

DOSSIER DOCUMENTS REPONSES

CORRIGE

Ce dossier comporte 10 documents numérotés de DR1 à DR10

- DR1 : Analyse et compréhension du système
- DR2 : Déplacement de la charge / calcul de l'énergie dépensée par l'utilisateur
- DR3 : Débattement des poignées du levier haut
- DR4 : Etude de l'équilibre des blocs S3G et S4
- DR5: Etude de l'équilibre du bloc S2
- DR6 : Choix de l'épaisseur du tube / perspective de la chape
- DR7 : Représentation de la nouvelle solution constructive

**Tous ces documents, même non remplis, sont à joindre à
la copie en fin d'épreuve**

Proposition de barème.

Chapitres	Points
A1- Etude de la fonction technique FT3 : soulever la charge	10
A2- Etude de la fonction technique FT1 : positionner le levier haut en position "Tirage nuque" ou "Développé épaule"	4
B1- Vérification du critère d'énergie dépensée par l'utilisateur	20
B2- Vérification du critère de débattement des poignées du levier haut	8
C1- Détermination de l'effort maximal exercé par l'utilisateur sur le levier	16
C2 - Choix de l'épaisseur du tube	6
D1- Analyse et critique du système actuel de réglage de tension du câble	2
D2- Représentation de la nouvelle solution constructive	14
Total	80

A - Analyse et compréhension du système

Question A.1.1 (réponse sur DR1)

Question A.1.2 (réponse sur DR1)

Question A.1.3

LS3G/S4: liaison pivot d'axe Bz

Question A.1.4

- Emboîtement cylindrique long de type (-4) du croisillon 3G sur la biellette courte 4 réalisé par l'intermédiaire des deux coussinets 24.
- Arrêt en translation de type (-1) du croisillon 3G réalisé par la rondelle 27 (surface plane considérée comme un petit épaulement).

Question A.1.5

LS3D/S5: liaison pivot glissant d'axe (C', FC')

Question A.1.6

Emboîtement cylindrique long de type (-4) du croisillon 3D sur la biellette longue 5 réalisé sur deux coussinets 24.

Question A.1.7 (réponse sur DR1)

Question A.1.8 (réponse sur DR1)

Question A.2.1

- Emboîtement cylindrique long de type (-4) de 2 et 10 sur 18 par l'intermédiaire des coussinets 19.
- Arrêt en translation (-1) de 2 et 10 par l'intermédiaire du bâti 1.
- Arrêt en rotation (-1) entre 2 et 10 par l'intermédiaire de l'axe de l'indexeur 14.

Question A.2.2

1. Tirer sans la relâcher, sur la poignée de l'indexeur 13 au maximum de sa course.
2. Pivoter le levier haut 2 dans le sens horaire de façon à aligner l'axe d'indexeur 13 avec l'orifice I5 réalisé sur le basculeur 10.
3. Relâcher délicatement la poignée de l'indexeur 13.

Question A.2.3

Les perçages I2, I3, I4, permettent d'adapter la position de travail du levier haut à la taille des bras de l'utilisateur. (Calage angulaire).

B - Validation des performances énergétique et ergonomique du système

1- Vérification du critère d'énergie dépensée par l'utilisateur

Question B.1.1-1

Mouvement 6 / 1 : Rotation d'axe Dz

Question B.1.1-2 (Tracé sur DR2)

$T_{G \in 6/1}$: Arc de cercle de centre D et de rayon DG

Question B.1.1-3 (Tracé sur DR2)

Question B.1.1-4

Direction $\vec{V}_{G \in 7/1}$: \perp LG

Question B.1.1-5 (Tracé sur DR3)

Question B.1.1-6 (Réponse sur DR3)

Question B.1.1-7

$\vec{V}_{N \in 9/1} = \vec{V}_{N \in 7/1}$ car, par hypothèse, N est un point coïncident entre 9 et 7

Question B.1.1-8 (Réponse sur DR3)

Question B.1.1-9

$\Delta(Ch) = 2 \times GG' = 2 \times 228 = 456 \text{ mm}$

Question B.1.1-10

Energie dépensée par l'utilisateur en "Tirage nuque", pour une répétition :

$W = m \times g \times h = 50 \times 10 \times (456 \times 10^{-3}) \times 2 = 456 \text{ Joules}$

Question B.1.1-11

La valeur de l'énergie dépensée par l'utilisateur en "Tirage nuque" (456 Joules), est supérieure à l'énergie minimale déclarée dans le cahier des charges (450 Joules). Donc le cahier des charges est validé.

Question B.1.2-1

Energie dépensée par l'utilisateur en " Développé épaule " :

$W = m \times g \times h = 50 \times 10 \times (322 \times 10^{-3}) \times 2 = 322 \text{ Joules}$

Question B.1.2-2

La valeur de l'énergie dépensée par l'utilisateur en " Développé épaule " est inférieure à celle dépensée par l'utilisateur en car le débattement du levier 6 est moins important qu'en "Tirage nuque".

Question B.1.3-1 (Réponse sur DR3)

- Energie dépensée par l'utilisateur en "Tirage nuque", pour (6x10) répétitions :
 $W = 456 \times 6 \times 10 = 27360 \text{ Joules}$
- Energie dépensée par l'utilisateur en " Développé épaule ", pour (6x10) répétitions :
 $W = 322 \times 6 \times 10 = 19320 \text{ Joules}$

- Valeur de l'énergie totale dépensée par l'utilisateur pour une séance type.:
 $W_{\text{totale}} = 27360 + 19320 + 18540 + 34200 = 99420 \text{ Joules}$

Question B.1.3-2

Nombre de calories dépensées par l'utilisateur pour une séance type :
 $N_{\text{cal}} = 99420 / 4,18 = 23784 \text{ Cal} = 23,784 \text{ Kcal}$

Question B.1.3-3

Volume qu'il peut boire, pour récupérer l'énergie qu'il vient de dépenser :
 $V = 100 \times 23.784 / 40 = 59,46 \text{ ml}$

2- Vérification du critère de débattement des poignées du levier haut

Question B.2.1 (Réponse sur DR2)

$T_{E \in 6/1}$: Arc de cercle de centre D et de rayon DE

Question B.2.2

Mouvement S2 / 1 : Rotation d'axe Az

Question B.2.3 (Réponse sur DR2)

- $T_{B \in S2/1}$: Arc de cercle de centre A et de rayon AB
- $T_{M \in S2/1}$: Arc de cercle de centre A et de rayon AM

Question B.2.4 (Réponse sur DR2)

Question B.2.5 (Réponse sur DR2)

Question B.2.6

La valeur du déplacement des poignées (677 mm) est supérieure au déplacement minimal déclaré dans le cahier des charges (650 mm). Donc le cahier des charges est validé.

C - Dimensionnement du levier haut

1- Détermination de l'effort maximal exercé par l'utilisateur sur le levier

Étude de l'équilibre des blocs (S3G et S4)

Question C.1.1 (*tracé sur DR4*)

L'ensemble (S3G et S4) est soumis à l'action de 2 glisseurs : $\overrightarrow{B_{S2 \rightarrow S3G}}$ et $\overrightarrow{E_{S6 \rightarrow S4}}$

PFS:

Théorème de la résultante: $\overrightarrow{B_{S2 \rightarrow S3G}} + \overrightarrow{E_{S6 \rightarrow S4}} = \vec{0}$

Théorème du moment résultant: $M_{B \ S2 \rightarrow S3G} + M_{B \ S6 \rightarrow S4} = 0$

L'ensemble (S3G et S4) est en équilibre sous l'action de 2 glisseurs. Les résultantes $\overrightarrow{B_{S2 \rightarrow S3G}}$ et $\overrightarrow{E_{S6 \rightarrow S4}}$ sont directement opposées et portées par la droite BE.

Étude de l'équilibre de S6 (*tracé sur DR4*)

Question C.1.2

S6 est soumis à l'action de 3 glisseurs : $\overrightarrow{G_{S7 \rightarrow S6}}$, $\overrightarrow{E_{S4 \rightarrow S6}}$ et $\overrightarrow{D_{S1 \rightarrow S6}}$

PFS:

Théorème de la résultante: $\overrightarrow{G_{S7 \rightarrow S6}} + \overrightarrow{E_{S4 \rightarrow S6}} + \overrightarrow{D_{S1 \rightarrow S6}} = \vec{0}$

Théorème du moment résultant: $M_{D \ S7 \rightarrow S6} + M_{D \ S4 \rightarrow S6} + M_{D \ S1 \rightarrow S6} = 0$

S6 est en équilibre sous l'action de 3 glisseurs coplanaires et concourants en un même point k.

Le tracé du dynamique donne les normes suivantes

$$\|\overrightarrow{E_{S4 \rightarrow S6}}\| = 1240 \text{ N} \qquad \|\overrightarrow{D_{S1 \rightarrow S6}}\| = 280 \text{ N}$$

Question C.1.3

D'après la question C.1.1: $\overrightarrow{B_{S2 \rightarrow S3G}} = - \overrightarrow{E_{S6 \rightarrow S4}} = \overrightarrow{E_{S4 \rightarrow S6}}$ (principe des actions mutuelles)

$$\|\overrightarrow{B_{S2 \rightarrow S3G}}\| = 1240 \text{ N}$$

Étude de l'équilibre de S2

Question C.1.4 (*tracé sur DR5*)

Question C.1.5 (*tracé sur DR5*)

Question C.1.6 (*tracé sur DR5*)

PFS : Théorème de la résultante: $\overrightarrow{B_{S3G \rightarrow S2}} + \overrightarrow{A_{S1 \rightarrow S2}} + \overrightarrow{M_{main \rightarrow S2}} = \vec{0}$

Théorème du moment résultant: $M_{A S3G \rightarrow S2} + M_{A S1 \rightarrow S2} + M_{A main \rightarrow S2} = \vec{0}$

En projection / axe z on obtient en utilisant les "bras de leviers".

$$||\overrightarrow{B_{S3G \rightarrow S2}}|| \cdot b - ||\overrightarrow{M_{main \rightarrow S2}}|| \cdot a = 0$$

$$||\overrightarrow{B_{S3G \rightarrow S2}}|| \cdot 148 - ||\overrightarrow{M_{main \rightarrow S2}}|| \cdot 490 = 0$$

$$1245 \cdot 148 - ||\overrightarrow{M_{main \rightarrow S2}}|| \cdot 490 = 0$$

$$||\overrightarrow{M_{main \rightarrow S2}}|| = 376 \text{ N}$$

Question C.1.7

Mode "Tirage nuque, $\alpha = 0^\circ$, indexeur en position I2" $||\overrightarrow{M_{main \rightarrow S2}}|| = 375 \text{ N}$

Question C.1.8

On retrouve sensiblement le résultat de l'étude statique précédente.

Question C.1.9

Mode "Tirage nuque" : $||\overrightarrow{M_{main \rightarrow S2}}|| \text{ maxi} = 650 \text{ N}$

Mode "Développé épaule": $||\overrightarrow{M_{main \rightarrow S2}}|| \text{ maxi} = 625 \text{ N}$

Question C.1.10

Le mode le plus contraignant est le mode "Tirage nuque"

$$||\overrightarrow{M_{main \rightarrow S2}}|| \text{ maxi} = 650 \text{ N}$$

2 - Choix de l'épaisseur du tube

Question C.2.1

Famille: acier. Résistance élastique $R_e = 235 \text{ Mpa}$

Question C.2.2 (*réponse sur DR6*)

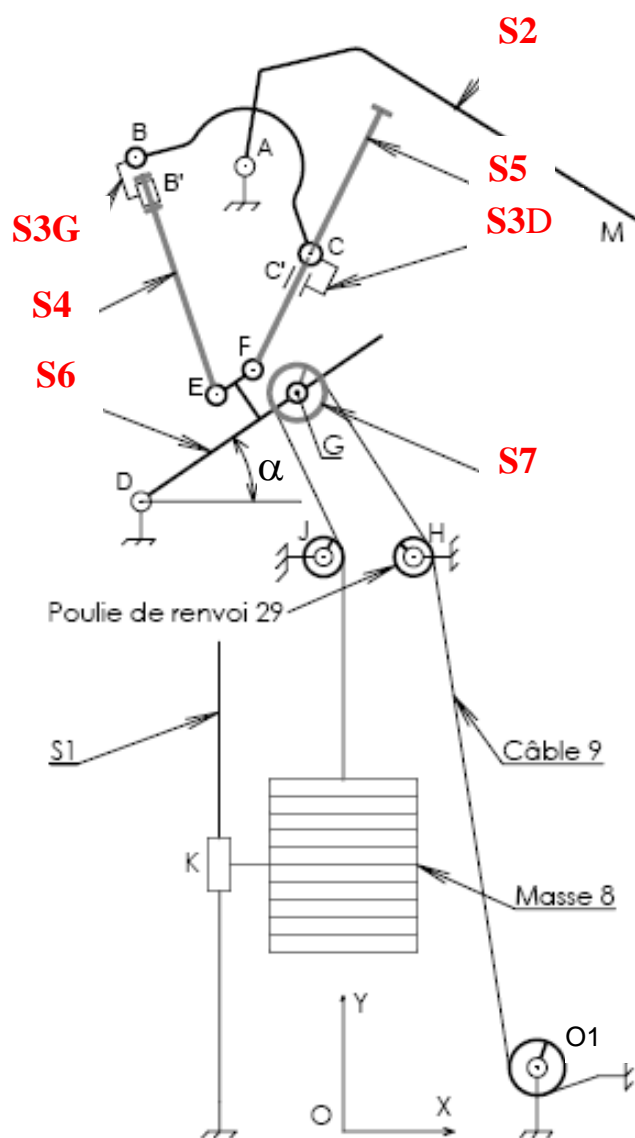
Question C.2.3 (*réponse sur DR6*)

Question C.2.4 $\sigma_{\max} < R_e / s < 235 / 2 = 117.5 \text{ Mpa} \rightarrow \text{choix du tube d'épaisseur } 2.2 \text{ mm}$

A - Analyse et compréhension du système

Question A.1.1 :

Schéma cinématique en mode "Tirage nuque" en position intermédiaire $\alpha=35^\circ$, indexeur en position I1.



Question A.1.2 : Composition des blocs

S1 = {1, 18, 20, 21, 22, 25, 28, 40, 33, 34}

S2 = {2, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 19, 25}

S3G ou S3D = { 3, 20, 21, 23, 24}

S4 = {4, 26, 27, 28}

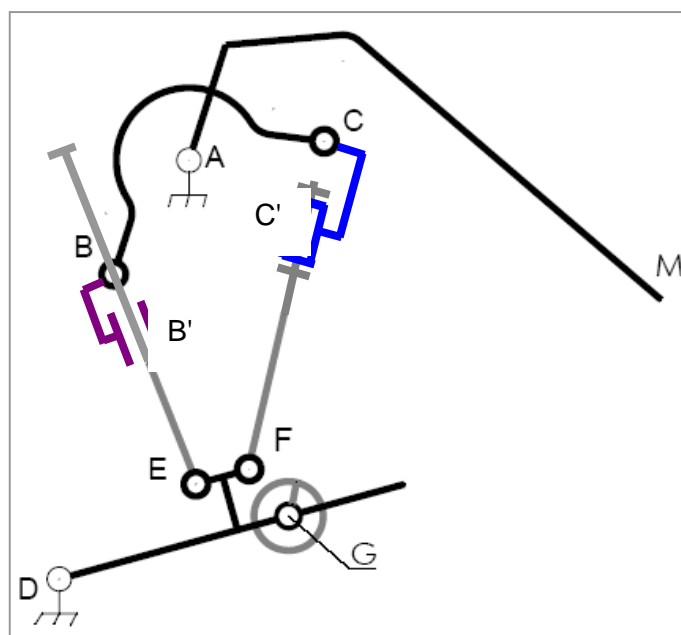
S5 = {5, 26, 27, 28}

S6 = {6, 30, 39, 34, 35, 36, 37, 38, 41}

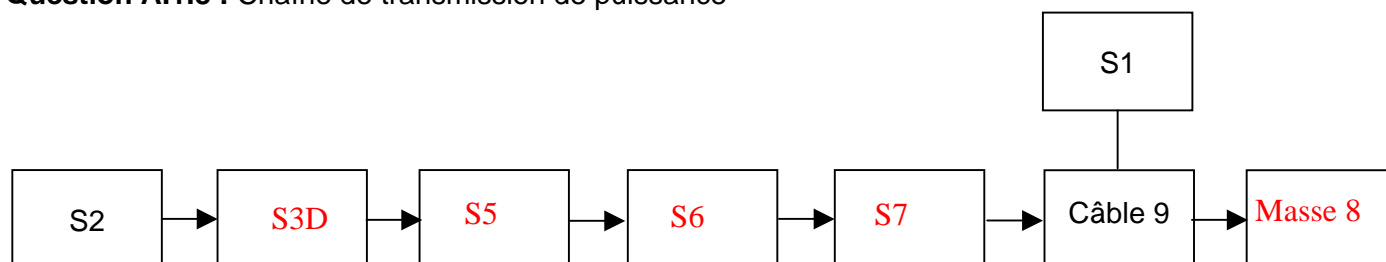
S7 = {7}

Question A.1.7 :

Schéma cinématique en mode "Développé épaule" en position intermédiaire $\alpha=15^\circ$, indexeur en position I5.



Question A.1.8 : Chaîne de transmission de puissance



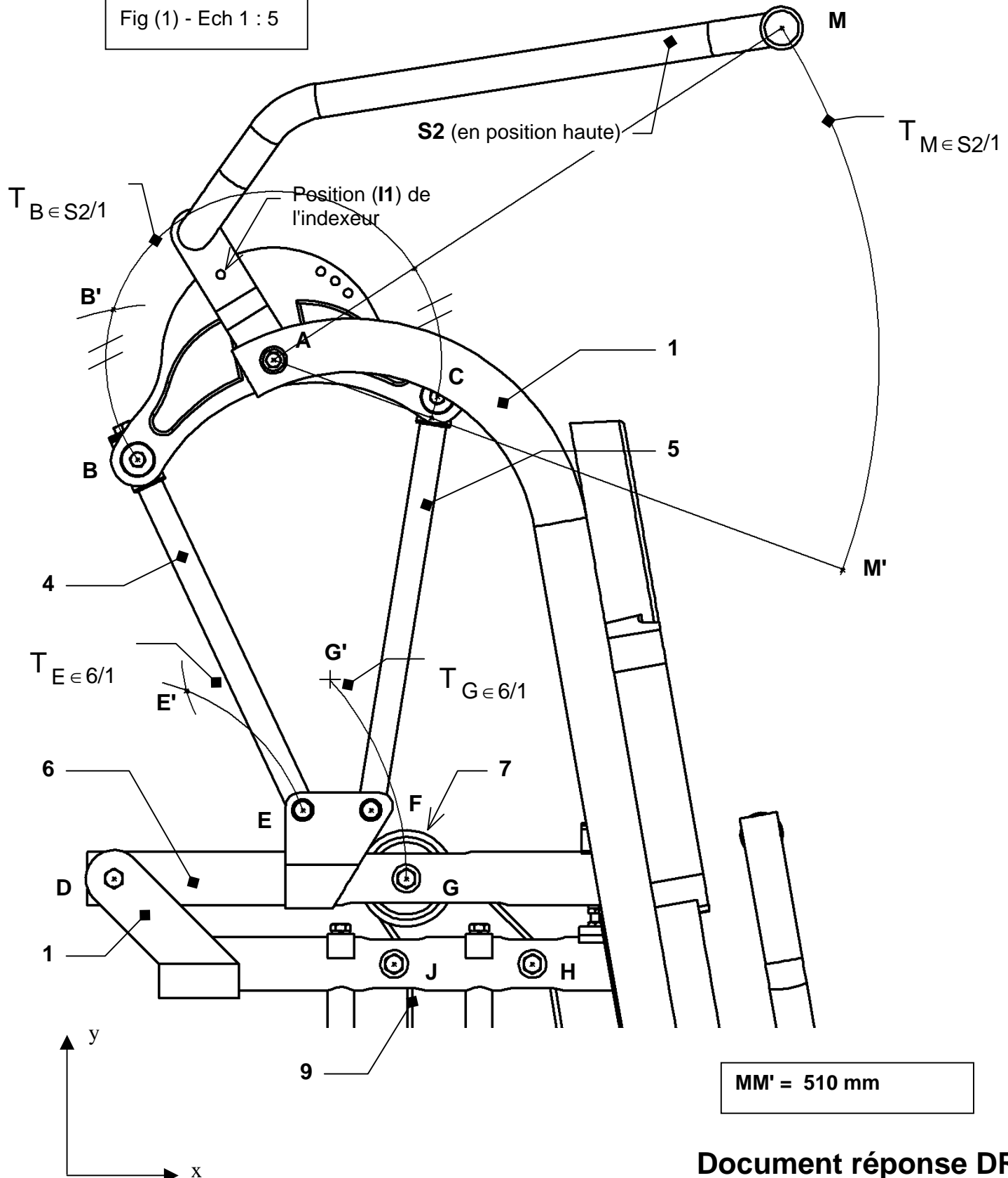
B - Validation des performances énergétique et ergonomique du système

Questions B.1.1-2, B.1.1-3 : Trajectoire du **point G** et position du **point G'** .

Questions B.2.1 à B.2.5 : Débattement des poignées du levier haut (position du **point M'**) .

Le **levier haut 2** est représenté dans le mode "Tirage nuque" en position (**I1**) de l'indexeur.

Fig (1) - Ech 1 : 5



B - Validation des performances énergétique et ergonomique du système

Relation entre le déplacement du point G et le déplacement de la charge :

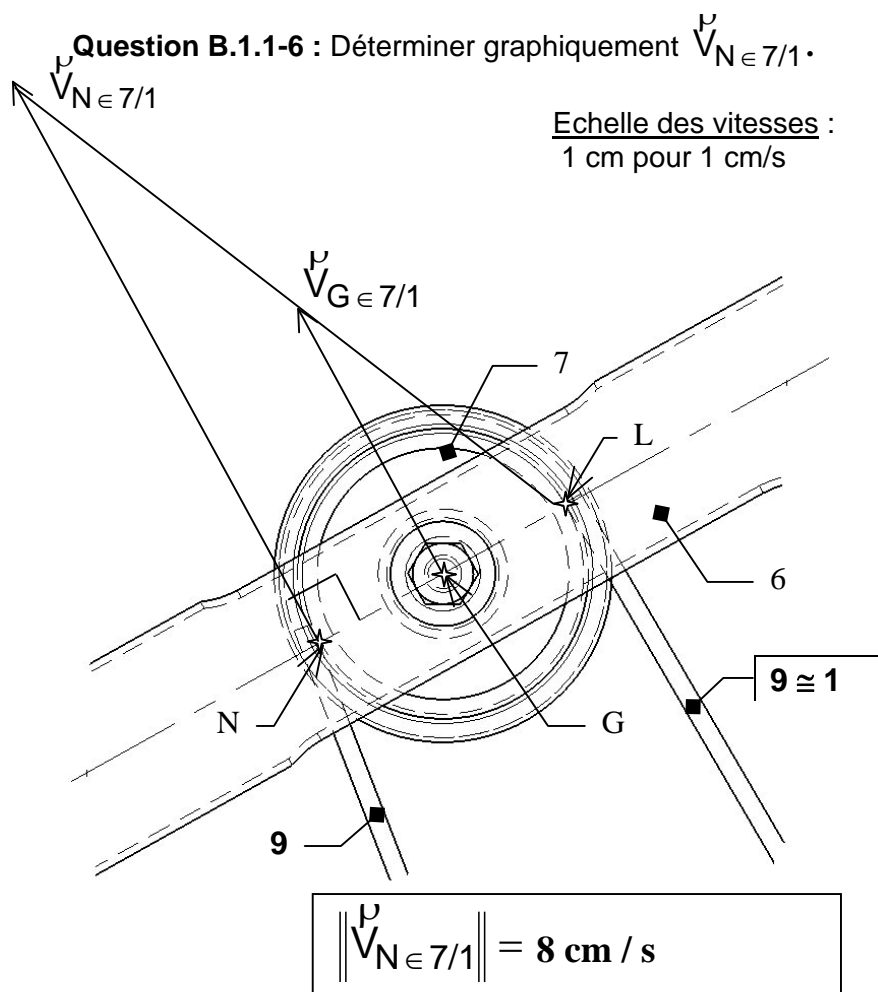


Tableau (3) : Relation existant entre les vitesses des points **G** et **N** de 7/1

$\vec{V}_{N \in 7/1} = \vec{V}_{G \in 7/1}$
$\vec{V}_{N \in 7/1} = 2 \times \vec{V}_{G \in 7/1}$
$\vec{V}_{N \in 7/1} = 3 \times \vec{V}_{G \in 7/1}$

Question B.1.2-1 : (pour consultation)





Tableau (1) des déplacements de la charge

Modes	Déplacement (ΔCh) de la charge (en mm)
Tirage nuque	456
Développé épaule	322
Peck-Deck	309
Leg	570

Evaluation de l'énergie dépensée par l'utilisateur en "Développé épaule":

Question B.1.3-1 Valeur de l'énergie dépensée par l'utilisateur pour une séance type.

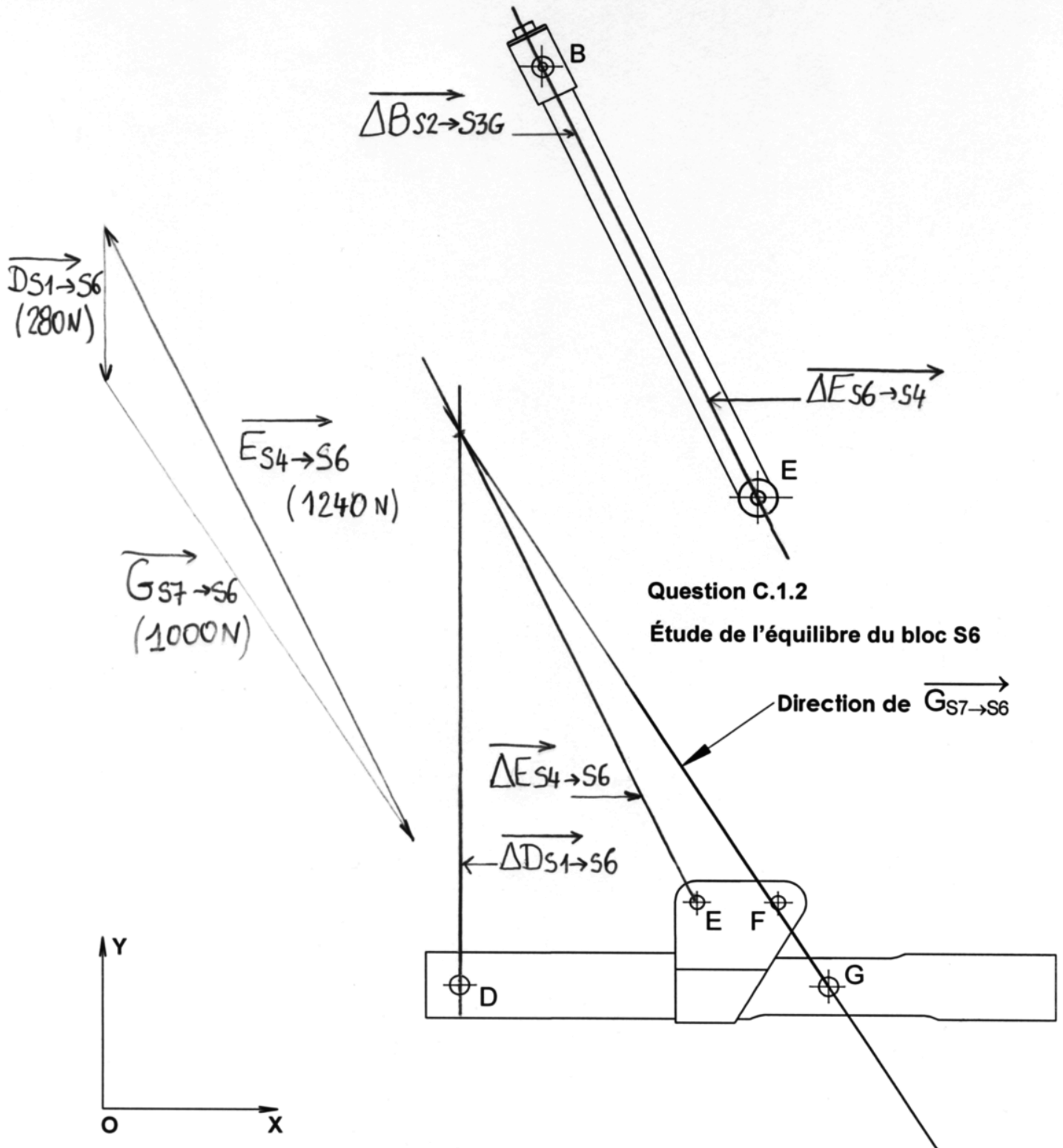
Tableau (2) des énergies

SEANCE Charge : 50 kg Exercice	6 séries de 10 répétitions Tirage nuque	6 séries de 10 répétitions Développé épaule	6 séries de 10 répétitions Développé assis	6 séries de 10 répétitions Extension des jambes
				
Déplacement de la charge (en m)	0.456	0.322	0.309	0.570
Energie dépensée (en Joules)	27360	19320	18540	34200

1- Détermination de l'effort maximal de l'utilisateur sur le levier

Question C.1.1

Etude de l'équilibre des blocs (S3G et S4)



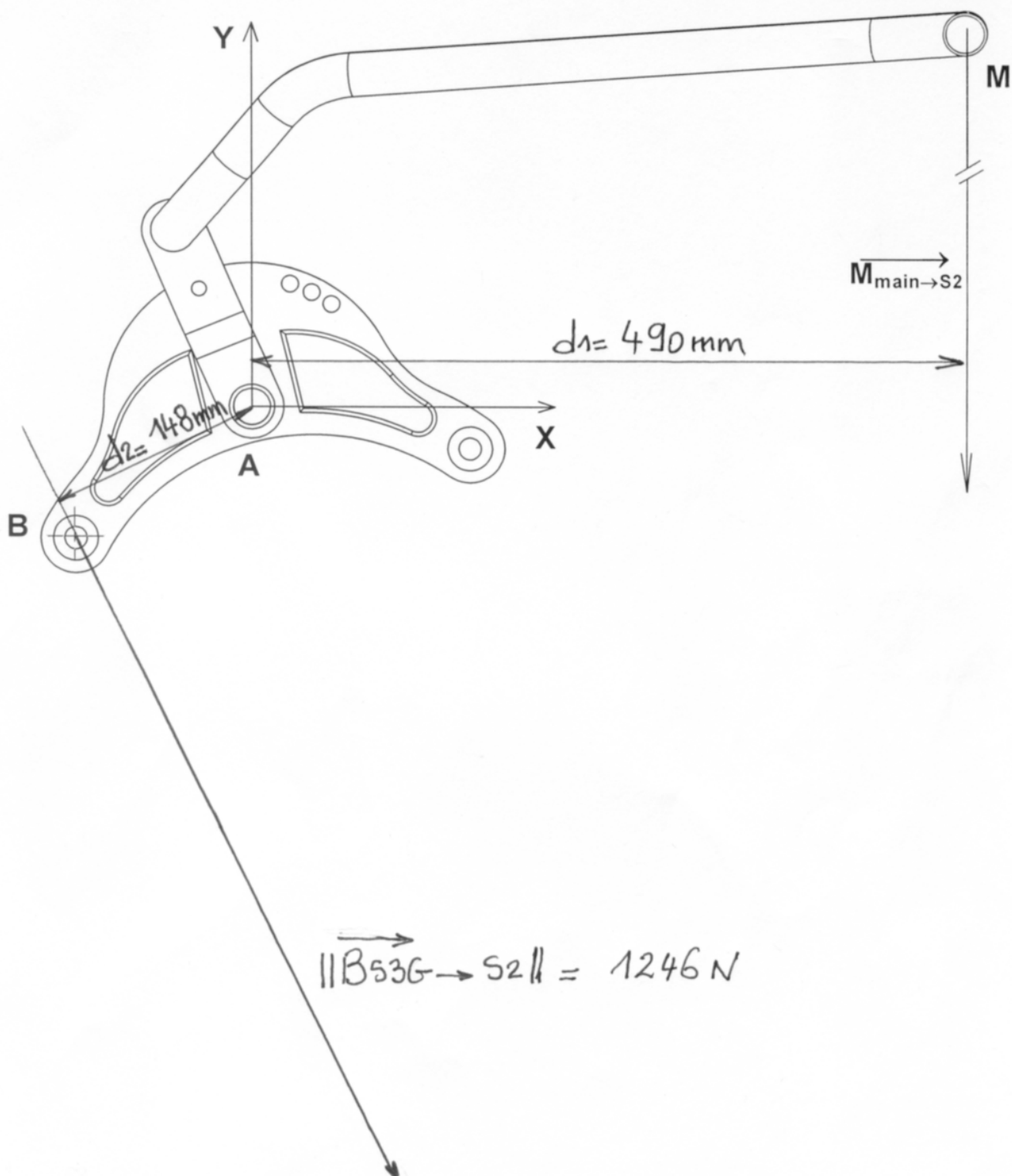
Echelle de représentation 1:4

Echelle des forces : 1mm pour 10 N

C - Dimensionnement du levier haut

Questions C.1.4 et C.1.5

Etude de l'équilibre du bloc S2



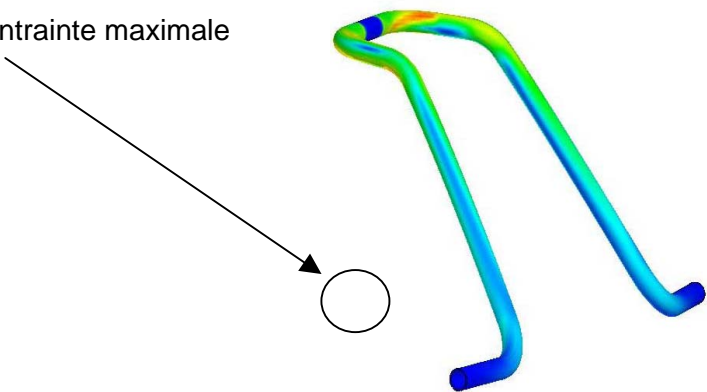
Echelle de représentation 1: 4

Echelle des forces : 1mm pour 10 N

Document réponse DR5

C - Dimensionnement du levier haut

Question C.2.2 : Zone de contrainte maximale



Question C.2.3 : Valeur de la contrainte

	Tube acier D _{extérieur} = 32 mm			
Epaisseur	Ep 1.5	Ep 2	Ep2.2	Ep2.5
Etat de Contrainte dans le levier en Mpa				
$ \sigma_{\text{maxi}} $ en Mpa	216,6	136,1	112.9	95.7

D - Modification du système de tension du câble

Question D.3 : Perspective de la chape

