

SESSION 2009

**CONCOURS EXTERNE DE RECRUTEMENT
DE PROFESSEURS DE L'ENSEIGNEMENT PROFESSIONNEL
ET CONCOURS D'ACCÈS À LA LISTE D'APTITUDE**

**Section : GÉNIE INDUSTRIEL
Option : STRUCTURES MÉTALLIQUES**

SCIENCES ET TECHNIQUES INDUSTRIELLES

Durée : 6 heures

Calculatrice électronique de poche - y compris calculatrice programmable, alphanumérique ou à écran graphique – à fonctionnement autonome, non imprimante, autorisée conformément à la circulaire n° 99-186 du 16 novembre 1999.

L'usage de tout ouvrage de référence, de tout dictionnaire et de tout autre matériel électronique est rigoureusement interdit.

Dans le cas où un(e) candidat(e) repère ce qui lui semble être une erreur d'énoncé, il (elle) le signale très lisiblement sur sa copie, propose la correction et poursuit l'épreuve en conséquence.

De même, si cela vous conduit à formuler une ou plusieurs hypothèses, il vous est demandé de la (ou les) mentionner explicitement.

NB : Hormis l'en-tête détachable, la copie que vous rendrez ne devra, conformément au principe d'anonymat, comporter aucun signe distinctif, tel que nom, signature, origine, etc. Si le travail qui vous est demandé comporte notamment la rédaction d'un projet ou d'une note, vous devrez impérativement vous abstenir de signer ou de l'identifier.

Tournez la page S.V.P.

REMORQUE LOHR

MISE EN SITUATION :

La société Lhor souhaite modifier les caractéristiques de la remorque porte-voiture représentée sur le document DT1 afin d'améliorer ses capacités de chargement.

Une modification du compas (document DT5) est envisagée dans le but de surélever le plancher (DT1). Des études préalables sont à effectuer dans le cadre de ce projet, parmi lesquelles :

1. Vérification de l'attache remorque – tracteur.
2. Vérification des poutres supportant le plancher rep 8.
3. Vérification de(s) mobilité(s) du mécanisme (**DT1, DT5**).
4. Vérification de vérin.
5. Vérification du bras télescopique Rep 6 (**DT5**)

Hypothèses :

Le plancher mobile rep 8 est représenté en position horizontale à son altitude maximale sur le document **DT1**.

Il est articulé autour de O2 dans sa partie avant (le point O2 coulisse dans le mat sous l'action de vérins électriques).A l'arrière deux « compas » définis plus précisément en **DT5** et **DT6** mûs par des vérins hydrauliques permettent de faire varier l'altitude de l'arrière du plancher. L'opérateur, en jouant sur les deux commandes peut obtenir les positions nécessaires au chargement et au transport.

Les vérins électriques ne sont pas alimentés, le point O2 est donc fixe.

La description des liaisons est faite sur le document DS5

TRAVAIL DEMANDE

Etude de l'attache remorque - tracteur

En vue de vérifier l'attache remorque – tracteur, nous sommes amenés à déterminer les actions s'exerçant sur celle-ci lorsque la remorque est chargée.

Une étude des centres de gravité des différents véhicules constituant le chargement de la remorque a été réalisée et la position des centres de gravité de chaque véhicule est représentée sur le **DT3**.

1) DETERMINATION DU CENTRE DE GRAVITE DE LA REMORQUE.

1-1 **Déterminer** la position du centre de gravité de l'ensemble des 6 voitures constituant le chargement de la remorque.

On donne :

Position des différents centres de gravité dans le repère associé à la remorque

G_1 (3277 ; 3415) G_2 (8893 ; 2823) G_3 (11418 ; 3280)

G_4 (12357 ; 1113) G_5 (6865 ; 1213) G_6 (4507 ; 1723)

Les coordonnées sont exprimées en mm.

2) DETERMINATION DES ACTIONS MECANQUES AU NIVEAU DE L'ATTACHE REMORQUE – TRACTEUR.

Nous allons nous intéresser à la composante verticale de l'action de la remorque sur le tracteur au niveau de l'attache entre ces deux éléments.

Une modélisation de la remorque a été réalisée ci-dessous (Figure 1). (Poids total de la remorque : 18920 daN appliqué au point K)

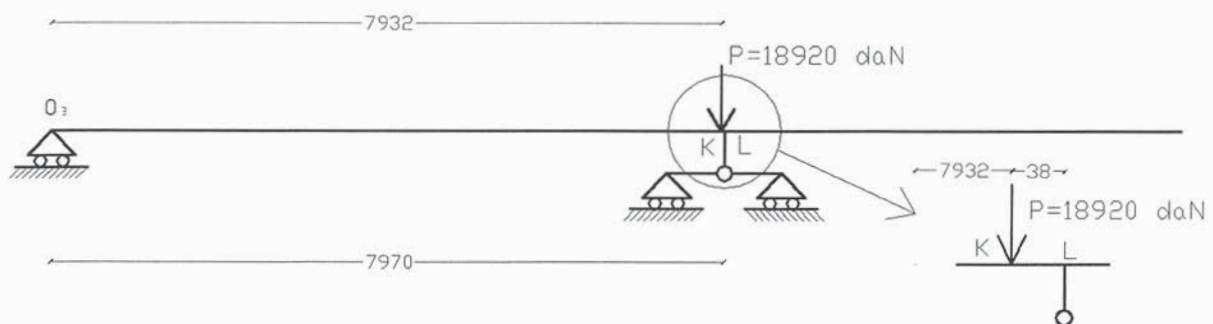


Figure 1

2-1 Déterminer l'action de la remorque sur le tracteur au nœud O_3 .

2-2 Déterminer la valeur de la composante horizontale de l'action de la remorque sur le tracteur si pendant la phase de démarrage, le tracteur a un mouvement uniformément accéléré de norme 2 m.s^{-2} .

On prendra $g = 10 \text{ m.s}^{-2}$.

3) VERIFICATION DE L'ATTACHE REMORQUE – TRACTEUR.

Lorsque la remorque est tractée, celle-ci génère un effort de traction de 35 000N dans la liaison remorque – tracteur. Nous allons vérifier si celle-ci convient aux critères de résistance en traction et à celui concernant le matage. Pour cela, vous pourrez vous référer au document DT 9

3-1 Vérifier l'attache à la traction. On prendra un coefficient de sécurité de 3 et nous sommes en présence de S235.

3-2 Vérifier l'attache au matage.

En réalité, ce type d'attache ne conviendra pas, du fait de son encombrement et une tout autre solution a été choisie.

L'attache est fixée à la remorque par l'intermédiaire de 4 boulons HM20 sollicités à la traction comme indiqué sur Figure 2. Ces boulons sont de classe 6.8.

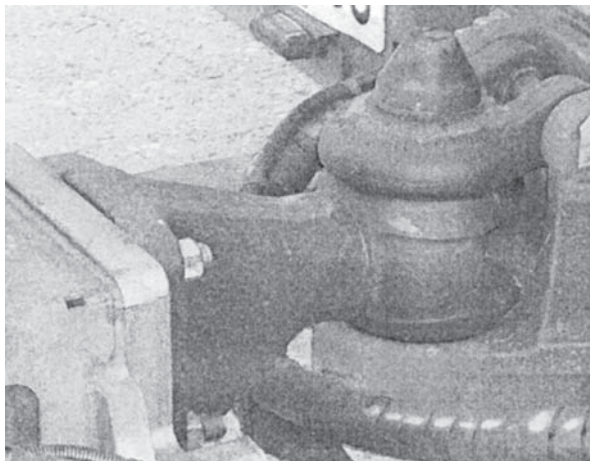


Figure 2

3-3 Vérifier ces boulons à la traction en vous servant du DT9 (extrait norme NF P 22 430). On partira du principe que l'effort de 35000N est centré.

On prendra :

- $A_S = 245 \text{ mm}^2$
- $\sigma_{\text{red}} = 410 \text{ Mpa}$

Etude de la plate-forme supérieure

Nous allons maintenant nous intéresser à la plateforme supérieure de la remorque en vue de vérifier les profils principaux la constituant.

Une descente de charges des véhicules constituant le chargement placé sur celle-ci ayant été réalisée, nous obtenons le schéma mécanique ci-dessous (Figure 3) pour un des deux longerons de la plate-forme supérieure :

Ce schéma est simplifié, seules les composantes verticales des efforts sont prises en compte.

Pour la suite de l'étude, nous allons nous intéresser uniquement à un longeron et aux charges qui lui sont appliquées.

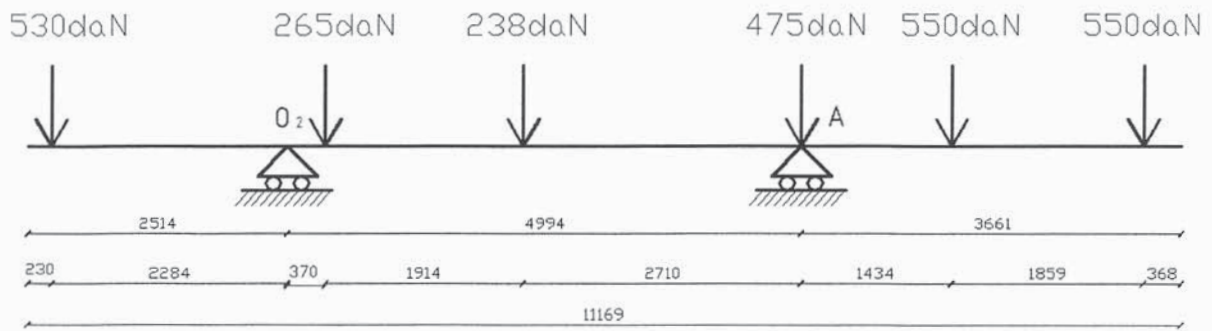


Figure 3

4) DETERMINATION DES SOLLICITATIONS DANS LA POUTRE

- 4-1 **Déterminer** les actions verticales en O_2 et A .
- 4-2 **Donner** l'expression du torseur de cohésion en A .
- 4-3 **Déterminer** la valeur de l'effort tranchant maximal en vous servant du **DT10**.
- 4-4 **Déterminer** la valeur du Moment fléchissant maximal et le situer en vous servant du document **DT10**.

5) DETERMINATION DE LA SECTION DE LA POUTRE PRINCIPALE

Nous allons déterminer les caractéristiques géométriques minimales d'une poutre principale (en S235). On prendra un coefficient de sécurité de 2.

- 5-1 **Déterminer** le module de flexion minimal que doit posséder la poutre principale.

6) PROPOSITION D'UNE SECTION POUR LA POUTRE PRINCIPALE

On se propose de prendre comme profil pour chaque longeron de la plateforme supérieure, le profil plié d'épaisseur 5 mm ci-contre (Figure 4), renforcé dans la section de moment fléchissant maximal.

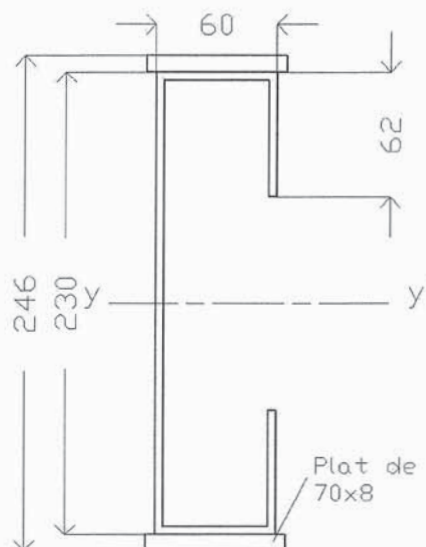


Figure 4

- 6-1 Déterminer la position du centre de gravité G de ce profil sur l'axe yy' .
- 6-2 Calculer $I_{Gyy'}$, le moment quadratique de la section par rapport à l'axe yy' .
- 6-3 Calculer le module de flexion de cette section et conclure.

Etude du compas

Durant toute l'étude concernant le compas, le point O_2 sera considéré comme fixe.

Description des liaisons :

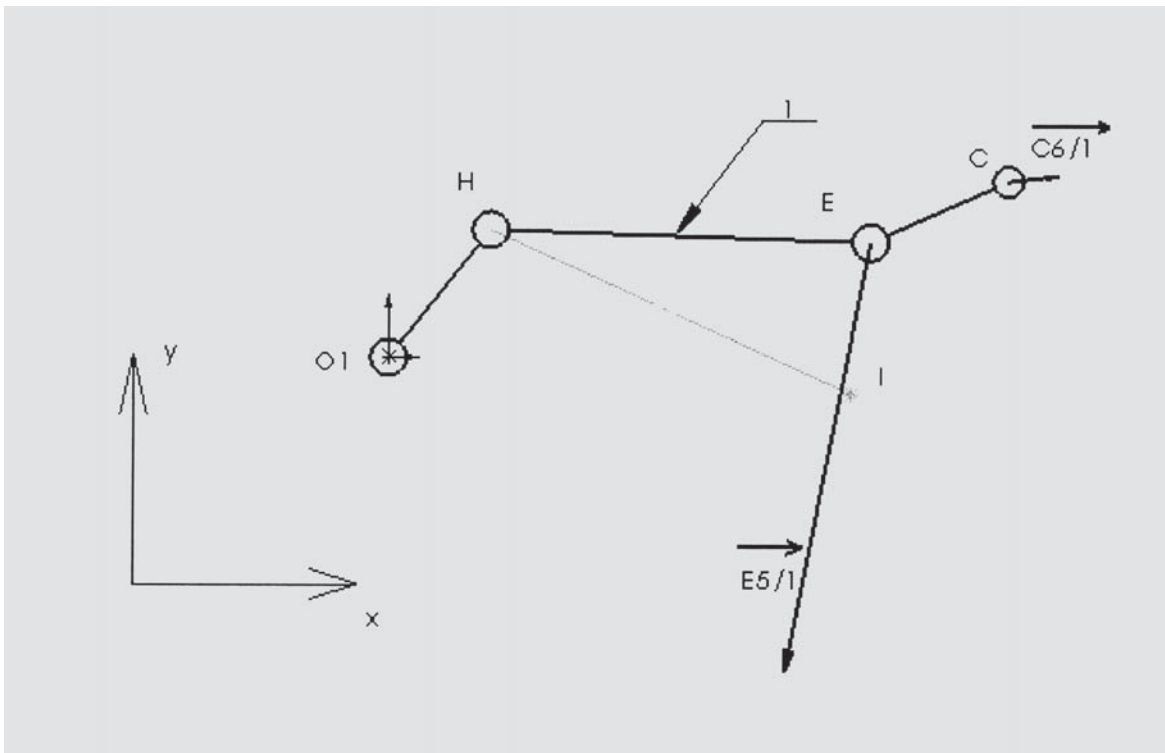
- La liaison de centre O_2 entre le mat de la remorque (Rep 0) et le plancher (Rep 8) est du type pivot d'axe Oz .
- La liaison de centre A (voir DR1) est le cumul d'une glissière d'axe ox entre le plancher (Rep 8) et la pièce (Rep 7), et d'une pivot d'axe Oz entre la pièce (Rep7) et le bras télescopique (Rep 6).
- La liaison de centre B entre le bras coulissant (Rep 6) et le poteau (Rep 5) est du type linéique d'axe Bz .
- La liaison de centre C entre le bras coulissant (Rep 6) et le levier coudé (Rep 1) est du type pivot d'axe Cz .
- La liaison de centre D entre le poteau (Rep 5) et la coulisse (Rep 4) est du type pivot d'axe Dz .
- La liaison de centre D entre la coulisse (Rep 4) et la remorque (Rep 0) est du type glissière d'axe $Dx1$.
- La liaison de centre E entre le levier coudé (Rep 1) et le poteau (Rep 5) est du type pivot d'axe Ez .
- La liaison de centre H entre le levier coudé (Rep 1) et la tige de vérin (Rep 3) est du type pivot d'axe Hx .
- La liaison de centre O_1 entre la remorque (Rep 0) et levier coudé (Rep 1) est du type pivot d'axe O_1z .

7) VERIFICATION DES PERFORMANCES CINEMATIQUES

- 7-1 Sur le document **DR1** compléter le schéma cinématique minimal dans le plan xoy .
- 7-2 Démontrer que la liaison équivalente aux liaisons 8-7 et 7-6 en A est une liaison ponctuelle d'axe Ay .

8) VERIFICATION DU CHOIX DU VERIN

- 8-1 Dans la position du document **DT5** (position intermédiaire), déterminer par la méthode qui vous convient, la valeur des actions mécaniques auxquelles est soumis le vérin (Rep. 2 et 3).



Hypothèses :

- Les frottements sont négligés.
- Les poids propres des pièces sont négligés.
- Les actions en C et E (déterminées par une étude préliminaire) sont données ci-dessous.

$$\begin{array}{c|c}
 \begin{array}{c} \rightarrow \\ \text{C6/1} \end{array} & \begin{array}{c} 8335 \\ 992 \\ 0 \end{array} \\
 \hline
 \end{array}
 \quad
 \begin{array}{c|c}
 \begin{array}{c} \rightarrow \\ \text{E5/1} \end{array} & \begin{array}{c} -14000 \\ -70860 \\ 0 \end{array} \\
 \hline
 \end{array}
 \quad (\text{N})$$

Nota : Les coordonnées des centres de liaison sont définies par le document **DT7**

8-2 Vérifier que le vérin 110-55 (diamètre du piston 110 mm, diamètre de tige 55mm) de pression maximale d'utilisation 300 bars convient. (seul le critère effort sera pris en compte)

On donne :

Une étude informatique (voir **DT8**) représentant l'évolution de cette action mécanique, (t=0 lorsque le mécanisme est en position basse)

9) VERIFICATION DE CONDITION FONCTIONNELLE

Nous allons nous intéresser à la liaison pivot bâti – levier coudé.

9-1 Sur le document réponse **DR2**, tracer la chaîne de côtes dont dépend le jeu axial dans cette liaison.

Démarche conseillée :

- Rechercher les classes d'équivalences (utilisation de la couleur souhaitée).
 - Placer le jeu axial.
 - Tracer la chaîne de côtes.
- 9-2 Calculer l'intervalle de tolérance de ce jeu si les tolérances sur les pièces usinées sont de +/- 0.3 mm.
- 9-3 Proposer une valeur pour ce jeu (côte nominale et tolérance) .

10) VERIFICATION DU BRAS COULISSANT

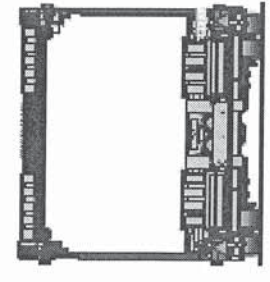
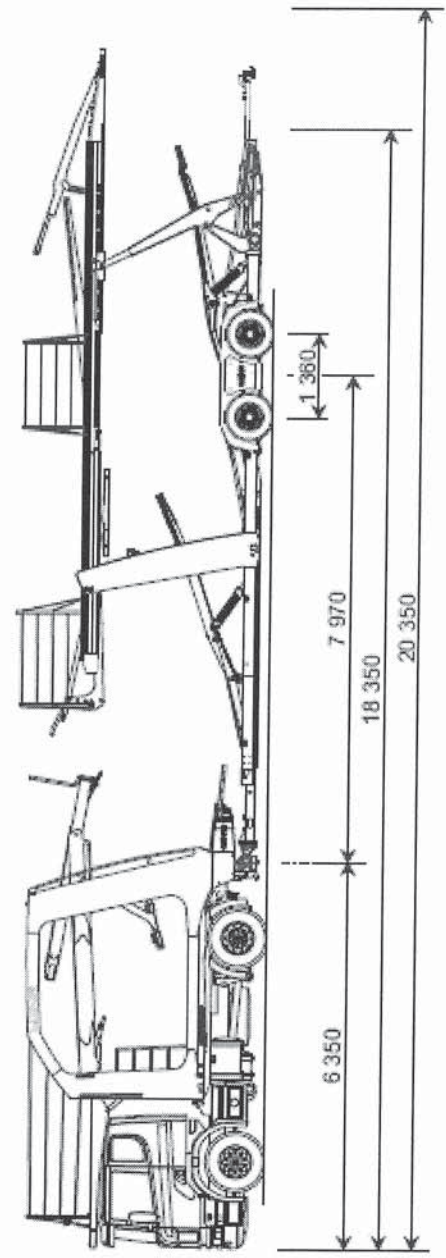
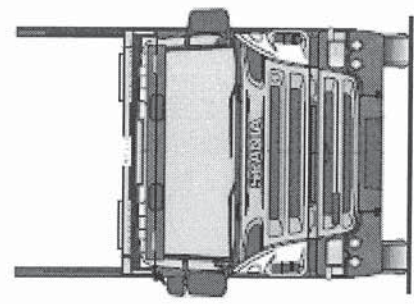
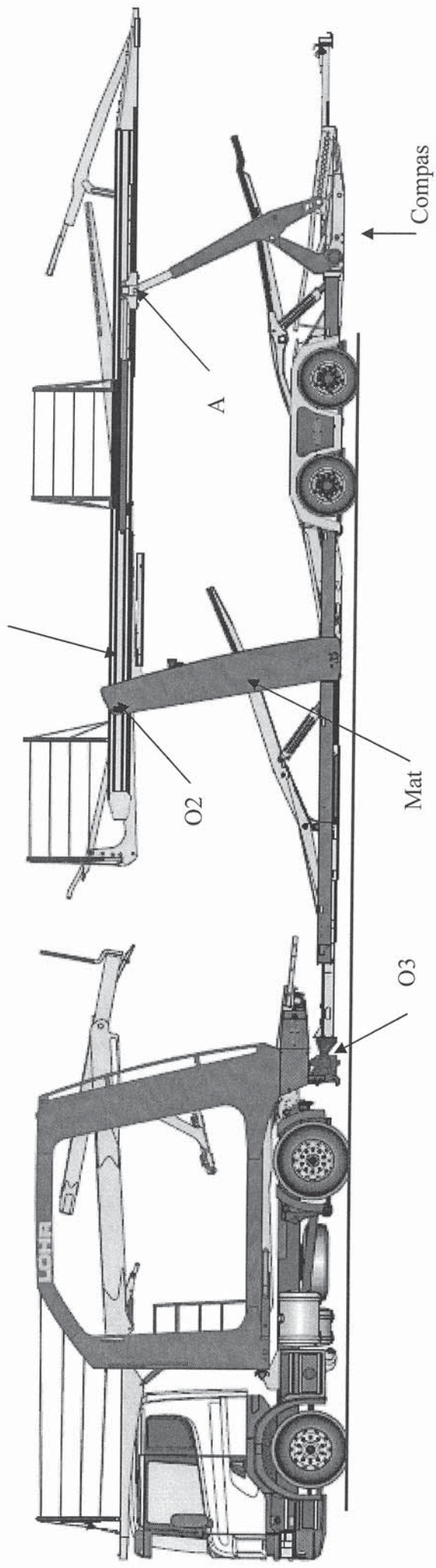
Le levier coulissant est schématisé dans une situation défavorable sur le document **DR3**. Il est en S235

- 10-1 Déterminer graphiquement sur le document DR3 la valeur des actions mécaniques en B et en C.
- 10-2 Vérifier la résistance du bras coulissant. (les contraintes dues au cisaillement seront négligées)

Démarche proposée :

- Déterminer les éléments du tenseur de cohésion dans toutes les sections de la poutre.
 - Rechercher la contrainte normale maximale due à M_f et à N .
 - Vérifier la résistance.
- 10-3 En déduire le coefficient de sécurité.

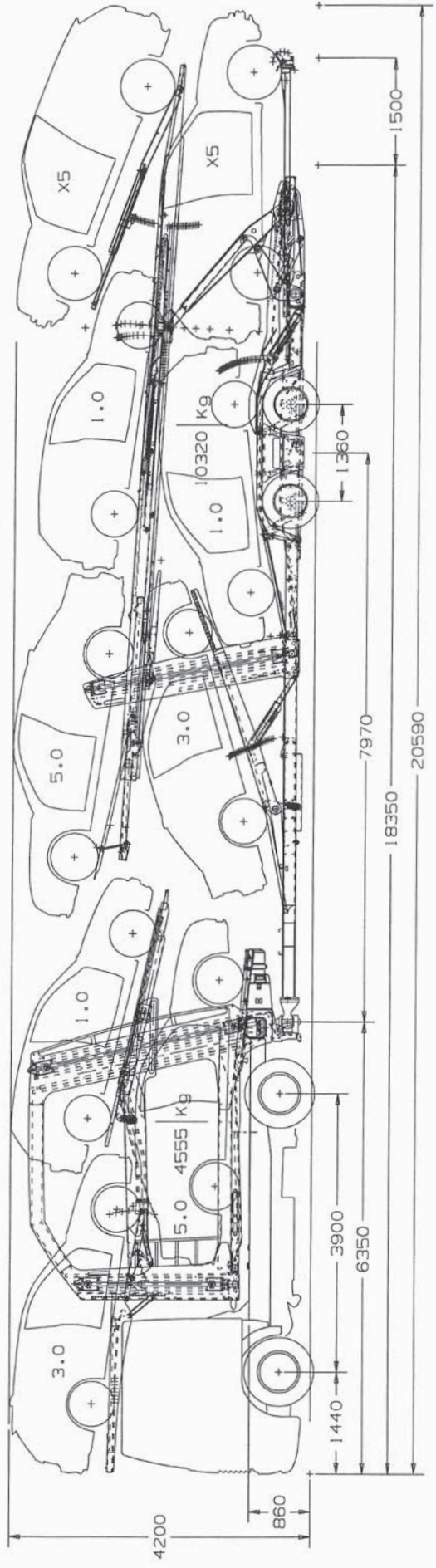
Plancher Rep8



DT1

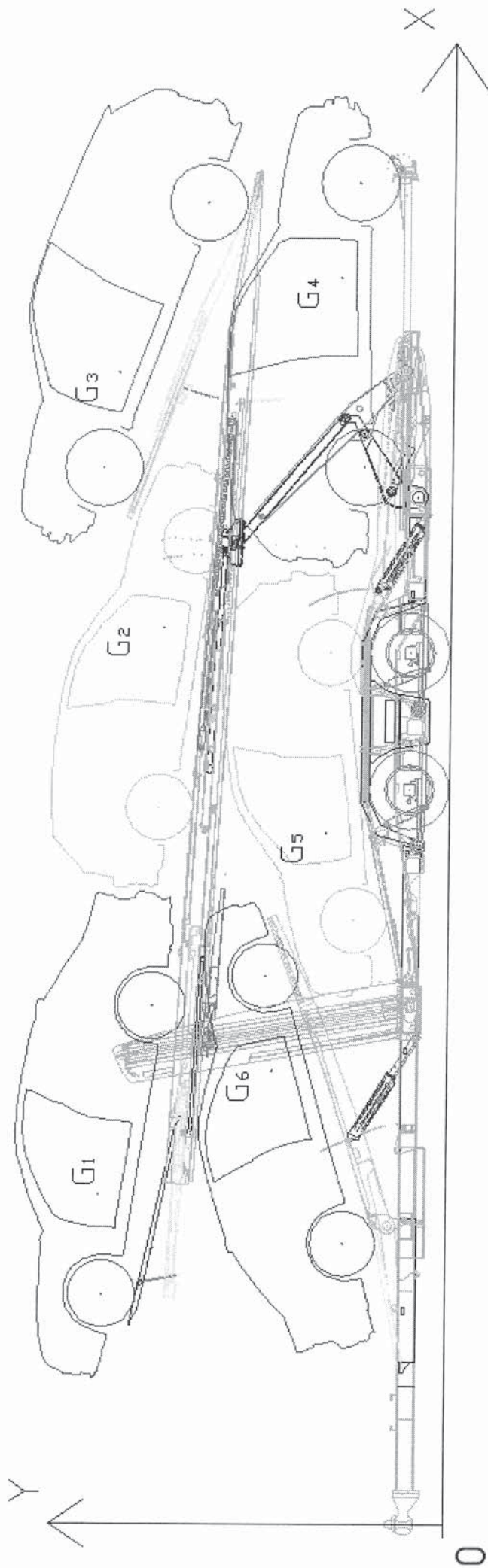
Tournez la page S.V.P.

- 3x BMW Serie 1.0 : Lg 4240 , ht 1430 , 1425 Kg
- 1x BMW Serie 3.0 : Lg 4520 , ht 1420 , 1480 Kg
- 1x BMW Serie 3.0 break : Lg 4520 , ht 1450 , 1540 Kg
- 2x BMW Serie 5.0 : Lg 4840 , ht 1470 , 1590 Kg
- 2x BMW X5 : Lg 4665 , ht 1715 , 2200 Kg



Chargement de la remorque.

DT2



Position des centres de gravité.

DT3

Tournez la page S.V.P.

NOTA:

-Faire, les retouches de peinture qui s'imposent suite au soudage du tube de liaison rep 50 dans les bracons.

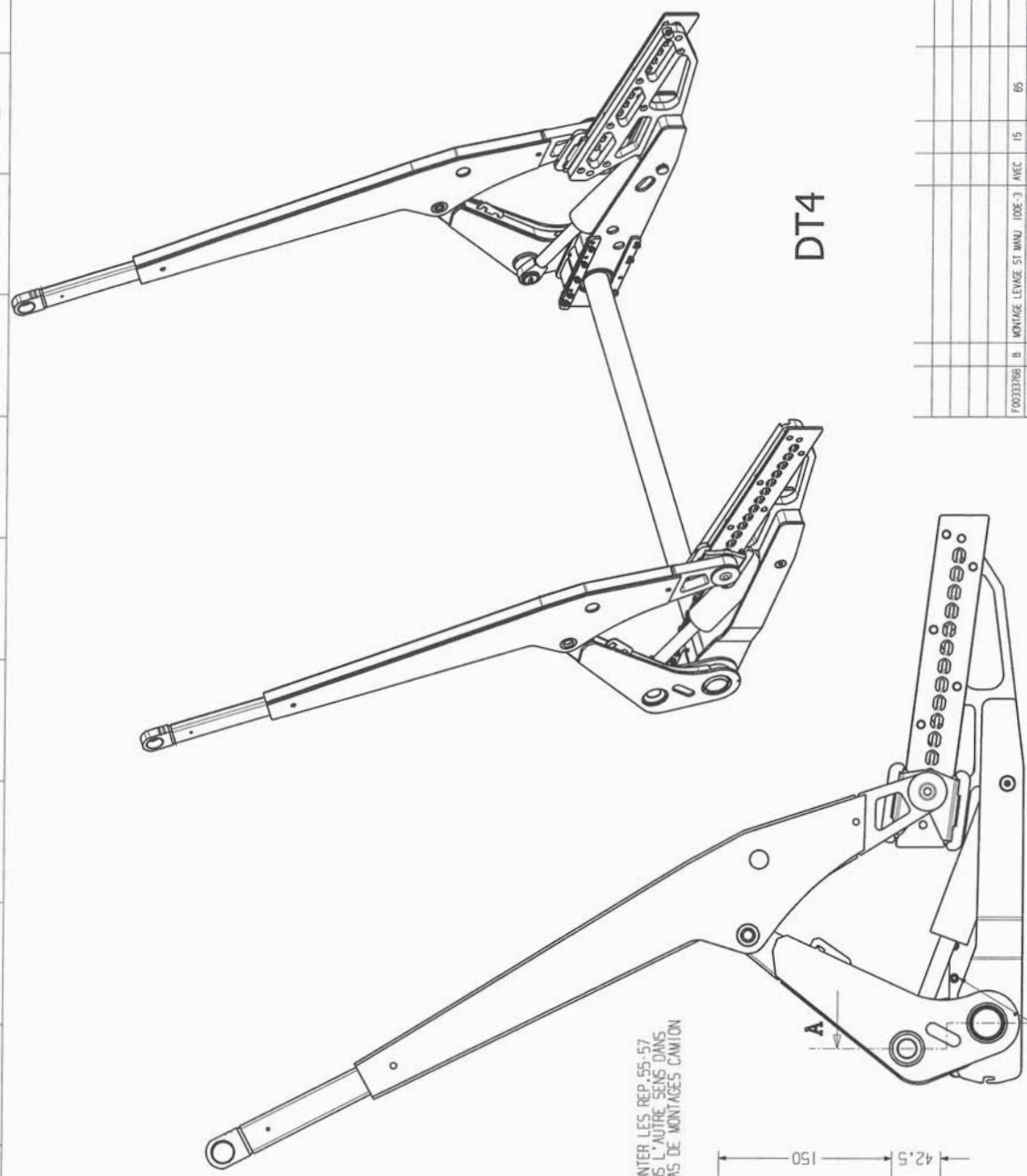
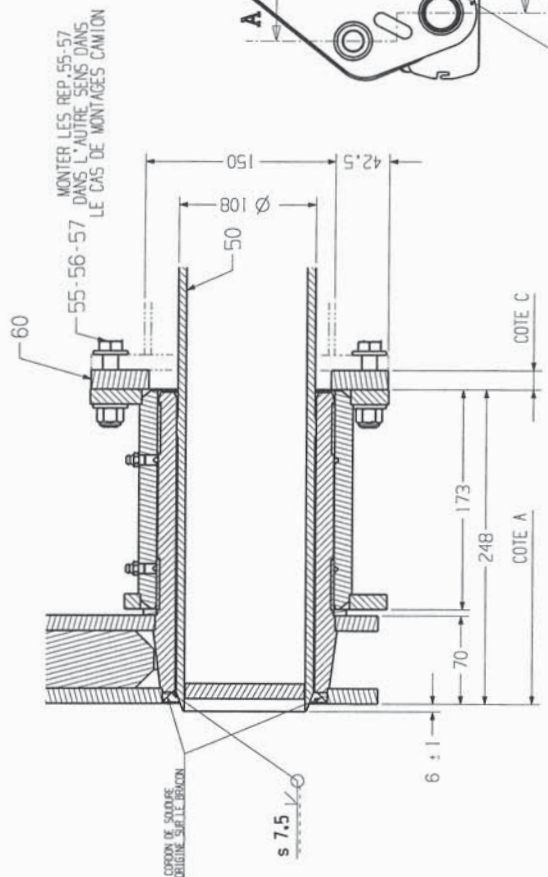
CLASSE DE SERRAGE: B (SUIVANT D3170) 

POUR LE CODE LARGEUR 2500: Cote A : 2498

POUR LE CODE LARGEUR 2550: Cote A : 2538

REMPLOQUE TM4
POUR LE CODE LARGEUR 2550: COTE A : 2468

Coupe: A - A



DT4

REF.	IND.	DESIGNATION	REP. (COTE C) L.S.	VIS REP. 55
F0033306	B	MONTAGE LEVAGE ST MANU 10DE-3 AVEC	15	65
F0022901	A	KIT MONTAGE LEVAGE ST/REM 2400 S/MG	0	60
F0018438	C	KIT MONTAGE LEVAGE ST/REM 2538 S/MG	35	90
F0018440	B	KIT MONTAGE LEVAGE ST/REM 2538 AVEC	15	70

Product ID: F00290972

Product Name: KIT MONTAGE LEVAGE ST PTB

Part No: F6432

Revision: 1/1

Drawn: [Blank]

Checked: [Blank]

Approved: [Blank]

Date: [Blank]

Scale: 1/2

Material: [Blank]

Quantity: [Blank]

Location: [Blank]

Project: [Blank]

Customer: [Blank]

Manufacturer: LOHR INDUSTRIE

Version	Rev.	Date	Describe	Drawn	Checked	Approved
- B		19/12/06	EL IN			
- A		16/09/04	W. S.			
-		09/04/04	SP17Z			

Objet: Couple de serrage 117 Nm old 105 Nm

Modif: AJOUT COTE C - MODIF IND F0018438

Plan: CREATION PLAN

Version: 1/1

Rev: 1/1

Date: [Blank]

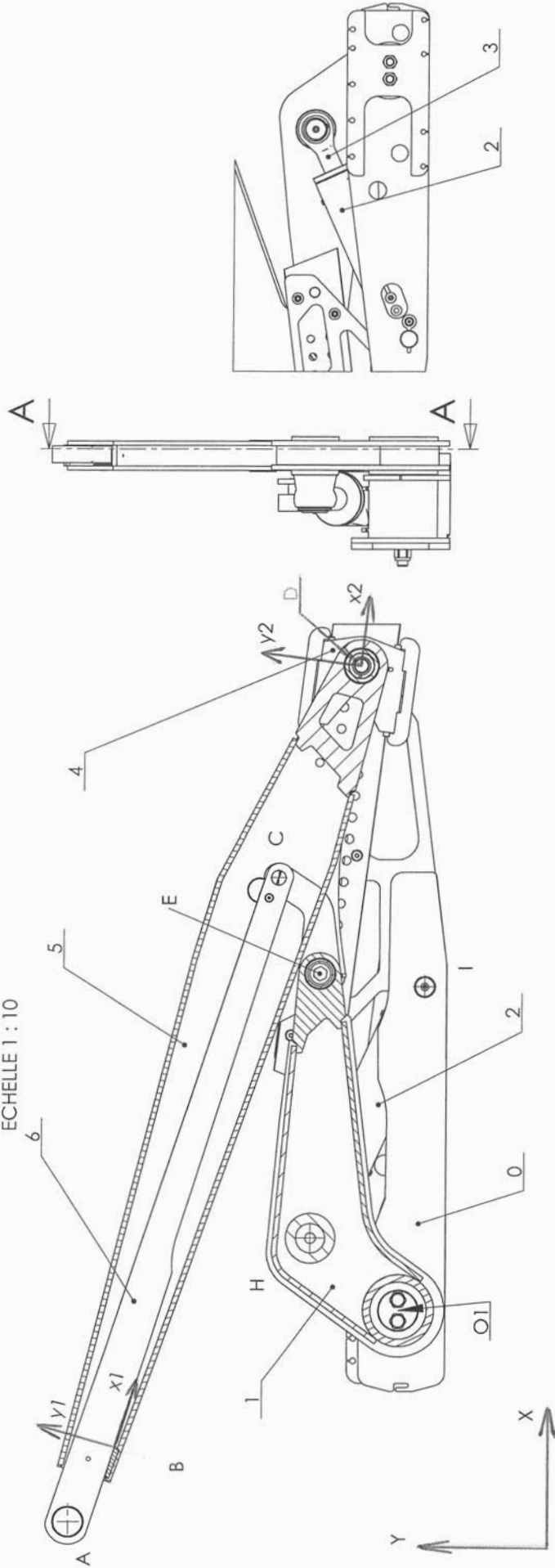
Describe: [Blank]

Drawn: [Blank]

Checked: [Blank]

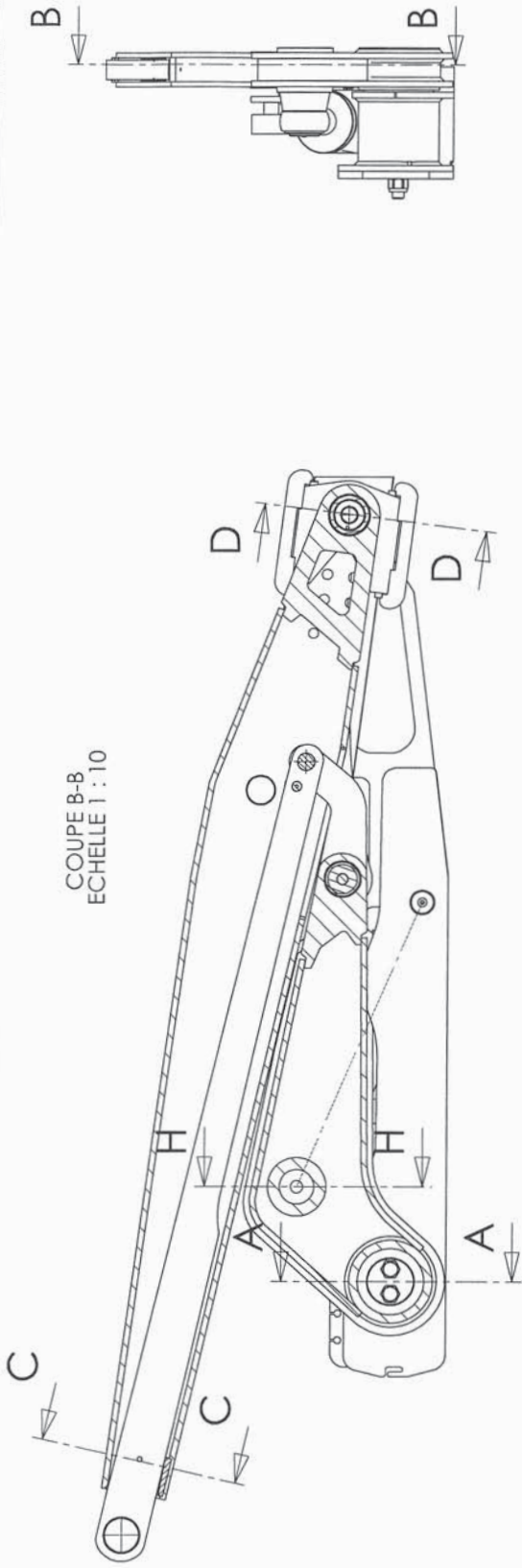
Approved: [Blank]

COUPE A-A
ECHELLE 1:10

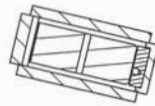


8	1	Plancher supérieur	S 235		
7	1	Coulisse supérieure	S 235		
6	1	Bras télescopique	S 235		
5	1	Poteau	S 235		
4	1	Coulisse	S 235		
3	1	Tige de vérin			
2	1	Corps vérin			
1	1	Levier coudé	S 235		
0	1	Bati	S 235		
Rep/Nb		Désignation			
					Observations

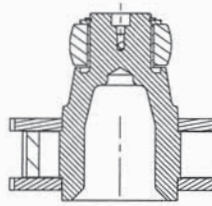
SOUS ENSEMBLE COMPAS DT5



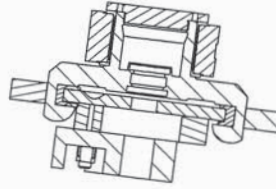
COUPE C-C
ECHELLE 1 : 5



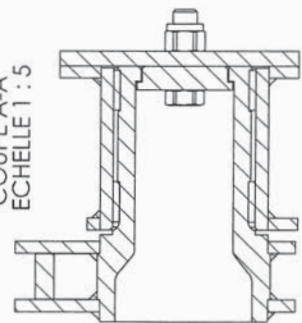
COUPE H-H
ECHELLE 1 : 5



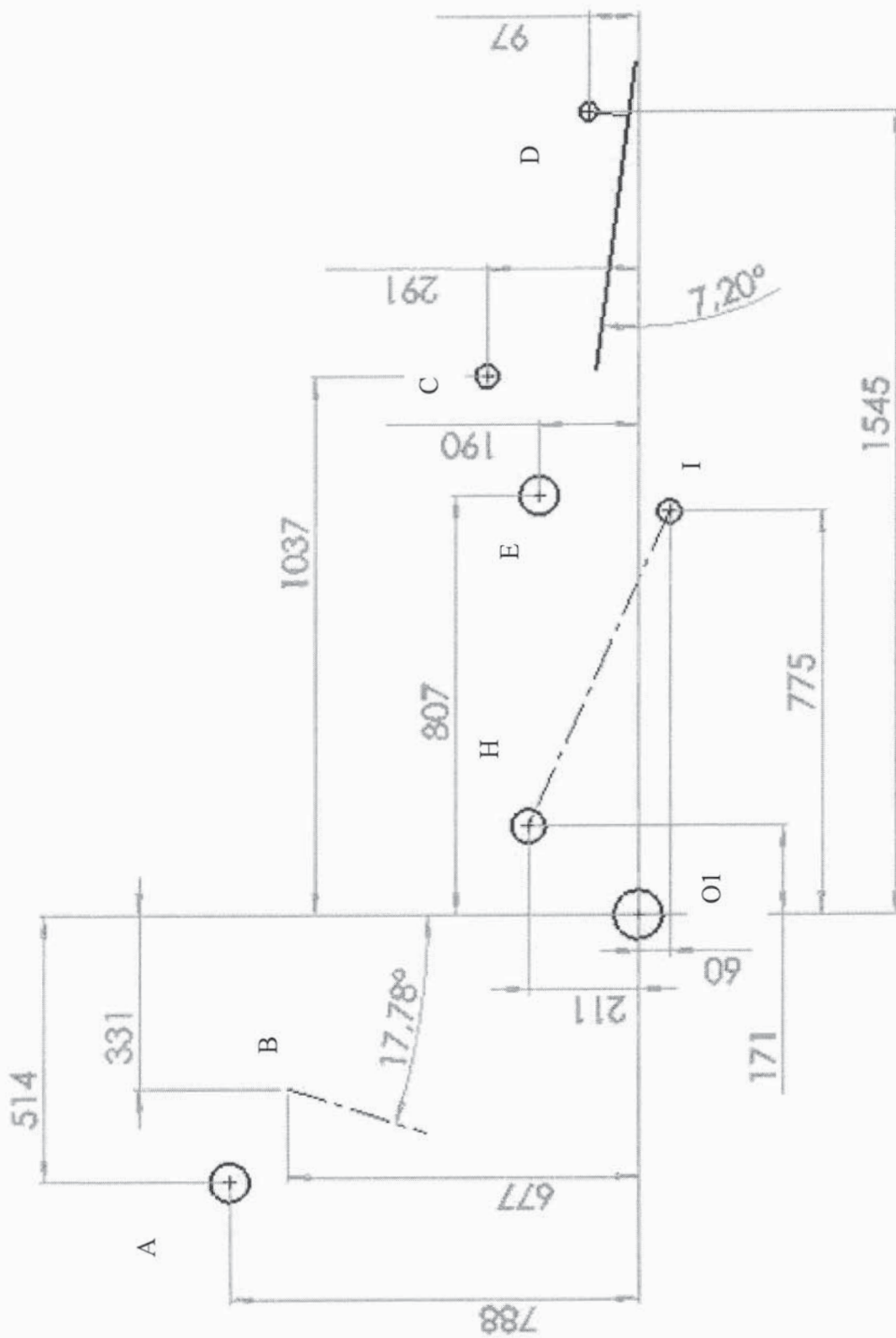
COUPE D-D
ECHELLE 1 : 5



COUPE A-A
ECHELLE 1 : 5



DT6



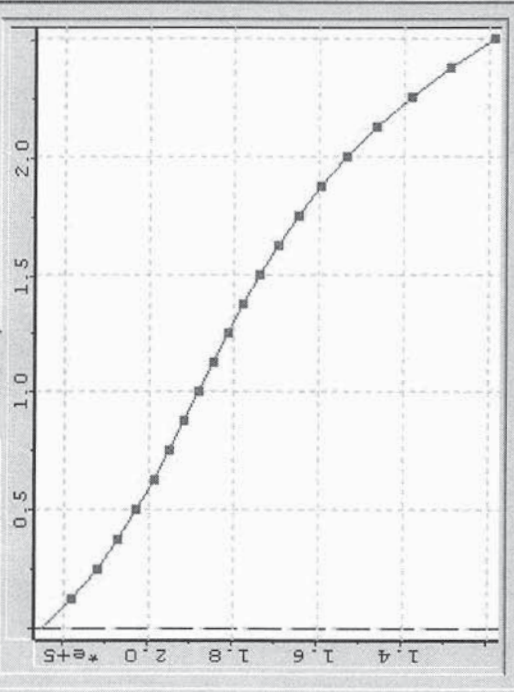
Effort extérieur: Vain inconnu dans le repère de base

Consultation de résultats

Temps(s)	Fx(N)	Fy(N)	Fz(N)	Norme(N)
0.000000				+2.25e+005
0.125000				+2.18e+005
0.250000				+2.12e+005
0.375000				+2.07e+005
0.500000				+2.03e+005
0.625000				+1.99e+005
0.750000				+1.95e+005
0.875000				+1.91e+005
1.000000				+1.88e+005
1.125000				+1.85e+005
1.250000				+1.81e+005
1.375000				+1.78e+005
1.500000				+1.74e+005
1.625000				+1.70e+005
1.750000				+1.65e+005
1.875000				+1.59e+005

Courbe
 Fx(N)
 Fy(N)
 Fz(N)
 Norme(N)

Fx(N) | Fy(N) | Fz(N) | Norme(N)



Synchroniser

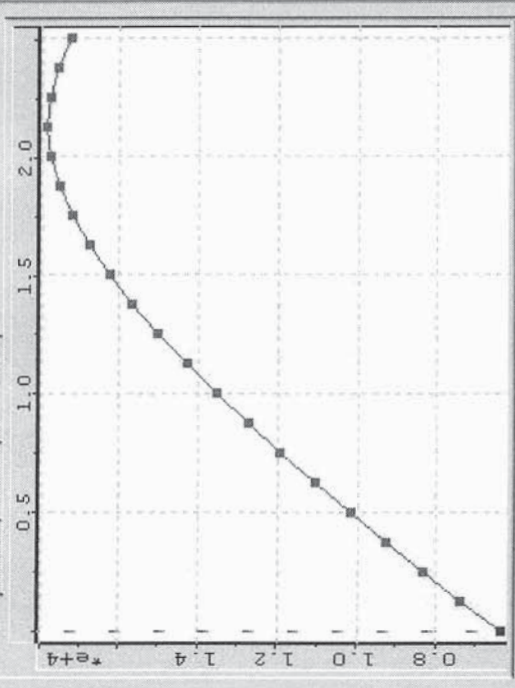
Effort de liaison Linéaire rectilignes dans le repère de bâti

Consultation de résultats

Temps(s)	Fx(N)
0.000000	+6.40e+003
0.125000	+7.39e+003
0.250000	+8.35e+003
0.375000	+8.28e+003
0.500000	+1.02e+004
0.625000	+1.11e+004
0.750000	+1.19e+004
0.875000	+1.28e+004
1.000000	+1.35e+004
1.125000	+1.43e+004
1.250000	+1.50e+004
1.375000	+1.57e+004
1.500000	+1.63e+004
1.625000	+1.68e+004
1.750000	+1.72e+004
1.875000	+1.75e+004

Courbe
 Fx(N)
 Fy(N)
 Fz(N)
 Norme(N)

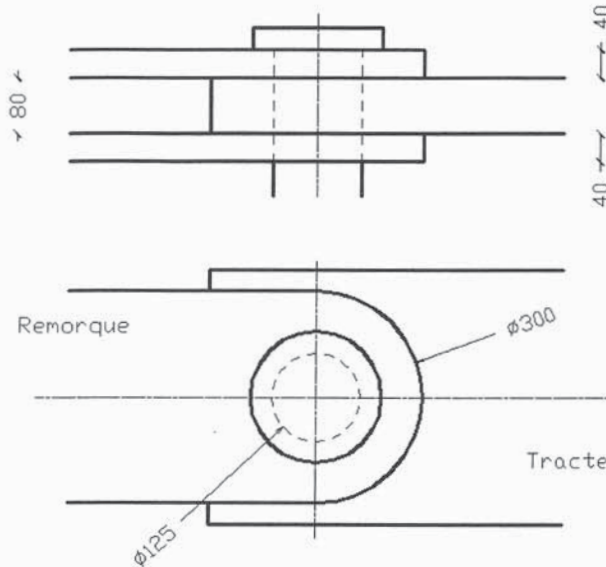
Fx(N) | Fy(N) | Fz(N) | Norme(N)



Synchroniser

DT8

DETERIORATION PAR MATAGE



Nous devons avoir :

$$\frac{4 \cdot F}{\pi d \cdot e} \leq p_{adm}$$

avec :

- d : diamètre du pion
- e : épaisseur de la pièce
- F : effort à transmettre
- $p_{adm} = 30 \text{ MPa}$

EXTRAIT DE LA NORME NF P 22-430

NOTATIONS

- A section nominale du boulon (de la tige lisse)
 A_S section résistante de la partie filetée
 N effort de traction relatif à l'état limite ultime (effort pondéré), exercé sur chaque boulon
 V_2 effort par boulon relatif à l'état limite ultime (effort pondéré), exercé sur l'assemblage
 m nombre de plans de cisaillement
 σ_{red} contrainte caractéristique servant de contrainte de vérification des boulons

RESISTANCE DES BOULONS

A la traction

On vérifie $1,25 \frac{N}{A_S} \leq \sigma_{red}$

Au cisaillement

Si aucune précaution spéciale n'est exigée pour l'exécution, on vérifie :

$$1,54 \frac{V_2}{m A_S} \leq \sigma_{red}$$

Effort incliné sur le plan de joint

Admettant par boulon, une composante normale N suivant l'axe du boulon et une composante V_2 dans le plan de joint, on vérifie :

$$1,25 \frac{N}{A_S} \leq \sigma_{red} \quad \text{et} \quad \frac{\sqrt{N^2 + 2,36 \left(\frac{V_2}{m} \right)^2}}{A_S} \leq \sigma_{red}$$

RESULTATS INFORMATIQUES LONGERON SUPERIEUR

Modélisation :

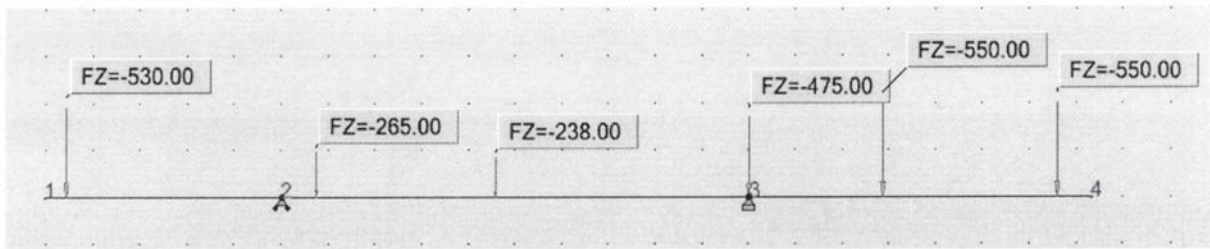


Diagramme de l'effort tranchant : (en daN)

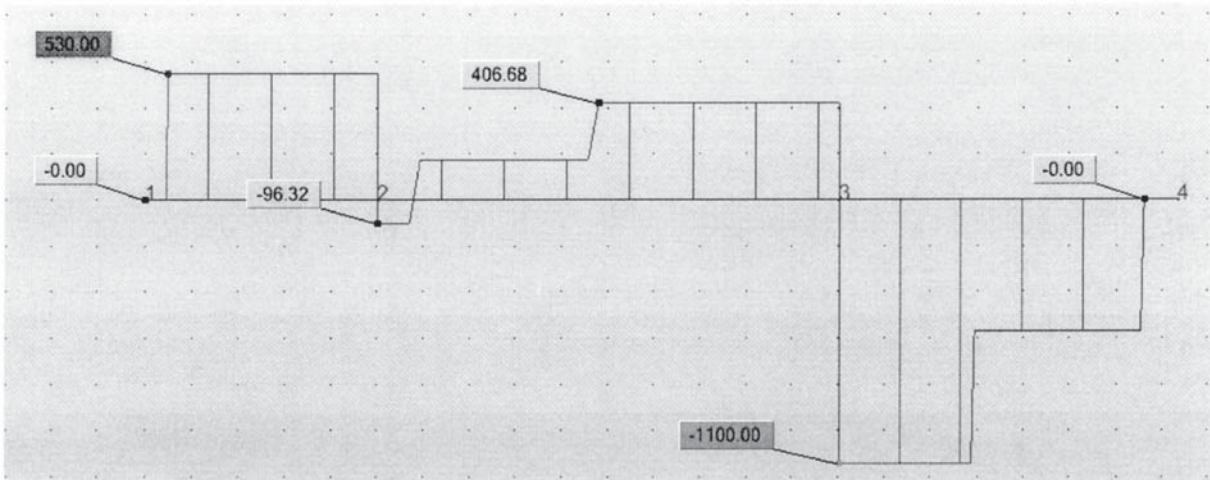
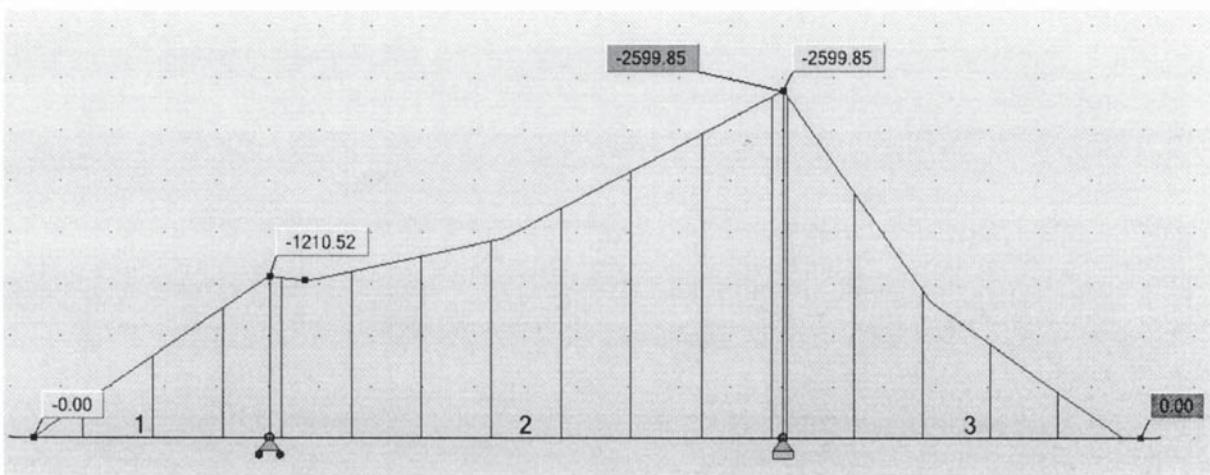


Diagramme du moment fléchissant : (en daN.m)



NE RIEN ÉCRIRE DANS CE CADRE

MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION NATIONALE

Académie : _____ Session : _____

Concours : _____

Spécialité/option : _____ Repère de l'épreuve : _____

Intitulé de l'épreuve : _____

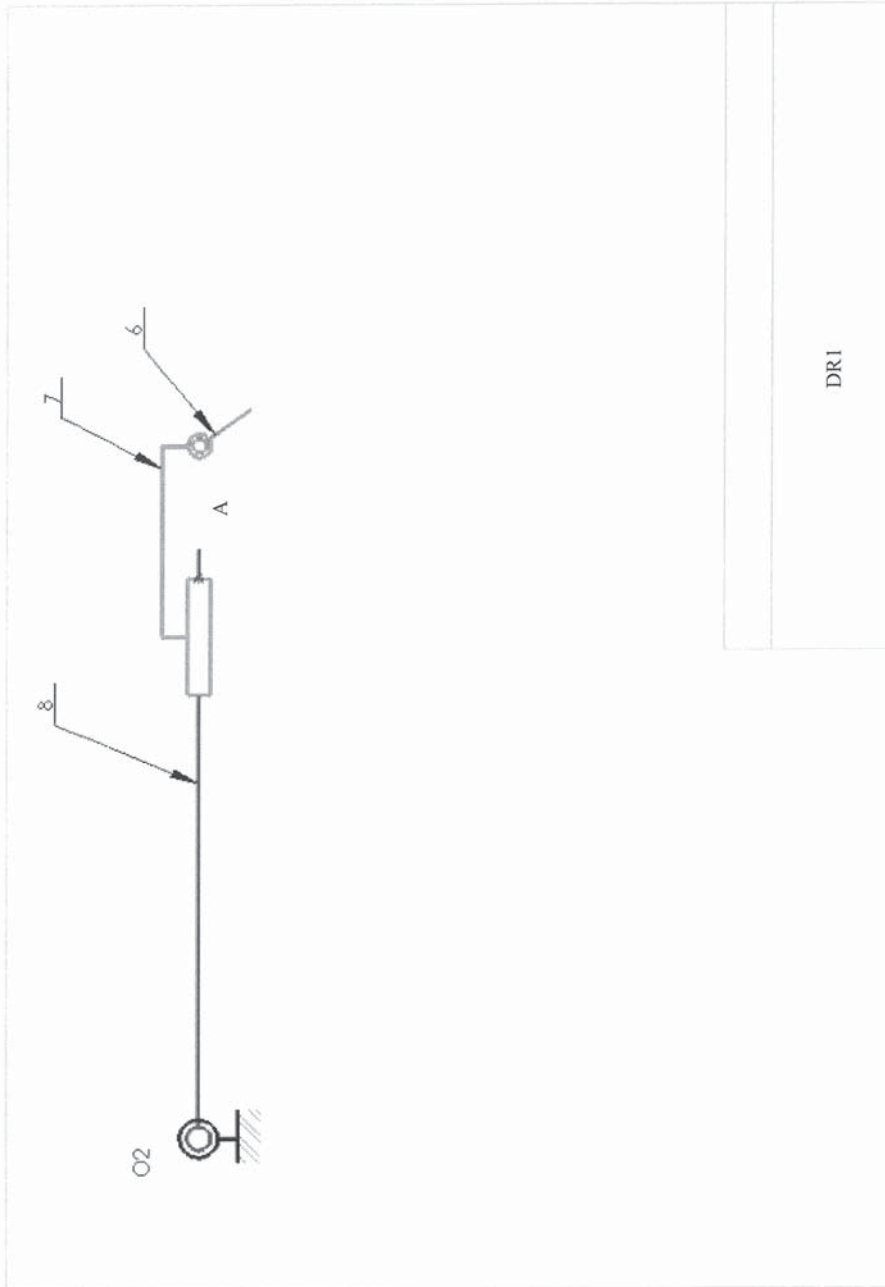
NOM : _____

(en majuscules, suivi s'il y a lieu, du nom d'épouse)

Prénoms : _____ N° du candidat

(le numéro est celui qui figure sur la convocation ou la liste d'appel)

EFE GIS 1



DR1

(D)

NE RIEN ÉCRIRE DANS CE CADRE

MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION NATIONALE

Académie : _____ Session : _____

Concours : _____

Spécialité/option : _____ Repère de l'épreuve : _____

Intitulé de l'épreuve : _____

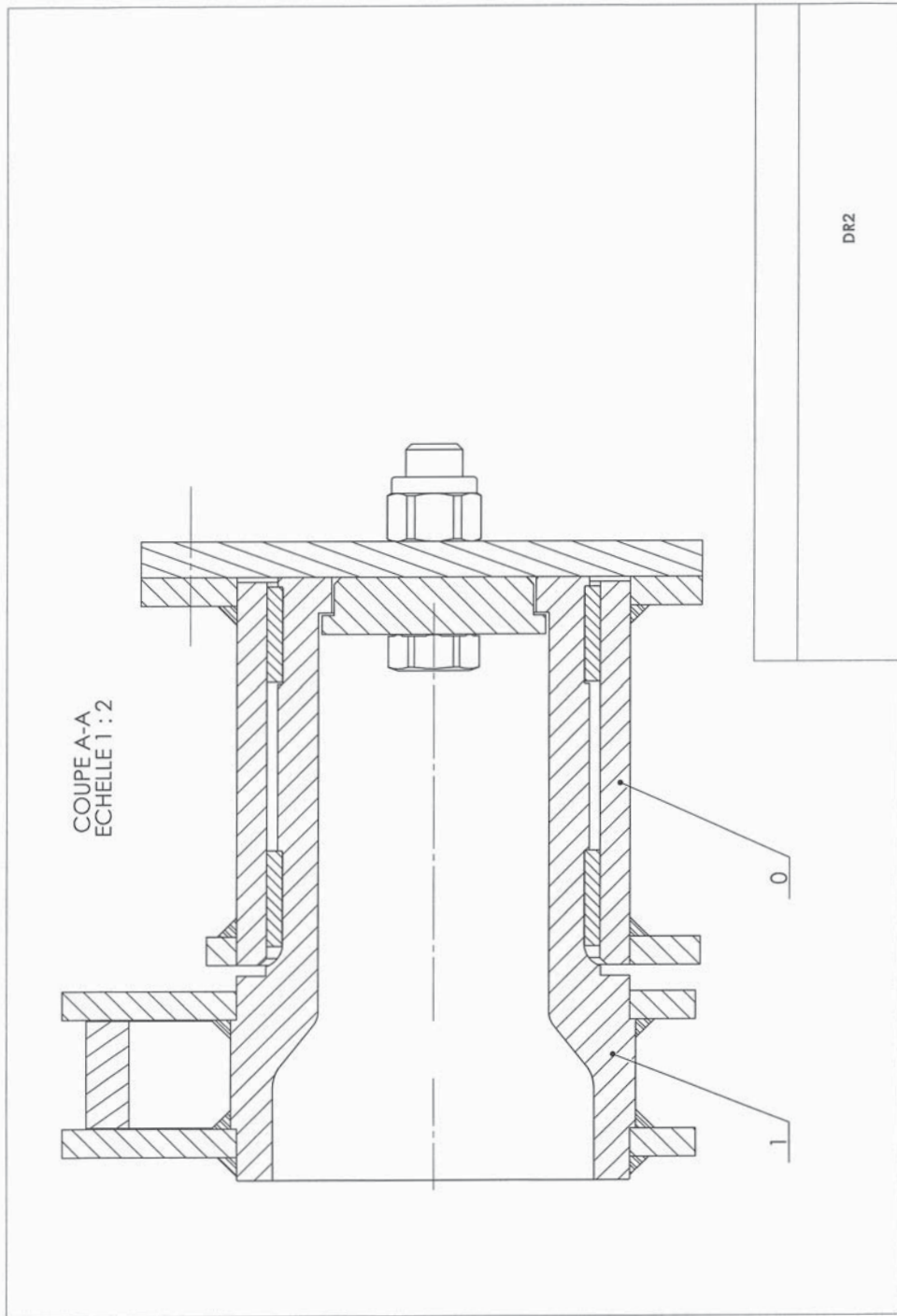
NOM : _____

(en majuscules, suivi s'il y a lieu, du nom d'épouse)

Prénoms : _____ N° du candidat

(le numéro est celui qui figure sur la convocation ou la liste d'appel)

EFE GIS 1



E

NE RIEN ÉCRIRE DANS CE CADRE

MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION NATIONALE

Académie : _____ Session : _____

Concours : _____

Spécialité/option : _____ Repère de l'épreuve : _____

Intitulé de l'épreuve : _____

NOM : _____

Prénoms : _____ N° du candidat

(le numéro est celui qui figure sur la convocation ou la liste d'appel)

EFE GIS 1

