



SERVICES CULTURE ÉDITIONS  
RESSOURCES POUR  
L'ÉDUCATION NATIONALE

**Ce document a été numérisé par le CRDP de Bordeaux pour la  
Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel**

**session 2011**

**BREVET DE TECHNICIEN SUPERIEUR  
CONCEPTION DE PRODUITS INDUSTRIELS  
SESSION 2011**

**ETUDE DE PRODUITS INDUSTRIELS**

**SOUS EPREUVE E51**

**MODELISATION ET COMPORTEMENT DES  
PRODUITS INDUSTRIELS**

Durée : 4 heures

Aucun document n'est autorisé

Calculatrice autorisée (conformément à la circulaire n°99-186 du 16 novembre 1999)



**Remorque porte voitures LOHR  
SYSTEME DE LEVAGE A COMPAS ET BRAS TELESCOPIQUE ST**

Le sujet comporte trois dossiers :

- un dossier technique
- un dossier travail
- un dossier réponse

Le dossier réponse est à joindre aux feuilles de copie.

**CPE5MC**

**BREVET DE TECHNICIEN SUPERIEUR  
CONCEPTION DE PRODUITS INDUSTRIELS  
SESSION 2011**

**SOUS EPREUVE E51  
MODELISATION ET COMPORTEMENT DES  
PRODUITS INDUSTRIELS**

DOSSIER TECHNIQUE

**Remorque porte voitures LOHR  
SYSTEME DE LEVAGE A COMPAS ET BRAS TELESCOPIQUE ST**

Ce dossier comporte 6 documents :

- DT0 - Pages 1/6 à 6/6 – Présentation et CdCF.
- DT1 - Vue générale.
- DT2 - Pages 1/2 et 2/2 – Dessin d'ensemble.
- DT3 – Nomenclature.
- DT4 - Pages 1/4 à 4/4 – Repérages et résultats de simulation.
- DT5 - Caractéristiques pompe PA Hydro Leduc.

## Remorque porte voitures LOHR SYSTÈME DE LEVAGE A COMPAS ET BRAS TÉLESCOPIQUE ST

### 1 – PRÉSENTATION DU PROBLÈME

#### 1.1 – Le produit et son marché

##### 1.1.1 Description

La gamme de porte voitures EUROLOHR de la société **LOHR Industrie** répond aux exigences les plus larges des transporteurs européens en matière de chargements mixtes. Ces véhicules polyvalents, capables de charger aussi bien des voitures que des châssis cabine, s'enrichissent de fonctions améliorant le coefficient de chargement des véhicules légers et offrent la souplesse d'imbrication nécessaire pour le transport de véhicules utilitaires.

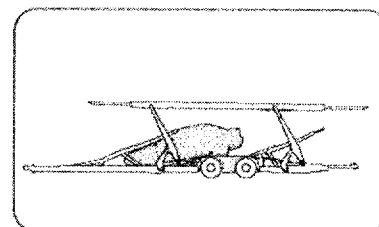
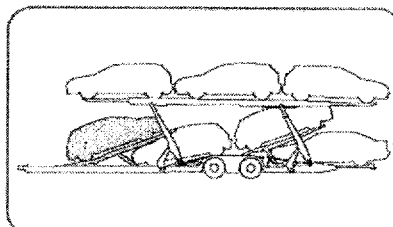
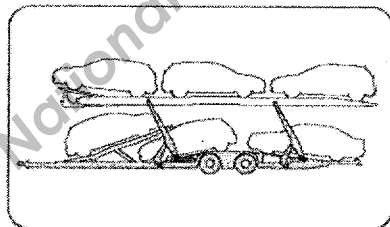
Ces avantages sont obtenus grâce à une remorque à flancs porteurs, au dispositif de levage à compas ST à verrouillage mécanique et à la modularité des équipements.



##### 1.1.2 Principales caractéristiques

Longueur	18 750 mm
Largeur	2 550 mm
PTC remorque	jusqu'à 19 000 kg (selon modèles & réglementations)
Capacité de chargement	Remorque destinée au transport de voitures ou véhicules utilitaires légers jusqu'à 10 VL selon modèle
Châssis	Châssis central mécano soudé Chemin de roulement inférieur en tôle perforée antidérapante
Train roulant	2 essieux centraux
Système de levage	Système de levage avant et arrière à compas type ST, s'escamotant entièrement sous la surface du plateau en position basse, animé par des vérins hydrauliques. Ce système a la particularité d'avoir une tête de poteau télescopique permettant d'augmenter la hauteur utile de passage de 400mm

Exemples de configurations possibles - Utilisation des plateaux



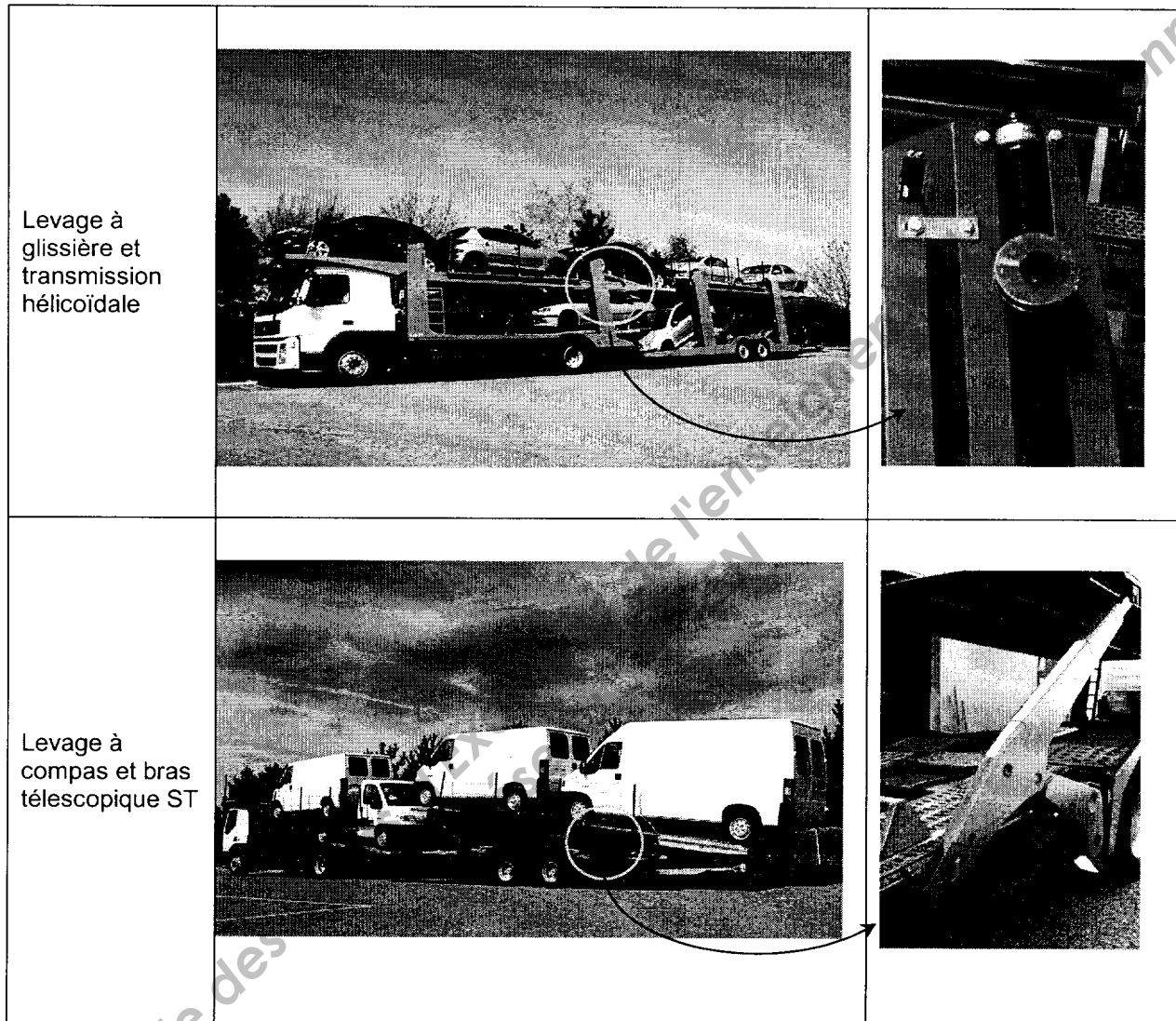
##### 1.1.3 Le marché

- Client(s) : Sociétés de livraison de véhicules particuliers et utilitaires.
- Importance de la série : 3000 convois par an, tous types confondus.

## 1.2 – Le contexte de l'étude

Les systèmes utilisés pour le levage de la plate-forme supérieure des convois porte voiture sont essentiellement de deux types :

- A liaison glissière actionnés par système vis écrou entraîné par moteur hydraulique.
- A cinématique articulée et télescopique actionnés par vérin hydraulique (compas ST), étudiés ici.



Ces derniers présentent les avantages suivants :

- Plus de volume de chargement, grâce à la flexibilité du système à compas.
- Gain de temps au chargement par une optimisation des manipulations de chargement et une simplification des gerbages.
- Rendement du système de levage supérieur à celui de la version à transmission hélicoïdale.
- Répartition des charges optimisée.

Le document DT1 offre une autre représentation du système étudié et indique le repère associé au véhicule.

## 2 – ANALYSE FONCTIONNELLE PARTIELLE

### 2.1 – Environnement du produit – Inventaire des fonctions

Phase étudiée : Manœuvre de la plate-forme

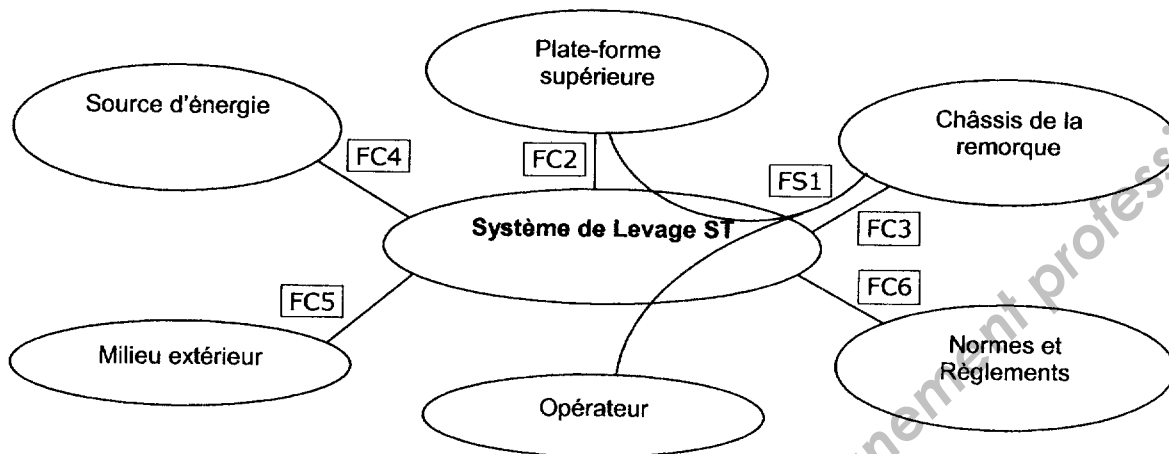


Diagramme des interactions « pieuvre » APTE

Phase étudiée : Déplacement routier

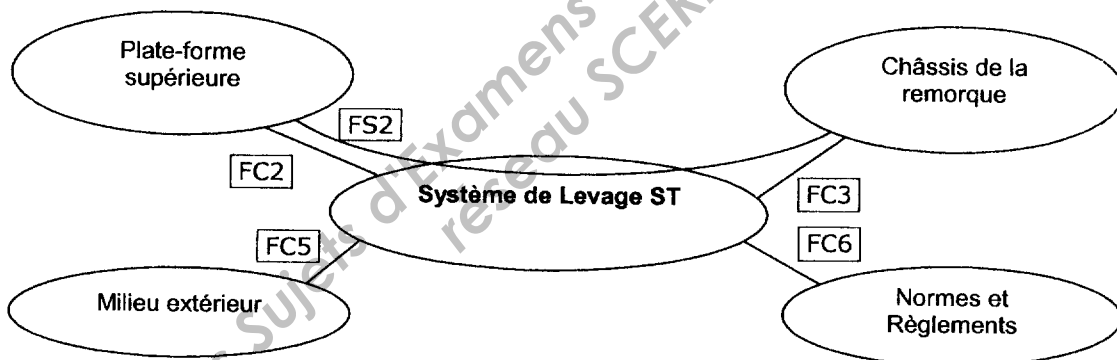


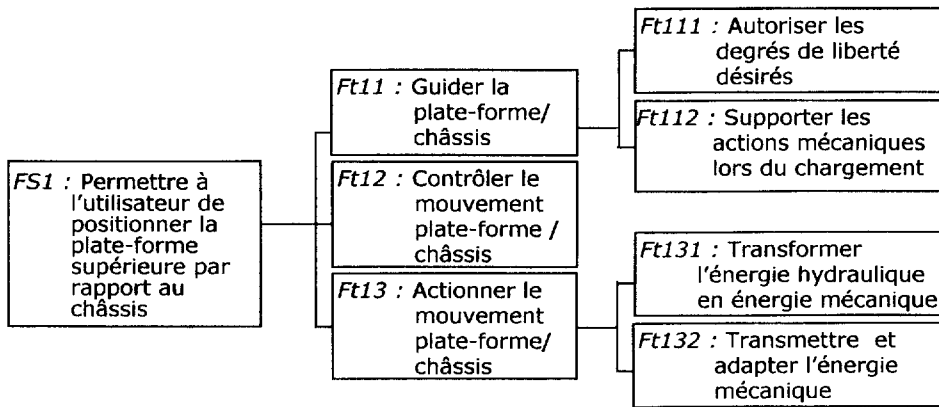
Diagramme des interactions « pieuvre » APTE

### 2.2 – Enoncé des fonctions

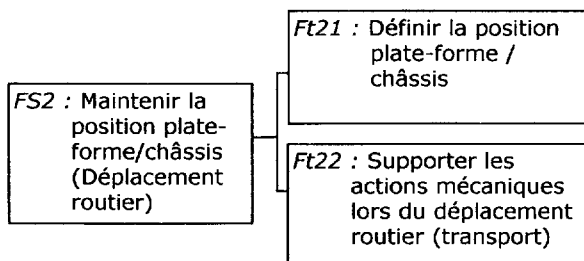
- FS1** : Permettre à l'utilisateur de positionner la plate-forme supérieure par rapport au châssis.
- FS2** : Maintenir en position bloquée la plate-forme par rapport au châssis pendant le déplacement routier.
- FC2** : S'adapter à la plate-forme supérieure.
- FC3** : S'adapter au châssis.
- FC4** : S'adapter aux sources d'énergie disponibles.
- FC5** : Respecter le milieu extérieur et lui résister.
- FC6** : Respecter les normes et règlements.

## 2.3 – Arbre fonctionnel

Fonction étudiée : Permettre à l'utilisateur de positionner la plate-forme supérieure par rapport au châssis.



Fonction étudiée : Maintenir la plate-forme par rapport au châssis pendant le déplacement routier.



## 2.4 – Tableaux de caractérisation

FS1 : Permettre à l'utilisateur de positionner la plate-forme supérieure par rapport au châssis			
Fonctions	Critères	Niveaux	Flexibilité
Ft111 : Autoriser les degrés de liberté souhaités	Course verticale Débattement horizontal	$\geq 2 \text{ m}$ $\leq 120 \text{ mm}$	F1 F1 F1
Ft1111 : Limiter l'inclinaison accidentelle de la plate-forme /axe x	Inclinaison tangage plate-forme / châssis Inclinaison de roulis plate-forme / châssis	$\geq 12^\circ$ $\leq 20^\circ$	F1
Ft112 : Supporter les actions mécaniques lors du chargement	Intensité supportée de l'action mécanique plate-forme sur un compas, de direction verticale : ▪ Avant ▪ Arrière	$\ \vec{H}_{\text{Plate - Forme} \rightarrow \text{Compas}}\  \geq 15000 \text{ N}$ $\ \vec{H}_{\text{Plate - Forme} \rightarrow \text{Compas}}\  \geq 25000 \text{ N}$ Voir remarque 1 page 5/6	F0 F0
Ft12 : Contrôler le mouvement plate-forme / châssis	Durée d'une manœuvre (montée ou descente) Commande	$\leq 30 \text{ s}$ Manuelle	F2 F2

<b>Ft131 :</b> Transformer l'énergie hydraulique en énergie mécanique	Énergie hydraulique <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Débit</li> <li>▪ Pression</li> </ul>	40 l/min maxi à 850 t/min (régime imposé au moteur du camion en mode manœuvre) limiteur : 330 bars P maxi pompe : 400 bars Voir remarque 2	F1  F1
<b>Ft132 :</b> Transmettre et adapter l'énergie mécanique	Nature et intensité des efforts intérieurs  Valeur du rendement		

<b>FS2 : Maintenir la plate-forme par rapport au châssis pendant le déplacement routier</b>			
<b>Fonctions</b>	<b>Critères</b>	<b>Niveaux</b>	<b>Flexibilité</b>
<b>Ft21 :</b> Définir la position plate-forme / châssis	Résolution du positionnement vertical (pas)	65 mm	F1
	Maintien en position de la plate-forme	Par obstacle	F0
<b>Ft22 :</b> Supporter les actions mécaniques lors du déplacement routier	Actions verticales : <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ axe y, pesanteur (voir document DT1)</li> </ul>	Dues à des accélérations de $-1g$ , avec $g = 9.81 \text{ m/s}^2$	F0
	Actions horizontales : <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ axe x, freinage (voir document DT1)</li> <li>▪ axe z, virage</li> </ul>	$-0,6g$ $\pm 0,3g$ appliquées au chargement décrit remarque 1 Voir remarque 3	F0

**Remarque 1 :**

Les efforts auxquels sont soumis les compas de levage sont estimés sur la base d'un chargement de trois véhicules de masse unitaire 2000 kg, la masse de la plate-forme équipée étant également de 2000 kg. Les valeurs imposées dans le tableau de caractérisation sont obtenues en considérant la position du centre de gravité de l'ensemble plate-forme chargée de trois véhicules, celui-ci étant supposé appartenir au plan de symétrie longitudinal de l'ensemble (voir document travail page 3/8).

**Remarque 2 :**

Lors des opérations de chargement – déchargement, l'énergie hydraulique utilisée pour la manœuvre de la plate-forme est fournie par une pompe entraînée par le moteur du camion tracteur, le régime de celui-ci étant alors stabilisé à la valeur de 850 t/min (fonctionnement en mode « entraînement des accessoires remorque »).


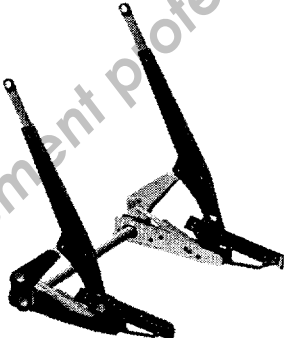
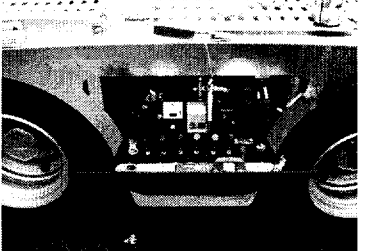
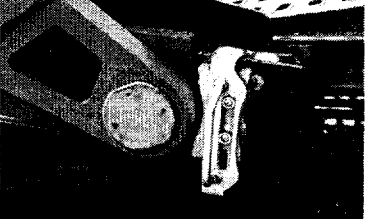
**Remarque 3 :**

- La valeur de 0,6 g représente la valeur minimale à la décélération que doit pouvoir atteindre l'ensemble tracteur remorque en cas de freinage d'urgence en ligne droite.
- La valeur de 0,3 g correspond à l'accélération normale maximale que peut atteindre l'ensemble en virage.



## 3 – PRINCIPALES SOLUTIONS TECHNIQUES

Voir également DT2 et DT3

Fonctions	Solutions	
<p><b>Ft111 :</b> Autoriser les degrés de liberté souhaités</p>	<p>4 compas de type ST, systèmes à bras articulés et glissières, en liaison encastrement par rapport au châssis de la remorque.</p> <p>Les bras des deux compas avant sont <u>articulés</u> sur la plate-forme.</p> <p>Les bras des deux compas arrière sont <u>articulés</u> sur une platine elle-même <u>en liaison glissière</u> par rapport à la plate-forme.</p> <p>La manœuvre séparée des ensembles de deux compas avant et arrière permet de régler l'inclinaison en tangage de la plate-forme permettant l'accès des véhicules sur celle-ci, ou, en position inclinée, le transport de véhicules hauts (utilitaires par exemple).</p>	 
<p><b>Ft112 :</b> Supporter les actions mécaniques lors du chargement</p>	<p>Formes et dimensions adaptées aux efforts appliqués.</p> <p>Composants et dispositifs de liaison (paliers, patins, éléments de visserie, soudures...) adaptés.</p>	
<p><b>Ft12 :</b> Contrôler le mouvement plate-forme / châssis</p>	<p>Distributeur proportionnel Danfoss PVG32 à tiroirs calibrés, limiteur de débit.</p> <p>Débit volumique limité à 10 l/min pour deux compas.</p> <p>Commande manuelle par levier de manœuvre.</p>	
<p><b>Ft131 :</b> Transformer l'énergie hydraulique en énergie mécanique</p>	<p>Vérin hydraulique vérin double effet HD 110/55*0305 (diamètre d'alésage 110, course égale à 305 mm).</p>	
<p><b>Ft132 :</b> Transmettre et adapter l'énergie mécanique</p>	<p>Le vérin met en rotation l'ensemble bras-console S1 par rapport au châssis S0. Cette action entraîne :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ le mouvement plan de l'ensemble poteau S2, dont l'extrémité inférieure est articulée avec le coulisseau S6 ; celui-ci glisse sur la coulisse du châssis S0.</li> <li>▪ le glissement du bras télescopique S3 dans le poteau. L'extrémité de ce bras est articulée sur la plate-forme à l'avant, ou sur une platine coulissant sur celle-ci à l'arrière.</li> </ul>	<p>Voir DT2</p>
<p><b>Ft21 :</b> Définir la position plate-forme/châssis</p>	<p>Etrier - verrou à 2 broches, emboîtable dans une glissière selon la position choisie, 17x2 positions possibles avec un pas de 52 mm (voir ci-contre et DT2), l'étrier de blocage étant réversible, il présente deux positions d'emboîtement possibles.</p>	

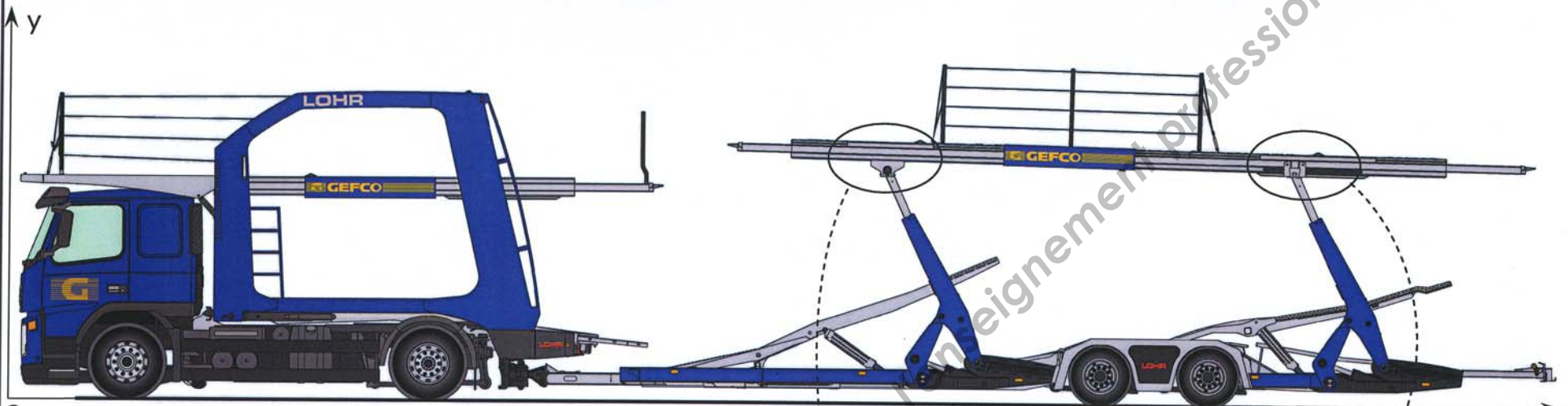
Ce document est la propriété exclusive de LOHR Industrie; il ne peut être ni copié ni communiqué à des tiers sans autorisation préalable. Toutes les descriptions et caractéristiques sont données à titre indicatif et non d'engagement; LOHR Industrie se réserve le droit de les modifier sans préavis. *This document is the exclusive property of LOHR Industrie; it may not be duplicated or communicated to third parties without prior authorization. All descriptions and characteristics are given for information and do not represent a commitment; LOHR Industrie reserves the right to change them without prior notice.*



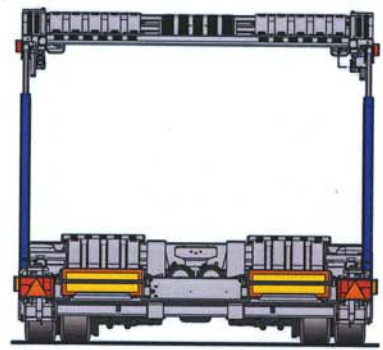
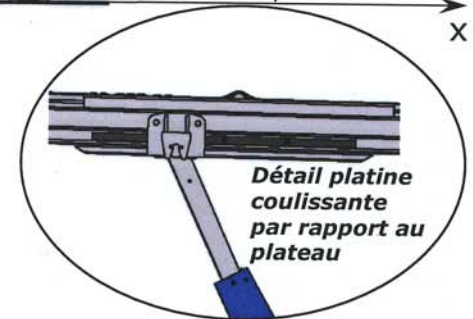
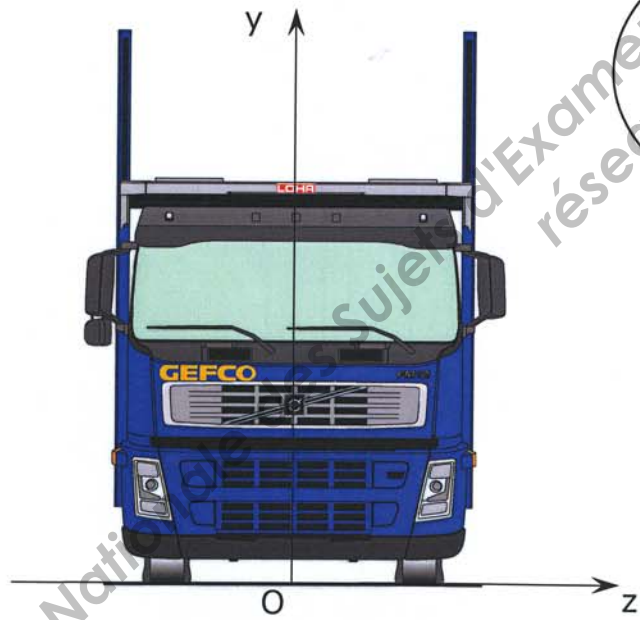
**EUROLOHR 1.12 pF E-3 X St**  
(VAM affrété GEFCO)

Ft. 12285 B  
09-03-2008

LOHR Industrie F-67980 HANGENBIETEN - Tel. +33(0)3 88 38 98 00 - Fax +33(0)3 88 96 06 36 - e-mail : lohnd@lohr.fr - web : http://www.lohr.fr



O X

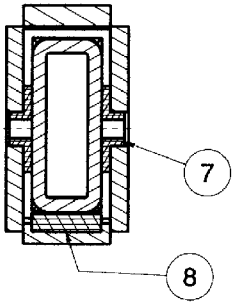


CPESMC

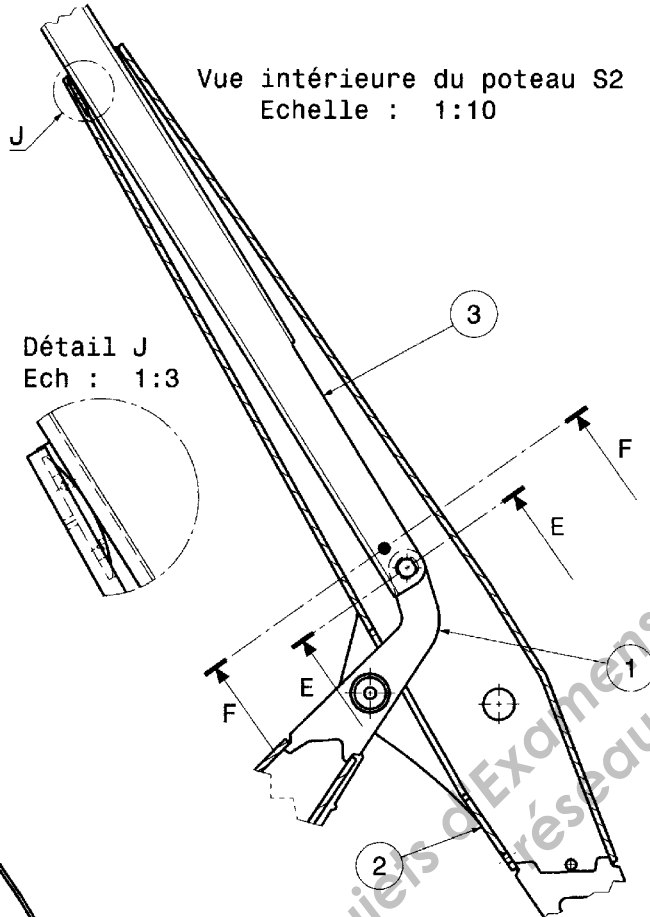
DT1

Base Nationale  
Sujet d'Examen de l'enseignement professionnel  
réseau SCEN

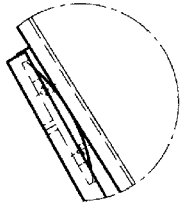
Coupe C-C  
Ech : 1:3



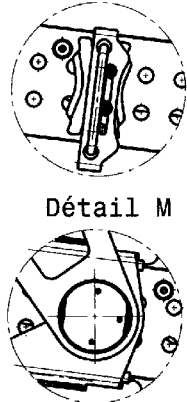
Vue intérieure du poteau S2  
Echelle : 1:10



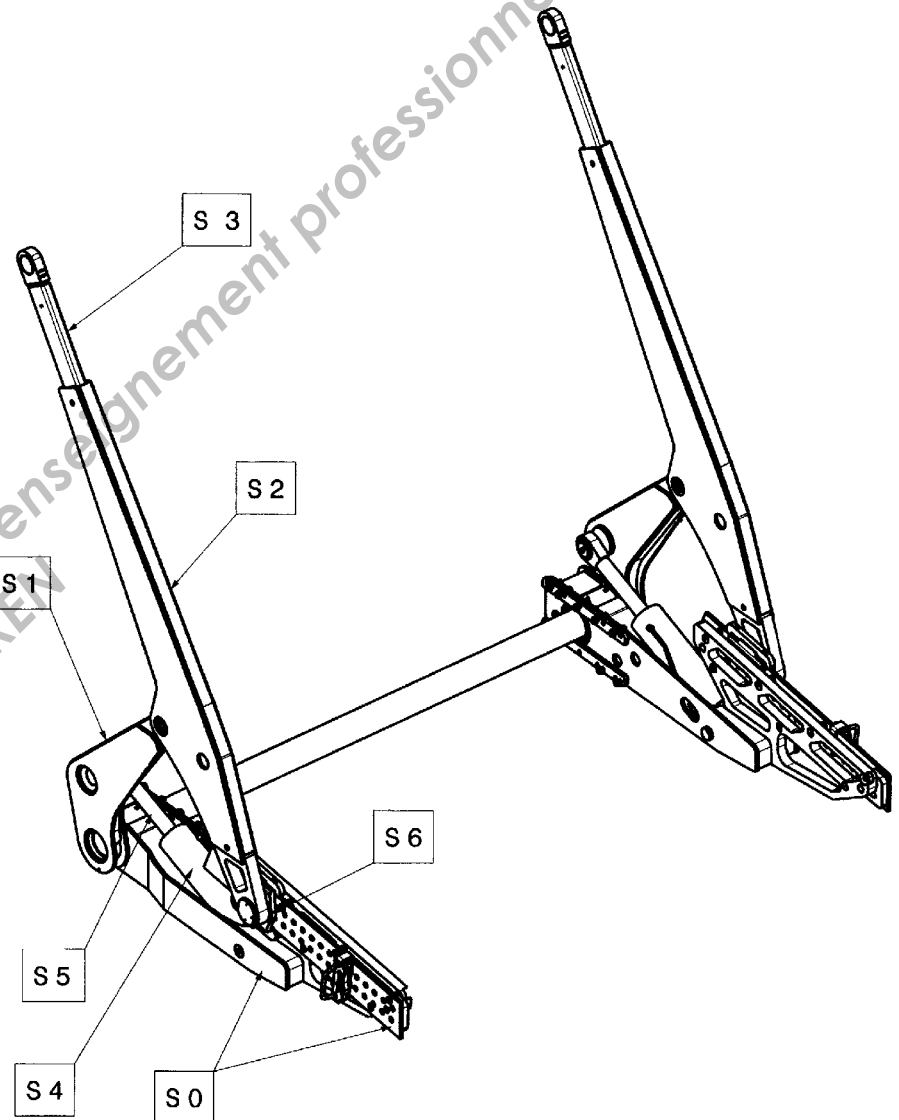
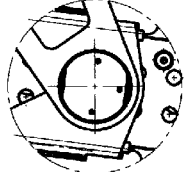
Détail J  
Ech : 1:3



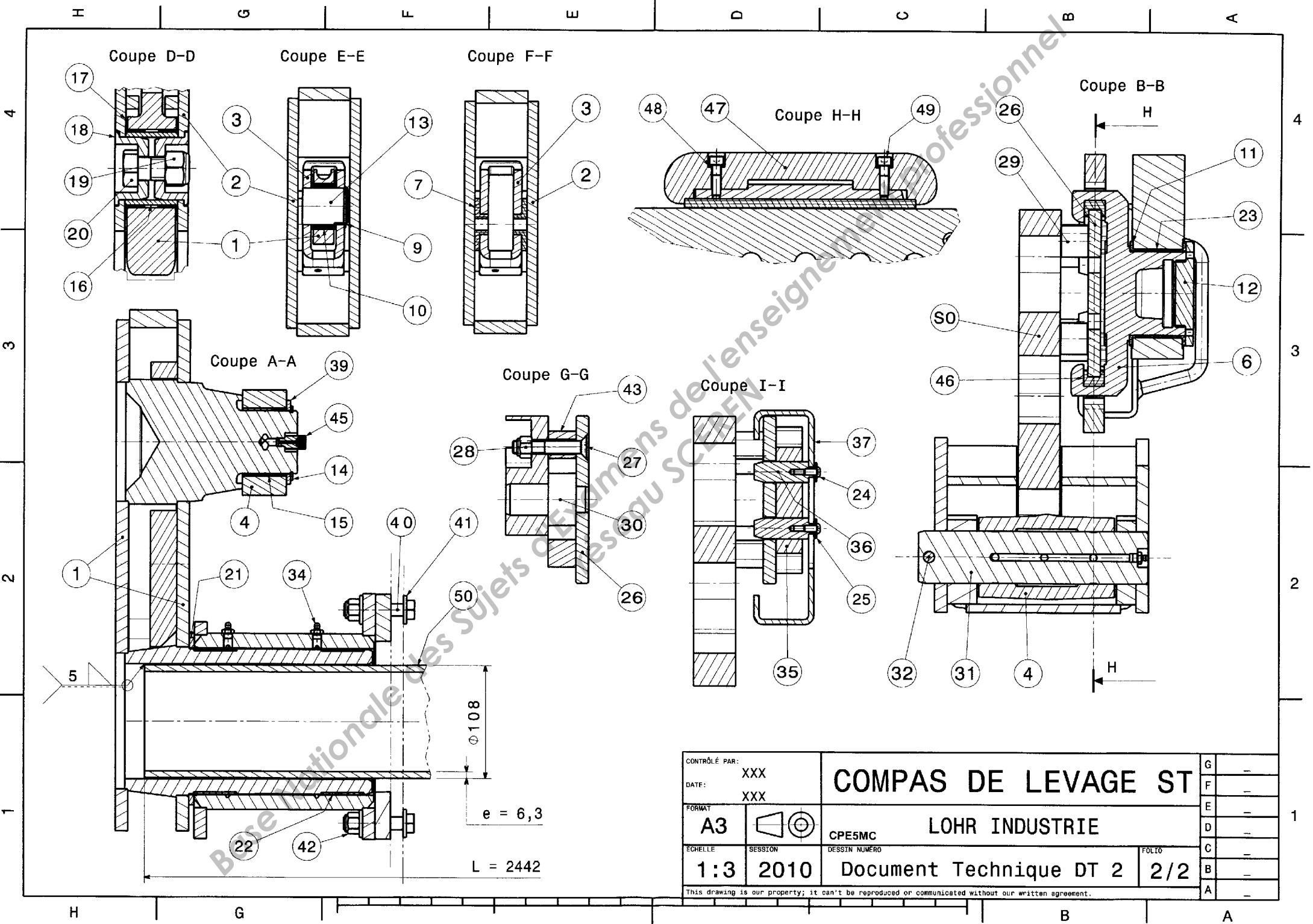
Détail L - Ech : 2:15



Détail M



CONTRÔLÉ PAR: XXX		<b>COMPAS DE LEVAGE ST</b>		G	-
DATE: XXX				F	-
FORMAT	A3	CPE5MC LOHR INDUSTRIE		E	-
ECHELLE	SESSION	DESSIN NUMERO	FOLIO	D	-
1:15	2010	Document Technique DT 2	1/2	C	-
This drawing is our property; it can't be reproduced or communicated without our written agreement.				B	-
				A	-



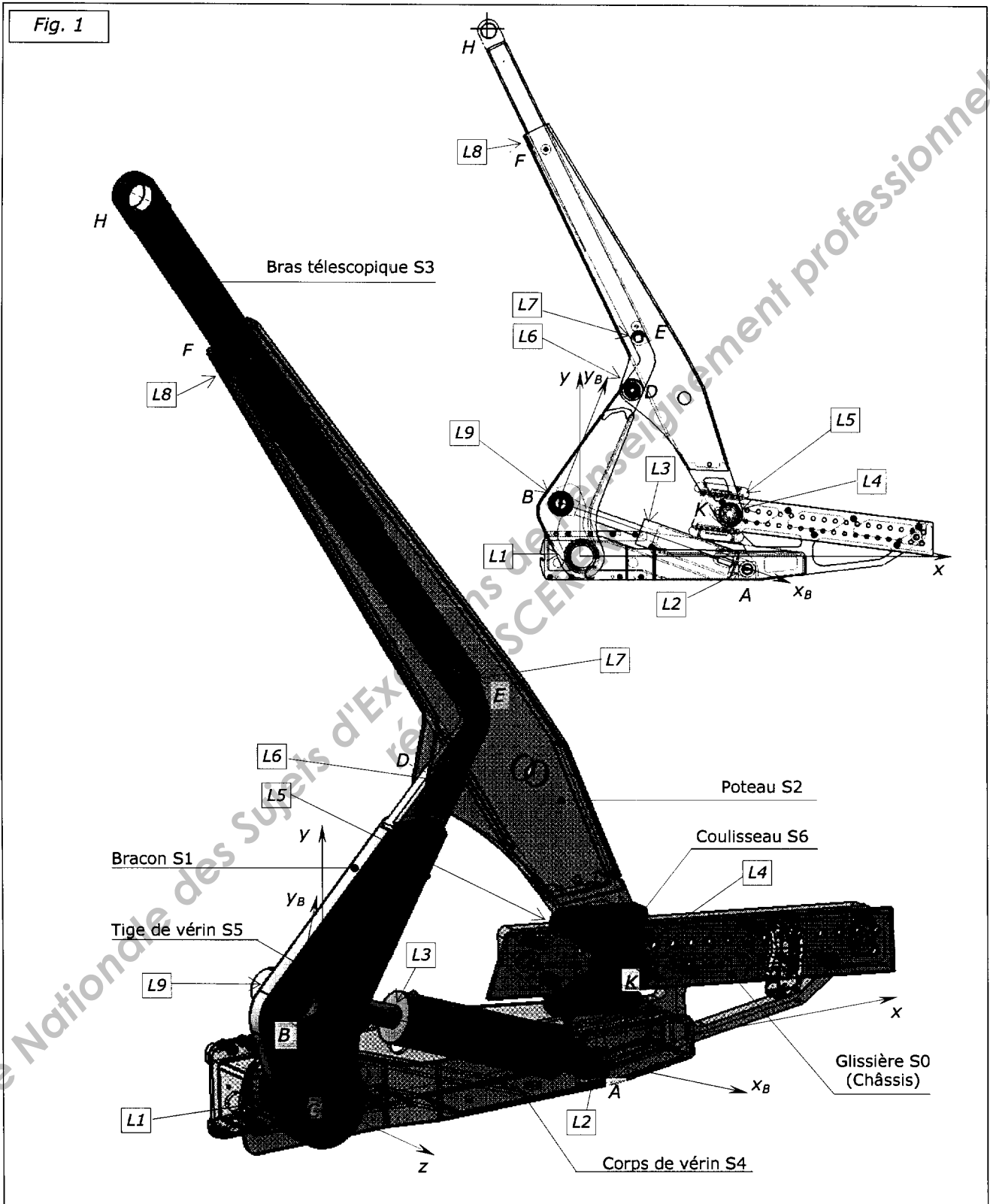
CONTRÔLÉ PAR: XXX		<b>COMPAS DE LEVAGE ST</b>		G	-
DATE: XXX				F	-
FORMAT: A3		CPE5MC LOHR INDUSTRIE		E	-
ECHELLE: 1:3		SESSION: 2010	DESIGN NUMERO: Document Technique DT 2		D
		FOLIO: 2/2		C	-
				B	-
				A	-

This drawing is our property; it can't be reproduced or communicated without our written agreement.

50	1	Tube de liaison	E 355	Tu 52 B
49	8	Vis à tête cylindrique à 6 pans creux M8 x 30 - 8.8		NF EN ISO 4762
48	8	Rondelle plate Type S - 8		NF EN ISO 10673
47	4	Étrier de fixation	S 235	
46	4	Patin de guidage "U"	Orkot C361	
45	2	Allonge de graisseur M8 x 125		"Técalémit"
44	2	Graisseur standard coudé à 90° M8 x 125		"Técalémit"
43	2	Butée d'extrémité - entretoise double	S 235	
42	18	Écrou hexagonal autofreiné M12 - 8.8		NF EN ISO 7040
41	18	Rondelle plate Type L - 12		NF EN ISO 10673
40	18	Vis à tête hexagonale M12 x 60 - 8.8		NF EN ISO 4014
39	2	Rondelle plate 60 x 80 x 4		NF EN ISO 10673
38	2	Coussinet 70 x 75 x 40	Orkot C361	
37	2	Poignée verrou	S 235	1 gauche + 1 droit
36	4	Broche téton centreur	25 Cr Mo 4	
35	2	Étrier de blocage de chariot		1 gauche + 1 droit
34	10	Graisseur standard droit M8 x 125		"Técalémit"
33	4	Goupille cylindrique fendue 2 x 16 - A - St		NF EN 28752
32	2	Goupille cylindrique A - 10 x 75 - St		NF EN 28733
31	2	Axe de chape de corps de vérin	25 Cr Mo 4	
30	4	Pied de positionnement	E 470	
29	8	Entretoise cylindrique	S 235	
28	14	Écrou hexagonal autofreiné M12 - 8.8		NF EN ISO 7040
27	14	Vis à tête fraisée à 6 pans creux M12 x 70 - 8.8		NF EN ISO 10642
26	2	Règle d'indexage guide coulisseau	S 355 MC	1 gauche + 1 droite
25	4	Rondelle plate Type L - 8		NF EN ISO 10673
24	4	Vis cylindrique bombée à 6 pans creux M6 x 12		
23	2	Coussinet 80 x 85 x 40	Orkot C361	
22	4	Coussinet 135 x 140 x 40	Orkot C361	
21	2	Rondelle d'écartement	S 235	
20	2	Vis à tête hexagonale M22 x 50 - 8.8		NF EN ISO 4014
19	2	Écrou hexagonal autofreiné M22 - 8.8		NF EN ISO 7040
18	4	Douille épaulée	25 Cr Mo 4	
17	4	Coussinet à collerette 70 x 75 x 18	Orkot C361	
16	2	Entretoise	S 235	
15	2	Coussinet 60 x 65 x 42	Orkot C361	
14	2	Anneau élastique pour arbre 60 x 2		NF E 22-163
13	2	Axe d'articulation	25 Cr Mo 4	
12	2	Contre - appui à visser	E 470	
11	4	Collerette de guidage	Orkot C361	
10	2	Coussinet 35 x 40 x 24	Orkot C361	
9	2	Anneau élastique pour arbre 35 x 1,5		NF E 22-163
8	2	Patin d'appui	Orkot C361	
7	8	Coussinet de guidage à collerette	Orkot C361	
6	2	Coulisseau (Chariot de guidage S6)	G20 Mn 5	
4	2	Vérin hydraulique (Corps : S4 + Tige : S5)		
3	2	Ensemble bras télescopique : S3	E 470	Tu 42
2	2	Ensemble poteau : S2	S 235	1 gauche + 1 droit
1	2	Ensemble bras - console "bracon" : S1	S 235	1 gauche + 1 droit

Rep.	Nb.	Désignation	Matière	Observations	
Dessiné par :		<b>COMPAS DE LEVAGE ST</b>			G
Date :					F
Format :		<b>LOHR INDUSTRIE</b>			E
A 4					CPE5MC
Echelle :		<b>DOCUMENT TECHNIQUE DT 3</b>			C
1:1	2010				Folio :
Ce plan est notre propriété ; il ne peut être reproduit ou communiqué sans notre accord écrit					A

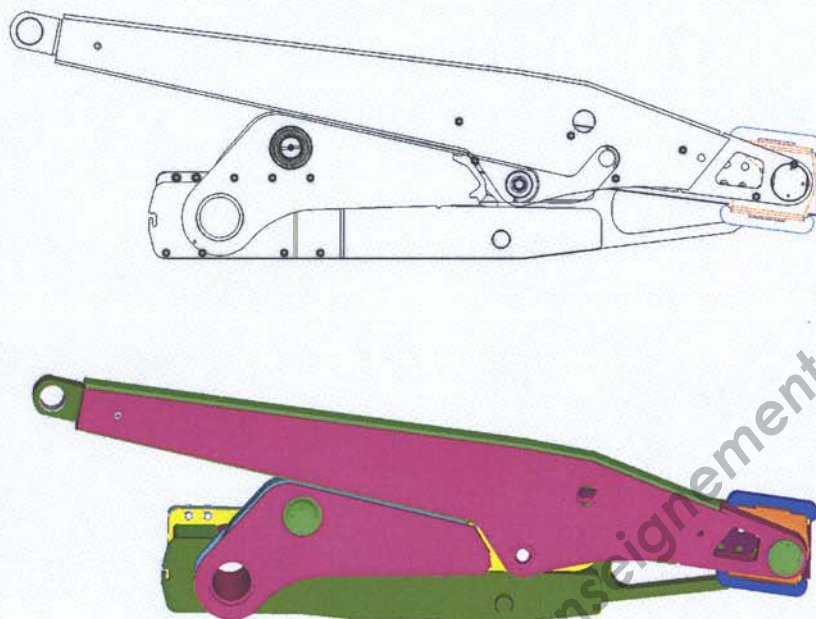
1 – REPERAGE DES POINTS, CORPS ET LIAISONS



## 2 – REPERAGE DES POSITIONS

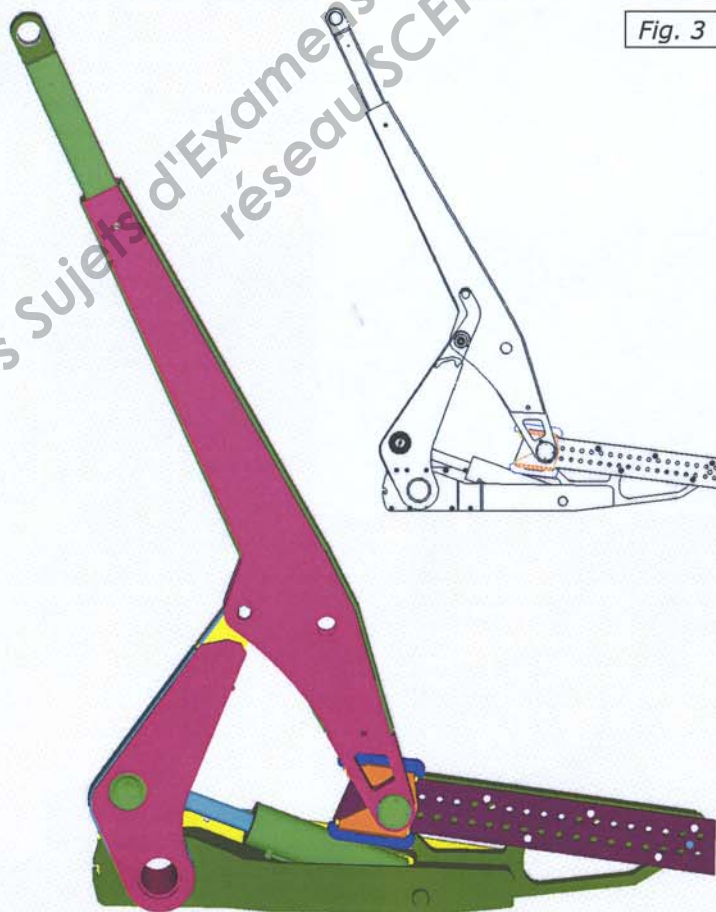
### 2.1 Position basse 0 (initiale, instant $t = 0$ s) :

Fig. 2



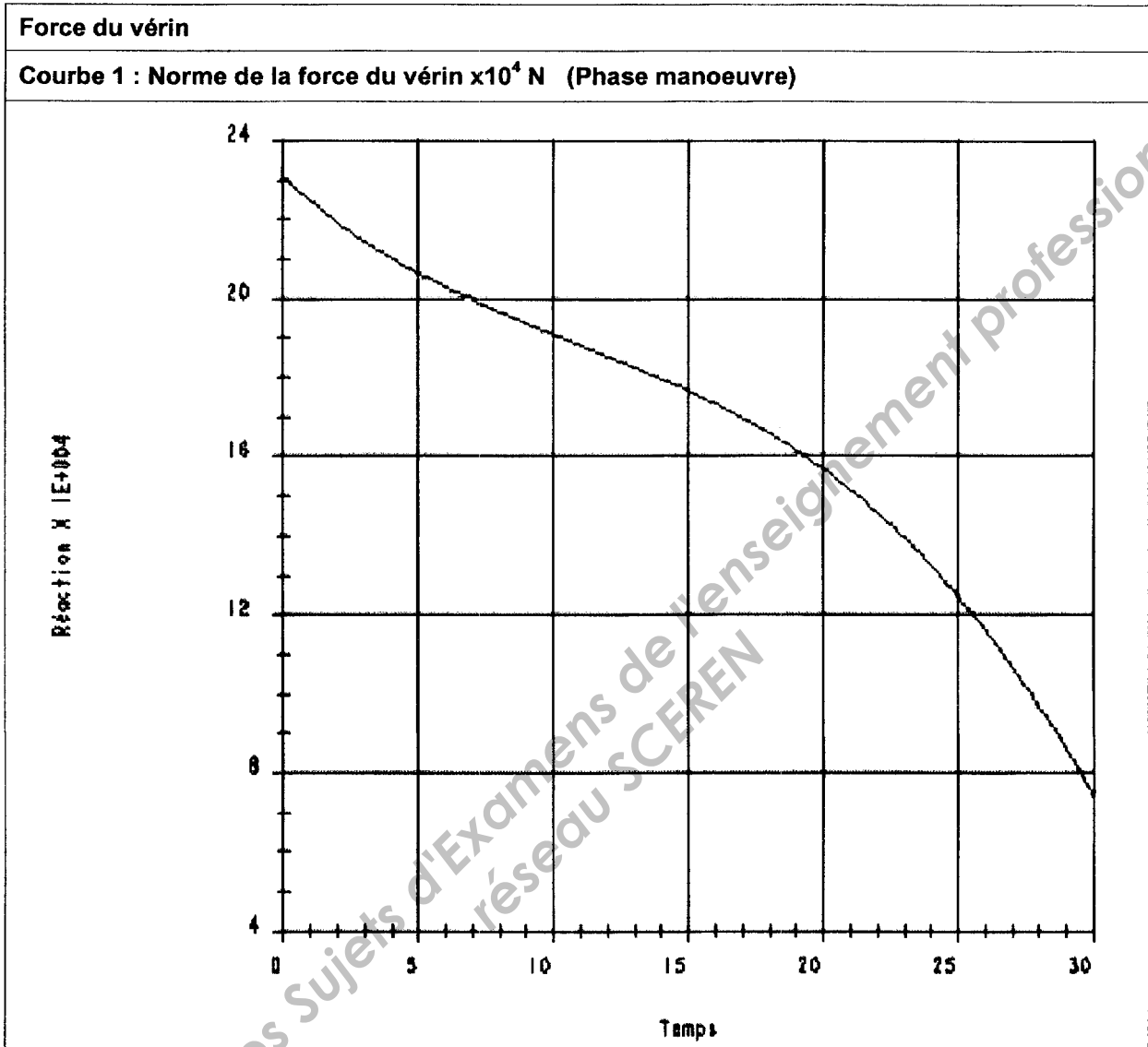
### 2.2 Position haute 30 (finale, instant $t = 30$ s) :

Fig. 3

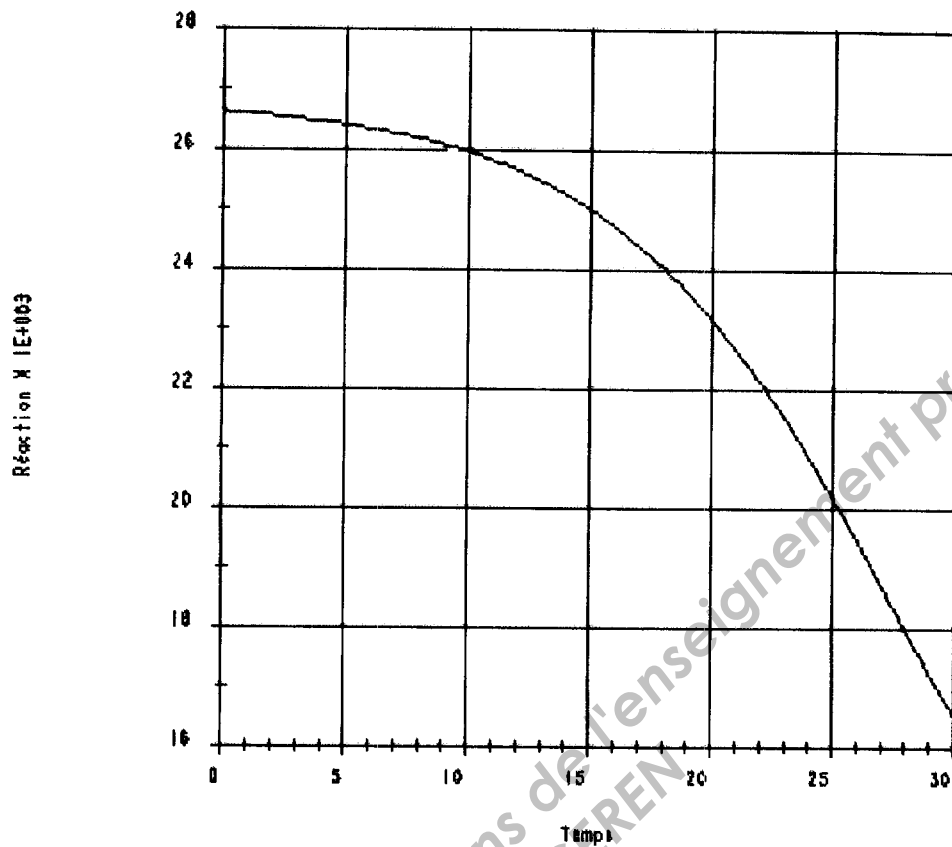
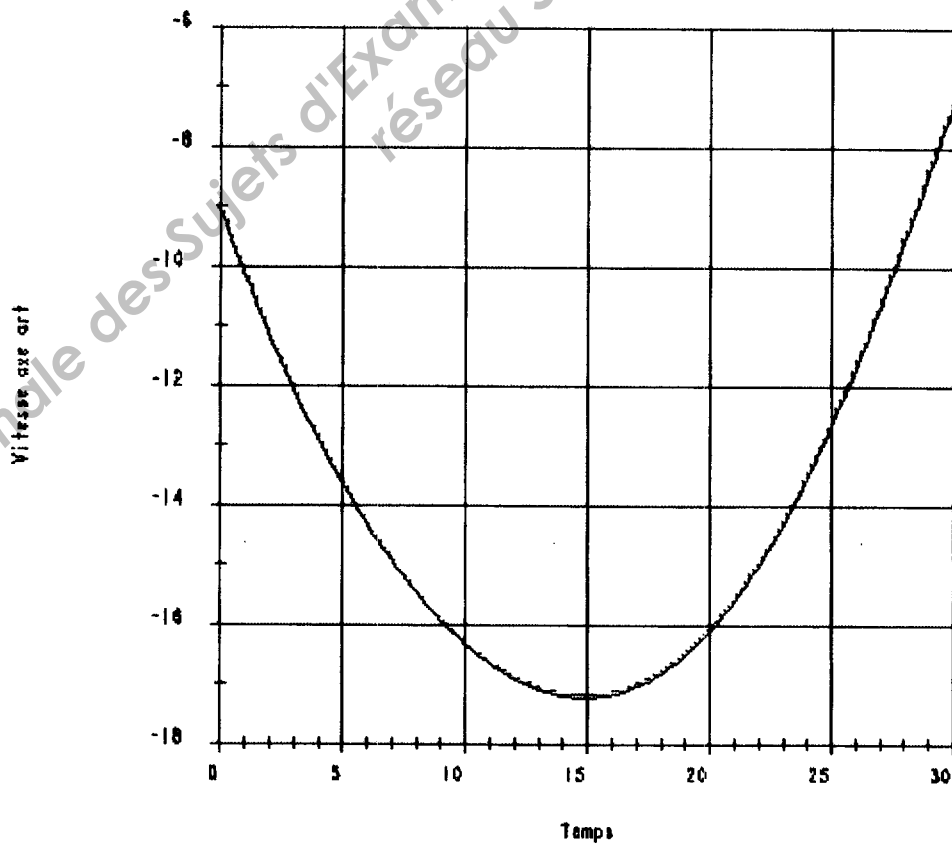


### 3 – COURBES

#### Etude pour la phase de manoeuvre (chargement-déchargement)





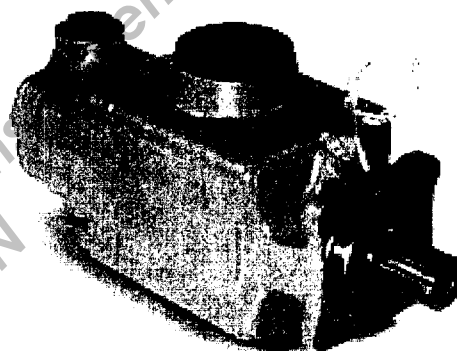
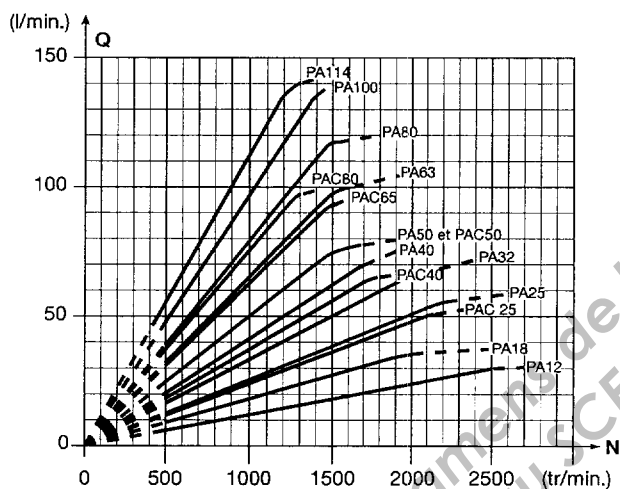
**Courbe 2 : Norme de la force normale au contact dans la liaison L8  $\times 10^3$  N (Phase manoeuvre)****Courbe 3 : Vitesse de glissement liaison L8 en mm/s (Phase manoeuvre)**



*Modèles simple débit : de 12 à 114 cm<sup>3</sup>*

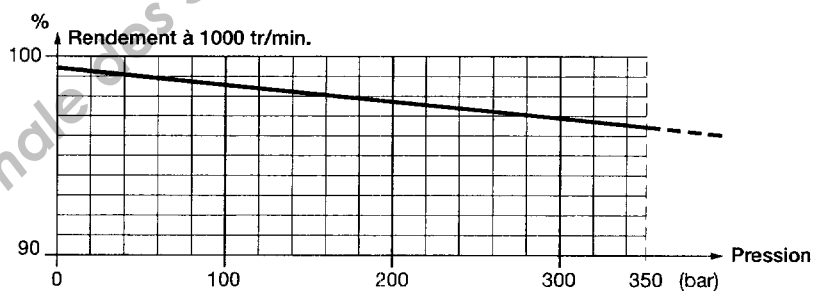
**Débit**

*350 bar en continu  
500 bar en pointe*



Ces courbes sont le résultat des essais effectués par le Laboratoire de Recherches HL, sur banc d'essai spécifique, avec un fluide ISO 46 à 25°C soit 100 cSt, pompe équipée de raccord d'alimentation HL avec une longueur de durite de 4 mètres et un réservoir dont le niveau est légèrement au-dessus de la pompe.

**Rendement**



Cette courbe est le résultat des essais effectués par le Laboratoire de Recherches HL, sur banc d'essai spécifique, avec un fluide ISO 46 à 25°C soit 100 cSt, pompe équipée de raccord d'alimentation HL avec une longueur de durite de 4 mètres et un réservoir dont le niveau est légèrement au-dessus de la pompe.

**BREVET DE TECHNICIEN SUPERIEUR  
CONCEPTION DE PRODUITS INDUSTRIELS  
SESSION 2011**

**SOUS EPREUVE E51  
MODELISATION ET COMPORTEMENT DES  
PRODUITS INDUSTRIELS**

DOSSIER TRAVAIL

**Remorque Porte voitures LOHR  
SYSTEME DE LEVAGE A COMPAS ET BRAS TELESCOPIQUE ST**

Ce dossier comporte 8 pages.

Temps conseillés :

Lecture du sujet	25 min
Partie 1 - Validation des performances cinématiques	1 h 20 min
Partie 2 - Vérification de la résistance du bras télescopique	1 h 30 min
Partie 3 - Détermination de la puissance du groupe de levage	45 min

**CPE5MC**

## 1 – Validation des performances cinématiques

### Objectif :

Vérifier les performances cinématiques associées à la fonction FT 111.

### 1.1 – Détermination du déplacement de la plate-forme lors de la manœuvre.

#### Objectif :

Vérifier que la course verticale est supérieure ou égale à 2 m.

#### Hypothèse :

Les mouvements des différents solides composant le compas sont des mouvements plans.

Question 1 : Sur le document réponse DR 1, le compas de levage est représenté dans la position la plus haute verrouillable ; dans cette position, la tige du vérin S4 est sortie d'environ 302 mm.

DT0, DT1, DT2,  
DT3 et DT4  
DR1

- Déterminer graphiquement et représenter les centres des liaisons  $B$ ,  $D$ ,  $E$ ,  $K$ ,  $F$  et  $H$  pour la position extrême basse (poteau S2 en appui sur le bracon S1) : tige du vérin S4 sortie de 2 mm ; les centres des liaisons prendront l'indice "0" soient  $B_0$ ,  $D_0$ ,  $E_0$ ,  $K_0$ ,  $F_0$  et  $H_0$ .

Le point I centre géométrique de la surface d'appui du patin 8 pourra aider à la construction. Les éléments (arcs, droites, etc.) ayant permis la construction ne seront pas effacés.

Question 2 : - Mesurer la course verticale (suivant y) du point H, pour le déplacement complet.  
- Comparer cette mesure aux données du cahier des charges (tableaux de caractérisation fonctions et conclure.

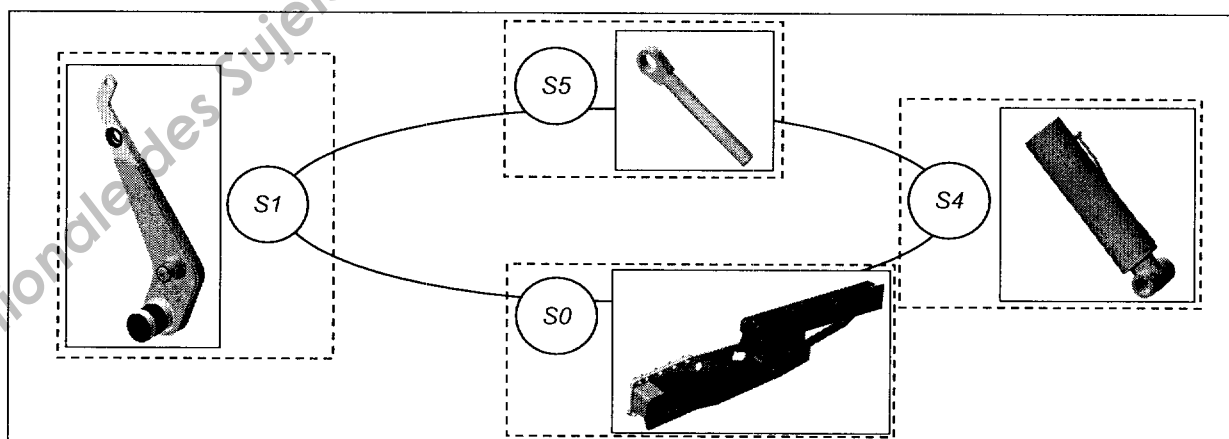
DT0  
DR1

### 1.2 – Construction du modèle numérique.

#### Objectif :

Modéliser les liaisons nécessaires à la construction du modèle numérique pour l'étude dynamique du fonctionnement des compas lors de la manœuvre de la plate-forme.

On limite l'étude au cycle  $S0 - S1 - S5 - S4$ , comprenant les liaisons  $L1 - L9 - L3 - L2$ , voir Fig. 1 DT4.



Question 3 : - Compléter le tableau DR2, conformément à l'exemple de la première ligne de celui-ci (liaison L1).  
DT2, DT4  
DR2

Question 4 : Le logiciel de simulation dynamique nécessite de construire un modèle isostatique du mécanisme.  
DT2, DT4  
Feuille de copie

- Calculer le degré d'hyperstatisme du cycle.
- Quelle modification doit-on apporter à une ou plusieurs des liaisons ci-dessus afin de rendre le modèle isostatique ?

### 1.3 – Exploitation des résultats de la simulation numérique.

#### Objectif :

Vérifier que le débattement horizontal maximal de H reste inférieur ou égal à 120 mm pendant la phase de levage.

Question 5 : - À l'aide de la courbe fournie DR2, résultat de la simulation numérique du mouvement du compas en phase de levage, déterminer le débattement horizontal (suivant x) du point H.  
DT0, DT4  
DR2

- Conclure par rapport aux données du cahier des charges.

## 2 – VÉRIFICATION DE LA RÉSISTANCE DU BRAS TÉLESCOPIQUE.

### Objectif :

Devant l'augmentation générale de la masse des véhicules proposés sur le marché, le fabricant propose une nouvelle version de compas. On souhaite vérifier si la résistance de certains composants actuels permettrait leur réemploi dans la nouvelle version.

L'étude proposée consiste à déterminer les actions mécaniques appliquées par la plate-forme et son chargement sur les compas. Celles-ci sont différentes selon :

- la phase de fonctionnement considérée : manœuvre de la plate-forme à l'arrêt, ou maintien de celle-ci en utilisation routière dans le cas défavorable du freinage d'urgence en ligne droite.
- la situation du compas sur la remorque : avant ou arrière.

Elle consiste également à vérifier la résistance du bras télescopique 3.

### 2.1 – Étude de l'équilibre statique de la plate-forme pour la phase de manœuvre.

#### Objectifs :

- Déterminer les actions mécaniques exercées par la plate-forme sur chaque compas.
- Déterminer le compas le plus sollicité lors de la phase manœuvre de la plate-forme.

#### Hypothèses :

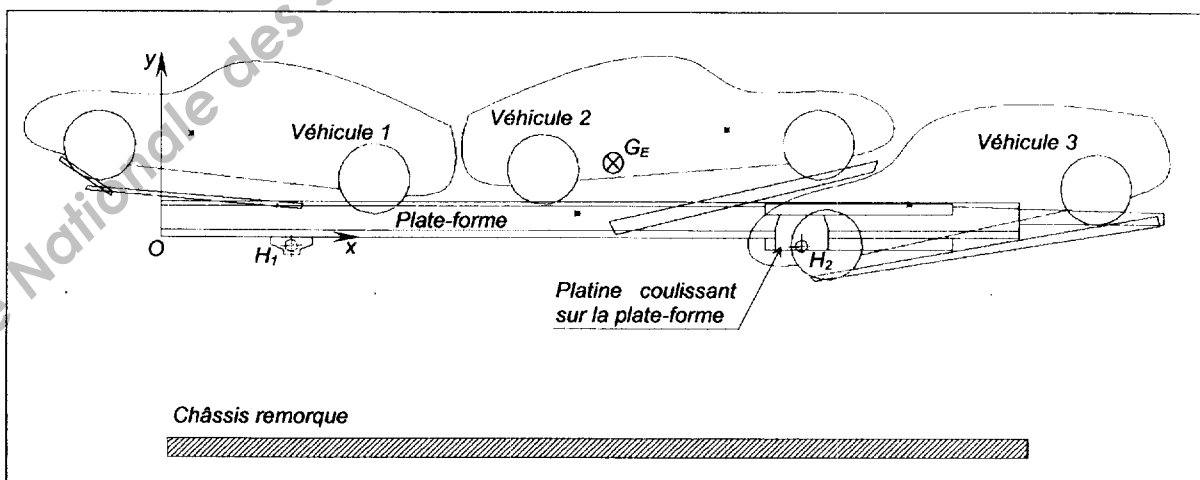
- La remorque est à l'arrêt sur sol horizontal pendant la manœuvre de la plate-forme.
- On néglige les effets dynamiques pendant la phase de manœuvre.
- La plate-forme reste horizontale pendant la manœuvre.
- On considère le système plan et les liaisons parfaites.
- On admet  $g = 10 \text{ m/s}^2$ .

#### Données :

- On définit l'ensemble E constitué de trois véhicules et de la plate-forme. On considérera cet ensemble comme un système indéformable de centre d'inertie  $G_E$ .
- Masse de chaque véhicule  $m = 2000 \text{ kg}$ , masse de la plate-forme  $m = 2000 \text{ kg}$ .

Durant cette phase de manœuvre :

- Le point  $H_1$  est fixe par rapport à la plate-forme.
- Le point  $H_2$  suit le mouvement de la platine qui coulisse sans frottement par rapport à la plate-forme (voir DT1).



Question 6 : - Quels sont les deux critères que doit présenter le système considéré pour répondre à l'hypothèse système plan ?

DT1

Feuille de copie

- Isoler l'ensemble E et effectuer le bilan des actions mécaniques extérieures.

- Ecrire les torseurs associés à ces actions mécaniques en précisant le point de repère dans lequel sont exprimées leurs composantes.

La résolution par logiciel appliquée à l'équilibre statique de cet ensemble permet d'obtenir les résultats suivants :

Torseur associé à l'action des compas avant sur la plate-forme	Torseur associé à l'action des compas arrière sur la plate-forme
$\left\{ \tau_{\vec{H}_1 \text{ CompasAV} \rightarrow \text{PF}} \right\}_{H_1} = \begin{Bmatrix} 0 & 0 \\ 31890 & 0 \\ 0 & 0 \end{Bmatrix}_{(O,x,y,z)}$ <p>(unités : N et Nm)</p>	$\left\{ \tau_{\vec{H}_2 \text{ CompasAR} \rightarrow \text{PF}} \right\}_{H_2} = \begin{Bmatrix} 0 & 0 \\ 48110 & 0 \\ 0 & 0 \end{Bmatrix}_{(O,x,y,z)}$ <p>(unités : N et Nm)</p>

- Donner pour la paire de compas la plus chargée les composantes du torseur des actions mécaniques appliquées par la plate-forme sur un compas.

## 2.2 – Étude de la phase de freinage – Influence dynamique (des quantités d'accélération).

### Objectifs :

- Déterminer les actions mécaniques exercées par la plate-forme sur chaque compas lors du freinage.
- Déterminer le compas le plus sollicité lors de la phase freinage d'urgence de la remorque.

### Hypothèses :

- Système plan.
- Liaisons parfaites.
- On admet  $g = 10 \text{ m.s}^{-2}$ .

### Données :

- Coordonnées des points (en mm) :

Point	Coordonnée sur Ox	Coordonnée sur Oy	Coordonnée sur Oz
$G_E$	4380	620	0
$H_1$	1310	-90	0
$H_2$	6415	-90	0

- Phase de freinage de la remorque sur sol horizontal en ligne droite avec décélération d'intensité  $0,6g$ .

- Liaison pivot d'axe fixe au point  $H_1$  entre la plate-forme et le compas avant, liaison pivot en  $H_2$  entre la platine coulissante sur la plate-forme et le compas arrière (voir DT1). Toutes les actions mécaniques horizontales sont supportées par la paire de compas avant.

- Question 7 : - Quelle est la nature du mouvement de l'ensemble isolé E par rapport au sol pendant la phase de freinage en ligne droite ?
- DT1  
Feuille de copie
- En remarquant que le bilan des actions mécaniques extérieures à l'ensemble E (véhicules + plate-forme) est identique à celui de l'étude statique, écrire et appliquer le principe fondamental de la dynamique à cet ensemble.
- Déterminer les valeurs numériques des composantes des torseurs des actions de liaison en  $H_1$  et  $H_2$  dans le repère  $(O,x,y,z)$ . Quelle paire de compas est la plus chargée ? Donner le torseur associé à l'action mécanique correspondante sur un compas de cette paire.

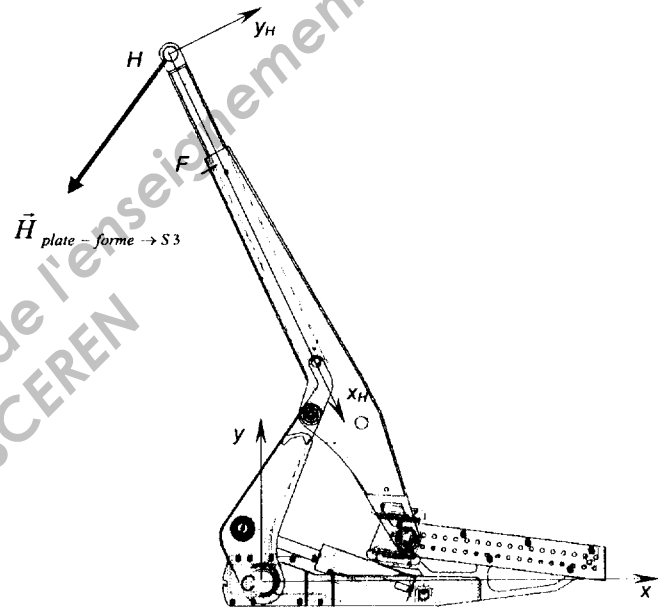
### 2.3 – Étude de la résistance du bras télescopique pendant la phase freinage.

#### Objectif :

Vérifier la résistance des bras télescopiques des compas avant lors de la phase freinage, dans le cas défavorable où la plate-forme est en position haute 30 (cf DT4 p.2/4 fig.3).

#### Hypothèses :

- Le modèle utilisé pour l'étude du bras télescopique est le modèle poutre.
- Liaison pivot d'axe  $z_H$  entre la plate-forme et le bras télescopique du compas avant.
- On suppose l'appui linéique sans frottement du tube sur le patin d'appui 8 (DT2 et DR3) situé au point F.



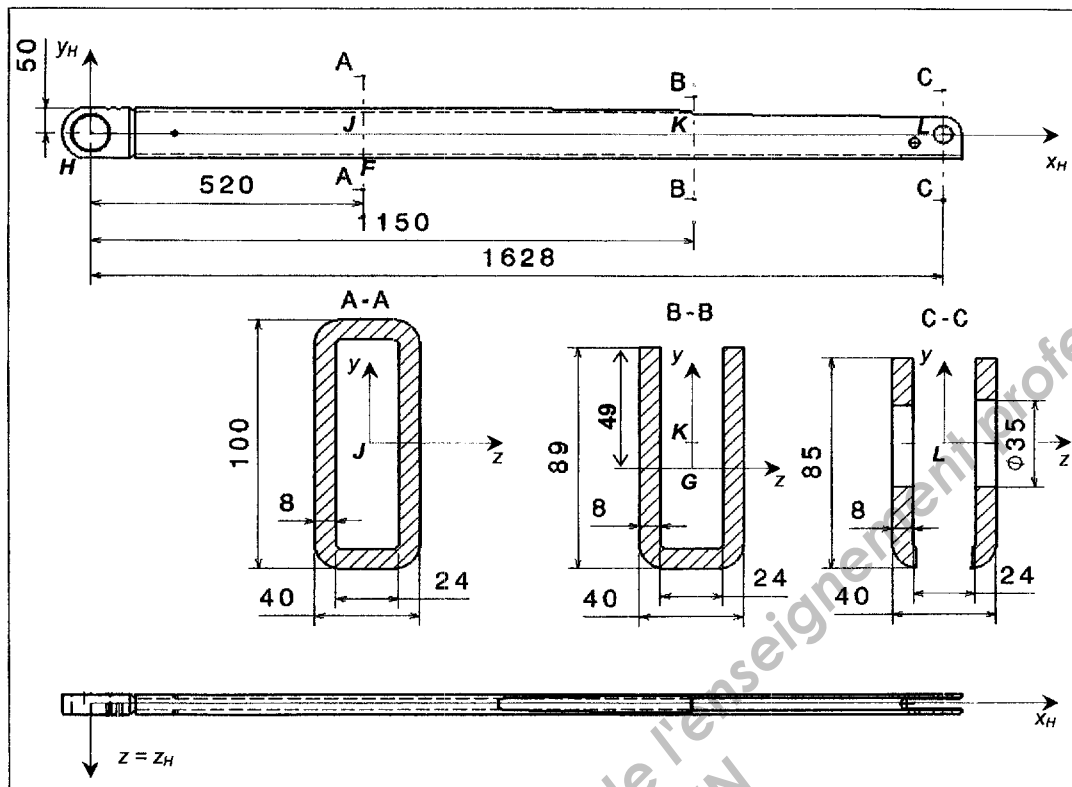
#### Données :

- On donne les torseurs associés aux actions mécaniques exercées en H et F sur le bras considéré, exprimés maintenant dans le repère local  $(H, x_H, y_H, z_H)$  :

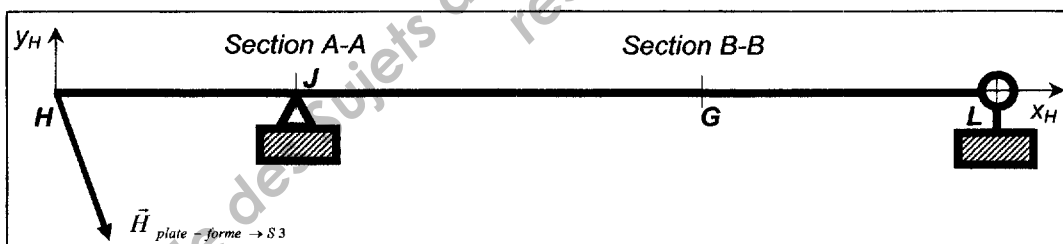
Action de la plate-forme sur le bras en H	Action du patin d'appui 8 sur le bras en F
$\left\{ \tau_{Plate-Forme \rightarrow S3} \right\}_H = \begin{Bmatrix} 5500 & 0 \\ -31000 & 0 \\ 0 & 0 \end{Bmatrix}_{(x_H, y_H, z_H)}$ <p>(unités : N et Nm)</p>	$\left\{ \tau_{8 \rightarrow S3} \right\}_F = \begin{Bmatrix} 0 & 0 \\ 45550 & 0 \\ 0 & 0 \end{Bmatrix}_{(x_H, y_H, z_H)}$ <p>(unités : N et Nm)</p>



Données dimensionnelles :



- On donne le moment quadratique de la section A-A par rapport à l'axe  $Jz$  :  $I_{Jz} = 2150000 \text{ mm}^4$ .
- On donne le moment quadratique de la section B-B par rapport à l'axe  $Gz$  :  $I_{Gz} = 1210000 \text{ mm}^4$ .
- On retient pour le bras télescopique le modèle ci-dessous :



**Hypothèse :** La contrainte normale due à l'effort normal est négligeable par rapport à celle due au moment de flexion.

- Question 8 :** - Exprimer le torseur des actions de cohésion entre les points H ( $x = 0$ ) et J ( $x = 520$ ).  
Feuille de copie DR3 - Compléter sur les figures 1 et 2 du document réponse DR3 les diagrammes correspondants.
- Question 9 :** - Calculer la contrainte normale maximale de flexion dans les deux sections A-A et B-B.  
Feuille de copie - Pour laquelle des sections cette contrainte est-elle la plus élevée ?
- Question 10 :** - Le tube étant en acier E470 avec  $Re = 470 \text{ MPa}$  et  $Rm = 650 \text{ MPa}$ , calculer le coefficient de sécurité appliqué dans ce cas.  
Feuille de copie - Conclure.

### 3 – DÉTERMINATION DE LA PUISSANCE DU GROUPE DE LEVAGE.

#### Objectif :

La pompe hydraulique alimentant le vérin est entraînée par une prise de force sur la boîte de vitesses ce qui impose le fonctionnement du moteur du camion pendant la durée des manœuvres des plates-formes. Dans le cadre d'une évolution du produit, le fabricant envisage la possibilité d'entraînement direct de la pompe par un moteur électrique, un ensemble groupe hydraulique étant alors monté par paire de compas sur la remorque. L'alimentation du moteur électrique devant se faire avec une tension de 24 volts à partir de batteries, la puissance de celui-ci sera la plus réduite possible.

Les avantages sont les suivants :

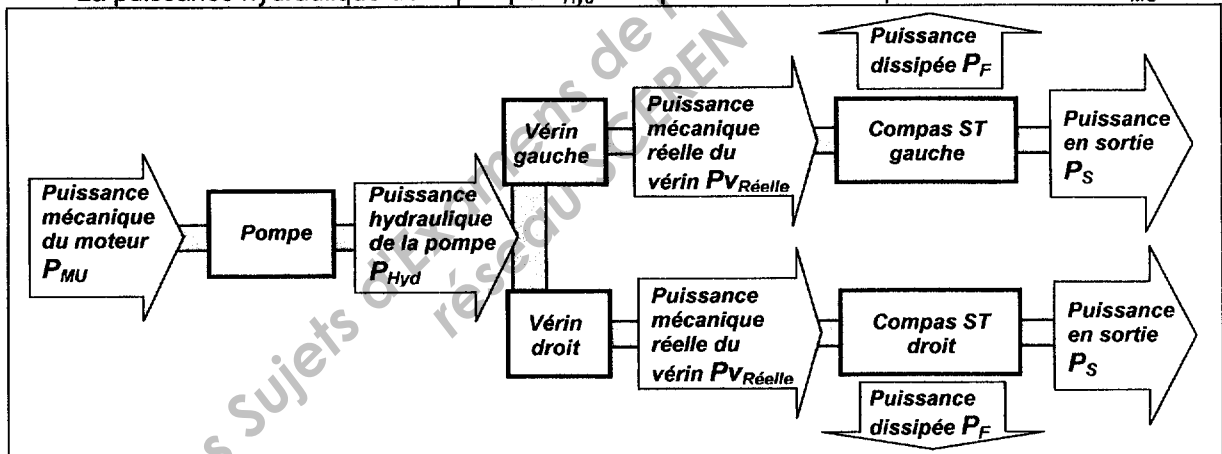
- Economie d'énergie par réduction de la consommation de carburant, le moteur du camion (environ 400 kW de puissance) étant largement surdimensionné pour cette utilisation.
- Optimisation du circuit hydraulique, la pompe pouvant être située plus près des vérins.

L'étude proposée consiste à déterminer la puissance mécanique utile  $P_{MU}$  de ce moteur.

#### Démarche :

Le système est modélisé par la chaîne énergétique ci-dessous, la puissance en sortie  $P_S$ , nécessaire pour lever la plate-forme étant donnée, on propose de déterminer successivement :

- La puissance mécanique théorique à fournir par le vérin  $P_{V_{Théo}}$  du système et la position pour laquelle celle-ci est maximale.
- La puissance dissipée par frottement dans le mécanisme du compas  $P_F$  et la puissance réelle du vérin  $P_{V_{Réelle}}$ .
- La puissance hydraulique de la pompe  $P_{Hyd}$  et la puissance mécanique utile du moteur  $P_{MU}$ .



#### Hypothèses :

- La simulation numérique dont les résultats sont donnés DT4 pages 2/4, 3/4 et 4/4, est effectuée avec l'hypothèse liaisons parfaites et ne tient donc pas compte du frottement dans les liaisons. - La pesanteur est prise en compte pour tous les composants.
- Les calculs sont effectués pour un compas de la paire arrière, la plus chargée durant cette phase, en considérant une action de la plate-forme sur un compas d'intensité 25000 N.
- On suppose que pendant toute la phase de manoeuvre le vérin a une vitesse de sortie stabilisée et constante, l'énergie cinétique globale est alors supposée constante.
- Les pertes de charge hydrauliques entre la pompe et le vérin sont négligées.

#### Données :

- Le matériau du patin d'appui 8 (voir DT2 et DR3) admet un facteur de frottement avec l'acier  $\mu_{L8} = 0,15$ .
- Le vérin est de type HD 110/55\*0305 (diamètre d'alésage 110 mm, diamètre de tige 55 mm, course égale à 305 mm). Le rendement mécanique du vérin est  $\eta_v = 0,95$ .
- On considère une vitesse de sortie du vérin telle que :  $\|\vec{V}_{(B_{eS5}/S4)}\| = 10 \text{ mm / s}$ .
- Pour des critères d'encombrement et de coût, on envisage une pompe PA12, voir DT5.

### 3.1 – Détermination de la puissance maximale théorique à fournir par un vérin.

- Question 11 : - Relever sur la courbe 1 du DT4 la valeur de l'effort maximal à fournir par le vérin et la position correspondante.  
DT4, DT5  
Feuille de copie - En déduire la valeur de la puissance maximale à fournir par un vérin ?

### 3.2 – Prise en compte des frottements dans la liaison L8.

- Question 12 : Compléter la figure 3 du document DR3 en représentant qualitativement :  
DT4 - Le vecteur vitesse de glissement  $\vec{V}_{(F \in 3 / 8)}$   
DR3 - La force  $\vec{F}_{8 \rightarrow 3}$  et ses composantes normales  $F_N$  et tangentielle  $F_T$ .  
Feuille de copie - Calculer la puissance  $P_{L8}$  dissipée dans la liaison L8, à l'instant  $t = 0$ , avec les valeurs fournies courbes 2 et 3 page 4/4 du DT4.

### 3.3 – Détermination de la puissance réelle du vérin.

- Question 13 : Des calculs identiques effectués pour toutes les liaisons ont permis de déterminer la valeur totale des puissances dissipées par frottement dans un compas, à l'instant  $t = 0$ , exprimée en watts :  $P_F = 170 \text{ w}$ .  
Feuille de copie - Calculer la puissance maximale réelle  $P_{V_{réelle}}$  que doit fournir un vérin.

### 3.4 – Détermination de la puissance mécanique utile du moteur.

- Question 14 : - Calculer la puissance hydraulique maximale  $P_{Hyd}$  que doit fournir la pompe pour la manœuvre d'une paire de compas.  
DT4, DT5  
Feuille de copie - Calculer le débit de la pompe permettant la vitesse de sortie souhaitée des deux vérins de la paire de compas, à  $t = 0$ . Convertir le résultat en l/min.  
- Calculer la pression hydraulique en sortie de pompe.  
- Relever, sur le document technique DT5 la vitesse de rotation de la pompe permettant le débit calculé, ainsi que le rendement correspondant.  
- Calculer la puissance utile du moteur d'entraînement de la pompe  $P_{MU}$ .  
- L'entraînement de la pompe par un moteur électrique monté sur la remorque est-il envisageable ? Justifier.

**BREVET DE TECHNICIEN SUPERIEUR  
CONCEPTION DE PRODUITS INDUSTRIELS  
SESSION 2011**

---

**SOUS EPREUVE E51**  
**MODELISATION ET COMPORTEMENT DES  
PRODUITS INDUSTRIELS**

DOSSIER REPONSE

---

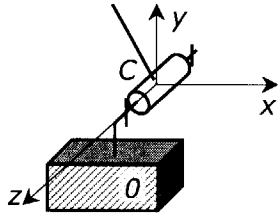
**Remorque porte voitures LOHR  
SYSTEME DE LEVAGE A COMPAS ET BRAS TELESCOPIQUE ST**

Ce dossier comporte 3 feuilles :

DR1, DR2 et DR3 à rendre obligatoirement en fin d'épreuve.

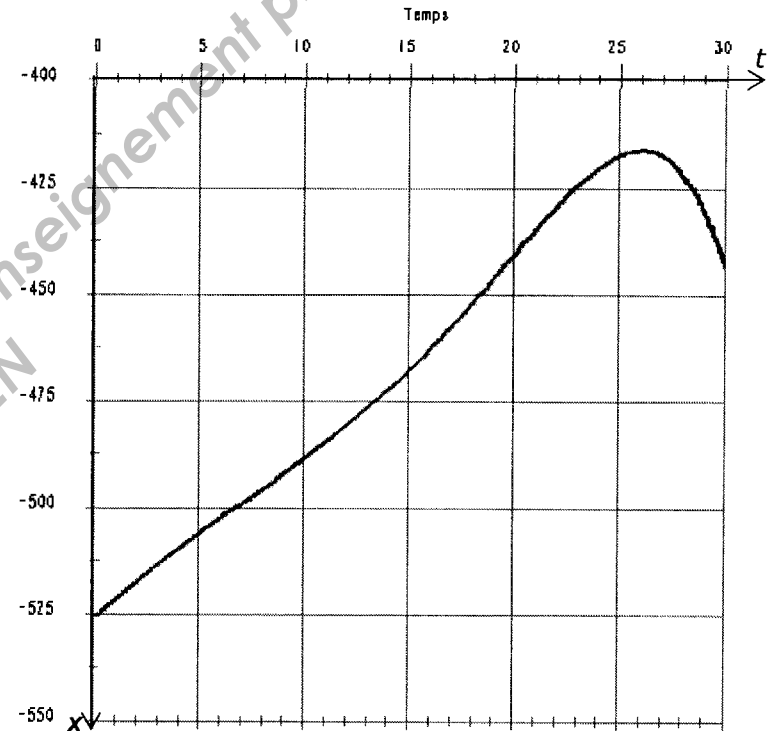
## Question 3.

Modélisation des liaisons (Voir DT4 – Fig.1)

Liaison	Nom	Caractéristiques géométriques	Repère – Symbole
L1 entre S0 et S1	Liaison pivot	Axe ( $C\bar{z}$ )	

## Question 5.

Débattement horizontal du point H

Courbe 1 : Position du point H/0 sur l'axe ( $C\bar{x}$ ) en mm

- Débattement horizontal (suivant x) du point H :
- Conclusion :

## Question 8. Sollicitations dans le bras télescopique 3

Fig. 1 Diagramme des efforts normaux

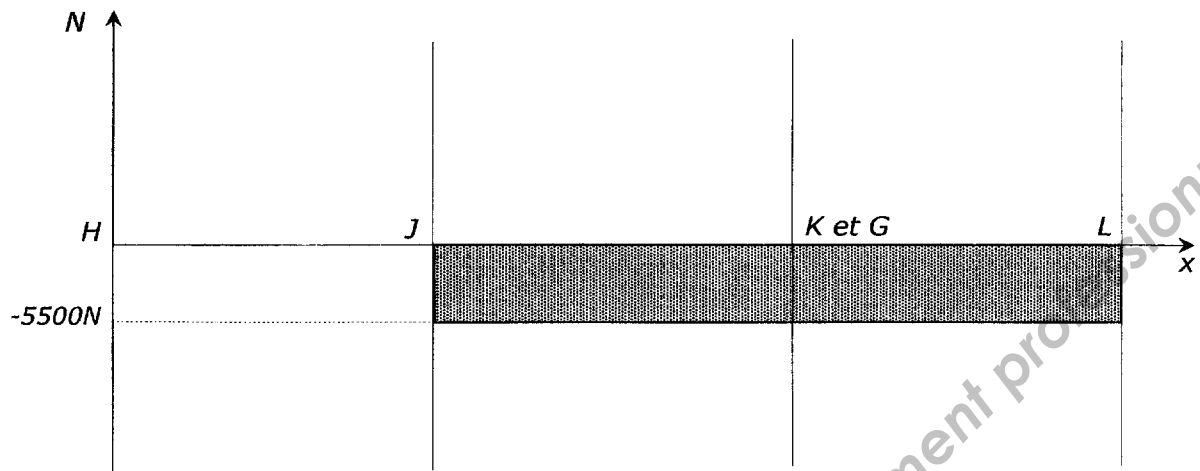
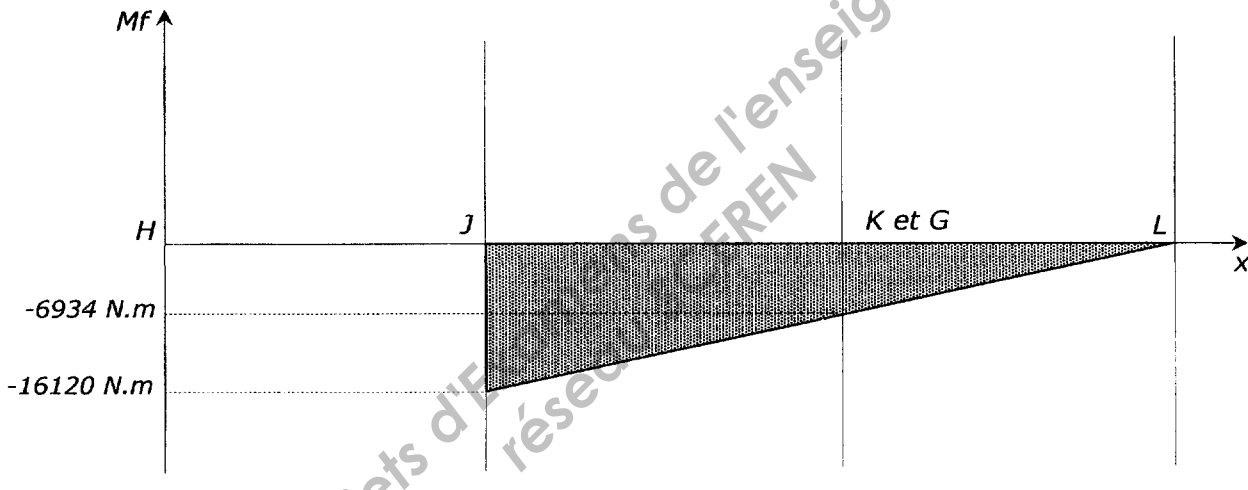


Fig. 2 Diagramme des moments de flexion



## Question 12. Prise en compte des frottements dans la liaison L8

Fig. 3

