BACCALAURÉAT PROFESSIONNEL

Étude et Définition de Produits Industriels

# Épreuve E1 - Unité : U 11

# Étude du comportement mécanique d’un système technique

# Temps conseillé

***Lecture du sujet* (20 minutes)**

***Partie 1 – Étude de cinématique (40 minutes)***

1-1 Modélisation des liaisons

Question 1 – Détermination des liaisons

Question 2 – Graphe des liaisons

Question 3 – Repérage des différents sous-ensembles

1-2 Cinématique graphique

Question 4 – Détermination de la nature des mouvements

Question 5 – Détermination des trajectoires

Question 6 – Position des points

Question 7 – Représentation du schéma cinématique en position fermée

***Partie 2 – Étude de statique (1 heure 30)***

Question 8 – Détermination de l’effort de soudage

Question 9 – Isolement de la Biellette 4

Question 10 – Isolement du Cadre Supérieur 3

Question 11 – Détermination des efforts exercés sur 3

Question 12 – Exploitation de la simulation

Question 13 – Représentation des efforts exercés sur la Biellette 5

Question 14 – Détermination de Iy

Question 15 – Détermination de la norme de la force exercée en I

Question 16 – Détermination de la pression d’alimentation du vérin

Question 17 – Choix d’un nouveau diamètre de vérin

***Partie 3 – Étude de résistance des matériaux (30 minutes)***

3-1 Vérification des dimensions de l’accroche du vérin

Question 18 – Détermination des sections cisaillées

Question 19 – Repérage des sections

Question 20 – Écriture de la condition de résistance

Question 21 – Détermination du diamètre minimal

Question 22 – Conclusion

3-2-Vérification de la résistance à la flexion de la plaque support

Question 23 – Détermination de la nouvelle solution

Question 24 – Conclusion

**PROPOSITION DU POIDS DES COMPÉTENCES À ÉVALUER**



**Partie 1 – Étude de cinématique**

Cette partie va permettre de comprendre le fonctionnement du module de soudure mais aussi de préparer la suite de l’étude.

En effet, afin de représenter le module en position fermée, vous allez être amené, dans un premier temps, à faire l’étude des liaisons entre les différents sous-ensembles du module, puis, dans un second temps, l’étude des mouvements de ces mêmes sous-ensembles.

1-1 Modélisation des liaisons

Le module de soudure, représenté sur le dessin d’ensemble DT1 page 5/16, est composé de huit sous-ensembles cinématique. Ces sous-ensembles sont représentés sous forme de schéma technologique sur le document DT2 page 6/16.

r

*Question 1 :*

**DÉTERMINER** les liaisons existantes entre les différents sous-ensembles cinématique en complétant le tableau ci-dessous.

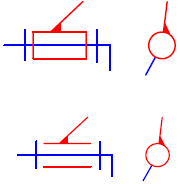
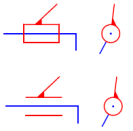
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Repère de la liaison | Translation | | | Rotation | | | Nom, centre, axe ou normale au plan de contact de la liaison |
| x | y | z | x | y | z |
| Entre  1 et 2 | L12 | ***0*** | ***0*** | ***0*** | ***1*** | ***0*** | ***0*** | Nom de la liaison :  ***PIVOT***  Centre : ***D*** Axe : ***x*** |
| Entre  4 et 3 | L43 | ***0*** | ***0*** | ***0*** | ***1*** | ***1*** | ***1*** | Nom de la liaison :  ***ROTULE***  Centre : ***C*** |
| Entre  7 et 81 | L78 | ***0*** | ***1*** | ***0*** | ***0*** | ***1*** | ***0*** | Nom de la liaison :  ***PIVOT GLISSANT***  Centre : Axe : ***u*** |

*Question 2 :*

**COMPLÉTER**, ci-dessous, le graphe des liaisons entre les différents sous-ensembles en dessinant les représentations schématiques des liaisons déterminées à la question 1.







**1**

**8**

**7**

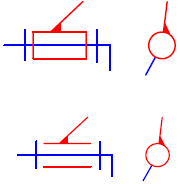
**6**

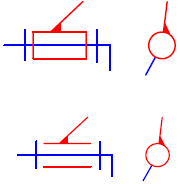
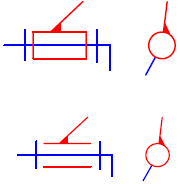
**2**

**5**

**3**

**4**





*Question 3 :*

**PLACER** les repères des différents sous-ensembles cinématique sur le schéma technologique "Position ouverte" Fig. 1 page 14/16.

1-2 Cinématique graphique

*Question 4 :*

**DÉTERMINER** la nature du mouvement entre le Cadre Inférieur 2 et le Bâti 1.

|  |
| --- |
| ***Mouvement de rotation de centre D.*** |

**DÉTERMINER** la nature du mouvement entre le Palonnier 6 et le Bâti 1.

|  |
| --- |
| ***Mouvement de rotation de centre H.*** |

**DÉTERMINER** la nature du mouvement entre la Tige de Vérin 7 et le Vérin 8.

|  |
| --- |
| ***Mouvement de translation rectiligne suivant IJ.*** |

*Question 5 :*

**DÉTERMINER** puis **TRACER,** sur le schéma technologique « Position ouverte » Fig. 1 page 15/16, la trajectoire du point A appartenant au Cadre Supérieur 3 dans son mouvement par rapport au Bâti 1.

|  |
| --- |
| ***: Cercle de centre D et de rayon AD.*** |

**DÉTERMINER** puis **TRACER,** sur le schéma technologique « Position ouverte » Fig. 1 page 15/16, la trajectoire du point C appartenant au Cadre Supérieur 3 dans son mouvement par rapport au Bâti 1.

|  |
| --- |
| ***: Cercle de centre H et de rayon GH.*** |

**DÉTERMINER** puis **TRACER,** sur le schéma cinématique « Position ouverte » Fig. 1 page 15/16, la trajectoire du point G appartenant au Palonnier 6 dans son mouvement par rapport au Bâti 1.

|  |
| --- |
| ***: Cercle de centre D et de rayon CD.*** |

*Question 6 :*

**POSITIONNER**, sur le schéma technologique « Position fermée » Fig. 2 page 15/16 les points G, K, C et A.

*Question 7 :*

**COMPLÉTER** le schéma technologique « Position fermée » Fig. 2 page 15/16 en représentant le Cadre Supérieur 3 et la Biellette 4.

**Partie 2 – Étude de statique**

Cette partie va permettre de déterminer les efforts exercés sur le module de soudure et de vérifier la capacité du vérin.

On se placera dans le cas le plus défavorable, c’est-à-dire lors de la phase de soudage (position fermée).

L’objectif est d’optimiser le mécanisme en vérifiant que le vérin n’est pas surdimensionné.

*Hypothèses :*

* *Les liaisons sont supposées parfaites.*
* *Le poids propre des éléments est négligé.*

Dans un premier temps, nous allons nous intéresser à l’effort de soudage.

La surface de soudage est représentée sur le document technique DT2 page 6/16.

*Question 8 :*

*Données :*

* *Pression de soudage : p = 7 bar = 0,7 MPa.*
* *La surface de soudage correspond à la surface de contact entre le Cadre Supérieur 3 et le Cadre Inférieur 2. S = 48,3 cm² = 4830 mm²*

*Rappel :*

* *1 bar = 1 daN/cm²*
* *1 MPa = 1 N/mm²*

**DÉTERMINER** la valeur de l’effort de soudage, noté .

|  |
| --- |
| ***Psoudage = Fsoudage / Ssoudage***  ***Fsoudage = Psoudage x Ssoudage = 7 x 48,3*** |

|  |
| --- |
| ***= 338 daN*** |

Connaissant l’effort de soudage, nous allons maintenant déterminer les efforts qui s’exercent dans les différentes parties du module de soudage.

*Question 9 :*

On isole la Biellette 4.

**FAIRE** le bilan des actions mécaniques extérieures qui s’exercent sur 4 en complétant le tableau ci-dessous et **REPRÉSENTER** la direction des actions mécaniques sur la figure ci-dessous.

C

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Actions | Point | Direction | Sens | Intensité |
|  | C |  |  | **?** |
|  | G |  |  | **?** |

G

*Question 10 :*

On isole le Cadre Supérieur 3.

C

A

D

*Données :*

*L’effort de soudage de 340 daN s’exerce au point A, d’où (effort au point A du Cadre Inférieur 2 sur le Cadre Supérieur 3).*

**FAIRE** le bilan des actions mécaniques extérieures qui s’exercent sur 3 en complétant le tableau ci-dessous.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Actions | Point | Direction | Sens | Intensité |
|  | A |  |  | 340 daN |
|  | C |  | **?** | **?** |
|  | D | **?** | **?** | **?** |

*Question 11 :*

**DÉTERMINER** graphiquement, sur la Fig. 3 page 16/16, la valeur des efforts inconnus.

On isole le Cadre Inférieur 2.

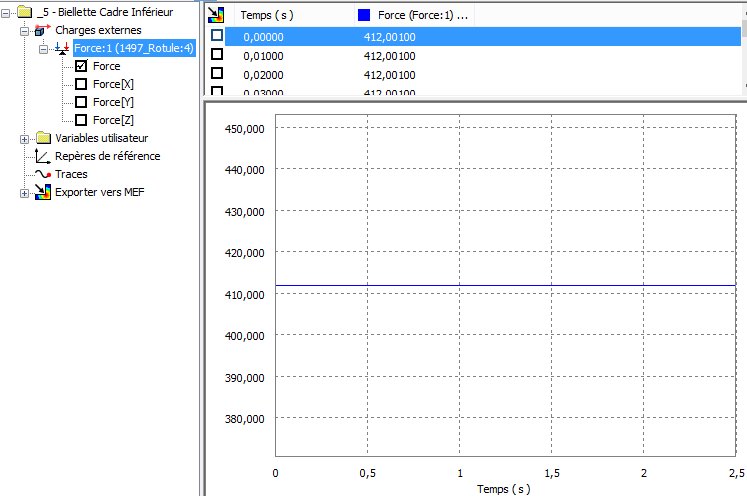
L’effort de soudage s’exerce au point B, d’où (effort au point B du Cadre Supérieur 3 sur le Cadre Inférieur 2).

Le tableau ci-dessous est déjà compléter afin de préparer une simulation sur un logiciel de mécanique.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Actions | Point | Direction | Sens | Intensité |
|  | B |  |  | 340 daN |
|  | D |  |  | 74 daN |
|  | E |  | ? | ? |

*Question 12 :*

Les résultats de la simulation pour l’effort exercé en E par la Biellette 5 sur le Cadre Inférieur 2, donnent le graphe suivant :



**RELEVER,** sur le graphe, la valeur de l’effort :

|  |
| --- |
| ***= 412 daN*** |

*Question 13 :*

On isole la Biellette 5.

**REPRÉSENTER,** sur la figure ci-dessous, et en déduire.

E

|  |
| --- |
|  |
|  |

F

α

Fig. A

+

*Question 14 :*

On isole le Palonnier 6.

15°

172.5

145

Les forces qui s’exercent sur 6 sont données sur le schéma Fig. A ci-contre.

132.5

H

G

F

2°

I

En utilisant le théorème du moment statique au point H, **DÉTERMINER** la valeur de *Iy*, composante de en projection sur l’axe .

Utiliser les composantes Fz = -411,7 daN et Gz = 600 daN, données sur la Fig. A ci-dessus.

Le sens positif des moments est sur la Fig. A ci-dessus.

|  |
| --- |
|  |

|  |
| --- |
| ***= 58,5 daN*** |

*Question 15 :*

α

**DÉTERMINER** la norme de sachant que α = 2°.

|  |
| --- |
|  |

|  |
| --- |
| ***= 58,5 daN*** |

*Question 16 :*

On connait la force de poussée nécessaire du vérin pour avoir une pression de soudage de 7 bar :

Le diamètre du piston est de Ø50 mm.

**RELEVER** sur l’abaque « Force théorique des vérins » page 16/16, la valeur de la pression d’alimentation du vérin et la **NOTER** ci-dessous.

|  |
| --- |
| ***= 3 bar*** |

*Question 17 :*

On s’aperçoit que le vérin développe un effort trop important. **PROPOSER** au moins deux solutions pour diminuer cet effort.

|  |
| --- |
| . Diminuer la pression d’alimentation du vérin avec un limiteur de pression.  . Diminuer le Ø du vérin. |

On fait le choix de changer le vérin en gardant une pression de 7 bars et une force de poussée .

**DÉTERMINER**, à partir de l’abaque « Force théorique des vérins » page 16/16, le diamètre du nouveau vérin.

|  |
| --- |
| ***d = 32 mm***  ***d = 40 mm est accepté*** |

**Partie 3 – Étude de résistance des matériaux**

3-1 Vérification des dimensions de l’accroche du vérin

L’accroche du Vérin 8 sur le Bâti 1 est réalisée par un montage en chape avec un axe de diamètre 16 mm.

Nous allons vérifier si les dimensions de ce vérin sont acceptables à la vue des efforts exercés.

Hypothèses :

* Les liaisons sont supposées parfaites.
* Il existe un plan de symétrie pour la géométrie et pour les actions mécaniques.
* Les matériaux sont homogènes. Ils ont un comportement linéaire et élastique.
* Matériau de l’axe : C30.
* On prendra Reg = 0,7 Re avec Re = 315 N/mm².
* On l’effort exercé par le vérin sur la chape : F = 600 N.
* On prendra un coefficient de sécurité s = 4.

Axe

Bâti

Vérin

Ø 16

*Question 18 :*

**DÉTERMINER** le nombre de sections cisaillées.

|  |
| --- |
| ***2 sections*** |

*Question 19 :*

**REPASSER**, en rouge sur le dessin ci-dessus, la ou les section(s) cisaillée(s).

*Question 20 :*

**CALCULER** la résistance pratique au glissement Rpg.

|  |
| --- |
| ***avec*** |

Par la suite, nous prendrons une résistance pratique au glissement Rpg = 55 N/mm².

*Question 21 :*

**DÉTERMINER** le diamètre minimal de l’axe en écrivant la condition de résistance .

|  |
| --- |
|  |

|  |
| --- |
| ***2,6 mm*** |

*Question 22 :*

**CONCLURE** quant à la résistance de l’axe.

|  |
| --- |
| ***dréel > d, donc pas de problème de résistance.*** |

3-2 Vérification de la résistance à la flexion de la plaque support

Lors de la phase de soudage, le support de vérin (1) est soumis à des contraintes de flexion.

Les déformations engendrées ont une incidence sur la qualité de la soudure.

Il est donc nécessaire de limiter ces déformations.

Le bureau d’étude a trouvé plusieurs solutions pouvant limiter cette déformation.

L’objectif est donc de choisir la solution la plus adaptée au système étudié.

Hypothèses :

* Valeur maximale du déplacement : déplacement ≤ 0,25 mm
* Valeur maximale Contrainte Von Mises maximale : 135 MPa

Données :

* Effort exercé : F = 600 N.
* Matière Colonne : Acier.
* Valeur contrainte Von Mises maximale pour le modèle de base : 156 MPa.
* Valeur maximale de la déformation pour le modèle de base : 0,3 mm.
* Épaisseur Colonne : tôle de 3 mm.

*Question 23 :*

**DÉTERMINER**, à partir des résultats des simulations DT3 page 7/16, la solution adéquate en mettant une croix dans la case à chaque fois qu’une des conditions est vérifiée.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | ***Solution 1***  ***Ajout de nervures*** | ***Solution 2***  ***Changement de l’épaisseur*** | ***Solution 3***  ***Changement du matériau*** |
| ***Condition à respecter*** |
| ***Contrainte de***  ***Von Mises ≤ 135 MPa*** | ***X*** | ***X*** |  |
| ***Déplacement***  ***≤ 0,25 mm*** | ***X*** |  |  |

*Question 24 :*

**CHOISIR** la solution à retenir. **JUSTIFIER** la réponse.

|  |
| --- |
| ***La solution 1 est la seule solution répondant aux conditions à respecter pour limiter la flexion.*** |

***Schéma technologique "Position ouverte"***

C

**4**

**2**

**8**

**1**

**7**

**3**

**5**

**6**

K

A

D

G

E

B

H

I

F

J

O

Fig. 1

***Schéma technologique "Position fermée"***

C

Fig. 2

O

K

A

D

E

B

H

G

F

J

I

***Isolement du Cadre Supérieur 3***

Dynamique des forces

Échelle : 10 mm ≡ 50 daN

Fig. 3

**À COMPLÉTER :**

C

A

D

200

150

100

50

40

30

20

10

Pression en bar

***FORCE THÉORIQUE DES VÉRINS ∅12 à ∅50*** mm

Force en daN

11

12

9

10

7

8

5

6

3

4

1

2

Force nominale en poussant

Force nominale en tirant

60 mm

2,9