

# 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

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

#### 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.:  
 $W_{\text{totale}} = 27360 + 19320 + 18540 + 34200 = 99420$  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 :  $\vec{B}_{S2 \rightarrow S3G}$  et  $\vec{E}_{S6 \rightarrow S4}$

**PFS:**

Théorème de la résultante:  $\vec{B}_{S2 \rightarrow S3G} + \vec{E}_{S6 \rightarrow S4} = \vec{0}$

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

L'ensemble (S3G et S4) est en équilibre sous l'action de 2 glisseurs. Les résultantes  $\vec{B}_{S2 \rightarrow S3G}$  et  $\vec{E}_{S6 \rightarrow S4}$  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 :  $\vec{G}_{S7 \rightarrow S6}$ ,  $\vec{E}_{S4 \rightarrow S6}$  et  $\vec{D}_{S1 \rightarrow S6}$

**PFS:**

Théorème de la résultante:  $\vec{G}_{S7 \rightarrow S6} + \vec{E}_{S4 \rightarrow S6} + \vec{D}_{S1 \rightarrow S6} = \vec{0}$

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

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

$$\|\vec{E}_{S4 \rightarrow S6}\| = 1240 \text{ N}$$

$$\|\vec{D}_{S1 \rightarrow S6}\| = 280 \text{ N}$$

##### Question C.1.3

D'après la question C.1.1:  $\vec{B}_{S2 \rightarrow S3G} = -\vec{E}_{S6 \rightarrow S4} = \vec{E}_{S4 \rightarrow S6}$  (principe des actions mutuelles)

$$\|\vec{B}_{S2 \rightarrow S3G}\| = 1240 \text{ N}$$

## 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:  $\vec{B}_{S3G \rightarrow S2} + \vec{A}_{S1 \rightarrow S2} + \vec{M}_{main \rightarrow S2} = \vec{0}$

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".

$$||\vec{B}_{S3G \rightarrow S2}|| \cdot b - ||\vec{M}_{main \rightarrow S2}|| \cdot a = 0$$

$$||\vec{B}_{S3G \rightarrow S2}|| \cdot 148 - ||\vec{M}_{main \rightarrow S2}|| \cdot 490 = 0$$

$$1245 \cdot 148 - ||\vec{M}_{main \rightarrow S2}|| \cdot 490 = 0$$

$$||\vec{M}_{main \rightarrow S2}|| = 376 \text{ N}$$

**Question C.1.7**

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

**Question C.1.8**

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

**Question C.1.9**

Mode "Tirage nuque" :  $||\vec{M}_{main \rightarrow S2}|| \text{ maxi} = 650 \text{ N}$

Mode "Développé épaule":  $||\vec{M}_{main \rightarrow S2}|| \text{ maxi} = 625 \text{ N}$

**Question C.1.10**

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

$||\vec{M}_{main \rightarrow S2}|| \text{ maxi} = 650 \text{ N}$

## **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*)

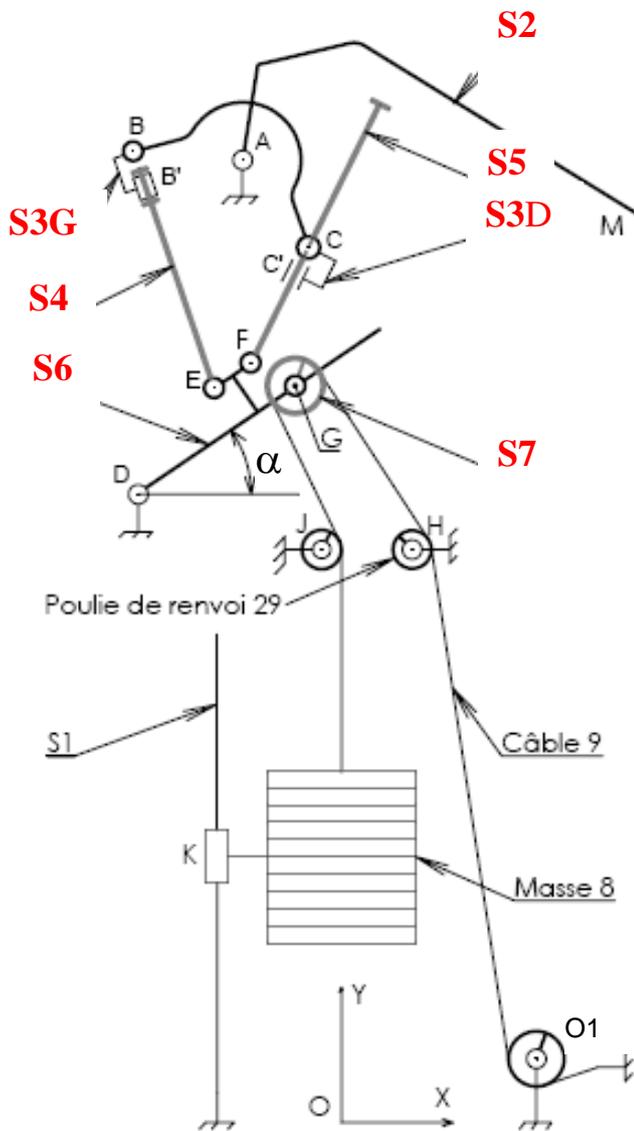
**Question C.2.3** (*réponse sur DR6*)

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

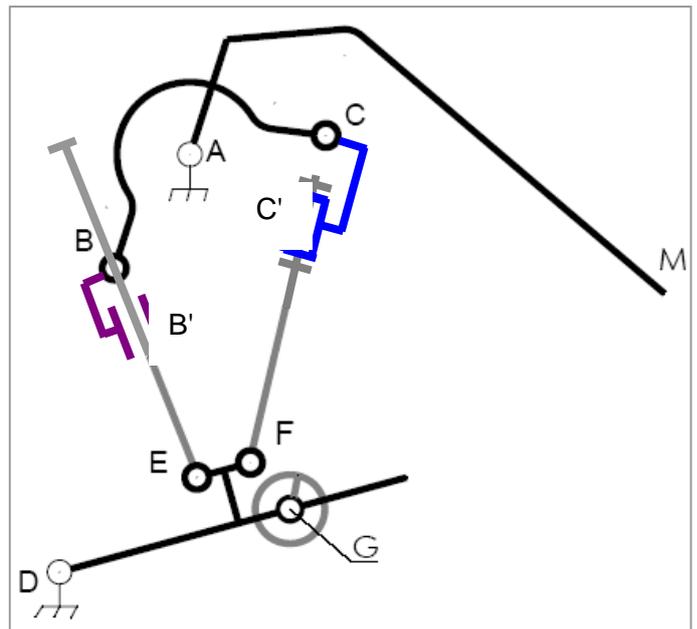


## Question A.1.2 : Composition des blocs

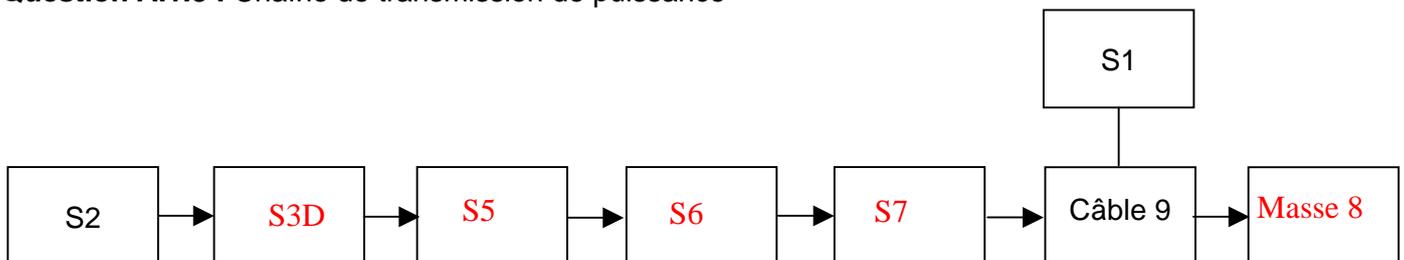
$S1 = \{1, 18, 20, 21, 22, 25, 28, 40, 33, 34\}$
$S2 = \{2, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 19, 25\}$
$S3G \text{ ou } S3D = \{3, 20, 21, 23, 24\}$
$S4 = \{4, 26, 27, 28\}$
$S5 = \{5, 26, 27, 28\}$
$S6 = \{6, 30, 39, 34, 35, 36, 37, 38, 41\}$
$S7 = \{7\}$

## Question A.1.7 :

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



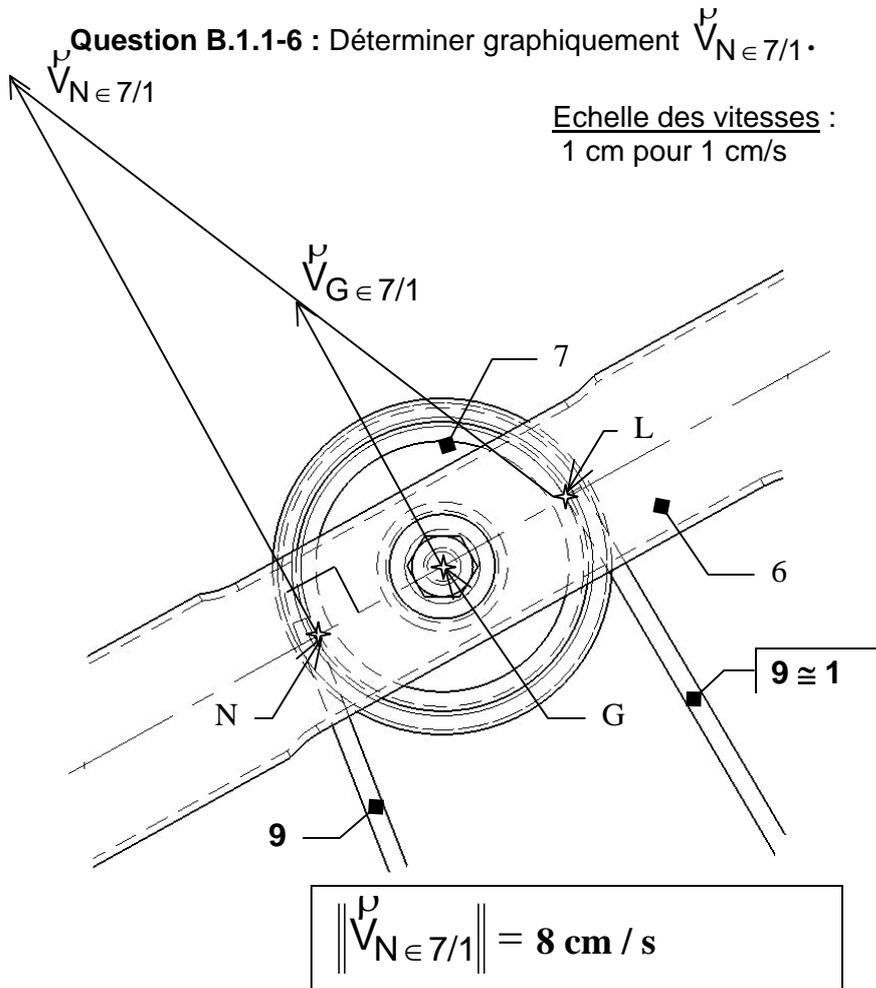
## Question A.1.8 : Chaîne de transmission de puissance





## B - Validation des performances énergétique et ergonomique du système

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 ( $\Delta Ch$ ) 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**

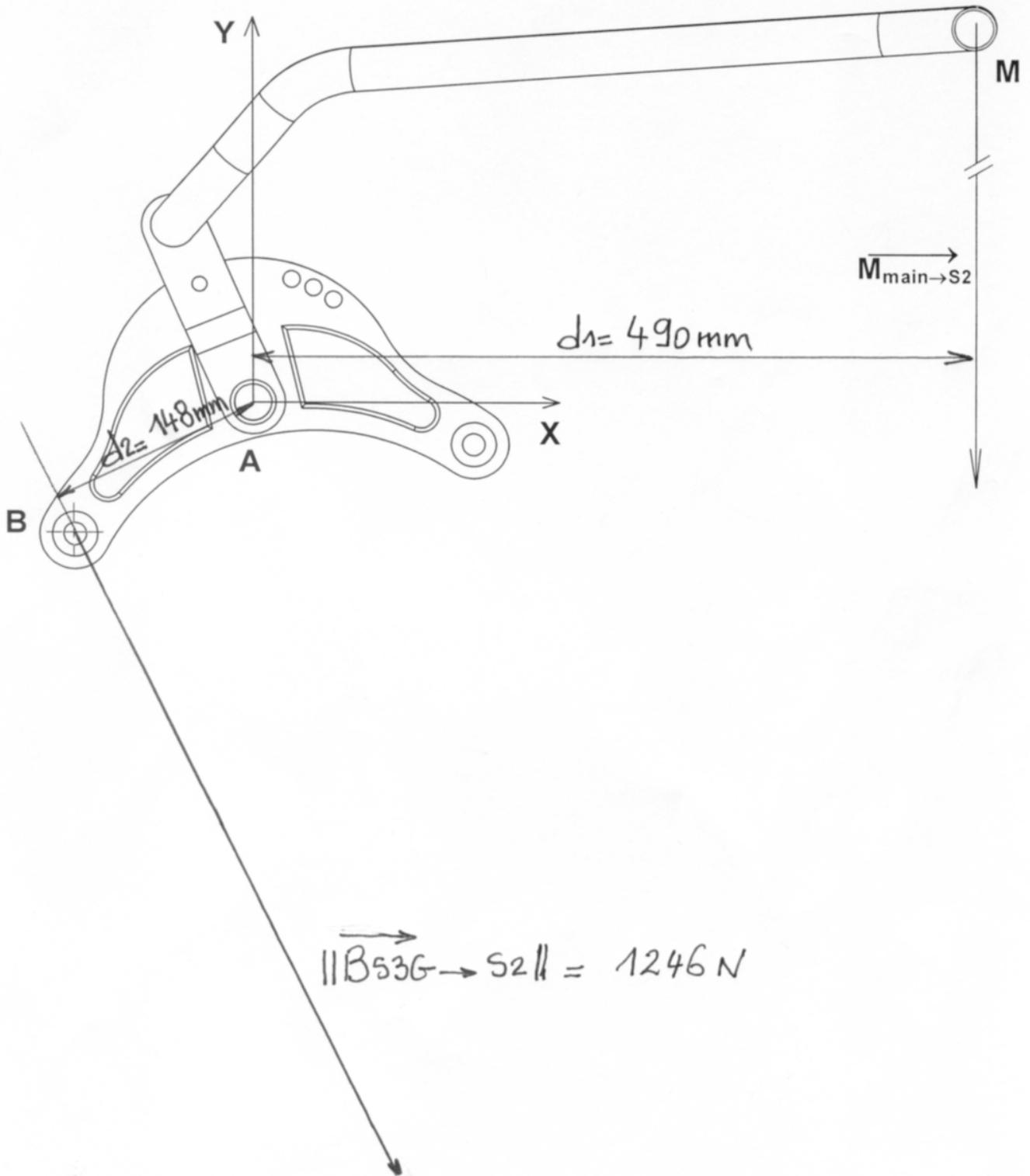
SEANCE Charge : 50 kg	6 séries de 10 répétitions			
Exercice	Tirage nuque	Développé épaule	Développé assis	Extension des jambes
Déplacement de la charge (en m)	0.456	0.322	0.309	0.570
Energie dépensée (en Joules)	<b>27360</b>	<b>19320</b>	18540	34200



## C - Dimensionnement du levier haut

Questions C.1.4 et C.1.5

Etude de l'équilibre du bloc S2



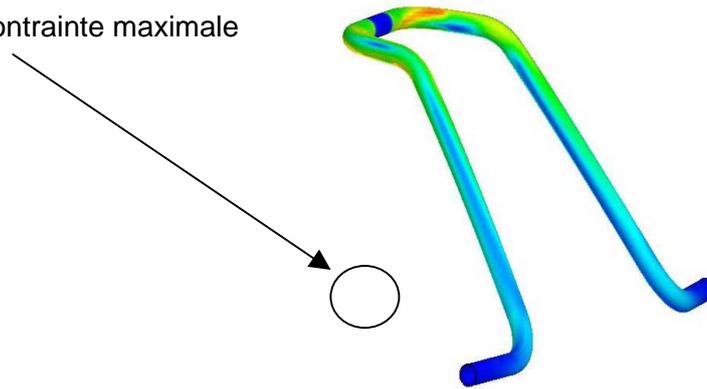
Echelle de représentation 1: 4

Echelle des forces : 1mm pour 10 N

Document réponse DR5

## C - Dimensionnement du levier haut

Question C.2.2 : Zone de contrainte maximale

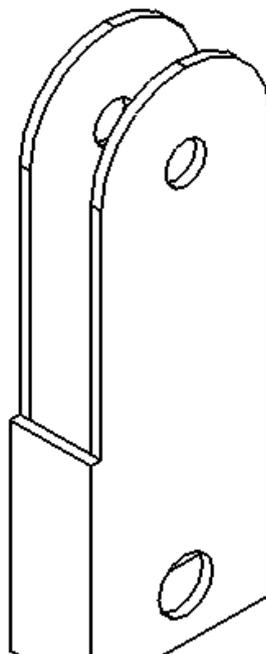


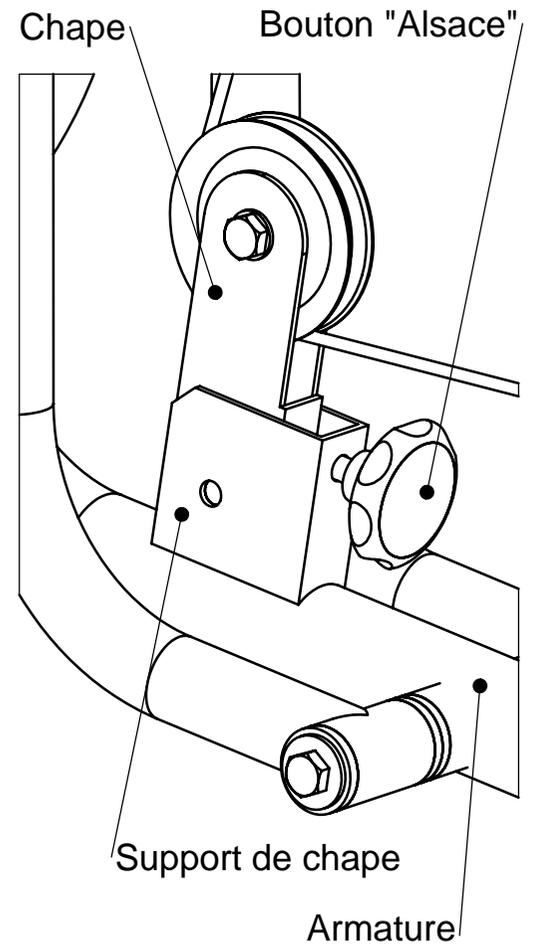
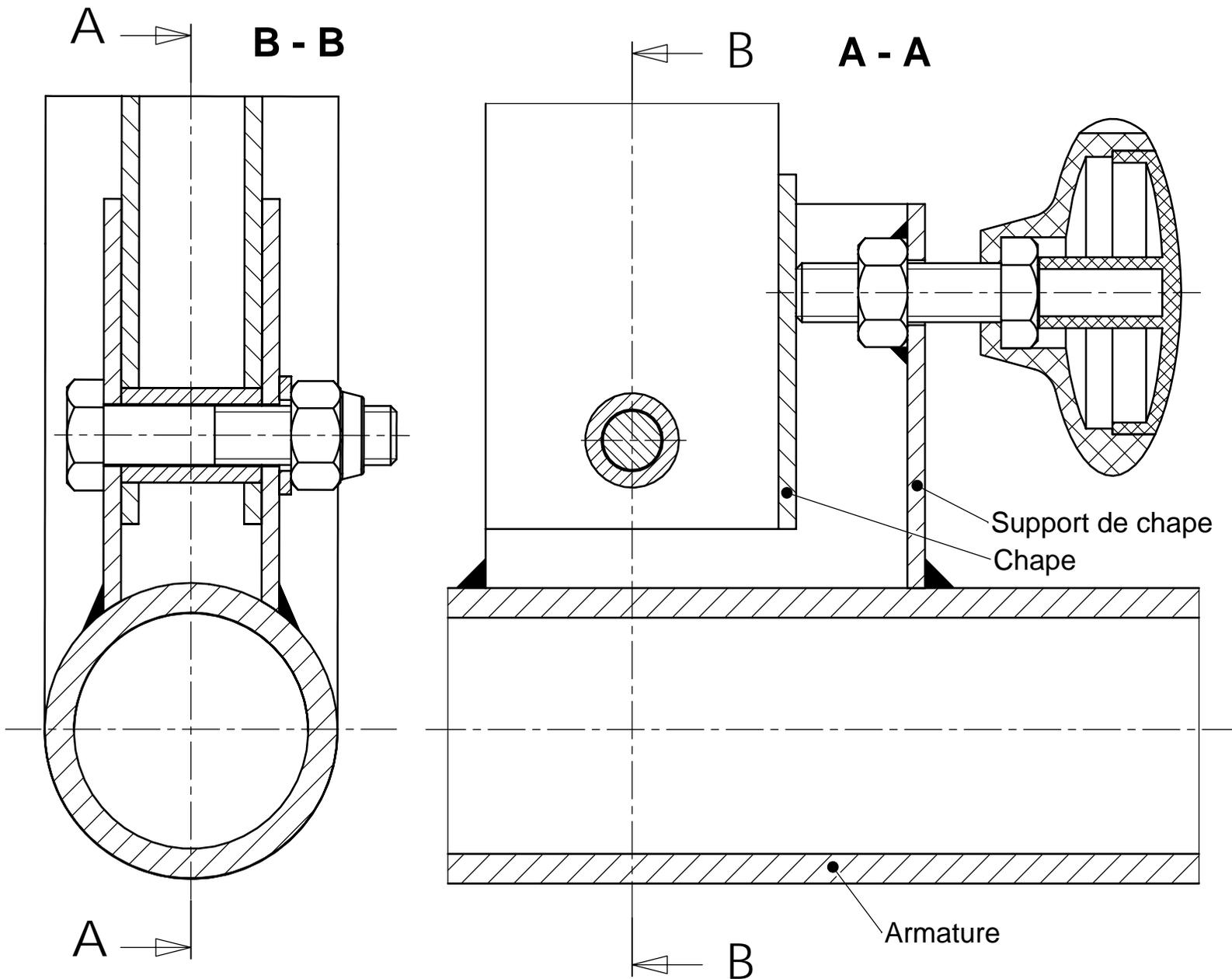
Question C.2.3 : Valeur de la contrainte

Tube acier $D_{\text{extérieur}} = 32 \text{ mm}$				
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





**Corrigé**