

Session 2003

BACCALAUREAT PROFESSIONNEL**Etude et Définition de Produits Industriels**

Épreuve: E1 - Unité U11.

Etude du comportement mécanique d'un système technique.

Durée : 3 heures

Coefficient: 3

Compétences et connaissances technologiques associées sur lesquelles porte l'épreuve:

C.12 : Analyser un produit.**C.13 : Analyser une pièce.****C 21 : Organiser son travail.****C 22 : Etudier et choisir une solution.**

S1: Analyse fonctionnelle et structurale des systèmes.

S2: La compétitivité des produits industriels.

S3: Représentation d'un produit technique.

S4: Comportement des systèmes mécaniques - Vérification et dimensionnement.

S5: Solutions constructives – Procédés - Matériaux.

S6: Ergonomie - Sécurité.

Ce sujet comporte 12 documents:

- Dossier travail

doc. 2 à 12

Documents à rendre (y compris ceux non exploités par le candidat):

Dossier travail**doc. 2 à 12**

Ces documents ne porteront pas l'identité du candidat. Ils seront agrafés à une copie d'examen par le surveillant.

Calculatrice autorisée ; documents personnels autorisés

DOSSIER TRAVAIL

Dans le but de valider le projet, les calculs de vérifications se feront en trois parties :

1. Première partie :

- 1.1 Recherche de l'ouverture maximale de l'écarteur.
- 1.2 Vérification du temps d'ouverture.

2. Deuxième partie :

- 2.1 Recherche de l'effort minimale (force F) en phase d'ouverture.
- 2.2 Recherche de l'effort minimal (force F4) en phase de fermeture.

3. Troisième partie :

- 3.1 Vérification des conditions de résistance des axes.
- 3.2 Vérification des conditions de résistance de la bielle.

1. PREMIERE PARTIE

1.1 Recherche de l'ouverture maximale de l'écarteur. A l'aide de l'assemblage sous Solidworks placer l'écarteur en position ouverte et mesurer la distance maximale entre les pinces. Vérifier que cette valeur s'inscrit dans la tolérance donnée par le tableau du dossier technique (Imprimer le résultat de cette cotation).

1.2 Vérification des temps d'ouverture et de fermeture:

Pour répondre aux nouvelles exigences (voir le dossier technique), l'écarteur hydraulique doit s'ouvrir ou se fermer dans un temps maximal égal à 15 s.

Le groupe hydraulique utilisé a les caractéristiques suivantes :

Groupe hydraulique électrique haute pression 700 bars, débit constant : 2,4 l/min, réservoir d'huile de 8 litres, pompes à pistons, limiteur de pression, bloc foré électro-distributeurs pour commande, vérins double effet.

1.2.1 Calculer le temps d'ouverture (relever les dimensions nécessaires sur les fichiers numériques de l'écarteur) :

1.2.2 Calculer le temps de fermeture (relever les dimensions nécessaires sur les fichiers numériques de l'écarteur) :

1.2.3 Conclure sur le respect de l'exigence relative aux temps d'ouverture et de fermeture.

1.2.4 Identifier la situation la plus défavorable : ☐ ouverture ☐ fermeture

2. DEUXIEME PARTIE

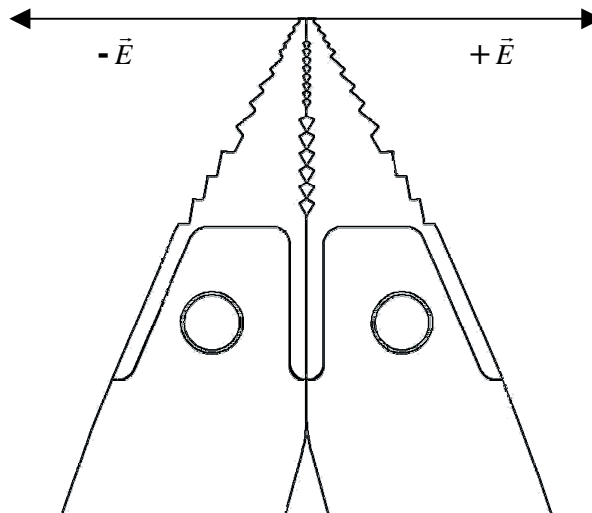
Dans cette 2^{ème} partie, l'étude statique vise à :

- Qualifier le produit dans la catégorie EH40 de la norme NF S 61-571.
- Déterminer l'effort de traction minimal.

Hypothèses générales :

- Les liaisons sont supposées parfaites.
- Le poids des pièces est négligé devant les valeurs des actions mécaniques.
- Le système admet un plan de symétrie.

2.1 Recherche de l'effort minimal d'écartement $\vec{E}_{rôle \rightarrow \{14+15+16\}}$ à l'extrémité des embouts 15 en position bras fermés (position la plus défavorable en phase d'ouverture):



La démarche est proposée au travers des étapes 2.1.1 à 2.1.4

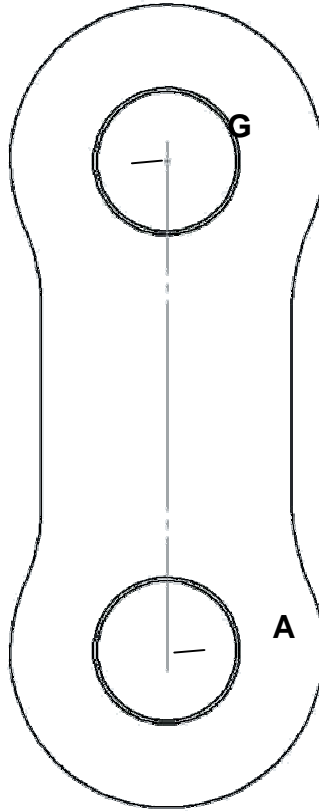
2.1.1 On se place dans la position pince fermée. Déterminer l'effort résultant exercé par le fluide sur le piston **13**. Cet effort sera noté $\vec{E}_{pression \rightarrow 13}$

Les cotes seront mesurées sur le dessin d'ensemble (voir le dossier technique).

$$\|\vec{E}_{pression \rightarrow 13}\| =$$

2.1.2 La bielle **18** est isolée.

Déterminer les actions mécaniques qui s'exercent (leur nature, leur direction leur sens).



2.1.3 L'ensemble {Piston **13** + Tige **12**} est isolé.

- A - Effectuer l'analyse des actions mécaniques,
- B - Compléter le tableau ci-dessous,
- C - Tracer sur la figure les vecteurs représentant les forces extérieures.

(Méthode de résolution par le calcul conseillée)

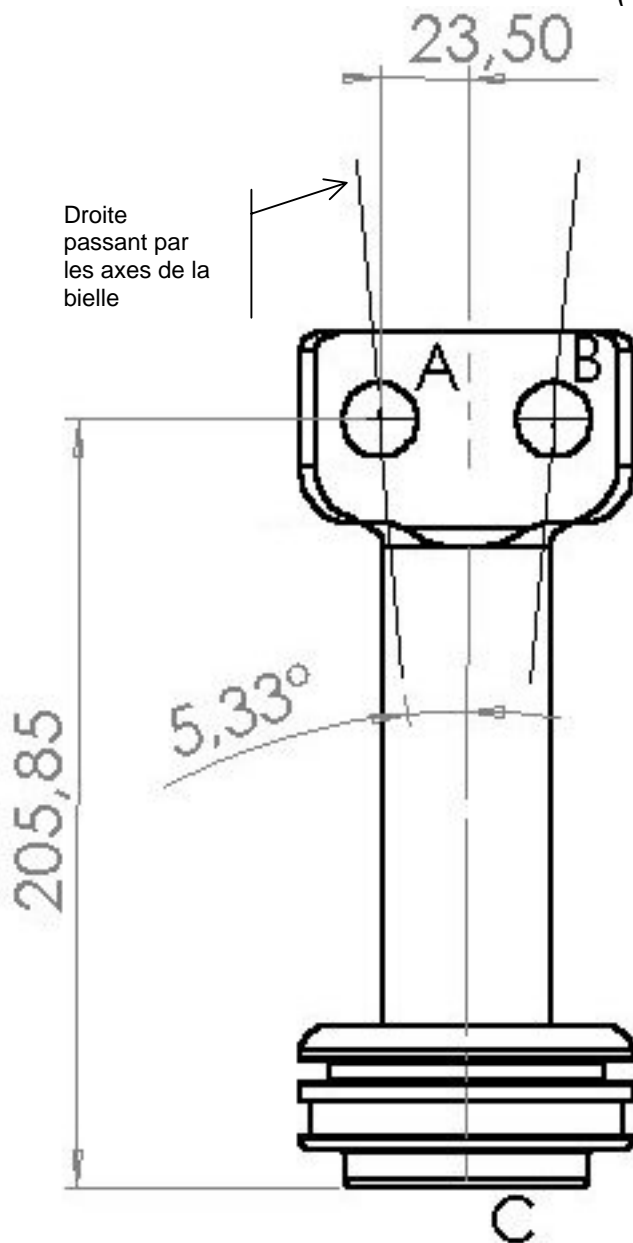



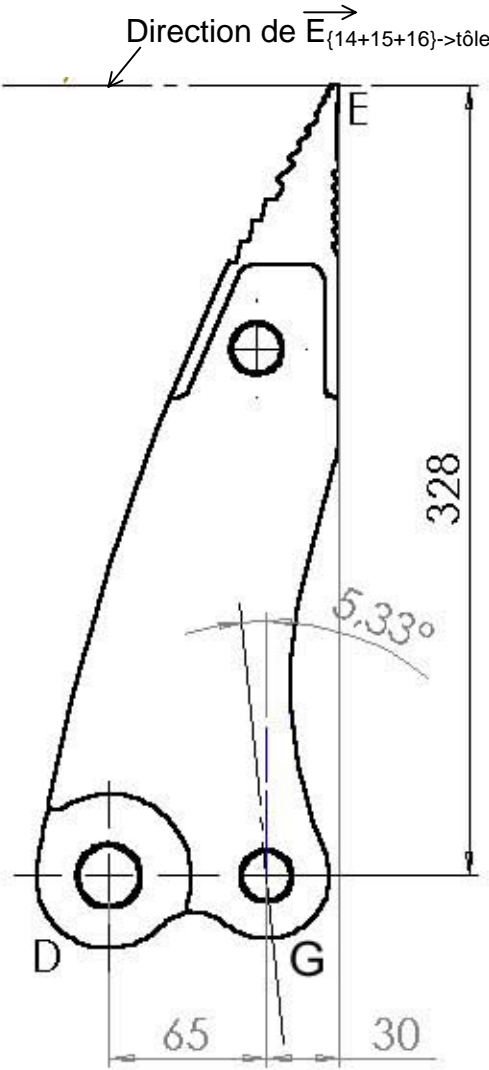
Tableau des actions mécaniques extérieures :

Action mécanique	Point d'application	Direction	Intensité (N)
$\vec{C}_{\text{pression} \rightarrow \{13+12\}}$	C	verticale	440 000

2.1.4 L'ensemble {Bras **14** + Embout **15** + Axe d'embout **16**} est isolé. Déterminer l'effort minimal d'écartement $\vec{E}_{\{14+15+16\} \rightarrow \text{tôle}}$ aux extrémités des embouts de l'écarteur, pour cela :

- A - Effectuer l'analyse des actions mécaniques,
- B - Compléter le tableau ci-dessous,
- C - Tracer sur la figure les vecteurs représentant les forces extérieures.

Action mécanique	Point d'application	Direction	Intensité (N)
$\vec{G}_{18 \rightarrow 14}$	G		221 000



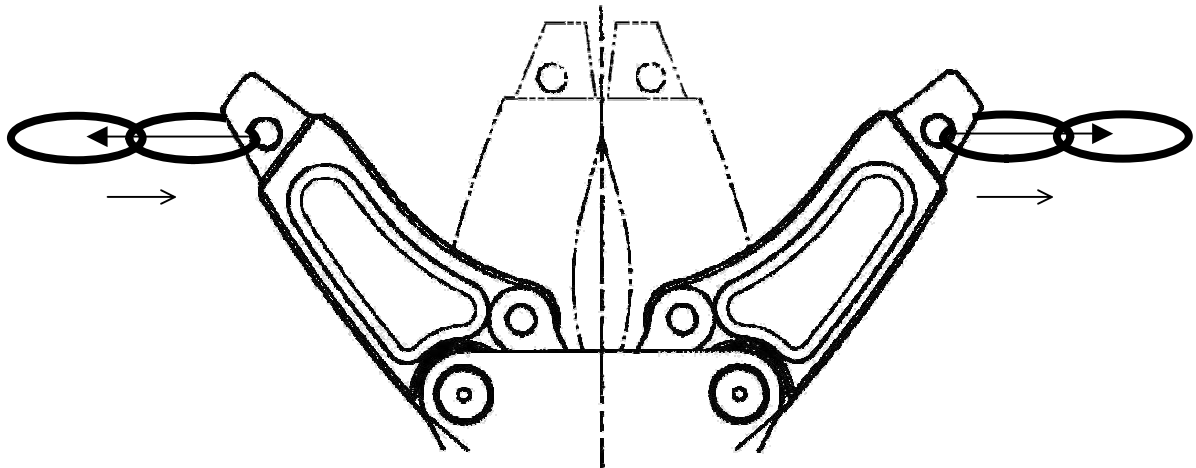
$$\left\| \vec{E}_{\{14+15+16\} \rightarrow \text{tôle}} \right\| =$$

donc

$$\left\| \vec{E}_{\text{tôle} \rightarrow \{14+15+16\}} \right\| =$$

2.2 A la position la plus défavorable : Recherche de l'effort $\vec{F}_{traction}$ de traction au niveau de l'axe d'embout 16, en position bras ouverts:

En phase de fermeture les embouts 15 et les axes d'embouts 16 sont remplacés par des chaînes.



Le système étant symétrique la modélisation s'est portée sur une seule pince.

Attention ! L'effort de traction que l'on déterminera à l'aide du logiciel de simulation mécanique sera donc le double de celui souhaité.

2.2.1 A l'aide du plan d'ensemble, déterminer le rapport L/D (Longueur/Diamètre) des liaisons : Pivot, Rotules et Pivot glissante (voir le dossier technique) et valider ou non le choix de ces liaisons.

Pour cela vous imprimerez le graphe des liaisons et indiquerez la valeur du rapport L/D à côté de chacune des liaisons.

2.2.2 A l'aide du module Motionworks de Solidworks Lancer la simulation de l'écarteur hydraulique.

Pour cela Paramétrer l'effort inconnu et lancer la simulation.

Cliquez sur l'icône effort inconnu de la barre d'outil de motionworks :



- a) Sélectionner les éléments permettant de positionner l'effort inconnu (Le point et l'axe Z bien orientée)
- b) Sélectionner le repère dans lequel sera exprimé l'effort inconnu
- c) Sélectionner la liaison pilotée ainsi que son degré de liberté (exemple pour une liaison pivot glissante : DL1= rotation, DL2= translation)
- d) Définir les position limites. Position initiale 0 et finale 85mm
- e) Sélectionner la case afficher et l'échelle suivante : 0,000001
- f) Valider. La simulation est lancée automatiquement.

Effort inconnu

Application

Point : [Barre rouge]

Direction de l'effort

Axe Z : [Barre grise]

☐ Inverser

Fixe dans le repère : ☒ Absolu ☐ Local

Cinématique

Liaison : Pivot Glissant (AssemCorps1-1, AssemPistc)

Pos. init. : 1.3530518e-14 r Degré de liberté : 1

Pos. fin. : 1.3530518e-14 r Nb. positions : 100

Dessin

☐ Afficher Echelle : 1.0 Couleur

☒ ☐

2.2.3 Afficher la courbe d'effort en fonction du déplacement. Déterminer la position critique sur la courbe issue du logiciel. Imprimer cette courbe et indiquer manuellement cette position critique.

Quantifier la valeur de l'effort dans cette position. Et indiquer cette valeur sur la courbe.

Conclusion : Les modifications dimensionnelles conviennent-elles pour que l'écarteur soit classé EH40 (voir le dossier technique) ? Justifier votre réponse.

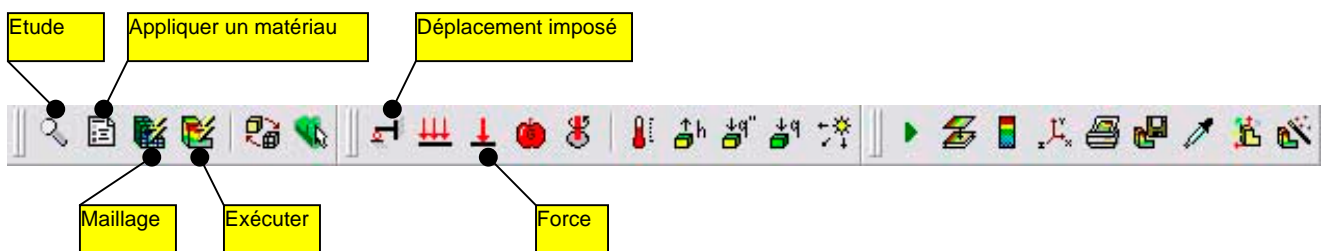
3. TROISIEME PARTIE

Dans cette troisième partie le but est de vérifier l'aptitude de différentes pièces à fonctionner dans les conditions les plus défavorables, compte tenu des conditions de résistance. La norme NF S 61-571 prévoit une surcharge égale à $1,5 \times$ force d'écartement aux extrémités de l'écarteur (219 672,3 N) en position écartement maxi (coefficient de surcharge : 1,5).

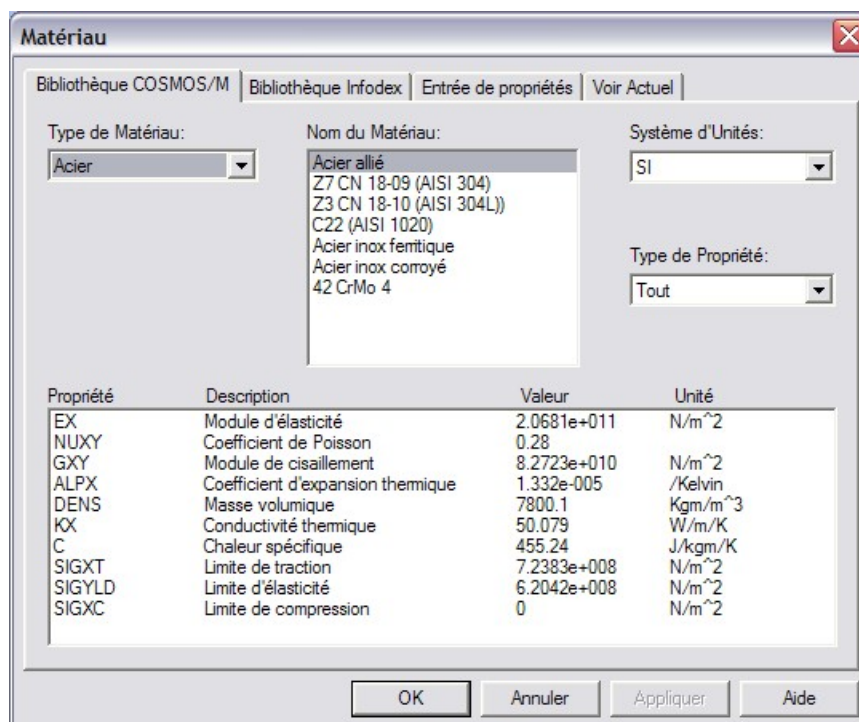
3.1 Vérification de la condition de résistance des axes de bielle 17 au cisaillement dans le cas de la surcharge.

3.1.1 Calculer dans le cas de la surcharge la valeur maximale de l'effort agissant sur l'axe de la bielle 17

3.1.2 À l'aide du logiciel de simulation mécanique de résistance Cosmosworks, positionnez les liaisons, les actions mécaniques et lancer la simulation de résistance d'un axe de bielle 17, pour cela :



3.1.3 Saisissez les caractéristiques du **matériau Acier 819B** choisissez l'acier allié :



3.1.4 Vérification de la condition de résistance de l'axe de bielle **17**

- a) Définir une étude nommée « **cisaillement** »
- b) Choisir le matériau approprié
- c) Lancer le calcul du maillage
- d) Fixer certaines surfaces
- e) Appliquer la force nécessaire et exécuter le calcul

3.1.5 Exploiter les résultats de la simulation de résistance d'un axe de bielle **17** :

Imprimer les données de contraintes et exploiter les résultats en entourant la zone la plus sollicitée. Donner la valeur de la contrainte dans cette zone.

Conclure sur la résistance de l'axe de bielle **17**, sachant que la limite élastique à 0,2% vaut 1400 MPa (= R_e), la limite élastique du matériau au cisaillement = $0,7 \times$ limite élastique à 0,2% et le coefficient de sécurité = 1.

3.2 Vérification de la condition de résistance des bielles **18** (dans le cas de la surcharge), pour cela :

3.2.1 Déterminer à quel type de sollicitation sont soumises les bielles **18** en phase d'ouverture (sollicitation1) :

3.2.2 Déterminer à quel type de sollicitation sont soumises les bielles **18** en phase de fermeture (sollicitation2) :

3.2.3 Saisissez les caractéristiques du matériau : **FORTAL 7075** :

Propriété	Description	Valeur	Unité
EX	Module d'élasticité	7.2003e+010	N/m ²
NUXY	Coefficient de Poisson	0.33	
GXY	Module de cisaillement	3.6e+010	N/m ²
ALPX	Coefficient d'expansion thermique	0	/Kelvin
KX	Conductivité thermique	0	W/m/K
DENS	Masse volumique	2800	Kgm/m ³
C	Chaleur spécifique	0	J/kgm/K
SIGYLD	Limite d'élasticité	4.1e+008	N/m ²
SIGXT	Limite de traction	4.85e+008	N/m ²
SIGXC	Limite de compression	0	N/m ²

3.2.4 Vérification de la condition de résistance des bielles **18** à la traction, à l'aide du logiciel de simulation mécanique de résistance Cosmosworks, pour cela

- a) Définir une étude nommée « **sollicitation2** »
- b) Choisir le matériau approprié
- c) Lancer le calcul du maillage
- d) Fixer les arrêtes au milieu de la pièce
- e) Appliquer les forces nécessaires et exécuter le calcul

Dans le cas le plus défavorable, une bielle est soumise à un effort de traction de : **250 000 N**.

3.2.5 Exploiter les résultats de la simulation de résistance des bielles **18** :

Imprimer les données de contraintes et exploiter les résultats en entourant la zone la plus sollicitée. Donner la valeur de la contrainte dans cette zone.

Conclure sur la résistance d'une bielle **18**, sachant que la limite élastique à 0,2% vaut 410 MPa (= Re).

3.3 Conclure quand la résistance d'un axe de bielle **17** et d'une bielle **18** sur ce nouvel écarteur.

3.4 En cas de non respect du cahier des charges proposer divers types de modifications qui permettraient de classer de l'écarteur dans la catégorie supérieure.