

# **BTS**

## **CONCEPTION ET RÉALISATION DE SYSTÈMES AUTOMATIQUES**

### **E51**

#### **Conception détaillée d'une chaîne fonctionnelle**

### **2023**

### **ÉLÉMENTS DE CORRECTION**

**Durée : 4 h 00**

**Coefficient : 3**

**Ce document comporte 10 pages, numérotées de 1/10 à 10/10.  
Dès que ce document vous est remis, assurez-vous qu'il est complet.**

2023	BTS - Conception et réalisation de systèmes automatiques			Éléments de correction
23-CSE5CCF-1	E51 – Conception détaillée d'une chaîne fonctionnelle	Coef : 3	Durée : 4 h 00	1/10

## PARTIE 1 : Etude du mouvement vertical Translation Tz

### QUESTION 1

C12 Dimensionner et choisir les constituants d'une chaîne fonctionnelle.  
Actionneurs et effecteurs industriels

- Actionneurs électriques, pneumatiques, hydrauliques.

Question 1 : (Sur feuille de copie avec Document ressources 1)

Calculer la puissance  $P_u$  nécessaire au lavage d'un bateau de masse maximum.

$$\begin{aligned} \text{Poids} = P &= m \times g = 3000 \times 10 = 30000 \text{ N} \\ P_u = P \times V &= 30000 \times 0,5 = 15000 \text{ W} \end{aligned}$$

Déduire la puissance  $P_m$  en sortie du moteur.

$$P_m = P_u / (\eta_p \times \eta_p \times \eta_t \times \eta_r) = 15000 / (0,95 \times 0,95 \times 0,9 \times 0,85) = 21700 \text{ W}$$

Donner le type du moteur et sa vitesse nominale.

$$\text{LS180LR} \quad N_m = 1466 \text{ tr.min}^{-1}$$

### QUESTION 2

C12 Dimensionner et choisir les constituants d'une chaîne fonctionnelle.  
Transmissions mécaniques de puissance

- Éléments industriels de conception mécanique :
  - Constituants de transmission de puissance.

Question 2 : (sur feuille de copie avec Document ressources 1)

Calculer la vitesse de rotation maxi de treuil  $N_s$ .

- $\omega_s = V / (D_e / 2) = 0,5 / (0,56 / 2)$
- $\omega_s = 1,78 \text{ rd.s}^{-1}$
- $N_s = 30 \times \omega / \pi = 30 \times 1,78 / \pi$
- $N_s = 17 \text{ tr.min}^{-1}$

Calculer le rapport de réduction du réducteur et choisir le rapport de réduction  $i$  le plus adapté.

- $i = N_m / N_s = 1466 / 17 = 86$
- On prendra un rapport de réduction supérieur à 86 soit  $i = 92$

### QUESTION 3

C13 Définir la chaîne fonctionnelle et son comportement, vérifier par simulation ses performances.

- Élaboration, modification d'un schéma de câblage

Question 3 : (Sur Document réponses 1 avec le Document ressources 2)

Compléter le schéma de puissance. Les rectangles grisés ne seront pas à traiter.

- Voir Document réponse 1.

2023	BTS - Conception et réalisation de systèmes automatiques			Éléments de correction
23-CSE5CCF-1	E51 – Conception détaillée d'une chaîne fonctionnelle	Coef : 3	Durée : 4 h 00	2/10

## Partie 2 : Etude de la fourche support bateau

### QUESTION 4

C12 Dimensionner et choisir les constituants d'une chaîne fonctionnelle.

Structures mécaniques

- Structures porteuses.

**Question 4 :** (Sur feuille de copie et Document réponses 1 avec le Document ressources 3)

Calculer le moment de flexion  $M_f$  à l'encastrement en N.mm pour un tube et reporter le résultat sur le document réponses

$$M_f = (P / 2) \times L = (2000 \times 10 / 2) \times 4800 = 48.10^6 \text{ N.mm}$$

Calculer les valeurs de la contrainte maximale  $\sigma_{max}$  pour les différentes épaisseurs des tubes et reporter les résultats sur le document réponses 1.

**Voir Document réponse 1.**

Choisir l'épaisseur du tube la plus adaptée aux conditions d'utilisation. Justifier ce choix.

$$R_{pe} = R_e / s = 1200 / 3 = 400 \text{ Mpa} \Rightarrow \text{Tube diamètre 140, Epaisseur 10 mm}$$

**Les épaisseurs 12 et 16 mm conviennent, mais d'un point de vue économique on choisit l'épaisseur minimum.**

### QUESTION 5

C12 Dimensionner et choisir les constituants d'une chaîne fonctionnelle.

Structures mécaniques

- Structures porteuses.

**Question 5 :** (Sur feuille de copie avec le Document ressources 3)

Déterminer la flèche au point d'application de la charge pour le tube choisi.

$$y = (- F \times L^3) / (3 \times E \times I_{gz}) = (- 10\,000 \times (48.10^2)^3) / (3 \times 190\,000 \times 8\,674\,250)$$
$$y = - 223 \text{ mm}$$

Déterminer la déviation angulaire en radians au point d'application de la charge pour le tube choisi.

$$\theta = (- F \times L^2) / (2 \times E \times I_{gz}) = (- 10\,000 \times (48.10^2)^2) / (2 \times 190\,000 \times 8\,674\,250)$$

$$\theta = 0,699.10^{-1} \text{ rad soit } 4^\circ$$

### QUESTION 6

C12 Dimensionner et choisir les constituants d'une chaîne fonctionnelle.

Structures mécaniques

- Structures porteuses.

**Question 6 :** (Sur feuille de copie avec le Document ressources 3)

Vérifier par rapport à la déviation angulaire au point d'application de la charge que l'inclinaison de la fourche est satisfaisante.

$$\theta < 5^\circ \text{ OK}$$

2023	BTS - Conception et réalisation de systèmes automatiques			Éléments de correction
23-CSE5CCF-1	E51 – Conception détaillée d'une chaîne fonctionnelle	Coef : 3	Durée : 4 h 00	3/10

## PARTIE 3 : Dimensionnement de la motorisation pour l'inclinaison de la fourche

### QUESTION 7

**C12 Dimensionner et choisir les constituants d'une chaîne fonctionnelle.**  
**Transmissions mécaniques de puissance**

- Éléments industriels de conception mécanique :
  - Constituants et composants de guidage,
  - Constituants et composants de transformation de mouvement,
  - Constituants de transmission de puissance.

**Question 7 :** (Sur document réponses 2)

Dessiner la rampe lorsque la fourche est inclinée de 5°.

**Voir Document réponse 2.**

Coter la course  $\Delta z$  de la rampe.

**Voir Document réponse 2.**

En déduire grâce à l'échelle, la course réelle de la rampe

**Voir Document réponse 2.**

### QUESTION 8

**C12 Dimensionner et choisir les constituants d'une chaîne fonctionnelle.**  
**Transmissions mécaniques de puissance**

- Éléments industriels de conception mécanique :
  - Constituants et composants de guidage,
  - Constituants et composants de transformation de mouvement,
  - Constituants de transmission de puissance.

**Question 8 :** (Sur feuille de copie avec Document ressources 4)

Calculer le nombre de tours de la vis trapézoïdale pour la translation  $\Delta z$  du chariot.

**Nbr de tours =  $540 / 7 = 77,2$  tours**

### QUESTION 9

**C12 Dimensionner et choisir les constituants d'une chaîne fonctionnelle.**

**Transmissions mécaniques de puissance**

- Éléments industriels de conception mécanique :
  - Constituants et composants de guidage,
  - Constituants et composants de transformation de mouvement,
  - Constituants de transmission de puissance.

**Question 9 :** (Sur feuille de copie avec Document ressources 4)

Calculer la vitesse nominale  $V_n$  du chariot.

$$- C = V_n \left( \frac{t_d}{2} + t_u + \frac{t_r}{2} \right)$$

$$- V_n = C / \left( \frac{t_d}{2} + t_u + \frac{t_r}{2} \right)$$

$$- V_n = 540 / (0,2 + 5,2 + 0,2) = 93 \text{ mm.s}^{-1} \text{ soit } 0,093 \text{ m.s}^{-1}$$

2023	BTS - Conception et réalisation de systèmes automatiques			Éléments de correction
23-CSE5CCF-1	E51 – Conception détaillée d'une chaîne fonctionnelle	Coef : 3	Durée : 4 h 00	4/10

**QUESTION 10****C12 Dimensionner et choisir les constituants d'une chaîne fonctionnelle.****Transmissions mécaniques de puissance**

- Éléments industriels de conception mécanique :
  - Constituants et composants de guidage,
  - Constituants et composants de transformation de mouvement,
  - Constituants de transmission de puissance.

**Question 10 :** (Sur feuille de copie avec Document ressources 4)Calculer la vitesse de rotation  $N_{vis}$  de la vis.

$$- N_{vis} = V_n / p = 93 / 7 = 13,3 \text{ tr.s}^{-1} = 13,3 \times 60 = 798 \text{ tr.min}^{-1}$$

**PARTIE 4 : Dimensionnement des galets****QUESTION 11****C12 Dimensionner et choisir les constituants d'une chaîne fonctionnelle.****Transmissions mécaniques de puissance**

- Éléments industriels de conception mécanique :
  - Constituants et composants de guidage,
  - Constituants et composants de transformation de mouvement,
  - Constituants de transmission de puissance.

**Question 11 :** (Sur feuille de copie avec Document ressources 6)À l'aide du document ressources 5, déterminer les vecteurs positions  $\vec{AC}$  et  $\vec{AB}$ .

$$- \vec{AC} = (500 - 85 ; 0 ; 1438 + 21) \quad \vec{AB} = ((-4800 + 200) ; 0 ; 950 - 482)$$

$$- \vec{AC} = (415 ; 0 ; 1459) \quad \vec{AB} = (-5000 ; 0 ; 468)$$

A l'aide de l'équation du moment résultant en A issue du principe fondamental de la statique appliqué à la fourche, calculer l'intensité de  $\vec{C}_{21}$ .

$$\vec{M}_{/A}(\vec{A}_{01}) + \vec{M}_{/A}(\vec{C}_{21}) + \vec{M}_{/A}(\vec{P}) = \vec{0}$$

$$\vec{AC} \times \vec{C}_{21} + \vec{AG} \times \vec{P} = \vec{0}$$

$$\text{Sur } y : (415 \cdot \sin(14^\circ) + 1459 \cdot \sin(14^\circ)) \cdot \vec{C}_{21} - (500 \cdot m \cdot g) = 0$$

$$\text{d'où } \vec{C}_{21} = 6596 \text{ daN}$$

**QUESTION 12****C12 Dimensionner et choisir les constituants d'une chaîne fonctionnelle.****Transmissions mécaniques de puissance**

- Éléments industriels de conception mécanique :
  - Constituants et composants de guidage,
  - Constituants et composants de transformation de mouvement,
  - Constituants de transmission de puissance.

**Question 12 :** (Sur feuille de copie)

Choisir les galets correspondants par rapport à la charge statique de base, avec un coefficient de sécurité de 2,5. Donner leur désignation.

$$\text{Soit 2 galets} \quad C_0 > s \cdot 6596 / 2 \quad C_0 > 2,5 \cdot 3298 \quad C_0 > 8245 \text{ daN}$$

$$\text{Galet NUTR40-A } C_0 = 90\,000 \text{ N}$$

2023	BTS - Conception et réalisation de systèmes automatiques			Éléments de correction
23-CSE5CCF-1	E51 – Conception détaillée d'une chaîne fonctionnelle	Coef : 3	Durée : 4 h 00	5/10

## PARTIE 5 : Etude du dimensionnement de la motorisation du chariot de la fourche

### QUESTION 13

C12 Dimensionner et choisir les constituants d'une chaîne fonctionnelle.  
Actionneurs et effecteurs industriels

- Actionneurs électriques, pneumatiques, hydrauliques.

Question 13 : (Sur feuille de copie)

Calculer le couple  $C$  appliqué sur la vis par la motorisation si le rendement de la transmission est  $\eta = 0,8$ .

$$C = \frac{F \cdot p}{2000 \cdot \pi \cdot \eta} = (20\,000 \cdot 7) / (2000 \cdot \pi \cdot 0,8) = 27,85 \text{ Nm}$$

### QUESTION 14

C12 Dimensionner et choisir les constituants d'une chaîne fonctionnelle.  
Actionneurs et effecteurs industriels

- Actionneurs électriques, pneumatiques, hydrauliques.

Question 14 : (Sur feuille de copie)

Calculer la puissance nécessaire pour entrainer la vis.

$$- P_m = C \cdot \Omega = C \cdot 2 \cdot \pi \cdot N / 60 = 27,85 \cdot 2 \cdot \pi \cdot 800 / 60 = 2331 \text{ W}$$

### QUESTION 15

C12 Dimensionner et choisir les constituants d'une chaîne fonctionnelle.  
Actionneurs et effecteurs industriels

- Actionneurs électriques, pneumatiques, hydrauliques.

Question 15 : (Sur feuille de copie)

À l'aide des documents ressources 6 et 6bis, justifier la présence du réducteur.

**La vitesse de la vis est inférieure à la plage de vitesse du moteur**

### QUESTION 16

C12 Dimensionner et choisir les constituants d'une chaîne fonctionnelle.  
Actionneurs et effecteurs industriels

- Actionneurs électriques, pneumatiques, hydrauliques.

Question 16 : (Sur feuille de copie avec Document ressources 4)

À l'aide des documents ressources 6 et 6bis, donner la référence du servomoteur et du réducteur.

- **$P_{mot}$  choisi : 2600 W     $N_m = 4000 \text{ tr/min}$**
- **Référence servomoteur : BMH1003P**
- **Rapport de réduction :  $4000/800 = 5 : 1$**
- **Référence réducteur : GBX080005**

2023	BTS - Conception et réalisation de systèmes automatiques			Éléments de correction
23-CSE5CCF-1	E51 – Conception détaillée d'une chaîne fonctionnelle	Coef : 3	Durée : 4 h 00	6/10

## **PARTIE 6 : Conception du montage du galet**

### **QUESTION 17**

**C13 Définir la chaîne fonctionnelle et son comportement, vérifier par simulation ses performances.**

**Question 17 :** (Sur document réponses 3)

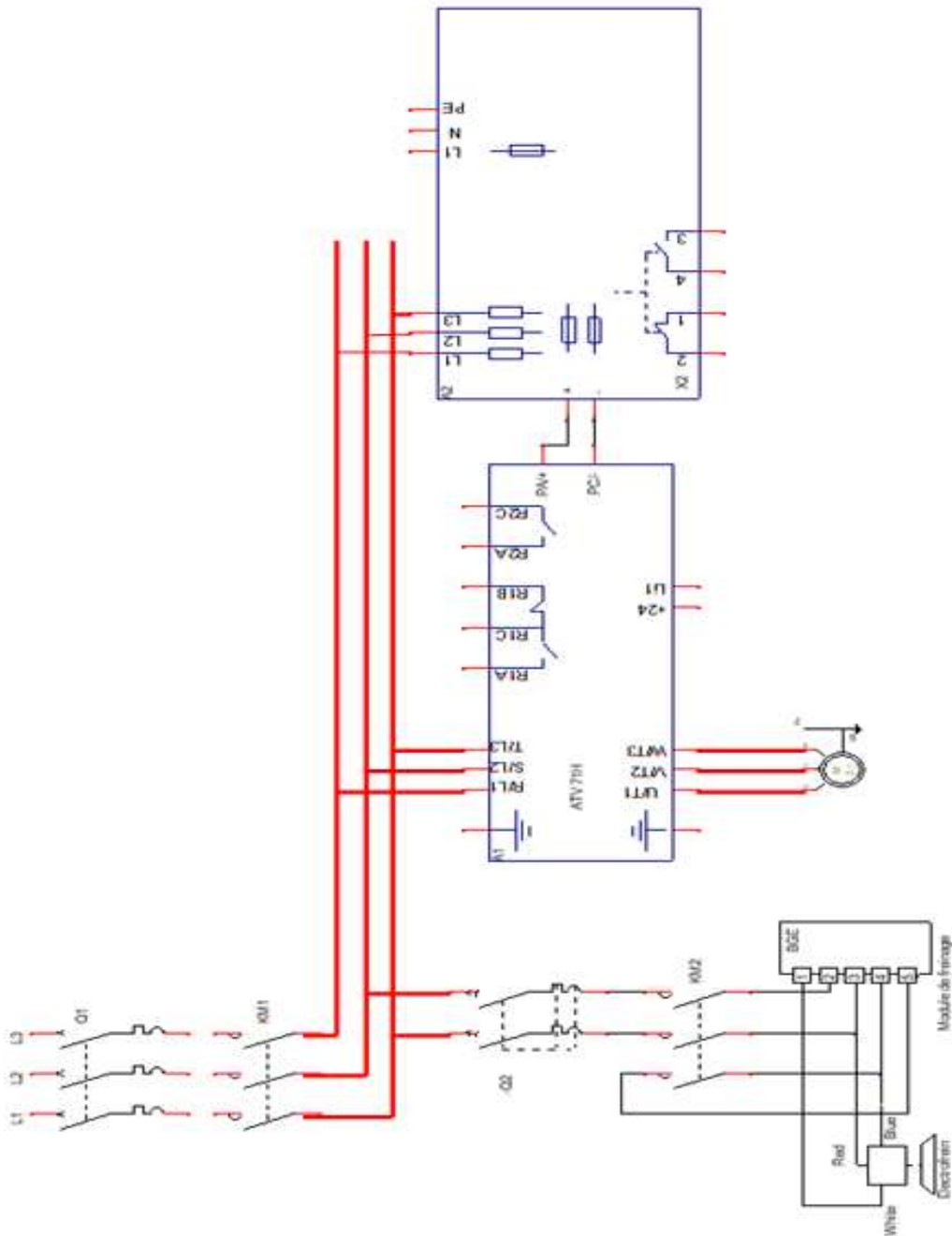
*Représenter une solution constructive, suivant la coupe A-A, du montage du galet sur son arbre dans le châssis de la fourche. L'ajout de vues auxiliaires est autorisé, ainsi que le dessin à main levée.*

***Voir Document réponse 3.***

2023	BTS - Conception et réalisation de systèmes automatiques			Éléments de correction
23-CSE5CCF-1	E51 – Conception détaillée d'une chaîne fonctionnelle	Coef : 3	Durée : 4 h 00	7/10

# Document réponses 1

Question 3 :



Question 4 :

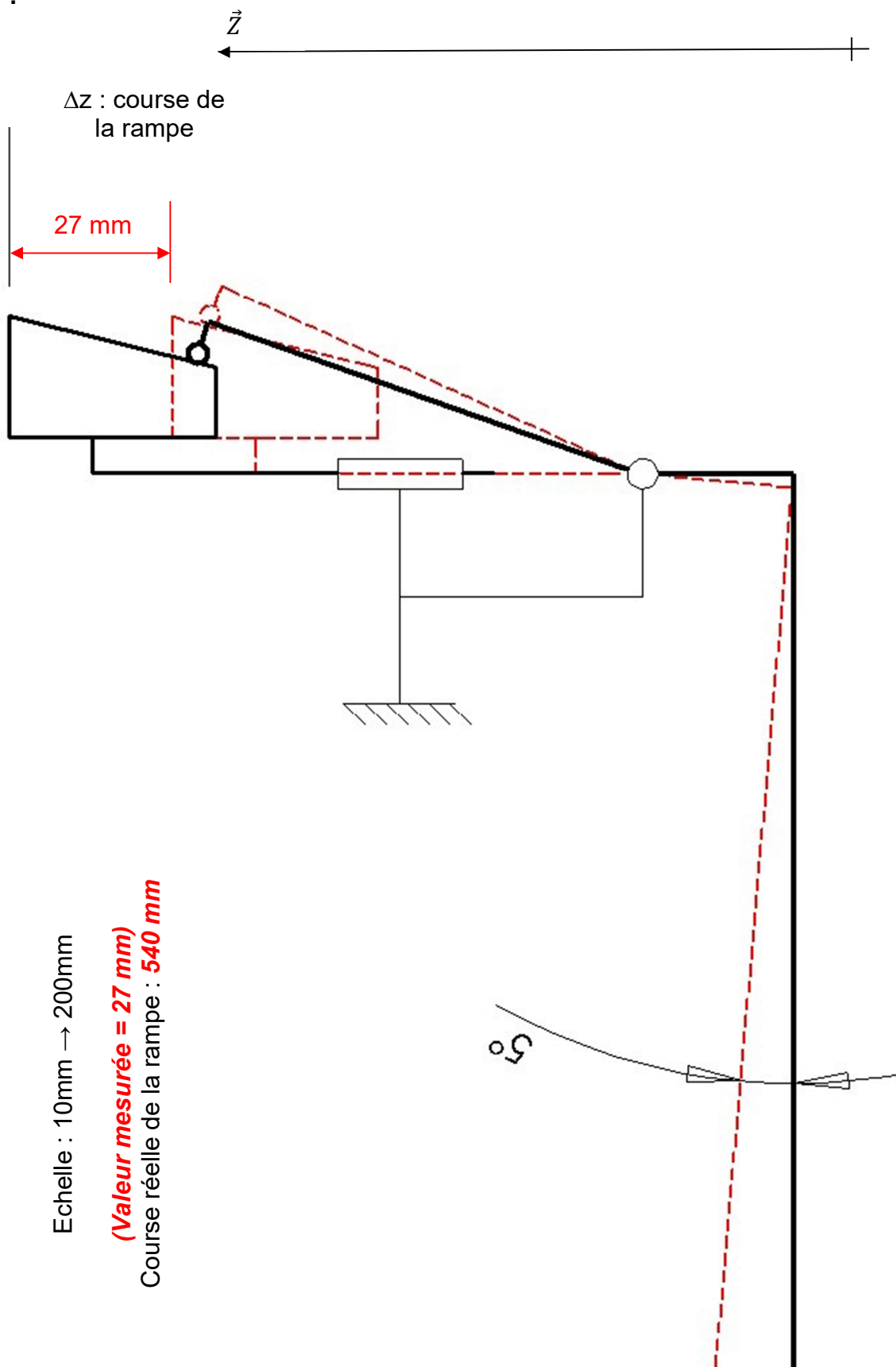
Diamètre du tube (mm)	Epaisseur du tube (mm)	$I_{Gz}$ (mm <sup>4</sup> )	Mf (N.mm)	$y_{max}$ (mm)	$\sigma_{max}$ (MPa)
140	8	7 248 426	48000000	70	464
140	10	8 674 250			387
140	12	9 964 401			337
140	16	12 172 951			276

2023	BTS - Conception et réalisation de systèmes automatiques			Éléments de correction
23-CSE5CCF-1	E51 – Conception détaillée d'une chaîne fonctionnelle	Coef : 3	Durée : 4 h 00	8/10



# Document réponses 2

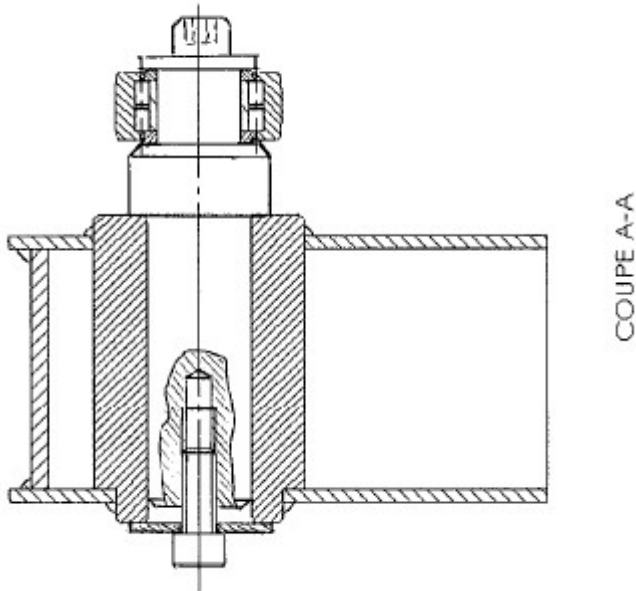
Question 7 :



2023	BTS - Conception et réalisation de systèmes automatiques		Éléments de correction	
23-CSE5CCF-1	E51 – Conception détaillée d'une chaîne fonctionnelle	Coef : 3	Durée : 4 h 00	9/10

**Document réponses 3**

**Question 17 :**



2023	BTS - Conception et réalisation de systèmes automatiques			Éléments de correction
23-CSE5CCF-1	E51 – Conception détaillée d'une chaîne fonctionnelle	Coef : 3	Durée : 4 h 00	10/10