

الصفحة

1

9

γ***

المملكة المغربية

وزارة التربية الوطنية والتعليم الأولي والرياضة

المركز الوطني لامتحانات المدرسية وتقييم التعليمات

الامتحان الوطني الموحد للبكالوريا

الدورة الاستدراكية 2025

RR - 45

مخاطر الإجابة

4h

مدة الإجابة

علوم المهندس

المادة

8

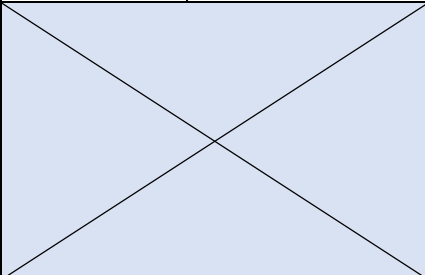
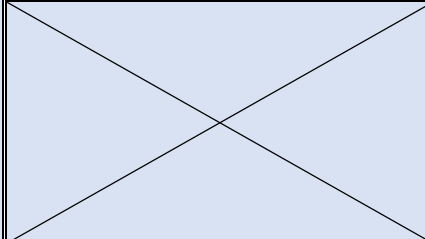
المعامل

شعبة العلوم والتكنولوجيات: مسلك العلوم والتكنولوجيات الميكانيكية

الشعبة أو المسلك

ELEMENTS DE REPONSE

GRILLE DE NOTATION

SITUATION D'ÉVALUATION 01		SITUATION D'ÉVALUATION 02		SITUATION D'ÉVALUATION 03	
TACHE 1.1		TACHE 2.1		TACHE 3.1	
a	0,75pt	a	2pts	a	2pts
b	1pt	b	1pt	b	0,5pt
c	0,5pt	c	1pt	c	3pts
TACHE 1.2		TACHE 2.2		TACHE 3.2	
a	2pts	a	2pts	a	2,5pts
b	1,5pt	b	4pts	b	3pts
c	0,75pt	c	2pts	c	2pts
d	4pts	d	2pts	d	2pts
TACHE 1.3		TACHE 2.3		e	2,75pts
a	2pts	a	2pts	f	2pts
b	1,5pt	b	2pts	g	2pts
c	2pts	c	2pts	h	2pts
d	2pts	d	d1	i	2pts
			d2	1pt	j
				TACHE 3.3	
				a	2pts
				b	1pt
				c	1pt
				d	1pt
		e	6,25pts		
f	1pt				
Total SEV01	18 pts	Total SEV02	22 pts	Total SEV03	40 pts
TOTAL : /80 Points					

Documents réponses : (DREP)

SITUATION D'EVALUATION 01 :

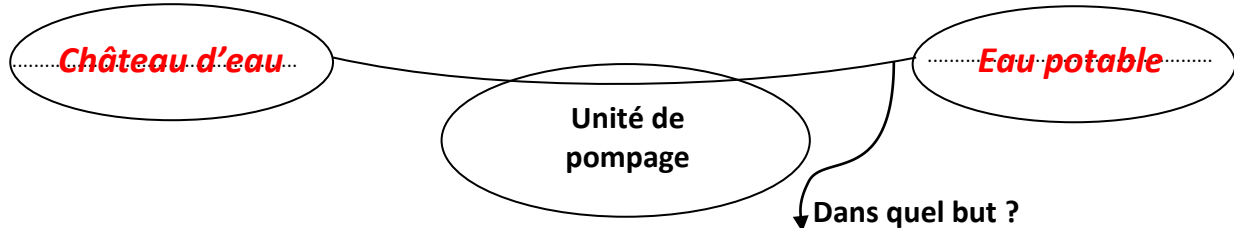
Tâche 1.1 : Analyse fonctionnelle :

a- Compléter le diagramme « bête à cornes » ci-dessous :

/0,75pt

A (qui) à (quoi) rend-t-il service ?

Sur (qui) sur (quoi) agit-il ?

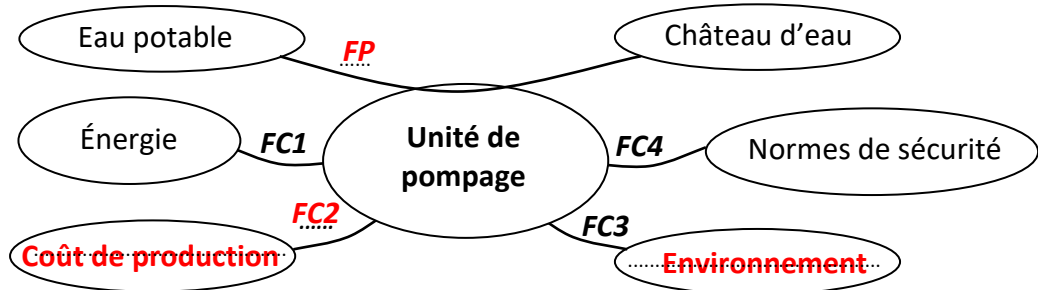


Dans quel but ?

Pomper l'eau potable pour remplir le château d'eau

b- Compléter le diagramme des interactions, à partir du tableau des expressions des fonctions de service de la question "c" :

/1pt



c- Compléter le tableau des expressions des fonctions de service à partir du diagramme des interactions de la question "b" :

/0,5pt

FP	Pomper l'eau potable pour remplir le château d'eau
FC1	Être alimentée en énergie
FC2	Réduire le coût de production au maximum
FC3	Respecter l'environnement (être silencieuse)
FC4	Respecter les normes de sécurité en vigueur

Tâche 1.2 : Analyse technique et représentation graphique :

a- Compléter, par le nom et la fonction des pièces choisies, le tableau suivant :

/2pts

Repère des pièces	Nom	Fonction
6	Coussinet	Assurer le guidage en rotation de 5/1 en réduisant le frottement
44	Joint à deux lèvres	Assurer l'étanchéité dynamique
45	Écrou à encoches	Arrêt en translation des bagues intérieures de 52/2
54	Bouchon	Fermer le trou de vidange

b- Compléter, par le nom de la liaison et le nombre de degrés de liberté, le tableau suivant :

/1,5pt

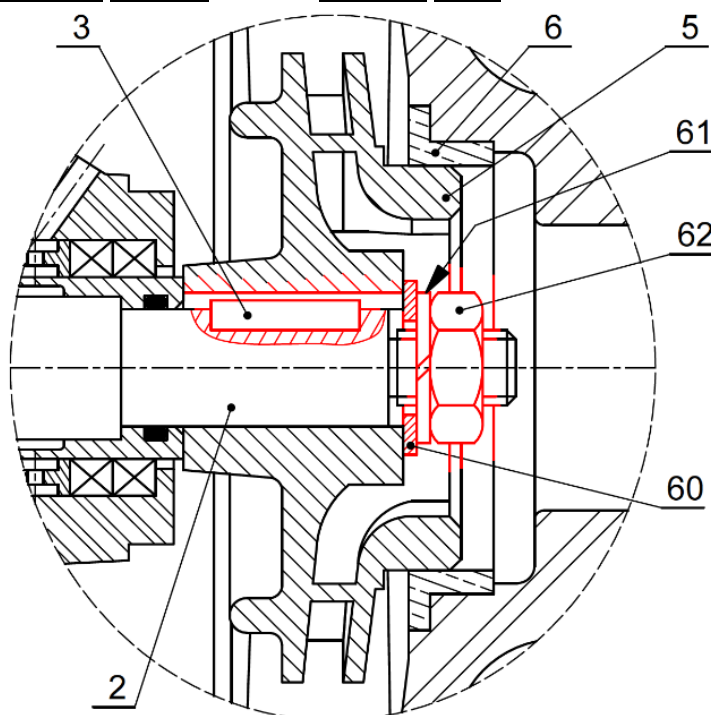
La liaison	Nom de la liaison	Nombre de degrés de liberté
5/2	Fixe (Encastrement)	0
5/1	Pivot glissant	2
2/56	Pivot	1

c- Donner le type de l'accouplement liant le moteur et la pompe ainsi que deux de ses avantages : /0,75pt

♦ Type : **Accouplement élastique**

♦ Deux avantages :
 - Permet un léger déplacement de la position relative des arbres
 - Amortir les vibrations
 - Assurer la souplesse de la transmission

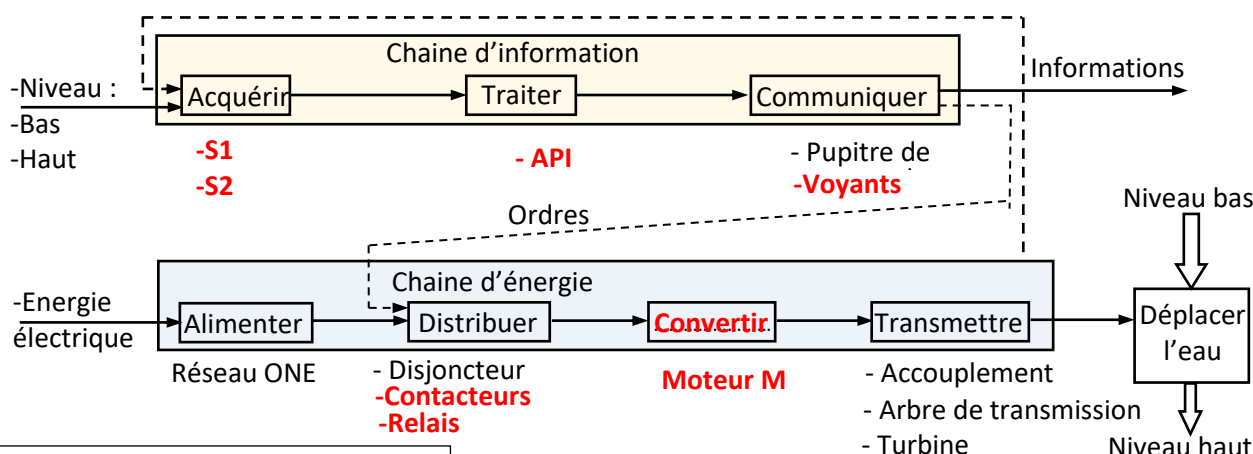
d- Compléter la représentation graphique de la liaison complète démontable, à l'échelle du dessin, entre l'arbre 2 et la turbine 5 (modifiée), assurée par la clavette parallèle 3, et un serrage en bout de cet arbre par l'écrou hexagonal 62, la rondelle Grower 61 et la rondelle plate 60 : /4pts



Tâche 1.3 : Eude partielle de l'automatisation du fonctionnement du château d'eau :

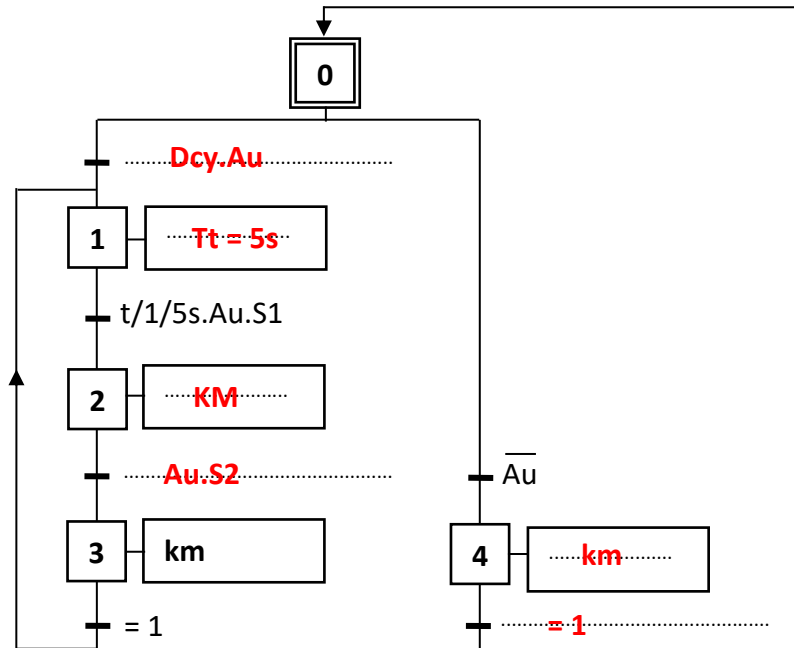
Le système d'automatisation du fonctionnement du château est équipé partiellement d'un bouton de départ cycle **Dcy** et d'un bouton d'arrêt d'urgence **Au**. Une durée $Tt = 5 s$, de temporisation est nécessaire pour éviter les démarrages fréquents du moteur.

a- Compléter la chaîne d'énergie et la chaîne d'information suivantes, spécifiques à l'unité de pompage de l'eau potable au château : /2pts



N.B. : Prendre en considération les réponses des élèves pour « Dcy » et « Au » qui peuvent se trouver dans l'une des fonctions acquérir, communiquer ou distribuer

b- Compléter le GRAFCET point de vue partie commande par les éléments assurant les fonctions génériques dans la chaîne d'énergie et la chaîne d'information de l'unité de pompage de l'eau potable : /1,5pt



c- Compléter, à partir de l'équation donnée ci-dessous, spécifique à l'arrêt du moteur commandant la pompe, le tableau de Karnaugh relatif à cette équation : /2pts

$$km = \overline{Au} + Au.S2$$

	Dcy.Au			
	00	01	11	10
S1.S2	00	0	0	1
	01	1	1	1
	11	1	1	1
	10	1	0	1

d-A l'aide des simplifications effectuées sur le tableau de Karnaugh, donner la nouvelle équation de km : /2pts

$$km = \overline{Au} + S2$$

SITUATION D'EVALUATION 02 :

Tâche 2.1 : Détermination de quelques caractéristiques de la pompe :

a- Calculer le travail W_{0-3} (en J/Kg), de la pompe centrifuge, en appliquant l'équation de Bernoulli entre les points 0 et 3. /2pts

$$W_{0-3} = \frac{P_3 - P_0}{\rho} + \frac{V_3^2 - V_0^2}{2} + g(Z_3 - Z_0) - J_{0-3}$$

Donc $W_{0-3} = 0 + 0 + 10 \cdot (35 - 0) + 52,5$ D'ou $W_{0-3} = 402,5 \text{ J/Kg}$

b- Calculer le débit massique Q_m (en Kg/s) de la pompe : /1pt

$$Q_m = \rho \cdot Q_v \text{ Donc } Q_m = 0,03 \cdot 10^3 \text{ D'ou } Q_m = 30 \text{ Kg/s}$$

c- Calculer la puissance hydraulique P_p (en W) de la pompe :

/1pt

$$P_p = Q_m \cdot W_{0-3} = 30.402,5 \text{ Donc } P_p = 12075 \text{ W}$$

Tâche 2.2 : Choix du moteur électrique adéquat pour la pompe centrifuge :

a- Calculer la puissance mécanique P_m (en kW) du moteur électrique (M), sachant que le rendement de la pompe est $\eta_p = 0,85$ et celui de l'accouplement est $\eta_{Acc} = 1$: (Prendre $P_p = 12,25$ kW)

/2pts

$$P_m = \frac{P_p}{\eta_p \cdot \eta_{Acc}} = \frac{12,25}{(0,85) \cdot (1)} = 14,411 \text{ kW}$$

b- Calculer la fréquence de rotation N_m (en tr/min) du moteur électrique sachant que la cylindrée de la pompe centrifuge est : $C_y = 1,2$ l/tr, en déduire la vitesse angulaire ω_m du moteur (en rad/s) :

/4pts

$$N_m = \frac{60 \cdot Q_v}{C_y} \text{ donc } N_m = \frac{60 \cdot 30}{1,2} = 1500 \text{ Donc } N_m = 1500 \text{ tr/min}$$

$$\omega_m = \frac{2\pi \cdot N_m}{60} = \frac{3,141 \cdot 1500}{30} \text{ Donc } \omega_m = 157,05 \text{ rad/s}$$

c- Calculer le couple moteur C_m (en N.m) : (Prendre $\omega_m = 158$ rad/s)

/2pts

$$C_m = \frac{P_m}{\omega_m} \text{ donc } C_m = \frac{14411}{158} \text{ Donc } C_m = 91,20 \text{ N.m}$$

d- Choisir le moteur adéquat pour la pompe :

/2pts

Référence	Puissance nominale (kW)	Vitesse nominale (tr/min)	Couple nominal (N.m)
LS 160 LR.	15	1500	96

Tâche 2.3 : Etude de la torsion simple de l'arbre 2 de la pompe :

a- Calculer, en appliquant la condition de rigidité, le diamètre minimal D_{mini} (en mm) de l'arbre 2 :

/2pts

$$\theta \leq \theta_{lim} \text{ donc } \frac{M_t}{G \cdot I_o} \leq \theta_{lim} \text{ avec } I_o = \frac{\pi \cdot D^4}{32}$$

$$\frac{32 \cdot M_t}{G \cdot \pi \cdot \theta_{lim}} \leq D^4 \text{ donc } D \geq \left(\frac{32 \cdot M_t}{G \cdot \pi \cdot \theta_{lim}} \right)^{1/4}$$

$$\text{Donc } D \geq \left(\frac{32 \cdot 96 \cdot 1000}{8 \cdot 10^4 \cdot 3,141 \cdot 3,49 \cdot 10^{-6}} \right)^{1/4} \text{ donc } D_{mini} = 43,262 \text{ mm}$$

b- Calculer, pour l'arbre 2 supposé comme une poutre cylindrique pleine de diamètre constant $D_{\text{plein}} = 44 \text{ mm}$, la contrainte tangentielle maximale τ_{maxp} (en N/mm^2), avec $M_t = C_m = 96 \text{ N.m}$: /2pts

$$\tau_{\text{maxp}} = \frac{M_t}{I_0} \cdot \frac{D}{2} = \frac{16 \cdot M_t}{\pi \cdot D^3}$$

$$\tau_{\text{maxp}} = \frac{16 \cdot 96 \cdot 10^3}{3,141 \cdot 44^3} = 5,73 \text{ N/mm}^2$$

c- On souhaite remplacer l'arbre 2 plein par arbre creux de diamètre $D = 44 \text{ mm}$ avec $d = 0,5 \times D$. Pour cela, calculer l'angle unitaire de torsion θ_c (en rad/mm) pour l'arbre creux supportant le même couple $M_t = 96 \text{ N.m}$ et comparer cette valeur trouvée avec θ_{lim} de l'arbre plein. Voir DRES (page 16/18) : /2pts

$$\theta_c = \frac{M_t}{G \times I_0} = \frac{32 \times M_t}{G \times \pi \times (D^4 - d^4)}$$

$$\theta_c = \frac{32 \times 96 \cdot 10^3}{8 \times 10^4 \times 3,141 \times 44^4 (1 - 0,5^4)} = 3,47 \times 10^{-6} \text{ rad/mm}$$

Comparaison :

$$(\theta_c = 3,47 \times 10^{-6} \text{ rad/mm}) < (\theta_{\text{lim}} = 0,2^\circ/\text{m} = 3,49 \times 10^{-6} \text{ rad/mm})$$

d- On souhaite choisir, pour la pompe centrifuge, parmi ces deux arbres ayant la même longueur ℓ , celui le plus résistant et le plus léger. Pour cela, on donne :

⇒ m_p : masse de l'arbre plein et S_p sa section ;

⇒ m_c : masse de l'arbre creux, S_c sa section et d son diamètre intérieur ;

⇒ On sait que Le rapport des masses est égal au rapport des sections tel que : $k = \frac{m_c}{m_p} = \frac{S_c}{S_p}$.

d₁- Calculer la valeur du rapport k et comparer les deux masses : /1pt

$$k = \frac{m_c}{m_p} = \frac{S_c}{S_p} = \frac{D^2 - d^2}{D^2} = 1 - \frac{d^2}{D^2} = 1 - (0,5)^2 = 0,75$$

D'où : $m_c < m_p$

d₂- Quel est l'arbre adéquat choisi pour la pompe centrifuge. Justifier votre réponse : /1pt

L'arbre adéquat choisi pour notre pompe centrifuge est l'arbre creux, car :
- Il supporte une déformation $\theta_c < \theta_{\text{limite}}$ de l'arbre plein ;
- Il a une masse plus légère que l'arbre plein.

SITUATION D'EVALUATION 03 :

Tâche 3.1 : Analyse du dessin de définition :

a- Identifier et expliquer la désignation du matériau de l'arbre 2 : /2pts

16 Cr Ni 6 : Acier faiblement allié avec 0,16% de carbone, 1,5% de chrome et quelques traces de Nickel.

b- Donner le procédé d'obtention du brut de l'arbre 2 :

/0,5pt

Laminage

c- Compléter le tableau suivant des spécifications géométriques relatives à l'arbre 2 :

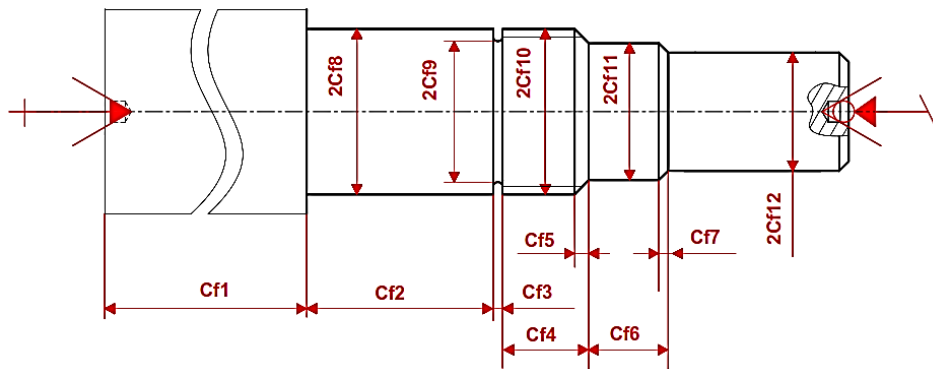
/3pts

Symbole	Nom de la tolérance	Type de la tolérance
$\perp$	Perpendicularité	 Orientation
$\odot$	 Coaxialité	 Position
$\oslash$	 Cylindricité	Forme

Tâche 3.2 : Étude de la phase 40

a- Mettre en place, sur le croquis de phase suivant, les symboles technologiques (2^{ème} norme) de mise en position :

/2,5pts



b- Installer, sur le dessin ci-dessus, les cotes fabriquées (sans valeurs) réalisées dans cette phase :

/3pts

c- Donner les spécifications géométriques obtenues dans cette phase :

/2pts

D4	$\oslash$	0,005	F2	$\perp$	0,01	D4
----	-----------	-------	----	---------	------	----

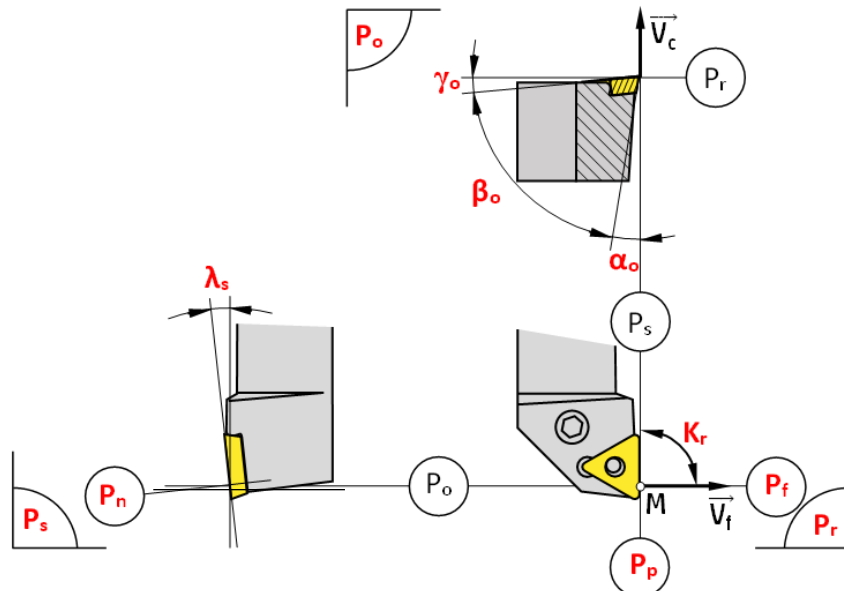
d- Citer deux types d'usure de l'outil et leurs critères associés :

/2pts

Type de l'usure	Critère associé
Usure en dépouille	VB
Usure en cratère	KT

e- Sur le croquis de l'outil en main suivant, inscrire les repères des plans (P_f , P_s , P_o , P_n , P_r , P_p), des angles de face orthogonaux (α_o , β_o , γ_o) et des angles d'arêtes (λ_s , k_r) :

/2,75pts



f- Compléter le tableau suivant :

/2pts

Repère	Nom du plan	Définition du plan
Pr	Plan de référence	C'est le plan parallèle au plan de base et passant par le point considéré M de l'arête de coupe.
Ps	Plan d'arête de l'outil	C'est le plan perpendiculaire au plan de référence Pr, tangent à l'arête de coupe, au point considéré M.

g- Montrer que l'effort de coupe $F_c = 1280 \text{ N}$:

/2pts

$$F_c = a \times f \times K_c = 320 \times 10 \times 0,2 \times 2 = 1280 \text{ N}$$

h- Déterminer la puissance P_u (en kW) utile à la coupe :

/2pts

$$P_u = F_c \times V_c = 1280 \times 100/60 = 2133,33 \text{ W} = 2,133 \text{ kW}$$

i- Déduire la puissance P_{cm} (en kW) que le moteur de la machine doit fournir :

/2pts

$$\eta = \frac{P_u}{P_{cm}} \Rightarrow P_{cm} = \frac{P_u}{\eta} \Rightarrow P_{cm} = \frac{2,133}{0,7} = 3,047 \text{ kW}$$

j- Choisir la référence de la machine optimale :

/2pts

Tr 04

Tâche 3.3 : Elaboration des cartes de contrôle

(Pour tous les calculs prendre **trois chiffres** après la virgule)

a- Calculer les dimensions (en mm) maximale $D_{4\max}$ et minimale $D_{4\min}$ du diamètre D_4 :

/2pts

$$D_{4\max} = D_N + es = 82 + 0,025 = 82,025$$

$$D_{4\max} = 82,025 \text{ mm}$$

$$D_{4\min} = D_N + ei = 82 + 0,003 = 82,003$$

$$D_{4\min} = 82,003 \text{ mm}$$

b- Calculer, pour les 10 échantillons, la moyenne des moyennes $\bar{\bar{X}}$ et la moyenne des étendues $\bar{R}$:

/1pt

$$\bar{\bar{X}} = (\sum_{i=1}^{10} \bar{X}_i) / 10 = \frac{82,011 + 82,013 + 82,010 + 82,009 + 82,013 + 82,012 + 82,014 + 82,013 + 82,012 + 82,013}{10} \quad \bar{\bar{X}} = 82,012 \text{ mm}$$

$$\bar{R} = (\sum_{i=1}^{10} R_i) / 10 = \frac{0,004 + 0,009 + 0,011 + 0,013 + 0,008 + 0,007 + 0,009 + 0,006 + 0,008 + 0,005}{10} \quad \bar{R} = 0,008 \text{ mm}$$

c- Calculer les limites supérieures de supervision LSS et de contrôle LSC de la carte des moyennes :

/1pt

$$LSS = \bar{\bar{X}} + (A'_s \times \bar{R}) = 82,012 + (0,377 \times 0,008) \quad LSS = 82,015$$

$$LSC = \bar{\bar{X}} + (A'_c \times \bar{R}) = 82,012 + (0,594 \times 0,008) \quad LSC = 82,016$$

d- Calculer la limite de contrôle supérieure LC pour la carte des étendues :

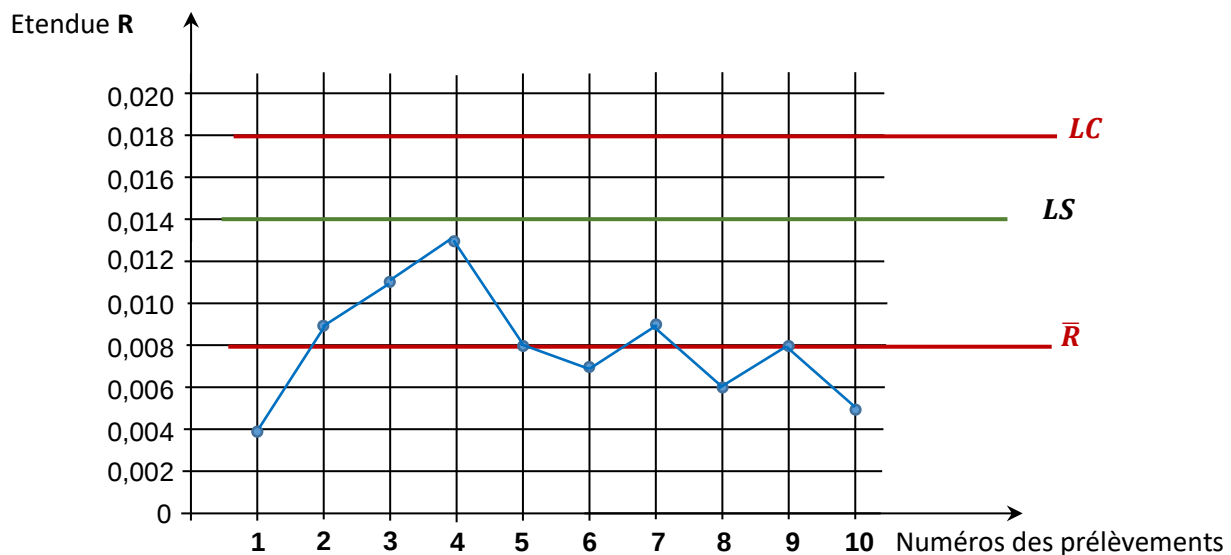
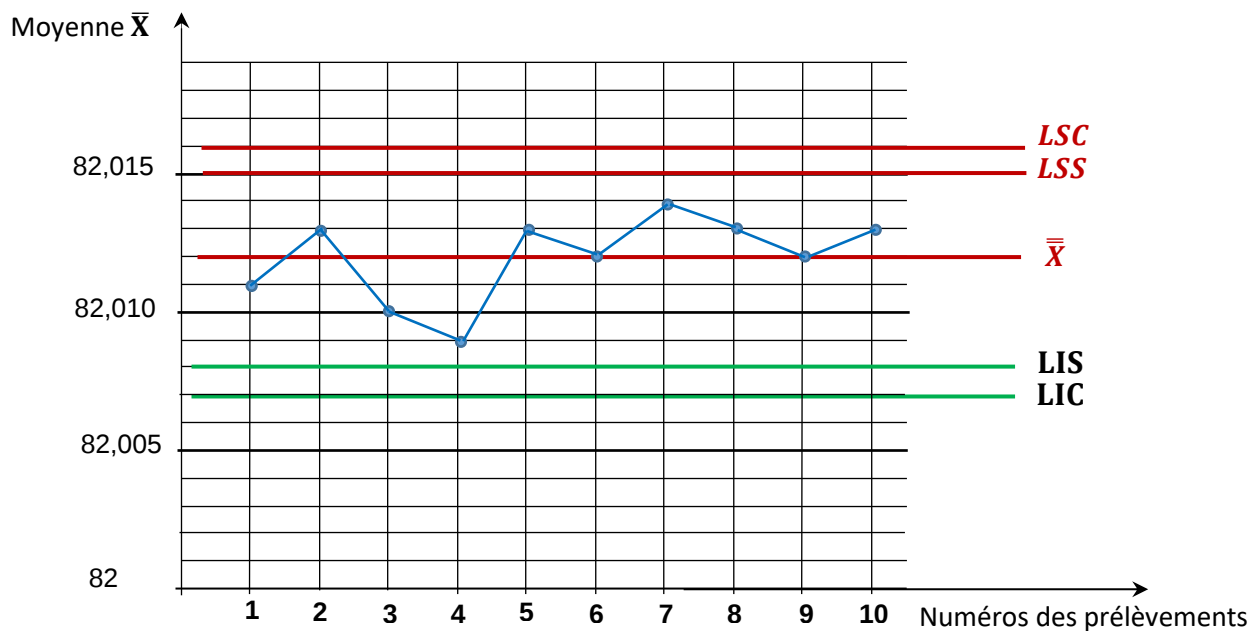
/1pt

$$LC = D'_C \times \bar{R} = 2,36 \times 0,008$$

$$LC = 0,018$$

e- Tracer sur les cartes de contrôle suivantes les caractéristiques $\bar{X}$, $\bar{R}$, LSS , LSC et LC ainsi que l'évolution de la moyenne et de l'étendue au cours du temps :

/6,25pts



f- Analyser les cartes de contrôle de la moyenne et de l'étendue et déterminer les observations, les interprétations et les mesures à prendre :

/1pt

- Pas de grande variation de la moyenne
- Le processus est bien réglé
- Pas de corrections à envisager

- Pas de grande variation de l'étendue
- Processus stable
- Pas de corrections à envisager