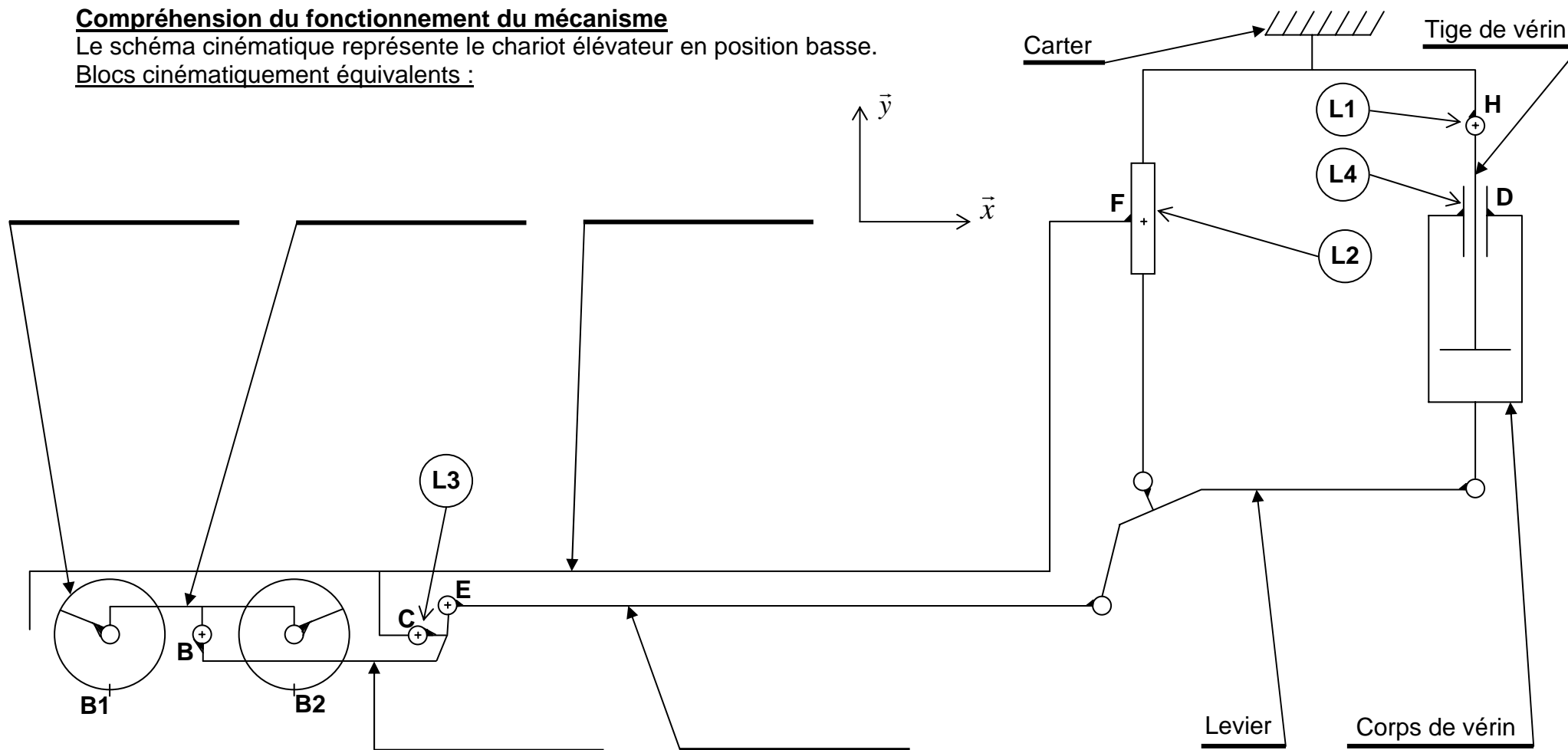


Tableau des liaisons

Nommez les 3 liaisons demandées :

Exemple :

Repère de la liaison	Entre...	Et...	Nom + caractéristiques géométriques
L1	La tige du vérin	Le carter	Liaison pivot d'axe (H, \vec{z})
L2			
L3			
L4			

Recherche de la position haute des fourches

Le schéma cinématique de l'avant du chariot élévateur est représenté en position basse à l'échelle 1/2

Figure 1 :

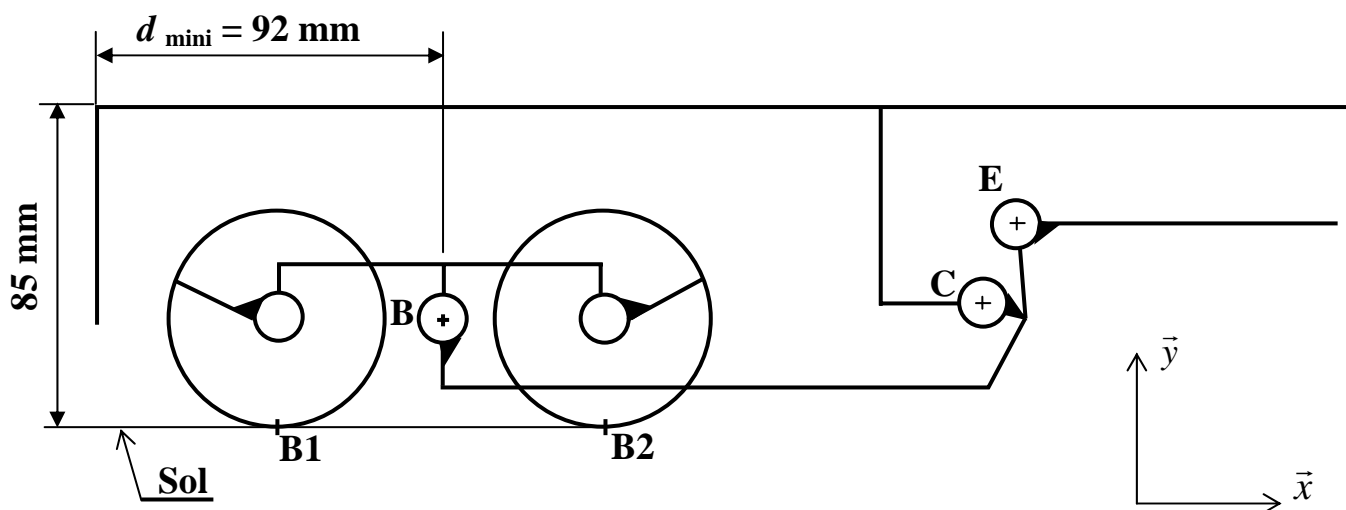
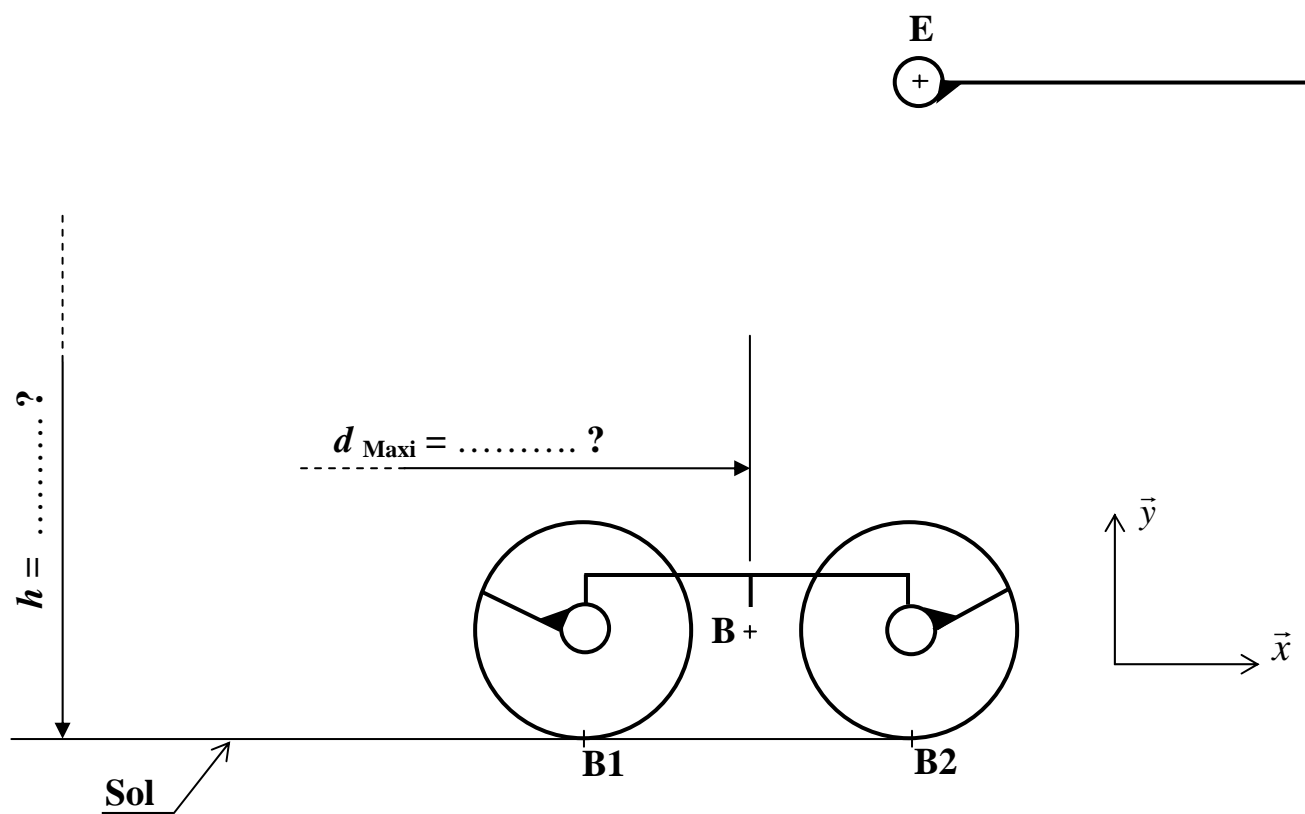
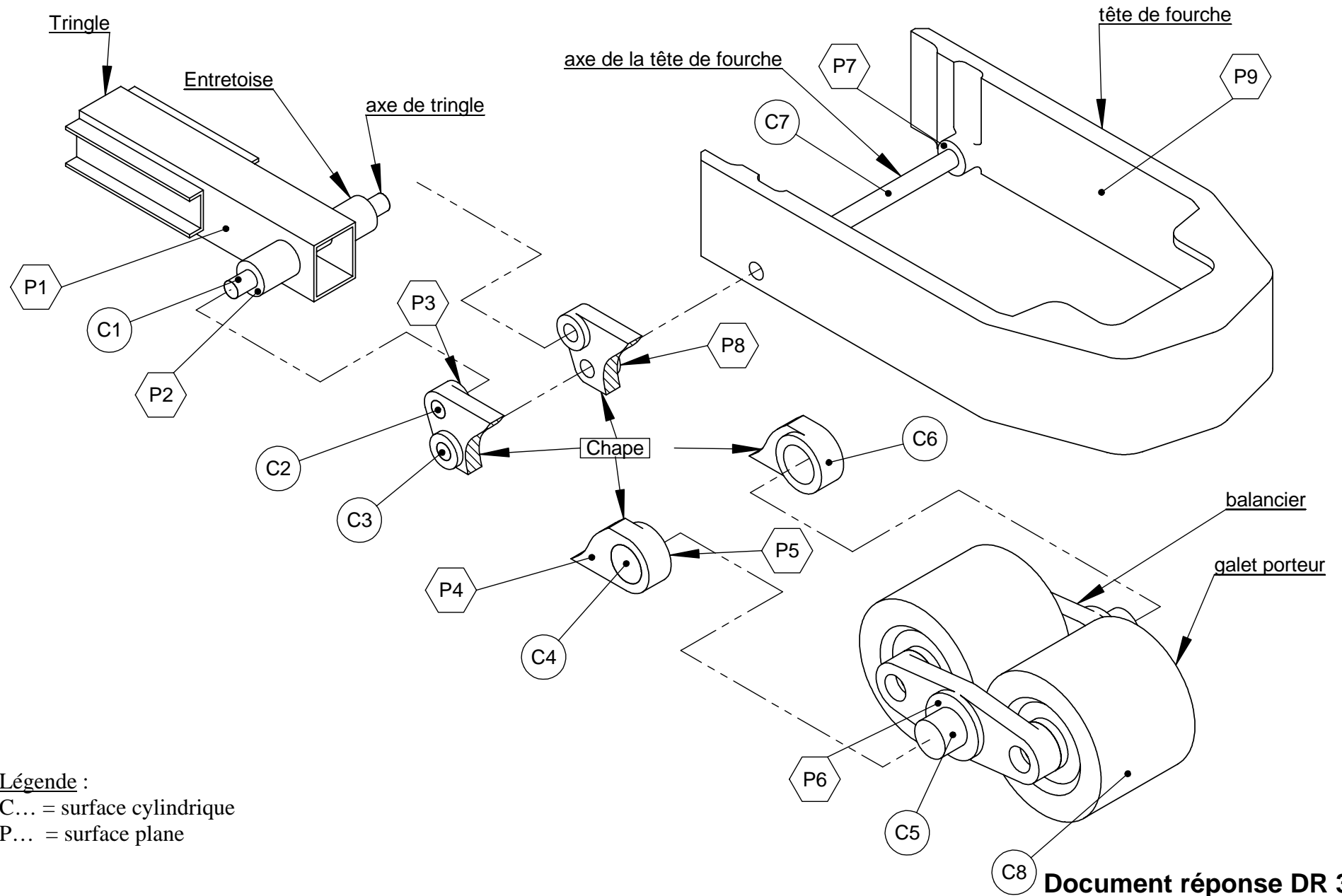


Figure 2 :

Schéma cinématique de l'avant du chariot élévateur à représenter en position haute à l'échelle 1/2

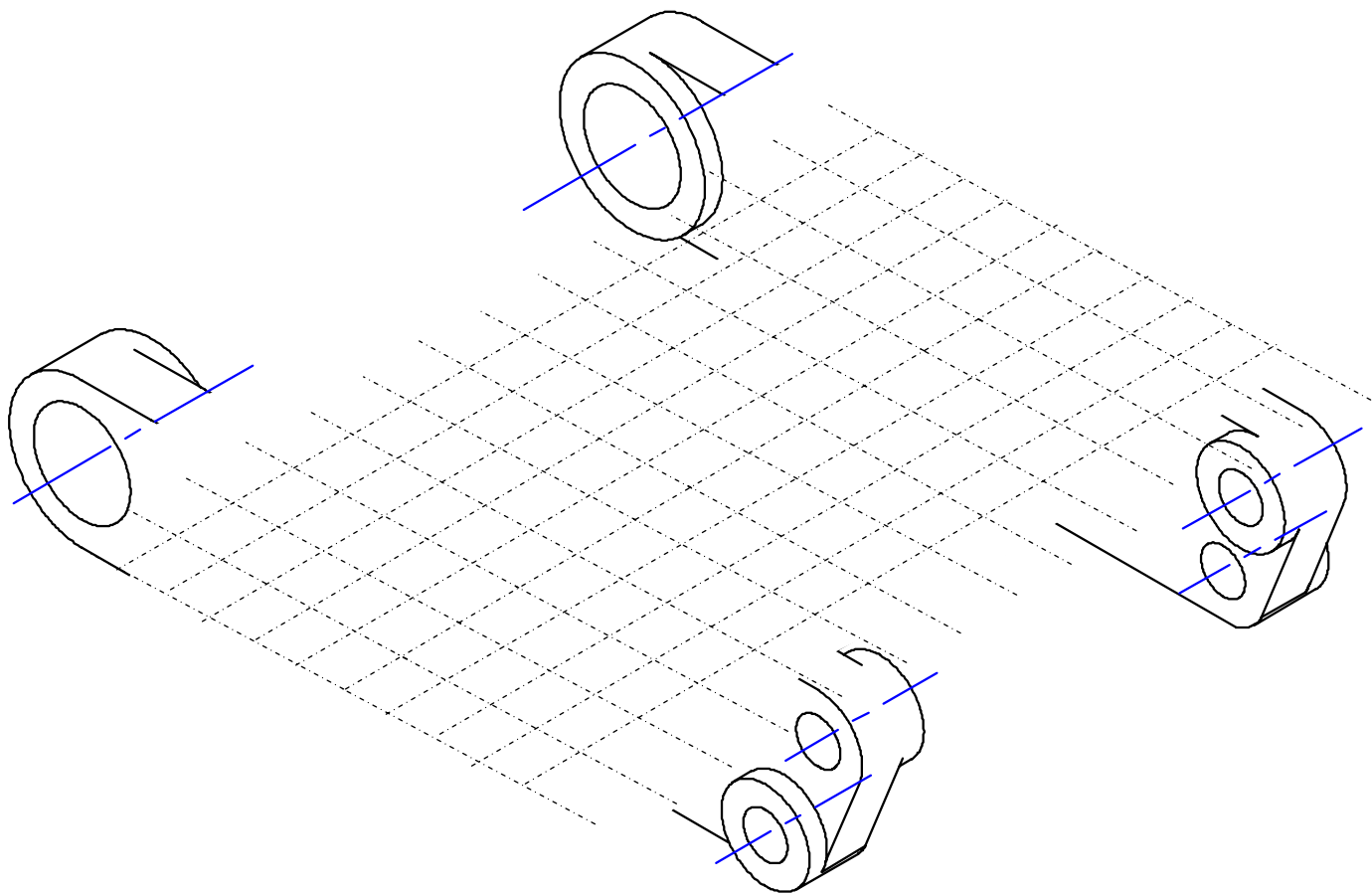


Identification des surfaces fonctionnelles dans un bogie



Représentation graphique de la chape

Complétez à main levée la perspective isométrique de la chape :



Intégration de la chape dans son environnement

Complétez le tableau des contraintes d'assemblage :

Assemblage de la chape avec :	Surfaces		contrainte
	P7	P8	
La tête de fourche et son axe			coïncidence
La tringle, son axe et les 2 entretoises			
Un balancier			