

الامتحان الوطني الموحد للبكالوريا  
الدورة العادية 2024



XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX-XXXX

مخاض الإجابة

NR 45

4h

مدة الإنجاز

علوم المهندس

المادة

8

المعامل

شعبة العلوم والتكنولوجيات: مسلك العلوم والتكنولوجيات الميكانيكية

الشعبة أو المملك

# ELEMENTS DE REponses

**LE CORRECTEUR EST TENU DE PRENDRE EN CONSIDÉRATION LES EXPRESSIONS CORRECTES ET LES INCERTITUDES DE CALCUL DU CANDIDAT**

## GRILLE DE NOTATION :

TOTAL : ..... /80 POINTS

| Situation d'évaluation 1 |          |          | Situation d'évaluation 2 |          |         | Situation d'évaluation 3 |          |        | Situation d'évaluation 3 (suite) |         |                |
|--------------------------|----------|----------|--------------------------|----------|---------|--------------------------|----------|--------|----------------------------------|---------|----------------|
| Tâche                    | Question | Note     | Tâche                    | Question | Note    | Tâche                    | Question | Note   |                                  |         |                |
| 1.1                      | a        | 1 pt     | 2.1                      | a        | 2 pts   | 3.1                      | a        | 2 pts  | 3.3                              | a       | 1,5 pt         |
|                          | b        | 1,5 pt   |                          | b        | 1 pt    |                          | b        | 2 pts  |                                  | b       | 1 pt           |
|                          | c        | 2,25 pts |                          | c        | 1,5 pt  |                          | c        | 1,5 pt |                                  | c1      | 2 pts          |
| 1.2                      | a        | 2,75 pts |                          | d        | 0,75 pt |                          | d        | 2 pts  |                                  | c2      | 1 pt           |
|                          | b        | 3,75 pts |                          | e        | 0,75 pt |                          | e        | 7 pts  |                                  | c3      | 1 pt           |
|                          | c        | 3 pts    |                          | f        | 1 pt    |                          | f        | 1 pt   | c4                               | 0,5 pt  |                |
| 1.3                      | a        | 1,5 pt   | 2.2                      | a        | 1 pt    | 3.2                      | a        | 2 pts  | c5                               | c5      | 1 pt           |
|                          | b        | b1       |                          | 0,5 pt   | b       |                          | 1 pt     | b      |                                  | 1 pt    | Total : 40 pts |
|                          |          | b2       |                          | 3 pts    | c       |                          | 1,5 pt   | b1     |                                  | 1 pt    |                |
|                          |          | b3       |                          | 1 pt     | d       |                          | 1 pt     | b2     |                                  | 4,5 pts |                |
| Total : 20,25 pts        |          |          |                          | e        | 2 pts   |                          | b3       | 1 pt   |                                  |         |                |
| 2.3                      | a        | a1       | 1 pt                     | f        | f1      |                          | 1 pt     | b4     | 2 pts                            |         |                |
|                          |          | a2       | 0,5 pt                   | f2       | 0,5 pt  |                          | b5       | 1 pt   |                                  |         |                |
|                          |          | a3       | 0,5 pt                   | 3.3      | c1      |                          | 2 pts    | c1     | 2 pts                            |         |                |
|                          |          | b1       | 0,25 pt                  |          | c2      |                          | 2 pts    | c2     | 2 pts                            |         |                |
|                          | b2       | 1 pt     | c3                       |          | 1 pt    |                          | c3       | 1 pt   |                                  |         |                |
|                          | b3       | 1 pt     | Total : 19,75 pts        |          |         |                          |          |        |                                  |         |                |
|                          | b        | b4       | 0,5 pt                   |          |         |                          |          |        |                                  |         |                |

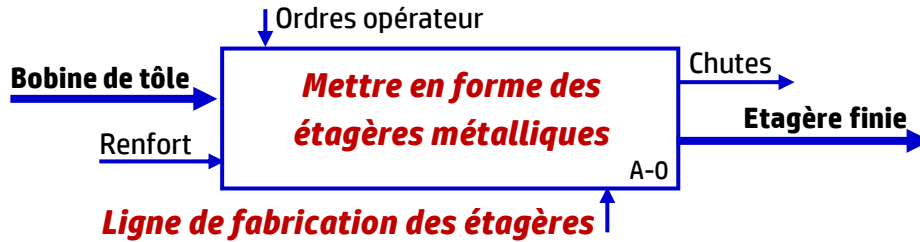
## DOCUMENTS RÉPONSES (DREP)

### SITUATION D'ÉVALUATION 1

**Tâche 1.1 :** Analyse fonctionnelle (Voir Présentation du support, page 2/17) :

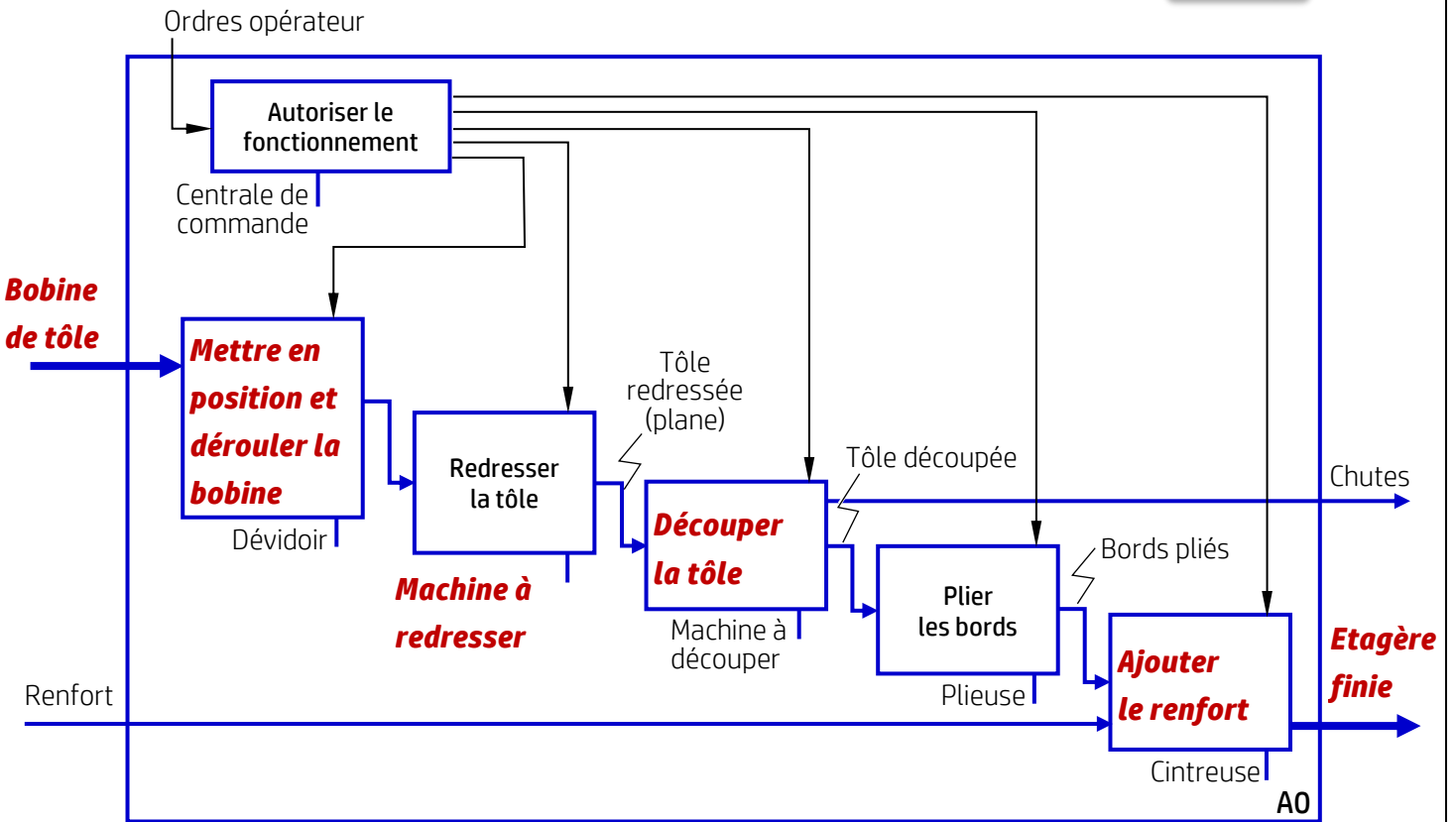
a. Compléter l'actigramme A-0 de la ligne de fabrication des étagères :

**2×0,5 pt /1 pt**



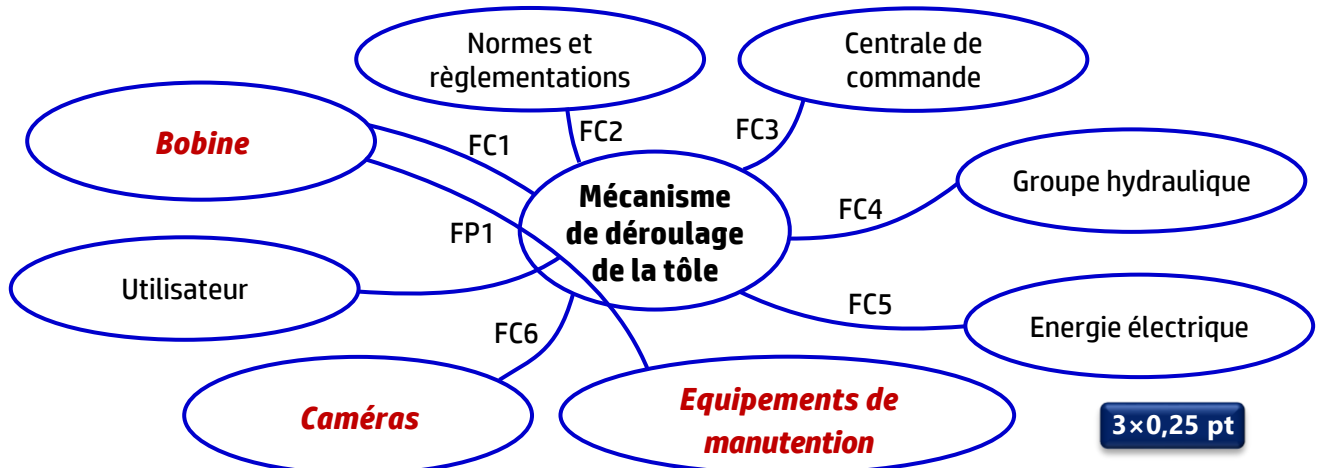
b. Compléter le diagramme SADT suivant de la ligne de fabrication des étagères :

**6×0,25 pt /1,5 pt**



c. Compléter le diagramme des interactions suivant et le tableau des fonctions de service du mécanisme de déroulage de la tôle (page 6/17) par les expressions convenables :

**/2,25 pts**



**3×0,25 pt**






| Fonction | Formulation  | 3×0,5 pt |
|----------|--|----------|
| FP1      | Permettre à l'utilisateur de charger une bobine à l'aide des équipements de manutention. |          |
| FC1      | Assurer le maintien latéral de la bobine et s'opposer au retour élastique.               |          |
| FC2      | <b>Respecter les normes et les réglementations.</b>                                      |          |
| FC3      | Permettre le pilotage par une centrale de commande.                                      |          |
| FC4      | <b>Etre Alimenté en énergie hydraulique.</b>   |          |
| FC5      | <b>Etre Alimenté en énergie électrique.</b>  |          |
| FC6      | Surveiller l'évolution du processus avec des caméras.                                    |          |

### Tâche 1.2 : Compréhension des solutions constructives retenues pour le bras presseur

- a. Compléter, en se référant aux DRES pages (14/17 et 15/17), le tableau suivant en donnant la désignation et la fonction des pièces et des orifices indiquées : **11×0,25 pt/2,75 pts**

| Repère  | Désignation                                 | Fonction   |
|---|---|--|
| 18 + 20                                       | <b>Boulon</b>                               | <b>Assurer le serrage du palier 17 avec le support principal 1</b>                                   |
| 29  | <b>Clavette parallèle</b>                   | <b>Participer à établir la liaison complète entre la chape de tige 15 et l'axe support 28</b>        |
| 33  | <b>Goupille cannelée</b>                    | <b>Etablir une liaison complète entre la bague percée 32 et l'axe support 28</b>                     |
| 23 et 26                                      | <b>Roulements à billes à contact radial</b> | <b>Assurer la fonction guidage en rotation des galets 22 par rapport à l'axe 24</b>                  |
| 12  | <b>Joint à quadrilobes</b>                  | <b>Assurer l'étanchéité statique entre 11 et 13<br/>Assurer l'étanchéité dynamique entre 9 et 11</b> |
| Les orifices O <sub>1</sub> et O <sub>2</sub> |   | <b>Alimenter le vérin hydraulique en pression et refouler l'huile</b>                                |

- b. Compléter le tableau suivant par le nom, le symbole normalisé et le nombre de degrés de liberté (0 ou 1) de chaque liaison entre les pièces indiquées : **/3,75 pts**

| Liaison | Nom de la liaison             | Symbole normalisé   | Nombre de degrés de liberté |             |
|---------|-------------------------------|---|-----------------------------|-------------|
|         |                               |   | Rotation                    | Translation |
| 2/1     | <b>Liaison encastrement</b>   |  | <b>0</b>                    | <b>0</b>    |
| 21/28   | <b>Liaison encastrement</b>   |  | <b>0</b>                    | <b>0</b>    |
| 10/16   | <b>Liaison pivot</b>          |  | <b>1</b>                    | <b>0</b>    |
| 9/11    | <b>Liaison pivot glissant</b> |  | <b>1</b>                    | <b>1</b>    |
| 22/24   | <b>Liaison pivot</b>          |  | <b>1</b>                    | <b>0</b>    |

5×0,25 pt

5×0,25 pt

5×0,25 pt

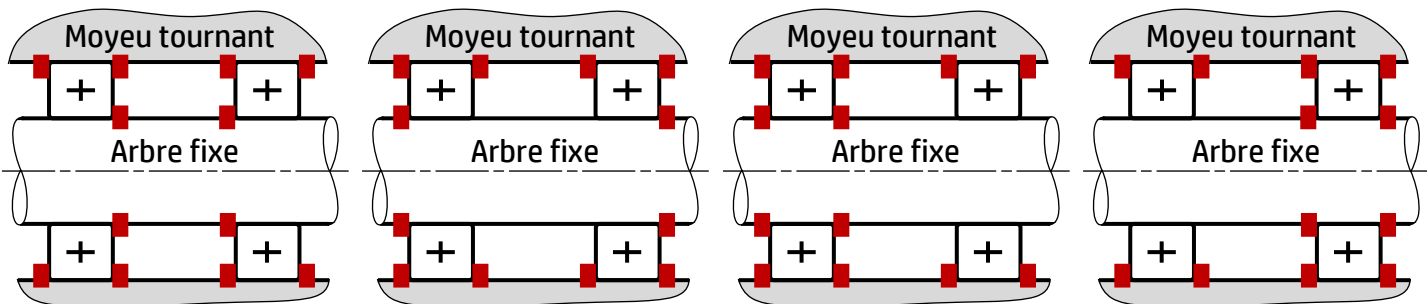
- c. Compléter le tableau suivant en précisant le nom et la fonction de chaque composant du schéma partiel de l'installation hydraulique DRES page (16/17) : 12×0,25 pt /3 pts

| Repère | Nom du composant                           | Fonction du composant  |
|--------|--|--|
| B      | <b>Filtre</b>                              | <b>Filtrer l'huile des impuretés</b>   |
| D      | <b>Pompe hydraulique</b>                   | <b>Convertir l'énergie mécanique de rotation en énergie hydraulique</b>                        |
| E      | <b>Distributeur hydraulique 5/2</b>        | <b>Distribuer l'énergie hydraulique au vérin</b>   |
| F      | <b>Régulateur de débit unidirectionnel</b> | <b>Contrôler et réguler le débit d'un fluide dans un circuit hydraulique dans un seul sens</b> |
| G      | <b>Manomètre</b>                           | <b>Indiquer la pression hydraulique de service</b>   |
| H      | <b>Limiteur de pression</b>                | <b>Protéger le circuit hydraulique dans le cas de surpression (excès de pression)</b>          |

### Tâche 1.3 : Conception d'une solution constructive

- a. Placer les arrêts latéraux adéquats relatifs à un montage de roulements pour le cas d'un guidage en rotation entre un axe fixe et un moyeu tournant : 6 couples d'arrêts×0,25 pt /1,5 pt

#### 4 Solutions possibles :



- b. Amélioration, sur le dessin de la page 8/17, de la solution constructive adoptée pour le guidage en rotation d'un galet 22 par rapport à l'axe support des galets 24 :

- b1. Compléter le tableau suivant par « Serré » ou « Glissant » selon le type d'ajustement : /0,5 pt

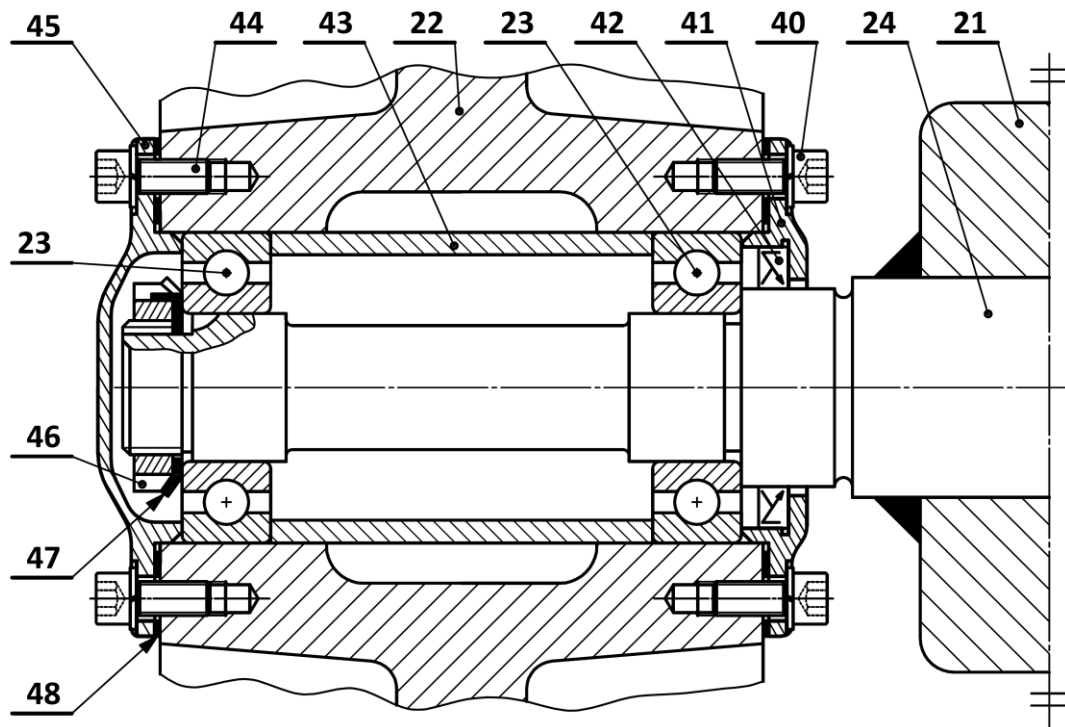
|  | Arbre (24)      | Moyeu (22)   | 2×0,25 pt |
|--|-----------------|--------------|-----------|
| Bagues intérieures des roulements (23) | <b>Glissant</b> |              |           |
| Bagues extérieures des roulements (23) |                 | <b>Serré</b> |           |

- b2. Compléter le montage des deux roulements 23 :

4 arrêts×0,75 pt /3 pts

- b3. Compléter le dessin du couvercle 45 :

/1 pt



## SITUATION D'ÉVALUATION 2

### Tâche 2.1 : Valider le choix du moteur, DRES page (15/17)

- a. Calculer, pour  $d_{\min} = 650$  mm de la bobine, la vitesse angulaire  $\omega_{B\max}$  (en rad/s) du mandrin porte-bobine, et en déduire sa fréquence de rotation  $N_{B\max}$  (en tr/min) : 2×1 pt /2 pts

$$V_t = \omega_{B\max} \times \frac{d_{\min}}{2} \Leftrightarrow \omega_{B\max} = \frac{2 \times V_t}{d_{\min}} = \frac{2 \times 0,84}{650 \times 10^{-3}} = 2,584 \text{ rad/s}$$

$$\omega_{B\max} = \frac{2 \cdot \pi \times N_{B\max}}{60} \Leftrightarrow N_{B\max} = \omega_{B\max} \times \frac{60}{2 \times \pi} = \frac{60 \times 2,584}{2 \times \pi} = 24,687 \text{ tr/min}$$

- b. Montrer que le rapport de transmission global de la chaîne de transmission  $k_g = 1/138$  : /1 pt

$$k_{pc} = \frac{Z_m}{Z_r} = \frac{30}{36} \text{ donc } k_g = k_r \cdot k_{pc} = \frac{1}{115} \times \frac{30}{36} = \frac{1}{138}$$

- c. En déduire les fréquences de rotation minimale  $N_{m\min}$  et maximale  $N_{m\max}$  (en tr/min) du moteur : /1,5 pt

$$k_g = \frac{N_{B\min}}{N_{m\min}} \Leftrightarrow N_{m\min} = \frac{N_{B\min}}{k_g} \quad k_g = \frac{N_{B\max}}{N_{m\max}} \Leftrightarrow N_{m\max} = \frac{N_{B\max}}{k_g} \quad \text{2×0,75 pt}$$

$$N_{m\min} = \frac{10,695}{\frac{1}{138}} = 1475,910 \text{ tr/min} \quad N_{m\max} = \frac{24,687}{\frac{1}{138}} = 3406,806 \text{ tr/min}$$

- d. Calculer la puissance utile  $P_u$  (en kW) développée au niveau du mandrin porte-bobine pour entraîner la bobine la plus lourde avec la vitesse angulaire  $\omega_{B\min}$  : /0,75 pt

$$P_u = C_{\max} \cdot \omega_{B\min} = 2000 \times 1,12 = 2240 \text{ Watt} = 2,240 \text{ kW}$$

- e. Déterminer le rendement global  $\eta_g$  de la chaîne de transmission : /0,75 pt

$$\eta_g = \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot \eta_3 = 0,8 \times 0,9 \times 0,85 = 0,612$$

f. Calculer la puissance mécanique  $P_m$  (en kW) à générer par le **moteur** et conclure sur sa validité : /1 pt

$$\eta_g = \frac{P_u}{P_m} \Leftrightarrow P_m = \frac{P_u}{\eta_g} = \frac{2,24}{0,612} = 3,660 \text{ KW}$$

**Le moteur est validé car sa puissance 4 kW est supérieure à 3,66 kW.**

**Tâche 2.2 :** Détermination des caractéristiques de la pompe hydraulique convenable, se référer au DRES page (16/17)

a. Calculer la pression hydraulique  $P_3$  (en bar) au point 3 du vérin hydraulique : /1 pt

$$P_3 = \frac{1}{\eta_v} \cdot \frac{F_{16/10}}{S_p} = \frac{1}{\eta_v} \cdot \frac{4 \times F_{16/10}}{\pi \cdot d_p^2} = \frac{1}{0,9} \times \frac{4 \times 21 \times 10^3}{\pi \times 50^2} \times 10 = 118,895 \text{ bar}$$

b. Calculer, dans la conduite 2-3, le nombre de REYNOLDS  $R$  et en déduire la nature de l'écoulement : /1 pt

$$R = \frac{V_f \cdot d}{\nu} = \frac{1,5 \times 18 \times 10^{-3}}{0,2 \times 10^{-4}} = 1350 \Rightarrow R = 1350 < 2000 \quad \text{0,75 pt}$$

**donc l'écoulement est laminaire** 0,25 pt

c. Calculer les pertes de charges régulières  $J_R$  (en J/kg) dans la conduite 2-3 : /1,5 pt

$$J_R = -\lambda \frac{L \cdot V_f^2}{2 \cdot d} = -\frac{64}{1350} \times \frac{8 \times 1,5^2}{2 \times 18 \times 10^{-3}} = -23,703 \text{ J/kg}$$

d. Compléter le tableau ci-dessous en tenant compte du théorème de BERNOULLI appliqué entre les points 2 et 3 du schéma partiel de l'installation hydraulique du DRES page (16/17) : /1 pt

| Expression littérale | $\frac{1}{2} [(V_3)^2 - (V_2)^2]$ | $g \cdot (Z_3 - Z_2)$ | $J_T = J_R + J_S$ | $W_{2-3}$ |
|----------------------|-----------------------------------|-----------------------|-------------------|-----------|
| Valeur numérique     | 0                                 | 0                     | -133,703 J/kg     | 0 J/kg    |

e. Vérifier que la valeur de la pression de refoulement  $P_2 \approx 120$  bar : /2 pts

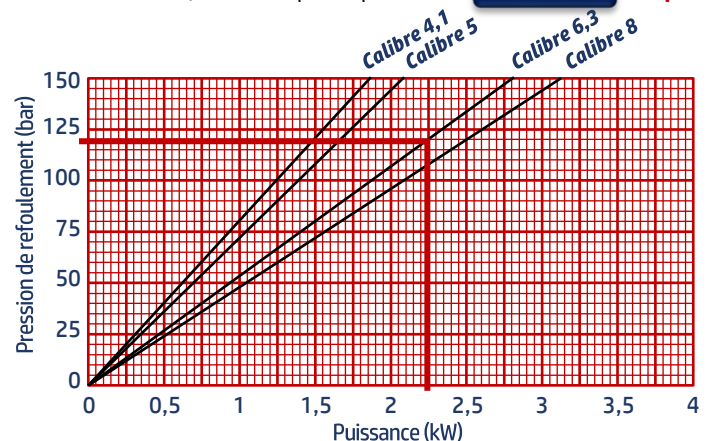
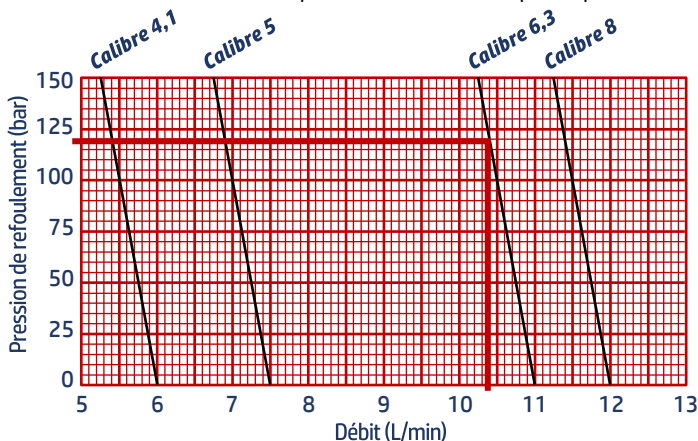
$$\frac{1}{2} [(V_3)^2 - (V_2)^2] + g \cdot (Z_3 - Z_2) + \frac{1}{\rho} (P_3 - P_2) = J_R + J_S + W_{2-3}$$

$$\Rightarrow \frac{1}{\rho} (P_3 - P_2) = J_R + J_S \Rightarrow P_2 = P_3 - \rho \cdot (J_R + J_S)$$

$$P_2 = 118,895 - 900 \times (-133,703) \times 10^{-5} = 120,098 \text{ bar}$$

f. En utilisant la pression de refoulement  $P_2$  :

f1. Tracer, sur les deux graphiques suivants, les lignes nécessaires pour déterminer les valeurs du débit et de la puissance de la pompe relatives au calibre 6,3 de la pompe :  $2 \times 0,5$  pt /1 pt



f2. Relever les valeurs et compléter le tableau des caractéristiques de la pompe hydraulique : /0,5 pt

| Caractéristiques de la pompe hydraulique de calibre 6,3 |                          |
|---|--------------------------|
| Pression de refoulement de la pompe hydraulique $P_2$   | $P_2 = 120 \text{ bar}$  |
| Débit de la pompe hydraulique $Q$ (en L/min)            | $Q = 10,4 \text{ L/min}$ |
| Puissance de la pompe hydraulique $P$ (en kW)           | $P = 2,25 \text{ kW}$    |

2×0,25 pt

**Tâche 2.3 : Vérification de la résistance mécanique, se référer au DRES page (16 /17)**

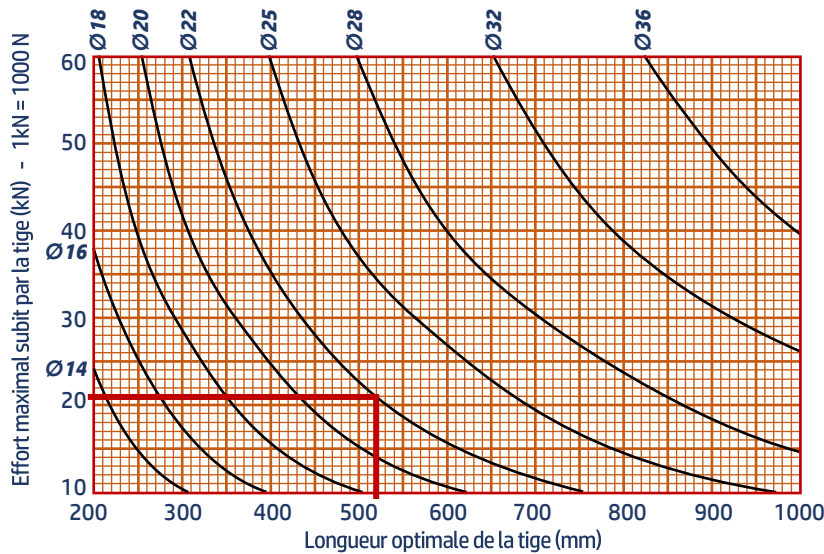
a. Détermination du diamètre minimal et de la longueur optimale de la tige 10 du vérin hydraulique :

a1. Calculer, en appliquant la condition de résistance à la compression, le diamètre minimal  $d_t$  (en mm) de la tige 10 du vérin hydraulique : /1 pt

$$\sigma_{max} = \frac{F_{16/10}}{S} \leq \frac{Re}{s} \Leftrightarrow \frac{4 \times F_{16/10}}{\pi \times d_t^2} \leq \frac{Re}{s} \Rightarrow d_t \geq \sqrt{\frac{4 \times s \times F_{16/10}}{\pi \times Re}}$$

$$d_t \geq \sqrt{\frac{4 \times 6 \times 21 \cdot 10^3}{\pi \times 380}} = 20,552 \text{ mm}$$

a2. Tracer, sur le graphique suivant, les lignes nécessaires pour trouver la longueur optimale  $L$  (en mm) de la tige 10 du vérin hydraulique (prendre  $d_t = \varnothing 22 \text{ mm}$ ) : /0,5 pt



a3. Compléter le tableau suivant par les valeurs de  $d_t$  et  $L$  : /0,5 pt

|   |                               |
|---|-------------------------------|
| Effort maximal subit par la tige $F_{16/10}$ (en N) | $F_{16/10} = 21000 \text{ N}$ |
| Diamètre normalisé $d_t$ de la tige 10 (en mm)      | $d_t = 22 \text{ mm}$         |
| Longueur optimale $L$ de la tige 10 (en mm)         | $L = 520 \text{ mm}$          |

2×0,25 pt

b. Vérification et choix du matériau de l'axe d'articulation 16 :

b1. Donner le nombre de sections sollicitées au cisaillement de l'axe d'articulation 16 : /0,25 pt

**2 sections**

b2. Calculer la contrainte maximale tangentielle de cisaillement  $\tau_{Max}$  (en N/mm<sup>2</sup>) dans une section droite de l'axe d'articulation 16 : /1 pt

$$\tau_{max} = \frac{T}{2 \times S} = \frac{4 \times T}{2 \times \pi \cdot d^2} = \frac{4 \times 21 \times 10^3}{2 \times \pi \times 20^2} = 33,439 \text{ N/mm}^2$$

b3. Déterminer la limite élastique au glissement  $Reg$  (en  $N/mm^2$ ) du matériau de l'axe d'articulation 16 (DRES page 16/17) et en déduire la limite élastique  $Re$  (en  $N/mm^2$ ):

Prendre  $\tau_{Max} = 34 N/mm^2$

**Condition de résistance au cisaillement :**  $\tau_{max} \leq \frac{Reg}{s} \Leftrightarrow Reg \geq s \cdot \tau_{max}$  /1 pt  
 $\Leftrightarrow Reg \geq 5 \times 34 = 170 N/mm^2$

$$on a Re = \frac{Reg}{0,5} \Rightarrow Re \geq \frac{170}{0,5} = 340 N/mm^2 \quad \boxed{2 \times 0,5 \text{ pt}}$$

b4. Choisir la nuance optimale du matériau qui convient pour l'axe d'articulation 16 : /0,5 pt

**C40**

### SITUATION D'ÉVALUATION 3

**Tâche 3.1 :** Analyse du dessin de définition et du mode d'obtention du brut, DRES page (17/17)

a. Expliquer la nuance du matériau de la chape de pied 2 (GC 35) :  $\boxed{4 \times 0,5 \text{ pt}}$  /2 pts

**Acier non allié pour traitements thermiques ayant 0,35% de carbone, obtenu par moulage.**

b. Compléter la spécification géométrique ci-dessous correspondante à l'expression suivante : la surface **F2** doit être comprise entre deux plans parallèles distants de 0,04 mm et disposés perpendiculairement par rapport à la surface **F1** :  $\boxed{4 \times 0,5 \text{ pt}}$  /2 pts

|           |          |             |           |
|-----------|----------|-------------|-----------|
| <b>F2</b> | <b>⊥</b> | <b>0,04</b> | <b>F1</b> |
|-----------|----------|-------------|-----------|

c. Expliquer la spécification suivante  $\varnothing 20 H7$  :  $\boxed{3 \times 0,5 \text{ pt}}$  /1,5 pt

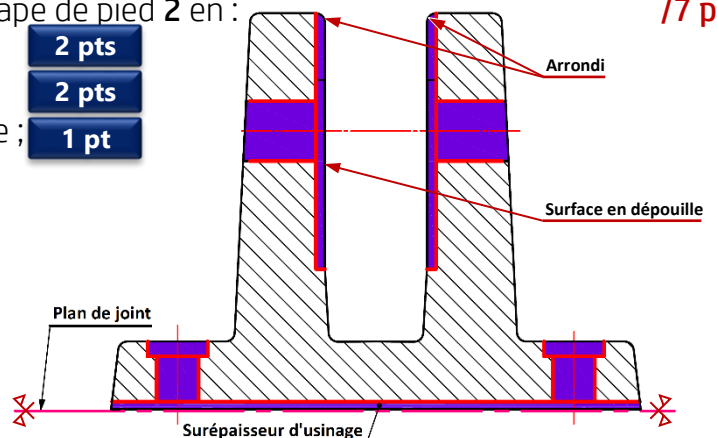
|                         |                                 |                                |
|-------------------------|---------------------------------|--------------------------------|
| $\varnothing 20$        | H                               | 7                              |
| <b>Diamètre nominal</b> | <b>Position de la tolérance</b> | <b>Qualité de la tolérance</b> |

d. Préciser le procédé d'obtention du brut de la chape de pied 2 et justifier votre réponse  $\boxed{2 \times 1 \text{ pt}}$  /2 pts

|                                |   |
|--------------------------------|---|
| Le procédé d'obtention du brut | Justification   |
| <b>Moulage en sable</b>        | <b>Le matériau de la chape (Acier) et son mode d'obtention (lettre G dans la désignation du matériau)</b> |

e. Compléter le dessin du brut capable de la chape de pied 2 en : /7 pts

- Ajoutant les surépaisseurs d'usinage ;  $\boxed{2 \text{ pts}}$
- Traçant le plan de joint en trait mixte ;  $\boxed{2 \text{ pts}}$
- Indiquant une des surfaces en dépouille ;  $\boxed{1 \text{ pt}}$
- Dessinant les arrondis.  $\boxed{2 \text{ pts}}$



f. Donner l'outillage permettant d'obtenir l'empreinte de la pièce dans le moule : /1 pt

**Le modèle**

**Tâche 3.2 : Etude de la phase 10 de fraisage, se référer au DRES page (17/17)**

a. Mettre une croix dans les cases correctes relatives au mouvement de génération en fraisage : /2 pts

|          | Mouvement de coupe (Mc)             | Mouvement d'avance (Mf)             |
|----------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| L'outil  | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>            |
| La pièce | <input type="checkbox"/>            | <input checked="" type="checkbox"/> |

2×1 pt

b. Compléter le croquis de la phase 10 ci-dessous :

b1. Repasser la surface usinée en trait fort ou avec une autre couleur ;

b2. Mettre en place les symboles technologiques de mise en position ;

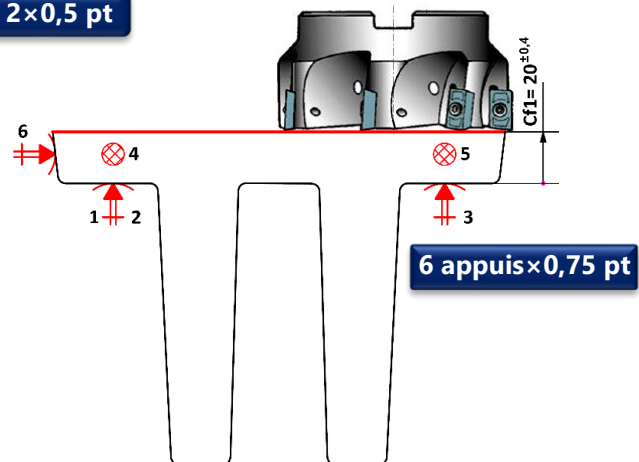
b3. Installer la cote fabriquée avec sa valeur. 2×0,5 pt

/1 pt

/4,5 pts

/1 pt

Croquis de phase :



b4. Compléter le tableau suivant par le nom de la machine, sa configuration (**Horizontale** ou **Verticale**), le nom de l'outil (**Fraise à surfacer**, **à surfacer et à dresser** ou **à rainurer**) et le mode de génération (**En bout** ou **En roulant**) utilisé pour surfacer F1 : 4×0,5 pt /2 pts

| Nom de la machine            | Configuration    | Nom de l'outil                      | Mode de génération |
|------------------------------|------------------|-------------------------------------|--------------------|
| <b>Fraiseuse universelle</b> | <b>Verticale</b> | <b>Fraise à surfacer et dresser</b> | <b>En bout</b>     |

b5. Donner un moyen adéquat de mesure de la cote 20±0,4 : /1 pt

**Pied à coulisse**

c. Étude de la coupe afin de choisir la machine convenable pour réaliser la phase 10, en se référant au DRES page (17/17) :

c1. Déterminer la puissance utile à la coupe  $P_c$  (en W) en utilisant la formule donnée : /2 pts

$$P_c = \frac{K_c \cdot a \cdot l \cdot V_c \cdot Z \cdot f_z}{\pi \cdot d \cdot 60} = \frac{2650 \times 3 \times 90 \times 55 \times 12 \times 0,2}{\pi \times 100 \times 60} = 5013,057 \text{ W}$$

c2. Déduire la puissance à fournir par le moteur de la machine  $P_{cm}$  (en kW) : /2 pts

$$P_{cm} = \frac{P_c}{\eta} = \frac{5013,057 \times 10^{-3}}{0,8} = 6,266 \text{ KW}$$

c3. Cocher la machine optimale : /1 pt

| Référence de la machine     | Fr 1                     | Fr 2                     | <b>Fr 3</b>                         | Fr 4                     |
|-----------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|
| Puissance du moteur Pm (kW) | 3                        | 5                        | <b>7</b>                            | 10                       |
| Machine optimale            | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

### Tâche 3.3 : Etude de la capabilité du procédé DRES page (17/17)

a. Citer trois causes provoquant des variations dimensionnelles entre les pièces fabriquées : /1,5 pt

**Usure de l'outil ; hétérogénéité de la matière ; conditions de coupe ;  
vibrations de la machine ; température ; action de la main d'œuvre...**

3×0,5 pt

b. Compléter le tableau suivant relatif à la cote  $40^{+0,1}_0$  : /1 pt

4×0,25 pt

| Intervalle de tolérance (IT) | Dimension minimale ( $D_{min}$ ) | Dimension maximale ( $D_{Max}$ ) | Dimension moyenne ( $D_{moy}$ ) |
|------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|---------------------------------|
| <b>0,1 mm</b>                | <b>40 mm</b>                     | <b>40,1 mm</b>                   | <b>40,05 mm</b>                 |

c. La moyenne  $\bar{X}$  et l'étendue  $R$  des 10 échantillons prélevés sont indiquées dans le tableau suivant :

| Echantillon       | 1     | 2      | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     | 8      | 9      | 10     |
|-------------------|-------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|
| Moyenne $\bar{X}$ | 40,05 | 40,027 | 40,07 | 40,03 | 40,05 | 40,05 | 40,06 | 40,052 | 40,047 | 40,054 |
| Etendue R         | 0,03  | 0,01   | 0,04  | 0,02  | 0,04  | 0,01  | 0,05  | 0,03   | 0,04   | 0,01   |

Remarque : Pour le calcul, prendre trois (3) chiffres après la virgule

c1. Calculer la moyenne des moyennes  $\bar{\bar{X}}$  (en mm) et la moyenne des étendues  $\bar{R}$  (en mm) : /2 pts

$$\bar{\bar{X}} = \mathbf{40,049 \text{ mm}}$$

$$\bar{R} = \mathbf{0,028 \text{ mm}}$$

2×1 pt

c2. Calculer l'indice de capabilité du procédé  $C_p$ , prendre le coefficient  $dn = 2,326$  : /1 pt

$$\sigma_{estimé} = \mathbf{0,028 / 2,326 = 0,012 \text{ mm}}$$

$$C_p = \mathbf{1,388}$$

2×0,5 pt

c3. Calculer l'indice de capabilité  $C_{pk}$  (indicateur de dérèglement) : /1 pt

$$C_{pk_{min}} = \mathbf{(40,049 - 40) / (3 \times 0,012)}$$

$$C_{pk_{max}} = \mathbf{(40,1 - 40,049) / (3 \times 0,012)}$$

$$= \mathbf{1,361} \quad \mathbf{0,25 \text{ pt}}$$

$$= \mathbf{1,416} \quad \mathbf{0,25 \text{ pt}}$$

$$C_{pk} = \mathbf{\min \{1,361 ; 1,416\} = 1,361} \quad \mathbf{0,5 \text{ pt}}$$

c4. Conclure, en complétant le tableau ci-contre par (Oui ou Non) : /0,5 pt

2×0,25 pt

| Procédé capable | Procédé réglé |
|-----------------|---------------|
| <b>Oui</b>      | <b>Oui</b>    |

c5. Compléter la courbe de Gauss (en cloche) suivante, correspondante aux valeurs trouvées précédemment en installant :

- La ligne verticale correspondante à  $D_{max}$  ;
- La ligne verticale correspondante à  $D_{min}$  ;
- L'intervalle de tolérance (IT).

