

الصفحة 1 9	<p>الامتحان الوطني الموحد للبكالوريا</p> <p>الدورة الاستدراكية 2017</p> <p>-عناصر الإجابة -</p>	<p>المملكة المغربية وزارة التربية الوطنية والتكوين المهني والتعليم العالي والبحث العلمي</p> <p>المركز الوطني للتقويم والامتحانات والتوجيه</p>
★★★	RR 45	

4	مدة الإنجاز	علوم المهندس	المادة
8	المعامل	شعبة العلوم والتكنولوجيات مسلك العلوم والتكنولوجيات الميكانيكية	الشعبة أو المسلك

**ÉLÉMENTS DE CORRECTION**

**N.B**

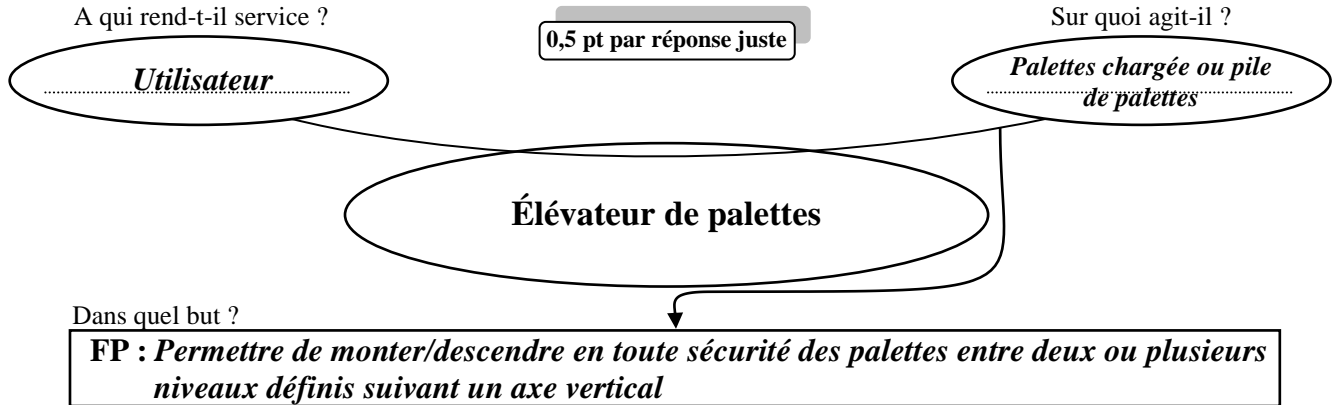
Le correcteur est tenu de respecter à la lettre les consignes relatives aux répartitions des notes indiquées sur les éléments de correction

## Documents réponses

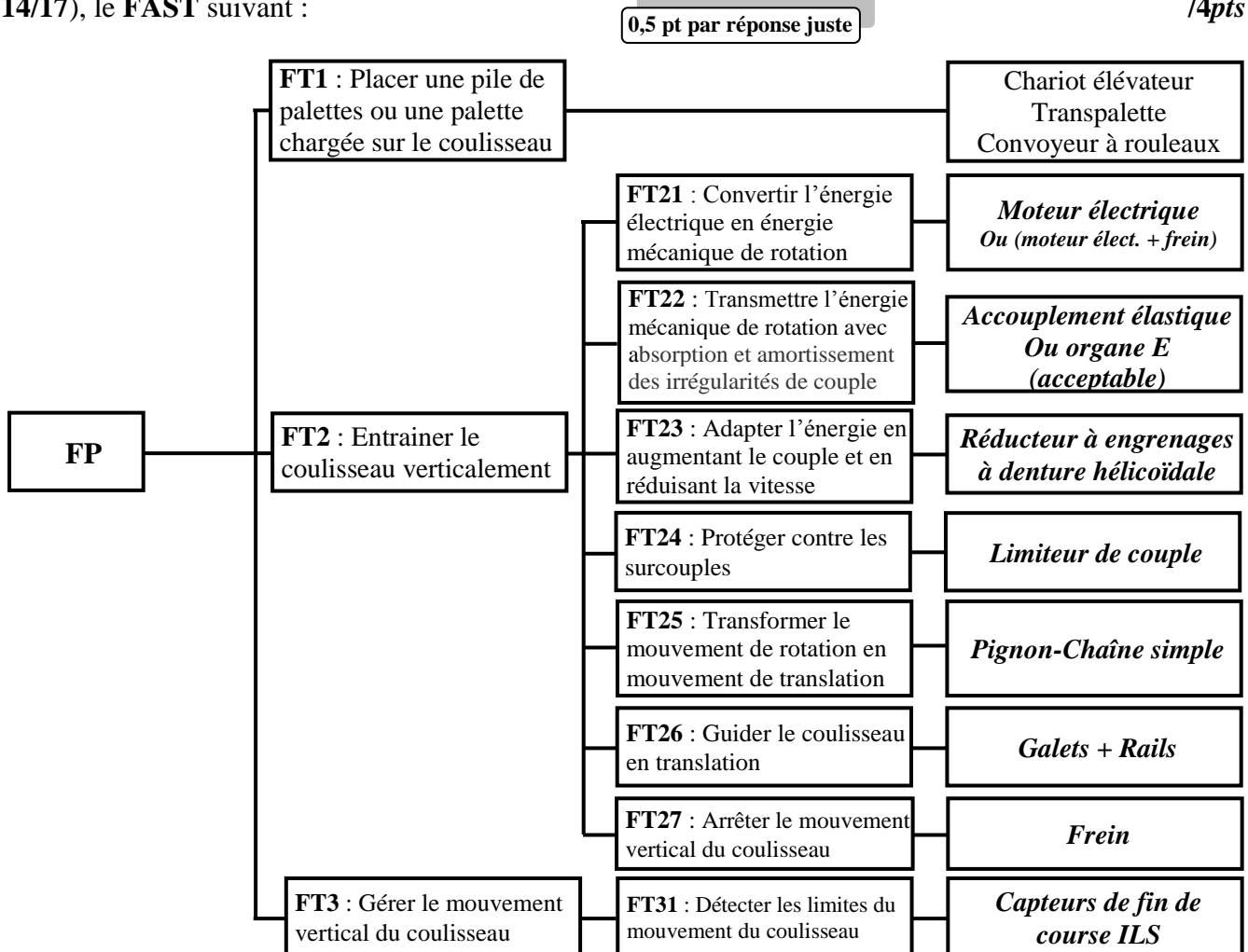
**SEV 01 :**

**Tâche 1.1 :** Étude fonctionnelle de l'élévateur de palettes.

- a- Compléter, en se basant sur la présentation du support (page 2/17), le diagramme « bête à cornes » du système étudié : /1,5pt



- b- Compléter, par les solutions technologiques proposées (page 2/17 et DRES pages 12/17, 13/17 et 14/17), le FAST suivant : /4pts



**Tâche 1.2 :** Analyse technique de l'élévateur de palettes.

- a- Donner, en analysant les données des DRES pages 13/17 et 14/17, le nom complet du frein utilisé dans l'élévateur de palettes en indiquant le type de frein et le type de sa commande : /1pt

*Frein (à disque) progressif à friction plane à commande électromagnétique*

0,5 pt

0,5 pt

b- Compléter le tableau de fonctionnement du frein, en se référant aux DRES pages 13/17 et 14/17 et en utilisant les termes (donnés en désordre) de la liste suivante : Non - En contact - Comprimé - Attiré - Séparées - Oui - Poussé - Non comprimé. 0,25 pt par réponse juste /2pts

	Plateau mobile (20)	Ressort (25)	(18), (19+30) et (20)	Freinage
Bobine non alimentée	<i>Poussé</i>	<i>Non comprimé</i>	<i>En contact</i>	<i>Oui</i>
Bobine alimentée	<i>Attiré</i>	<i>Comprimé</i>	<i>Séparées</i>	<i>Non</i>

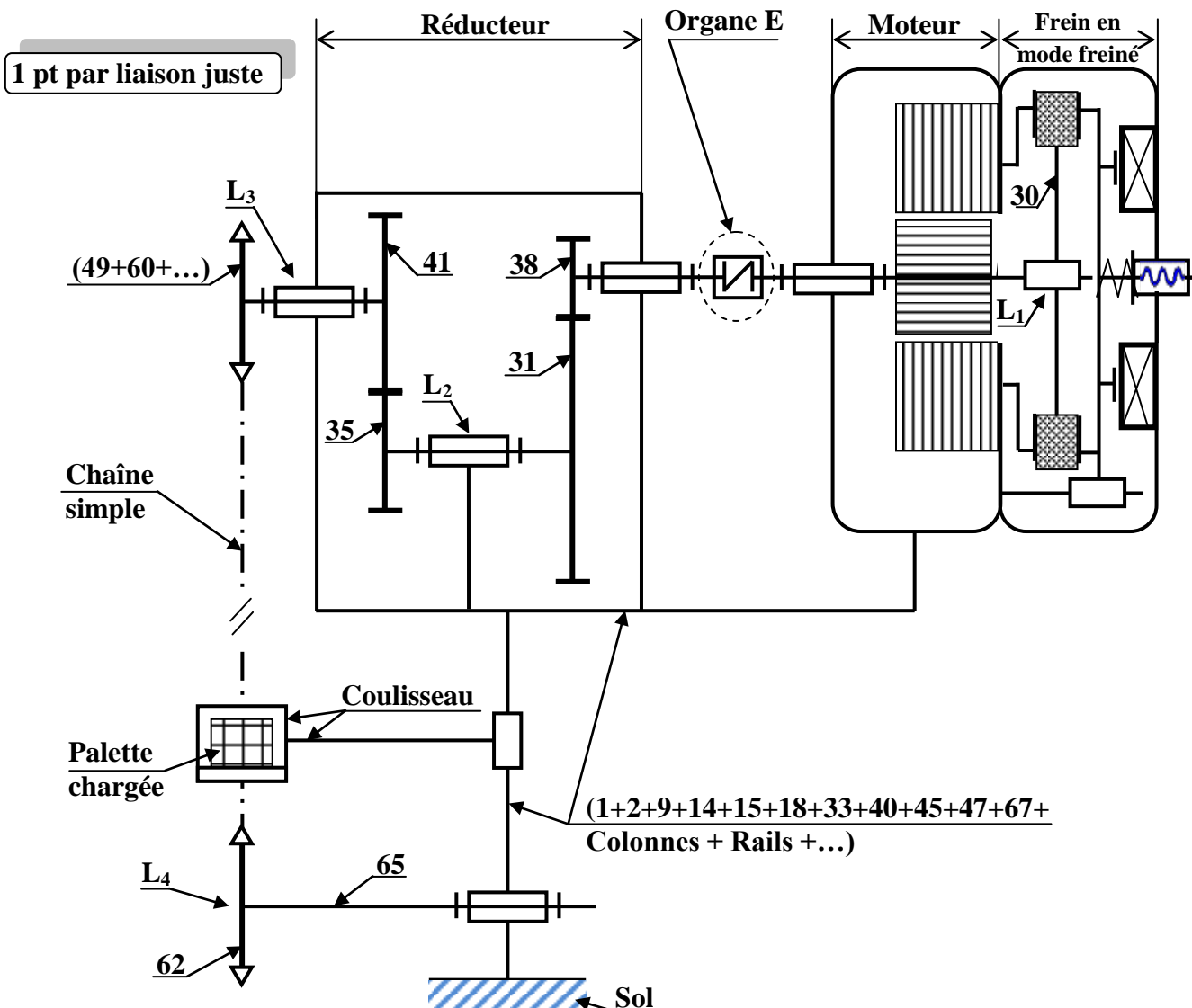
c- Citer deux avantages des engrenages à denture hélicoïdale utilisés dans le réducteur : 0,5 pt par réponse juste /1pt

- *Engrènement plus progressif ; Plus silencieux ; Transmission d'efforts plus importants à vitesses élevées ;*
- *Atténuation des vibrations ; réalisation facile d'un entraxe imposé en faisant varier l'angle d'hélice*

d- Relier, par une flèche, l'organe ou l'ensemble au nom technologique qui lui correspond : /1pt

L'organe ou l'ensemble	Le nom technologique qui lui correspond
E	Embrayage à disques
	Accouplement rigide <span style="float: right;">0,5 pt par réponse juste</span>
	Accouplement élastique
	Limiteur de couple à ressort de compression
(48+50+52+55+56+57+58+59)	Limiteur de couple à rondelles élastiques « <i>Belleville</i> »
	Roue libre à roulement

e- Compléter, en se référant aux DRES pages 12/17, 13/17 et 14/17, le schéma cinématique minimal simplifié par les symboles des liaisons mécaniques manquantes (L<sub>1</sub>, L<sub>2</sub>, L<sub>3</sub> et L<sub>4</sub>) : /4pts

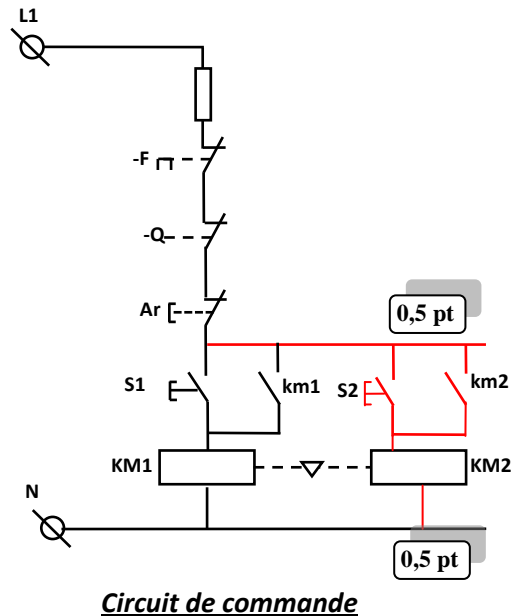
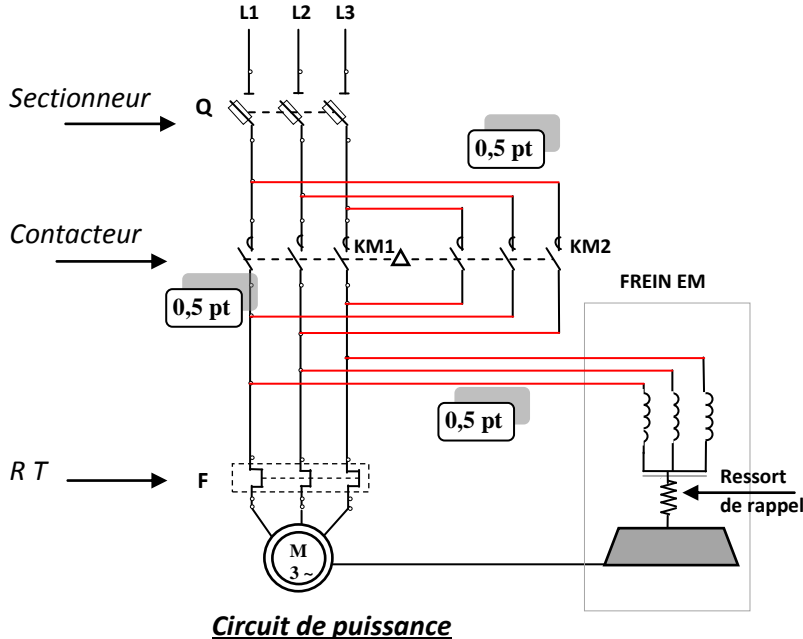


Tâche 1.3 :

a- La montée et la descente du coulisseau de l'élévateur à palettes sont assurées par un moteur-frein asynchrone triphasé **M** à deux sens de rotation commandé par deux contacteurs **KM1** (pour la montée) et **KM2** (pour la descente). Compléter sur le schéma ci-dessous :

a-1- le câblage du circuit de puissance du moteur-frein **M** à deux sens de rotation : /1,5pt

a-2- le câblage du circuit de commande du contacteur **KM2** assurant la descente du coulisseau. : /1pt



b- Déduire l'équation logique de **KM1** : /0,5pt

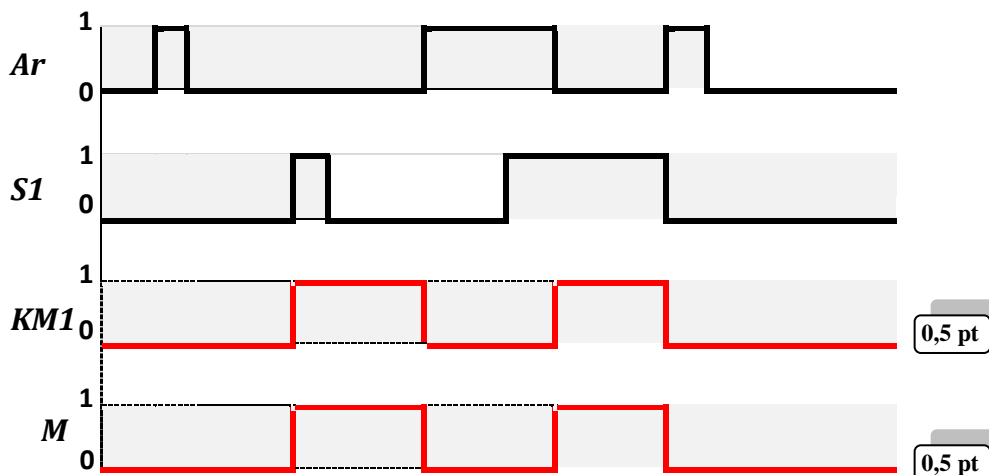
$$KM1 = \bar{F} \cdot \bar{Q} \cdot \bar{Ar} \cdot (S1 + km1)$$

c- Compléter le tableau ci-dessous, montrant le fonctionnement du moteur-frein **M** dans un seul sens, dans le cas où les contacts du sectionneur **Q** sont fermés et **M** est alimenté par le contacteur **KM1** : /1pt

Entrées		km1	Sorties par (1 ou 0)		
S1	Ar		km1	KM1	M
0	0	km1=...0...	KM1=...0...	M=...0...	
0	1	km1=...0...	KM1=...0...	M=...0...	
1	0	km1=...1...	KM1=...1...	M=...1...	
1	1	km1=...0...	KM1=...0...	M=...0...	

0,25 pt par ligne

d- Compléter le chronogramme du contacteur **KM1** et du moteur-frein **M** selon les états de **Ar** et de **s1** : /1pt



SEV 02 :

**Tâche 2.1 : (Prendre deux chiffres après la virgule dans tous les calculs de cette tâche)**

- a- Déterminer la fréquence de rotation  $N_{pc}$  (en **tr/min**), que doit avoir le pignon moteur à chaîne (49) de diamètre primitif  $D_p = 192,02$  mm, pour que la chaîne simple assure un déplacement vertical de la charge totale à une vitesse  $V_{LC} = 0,5$  m/s : /1pt

On a :  $V_{LC} = R_p \times \omega_{pc}$  avec  $R_p$  : rayon du pignon moteur (X) et  $\omega_{pc}$  : sa vitesse angulaire

$$\text{Aussi, } \omega_{pc} = \frac{\pi \cdot N_{pc}}{30} \text{ donc : } N_{pc} = \frac{30 \cdot V_{LC}}{\pi \cdot D_p} \quad \text{A.N : } N_{pc} = \frac{30 \cdot 0,5}{\pi \cdot 192,02 \cdot 10^{-3}} = 49,73 \text{ tr/min:}$$

- b- Déduire, en considérant qu'il n'y a pas de glissement entre les surfaces actives du limiteur de couple, la vitesse de rotation  $N_{lc}$  (en **tr/min**) du limiteur de couple et la vitesse de rotation  $N_r$  (en **tr/min**) de l'arbre de sortie du réducteur (60) : /1pt

$$N_{pc} = N_{lc} = N_r = 49,73 \text{ tr/min:}$$

- c- Calculer, en utilisant la page 5/17 et les DRES pages 13/17 et 14/17, le rapport de réduction  $r$  du réducteur : /1pt

$$r = \frac{\Pi Z_{menantes}}{\Pi Z_{menées}} = \frac{Z_{38} \times Z_{35}}{Z_{31} \times Z_{41}} \quad \text{A.N : } r = \frac{15 \times 20}{100 \times 60} = 0,05$$

- d- Déterminer, en prenant pour la suite du calcul la vitesse de rotation  $N_r = 50$  tr/min et  $r = 0,05$ , la vitesse de rotation  $N_E$  (en **tr/min**) de l'organe E et déduire celle du moteur  $N_m$  (en **tr/min**) : /1pt

$$r = \frac{N_r}{N_E} = 0,05 \text{ donc } N_E = \frac{N_r}{r} = N_m \quad \text{A.N : } N_E = N_m = \frac{50}{0,05} = 1000 \text{ tr/min}$$

- e- Déterminer, en utilisant les hypothèses et la modélisation des DRES pages 14/17 et 15/17 et en appliquant le principe fondamental de la dynamique en translation en projection sur l'axe  $\vec{Z}$  à l'ensemble (coulisseau + palette chargée), l'intensité de l'effort  $F_u$  (en N) utile à la chaîne pour déplacer de bas vers le haut la charge totale  $M_{CT}$  à l'accélération limite en charge  $\gamma_C = 0,5$  m/s<sup>2</sup> : /1pt

*P.F.D appliqué à l'ensemble (coulisseau + palette chargée) en projection sur  $\vec{Z}$  :  $F_u - P_{CT} = M_{CT} \times \gamma_C$*

$$\text{Donc } F_u = P_{CT} + M_{CT} \times \gamma_C = (M_{CT} \times g) + (M_{CT} \times \gamma_C) = M_{CT} \cdot (g + \gamma_C)$$

$$\text{A.N : } F_u = 800 \cdot (10 + 0,5) = 8400 \text{ N}$$

- f- Déduire, en négligeant le frottement dans la liaison glissière assurant le guidage en translation du coulisseau par rapport au bâti, la puissance utile  $P_u$  (en kW) développée par l'effort  $F_u$  utile à la chaîne simple pour déplacer de bas vers le haut la charge totale à la vitesse  $V_{LC} = 0,5$  m/s : /1pt

$$P_u = F_u \times V_{LC}$$

$$\text{A.N : } P_u = 8400 \times 0,5 = 4200 \text{ W} \quad \text{d'où } P_u = 4,20 \text{ kW}$$

- g- Calculer, selon l'agencement de la chaîne de transmission de puissance dans l'élévateur de palettes DRES page 14/17, le rendement global de la transmission  $\eta_g$  : /1pt

$$\eta_g = \eta_1 \times \eta_2 \times \eta_3 \times \eta_4$$

$$\text{A.N : } \eta_g = 0,90 \times 0,92 \times 0,95 \times 0,98 = 0,77$$

- h- Déduire, en prenant pour la suite du calcul  $P_u = 4,20$  kW et  $\eta_g = 0,77$ , la puissance mécanique  $P_m$  (en kW) à fournir par le moteur-frein : /1pt

$$\text{On a : } \eta_g = \frac{P_u}{P_m} \text{ donc } P_m = \frac{P_u}{\eta_g} \quad \text{A.N : } P_m = \frac{4,20}{0,77} = 5,45 \text{ kW}$$

- i- Choisir, à partir du DRES page 15/17, la désignation du moteur électrique convenable optimal : /1pt

*La désignation du moteur électrique convenable optimal est : BA 132 MB6*

**Tâche 2.2 :** En utilisant les données relatives à cette tâche DRES page 15/17, déterminer quelques paramètres de la chaîne simple. Pour ce faire, on vous demande de :

- a- Proposer, en suivant l'exemple donné sur l'abaque de sélection, le pas de la chaîne simple à choisir pour transmettre la puissance de sélection à la fréquence de rotation du pignon moteur : /1pt

*Le pas de la chaîne simple à choisir est : P=31,75 mm*

Le mode de fonctionnement des chaînes (fatigue) fait que pour choisir convenablement une chaîne il suffit de comparer sa charge de rupture  $R$ , indiquée dans les catalogues constructeurs, à l'effort de tension maximal  $F_{max}$ , pondéré par un coefficient de sécurité  $K = R/F_{max}$ , tel que  $K$  doit-être compris entre 5 et 20.

- b- Relever, à partir de l'extrait du catalogue constructeur, les références de la chaîne (N° ISO et Réf. Brampton), la valeur de sa résistance à la rupture  $R$  et conclure sur sa validité si  $F_{max} = 9000 \text{ N}$  : /1,5pt

Références de la chaîne : N° ISO : 20B1 ; Réf. Brampton : B 10103 0,5 pt

$R = 95000 \text{ N}$  0,5 pt

Conclusion :  $K = 95000/9000 = 10,55$  donc la chaîne choisie est valide. 0,5 pt

- c- Déterminer, en utilisant les données du DRES page 15/17, la longueur de la chaîne  $L_m$  (en maillons) en nombre pair, juste nécessaire pour assurer la course exigée par le cahier de charges : /1pt

$$L_m = \frac{Z_m + Z_r}{2} + \frac{2C}{P} + Y$$

$$A.N \quad L_m = \frac{19+19}{2} + \frac{2 \times 9500}{31,75} + Y = 19 + 598,42 + Y = 618 \text{ maillons avec } Y = 0,58$$

**Tâche 2.3 :** Étant données les conditions de fonctionnement (démarrages fréquents et variations d'effort en fonctionnement), il est utile de vérifier la clavette (51), participant à la liaison complète démontable entre le moyeu du limiteur de couple (48) et l'arbre de sortie du réducteur (60), au cisaillement (entre autres). En utilisant les données du DRES page 15/17, on vous demande de :

- a- Calculer l'intensité de l'effort tangentiel  $\|\vec{T}\|$  (en N) résultant sur la clavette lors de la transmission du couple  $C_r$  entre le moyeu du limiteur de couple (48) et l'arbre de sortie du réducteur (60) : /1pt

$$\text{On a : } C_r = \|\vec{T}\| \times \frac{d}{2} \quad \text{donc : } \|\vec{T}\| = \frac{2 \cdot C_r}{d} \quad A.N \quad \|\vec{T}\| = \frac{2 \times 870 \cdot 10^3}{50} = 34800 \text{ N}$$

- b- Calculer la section  $S$  sollicitée au cisaillement (en  $\text{mm}^2$ ), de la clavette : /1pt

$$\text{On a : } S = L \times a \quad A.N \quad S = 38 \times 8 = 304 \text{ mm}^2$$

- c- Déterminer, en prenant  $\|\vec{T}\| = 34800 \text{ N}$  et  $S = 304 \text{ mm}^2$ , la contrainte de cisaillement  $\tau$  (en  $\text{N/mm}^2$ ) : /1pt

$$\text{On a : } \tau = \frac{\|\vec{T}\|}{S} \quad A.N \quad \tau = \frac{34800}{304} = 114,47 \text{ N/mm}^2$$

- d- Conclure sur la condition de résistance de la clavette au cisaillement : /1pt

La condition de résistance :  $\tau \leq R_{pg}$  et  $R_{pg} = 120 \text{ N/mm}^2$  donc la condition est vérifiée

**Tâche 2.4 :** Compléter, à l'échelle de représentation des pièces, la coupe partielle B-B (DRES page 12/17) montrant la liaison complète démontable entre la chaîne simple et le coulisseau par l'intermédiaire d'une plaque attache K3 standard ISO et des vis de fixation à tête cylindrique à six pans creux. Pour cela :

- a- Placer une des six vis pour assurer cette liaison complète démontable ; /1pt

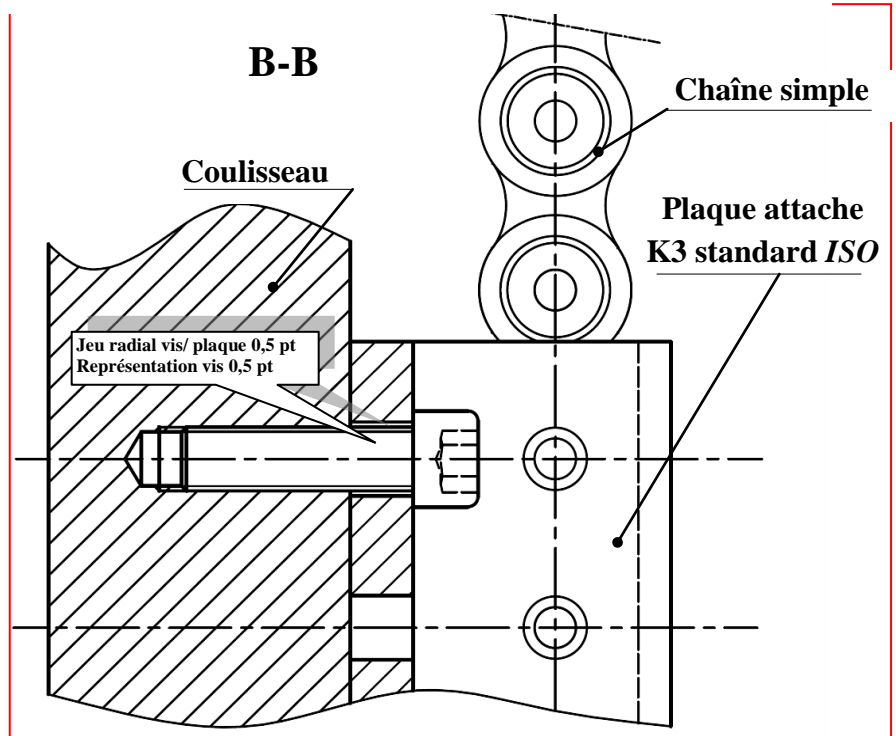
- b- Compléter les parties manquantes du perçage et du taraudage ; /1pt

0,5 pt

0,5 pt

- c- Compléter les hachures manquantes. /1pt

Hachures plaque 0,5 pt  
Hachures coulisseau 0,5 pt



SEV 03 :

Tâche 3.1 :

a- Identifier et expliquer la désignation du matériau du support (67) DRES page 16/17 : /3,5pts

EN-GJL-200 :


Fonte grise à graphite lamellaire dont la résistance minimale à la rupture par extension est de 200 MPa (N/mm<sup>2</sup>)

1 pt

1 pt

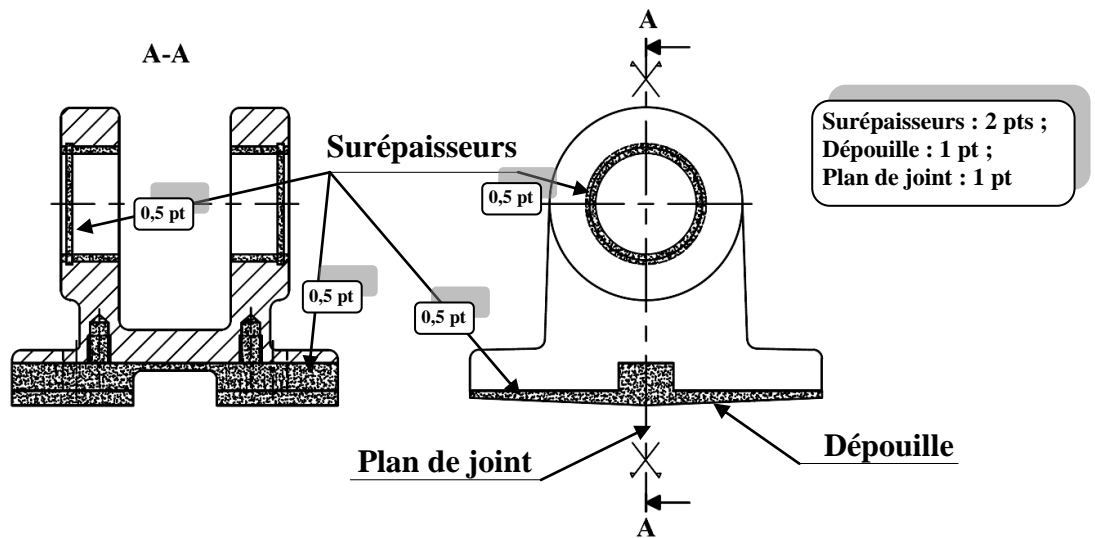
1 pt

0,5 pt

b- Compléter le tableau ci-dessous relatif à la spécification suivante : **F<sub>1</sub>**  **0,1/100** /3pts

Nom de la spécification	Type de spécification	Interprétation
Planéité	Tolérance de forme	Une partie quelconque de la surface F <sub>1</sub> , sur une longueur de 100 mm, doit être comprise entre deux plans parallèles distants de 0,1 mm.

c- Compléter le dessin du brut capable du support (67) en indiquant les surépaisseurs d'usinage, le plan de joint et les dépouilles, sachant que l'avant trou de D<sub>1</sub> provient brut du moulage : /4pts



Tâche 3.2 :

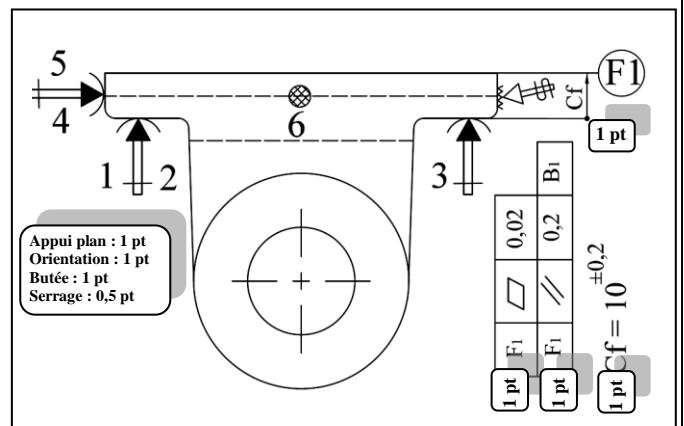
a- Indiquer sur le croquis de phase, ci-contre, relatif à la phase 20 du support (67) DRES page 16/17 :

a-1- La mise et le maintien en position de la pièce en utilisant les symboles de la deuxième norme ; /3,5pts

a-2- Les cotes fabriquées dans cette phase et leurs valeurs. /2pts

..... Voir croquis ci-contre .....

a-3- Les spécifications géométriques obtenues dans cette phase. /2pts



..... Voir croquis ci-contre .....

b- Mettre une croix dans les cases correctes relatives à l'opération d'usinage de F<sub>1</sub> : 0,5 pt par case juste /2pts

Désignation de l'opération	L'outil utilisé	La machine utilisée	Le vérificateur de la cote 10 <sup>±0,2</sup>
Rainurage	Fraise à lamer	Fraiseuse	X Règle graduée
Épaulement	Fraise à surfacer	X Aléseuse	Tampon lisse
Surfaçage	Fraise à deux lèvres	Rectifieuse	Pied à coulisse 1/20 X

### Tâche 3.3 :

Étude partielle de la phase 40 : réalisation en ébauche des alésages **D1** et **D2** sur un tour parallèle.

- a- Étudier l'outil barre d'alésage réalisant les opérations d'ébauche et demi finition des alésages **D1** et **D2**.  
 Pour ce faire, sur le croquis ci-dessous :

a-1- Installer les plans du référentiel en main (**Pr**, **Ps**, **Pf**, **Po**) ; 0,5 pt par plan /2pts

a-2- Indiquer les angles de faces orthogonaux ( $\alpha_o$ ,  $\beta_o$ ,  $\gamma_o$ ) et l'angle de direction d'arête  $K_r$ . /2pts

0,5 pt par angle

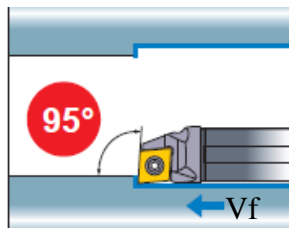
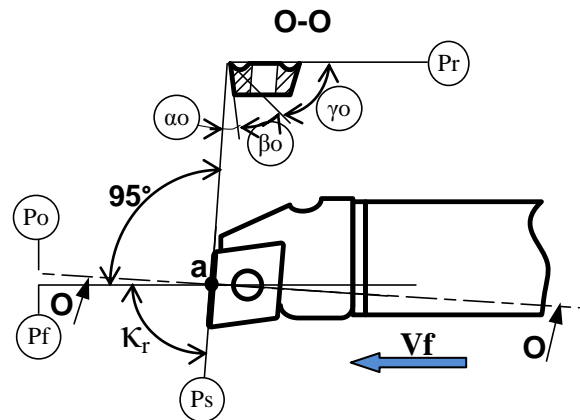


Figure montrant la barre d'alésage en mode de travail



- b- Déduire la valeur de  $K_r$  : .  $85^\circ$  /1pt
- c- Mettre une croix dans la case de la réponse correcte caractérisant l'influence de l'usure de l'outil sur les dimensions des diamètres de **D1** et **D2** : /1pt

Les dimensions vont augmenter

Les dimensions vont diminuer

X

### Tâche 3.4 :

- a- Calculer l'intensité de la composante tangentielle de l'effort de coupe **Fc** (en N) résultant de l'effort de coupe exercé par la pièce sur l'outil : /1,5pt

$$F_c = K_c \times a \times f \quad A.N: \quad F_c = 2100 \times 2 \times 0,2 = 840 \text{ N}$$

- b- Déterminer, en prenant **Fc = 850 N**, la puissance **Pu** (en kW) utile à la coupe : /1,5pt

$$P_u = F_c \times V_c \quad A.N: \quad P_u = 850 \times \frac{120}{60} = 1700 \text{ W} = 1,70 \text{ kW}$$

- c- Déduire la puissance minimale à fournir par le moteur de la machine **Pm** (en kW) : /1,5pt

$$\eta = \frac{P_u}{P_m} \text{ donc } P_m = \frac{P_u}{\eta} \quad A.N: \quad P_m = \frac{1,70}{0,7} = 2,428 \text{ kW}$$

- d- Choisir, à partir du tableau **DRES page 17/17**, la référence de la machine adéquate : /1pt



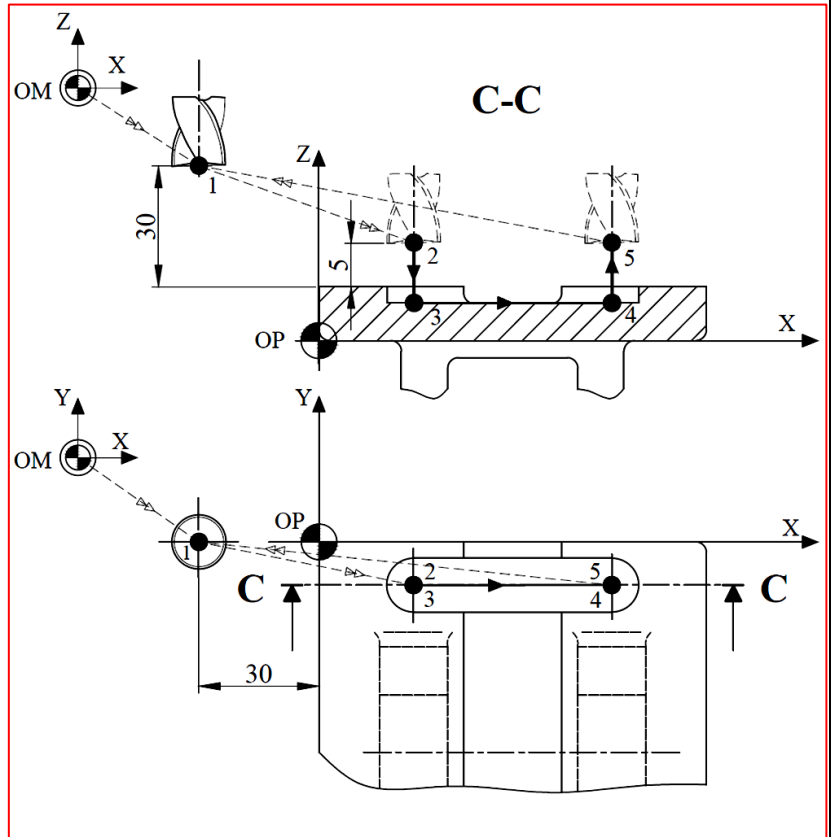
Tâche 3.5 :

En utilisant les DRES pages 16/17 et 17/17 et les données du croquis ci-dessous :

a- Compléter le tableau suivant en indiquant pour chaque trajectoire de l'outil s'il s'agit d'un déplacement rapide ou de travail : /1,25pts

0,25 pt par réponse juste

Trajectoire	Rapide ou Travail ?
OM-1	Rapide
1-2	Rapide
2-3	Travail
3-4	Travail
4-5	Travail
5-1	Rapide
1-OM	Rapide



b- Établir, en mode absolu G90, le tableau des coordonnées des points de la première passe du profil de la surface R1 : /3,75pts

Repère	X	Y	Z
1	-30	0	40
2	18	-8	15
3	18	-8	6
4	55	-8	6
5	55	-8	15

c- Compléter le programme permettant l'usinage de la première passe du profil de la surface R1 : /4,5pts

0,5 pt par bloc juste

N°	Codes	Commentaire et organisation du programme	
% Phase 30		Nom du programme	
N10	G00 G40 G80 G90 M05 M09	Initialisation des données	
N20	G00 G52 Z0	Mise à l'origine de la broche (OM)	
N30	G00 X0 Y0	Chargement de l'outil	
N40	T1 D1 M06	Réglage rotation broche sens horaire + Gamme de vitesse + Lubrification	
N50	G97 S1590 M42 M03 M08		
N60	G00 X-30 Y0 Z40	Point 1	Réalisation des trajectoires
N70	X18 Y-8 Z15	Point 2	
N80	G01 G94 F47 Z6	Point 3	
N90	G94 F95 X55	Point 4	
N100	Z15	Point 5	
N110	G00 X-30 Y0 Z40	Point 1	
N120	G77 N10 N30	Retour OM	Appel inconditionnel de blocs
N130	M02		Fin du programme