

الامتحان الوطني الموحد للبكالوريا  
الدورة العادية 2019  
- عناصر الإجابة -

المملكة المغربية  
وزارة الترتيب الوطني  
والتكوين المهني  
والتعليم العالي والبحث العلمي



المركز الوطني للتقويم والامتحانات والتوجيه

NR45

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

# Éléments de correction



**Documents réponses**

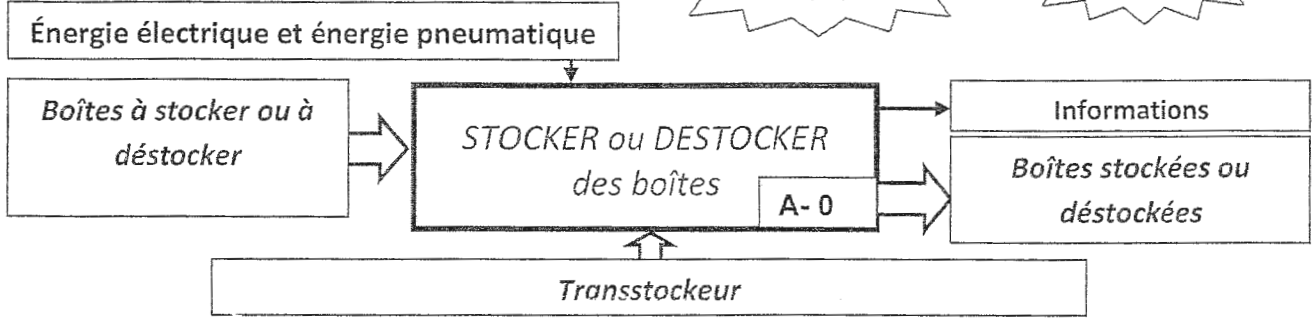
**Situation d'évaluation 1**

**Tâche 1.1 : Analyse fonctionnelle du transstockeur :**

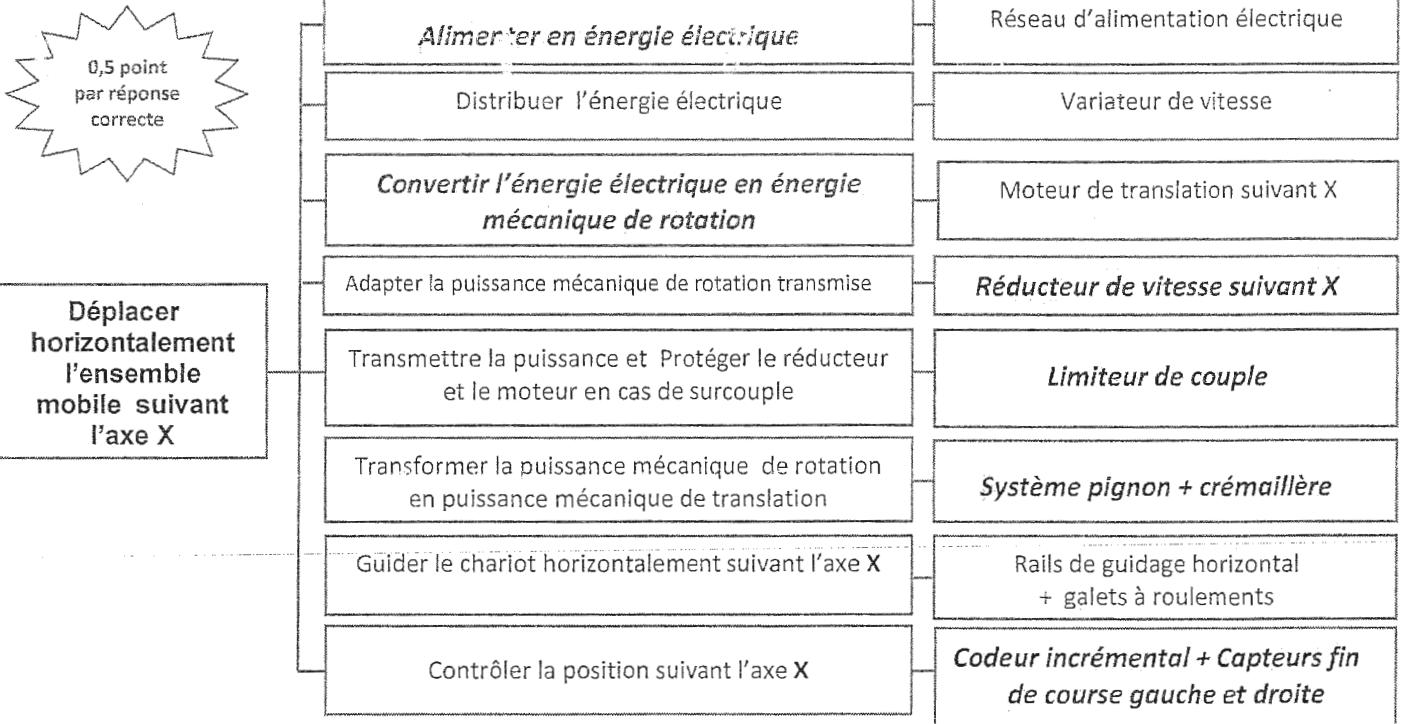
En se référant à la présentation du support et au principe de fonctionnement du système « transstockeur » pages 2/17, 3/17 et DRES page 13/17 :

a. Compléter l'actigramme A-0 du transstockeur :

Tenir compte des formulations des élèves /1 pt  
0,25 point par case

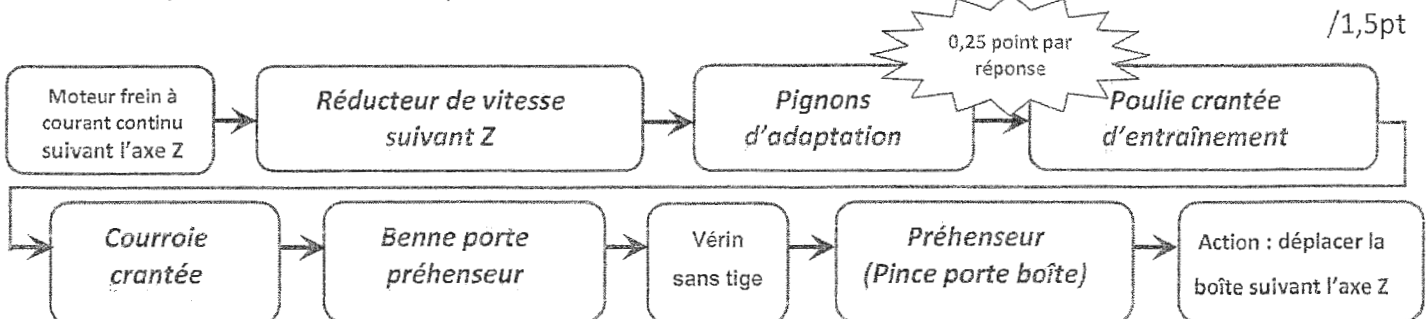


b. Compléter le diagramme FAST relatif à la fonction "Déplacer horizontalement l'ensemble mobile suivant l'axe X" :



**Tâche 1.2: Analyse technique du transstockeur :**

a. Compléter, en se référant au schéma technologique de principe page 3/17, le schéma synoptique suivant par les noms des composants de la chaîne de transmission de mouvement suivant l'axe Z :



En se référant au dessin d'ensemble et à sa nomenclature **DRES** pages 13/17 et 14/17, on vous demande de :

b. Citer les deux conditions d'engrènement entre les roues de l'engrenage conique à dentures droites (pignon conique 4 et roue dentée conique 3) :

- Le pignon conique 4 doit avoir le même module que la roue dentée conique 3.
- Les sommets des deux cônes doivent être confondus au même point S.

0,5 point par réponse

c. Compléter le tableau suivant :

0,25 point par réponse

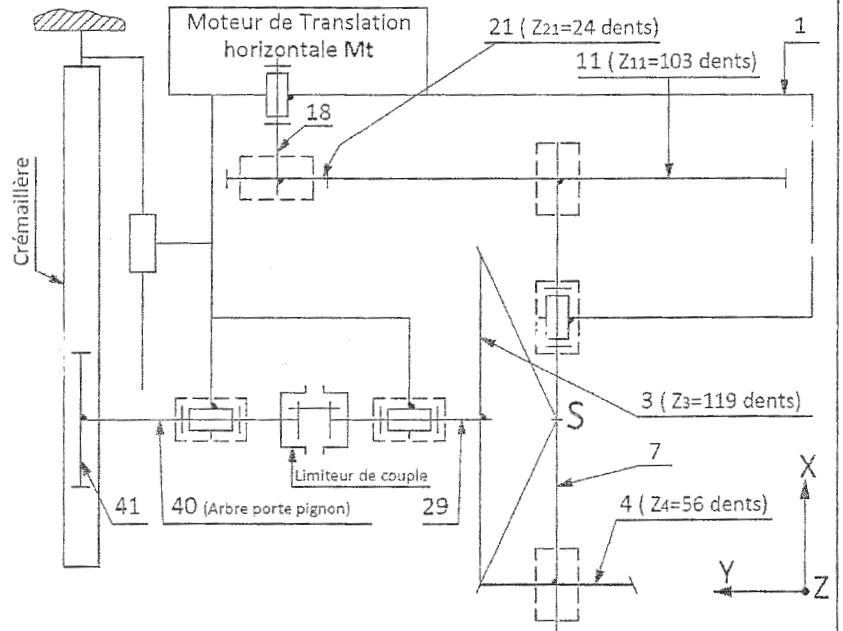
1,5 pt

Repère de l'élément	Nom de l'élément	Fonction de l'élément
13	Roulement à rouleaux coniques	Guider en rotation l'arbre intermédiaire 7 et encaisser les efforts axiaux appliqués par le pignon conique 4
26	Joint à lèvres	Assurer la fonction étanchéité entre le couvercle 25 et l'arbre 29
43	Bouchon de trou de graissage	Fermer le trou de graissage après usage

d. Compléter le schéma cinématique minimal du mécanisme d'entraînement de l'ensemble mobile suivant l'axe X :

/1,5 pt

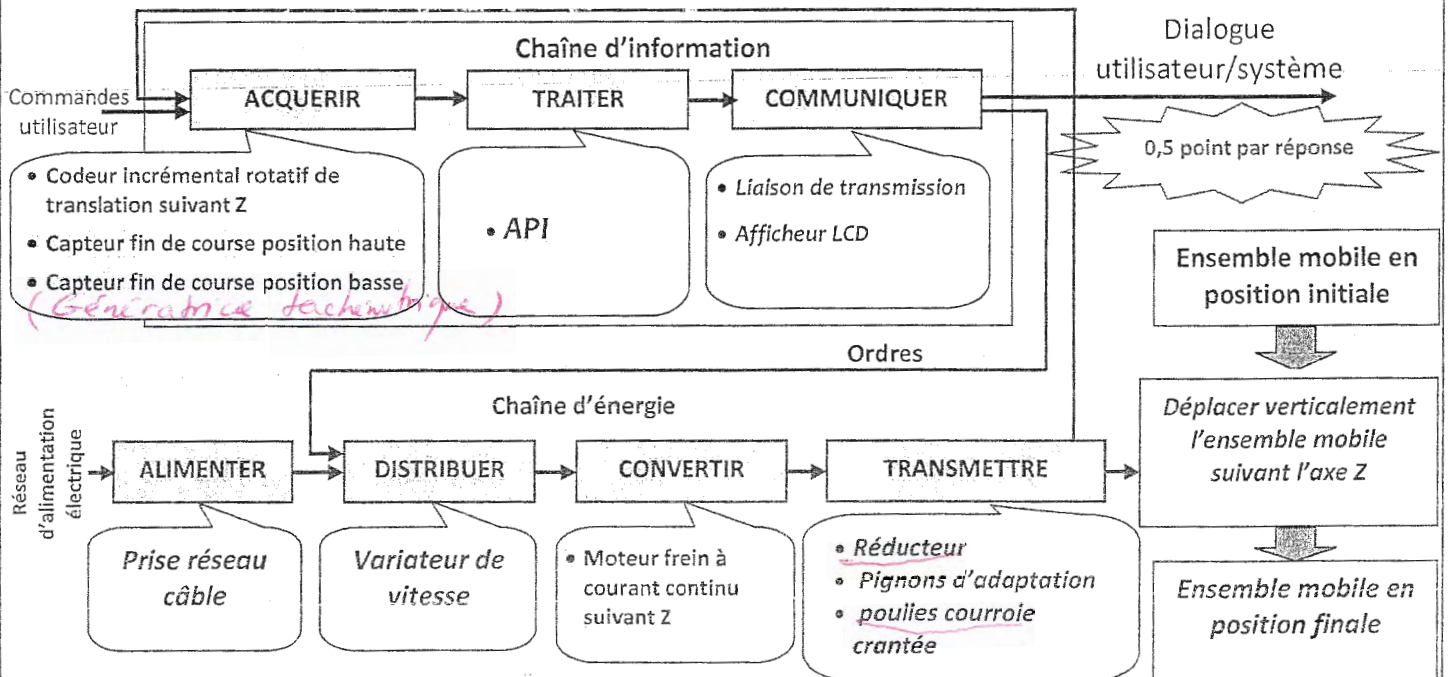
0,25 point par symbole de liaison correcte



**Tâche 1.3 : Chaîne fonctionnelle et asservissement :**

a. Compléter la chaîne fonctionnelle relative à la fonction "Déplacer verticalement l'ensemble mobile suivant l'axe Z" (voir figure 2 page 3/17 et DRES page 15/17) :

/3 pts



b. En se référant au schéma bloc du système asservi, DRES page 15/17 :

/3pts

b.1. Donner le rôle du comparateur :

Comparer la position réelle du moteur à courant continu à celle désirée du préhenseur.

b.2. Déterminer la fonction de transfert en boucle ouverte F.T.B.O :

$$F.T.B.O = K.H.G$$

b.3. Déterminer la fonction de transfert en boucle fermée F.T.B.F =  $\theta_s/\theta_e$  :

$$F.T.B.F = \frac{H.G}{1+K.H.G}$$

1 point par réponse correcte

### Situation d'évaluation 2

N.B. : Dans vos calculs, considérer quatre chiffres après la virgule.

**Tâche 2.1 : Étude dynamique et détermination de quelques caractéristiques géométriques du pignon 41 :**

En utilisant les données des DRES pages 15/17 et 16/17, déterminer l'effort tangentiel  $F_t$  appliqué par la crémaillère sur le pignon 41 et calculer les caractéristiques géométriques de ce dernier. Pour ce faire :

a. Écrire l'équation vectorielle de l'équilibre dynamique appliqué à l'ensemble mobile de masse « M » pendant son mouvement horizontal :

/1pt

$$M\vec{g} + \vec{R}_z + \vec{R}_x + \vec{F}_t = M.\vec{\gamma}$$

b. Projeter l'équation vectorielle de l'équilibre dynamique sur l'axe X et déduire l'expression littérale de l'effort tangentiel  $F_t$  :

/1 pt

$$F_t - R_x = M.\gamma \Leftrightarrow F_t = R_x + M.\gamma$$

c. En se référant au diagramme de modélisation de la vitesse, compléter le tableau ci-dessous en donnant l'expression littérale et en effectuant les applications numériques :

/1,75 pt

	Phase 01	Phase 12	Phase 23
	Accélération	Vitesse constante	Décélération
	$\gamma = 0,7 \text{ m/s}^2$	$\gamma = 0 \text{ m/s}^2$	$\gamma = -0,7 \text{ m/s}^2$
Expression littérale	$F_t = R_x + M.\gamma = M.g.f + M.\gamma$	$F_t = R_x + M.\gamma = M.g.f$	$F_t = R_x + M.\gamma = M.g.f + M.\gamma$
Application numérique	$F_t = 10^3 \times 10 \times 0,18 + 10^3 \times 0,7 = 2500 \text{ N}$	$F_t = 10^3 \times 10 \times 0,18 = 1800 \text{ N}$	$F_t = 10^3 \times 10 \times 0,18 + 10^3 \times (-0,7) = 1100 \text{ N}$

0,25 point par réponse (case) correcte

d. Calculer, à deux chiffres après la virgule et à partir de l'expression  $m \geq 2,34 \sqrt{\frac{F_t}{k.R_p}}$ , le module minimal  $m_{\min}$  (en mm) de la denture droite du pignon 41, en prenant  $F_t = 2551 \text{ N}$ ,  $k = 10$  et  $R_p = 165 \text{ N/mm}^2$  :

/1 pt

$$m \geq 2,34 \sqrt{\frac{F_t}{k.R_p}} \text{ donc } m_{\min} = 2,34 \sqrt{\frac{2551}{10 \times 165}} = 2,90 \text{ mm}$$

e. Calculer le diamètre primitif  $d$  (en mm) du pignon 41 si sa fréquence de rotation  $N = 159 \text{ tr/min}$  pour déplacer l'ensemble mobile horizontalement suivant l'axe X à une vitesse linéaire  $V = 0,7 \text{ m/s}$  :

/1 pt

$$V = \omega \cdot \frac{d}{2} \Leftrightarrow d = \frac{2.V}{\omega} = \frac{2 \times 60 \times V}{2\pi \times N} = \frac{60 \times 2 \times 0,7}{2\pi \times 159} \cdot 10^3 = 84,0818 \text{ mm}$$

f. Compléter, sans tenir compte des valeurs trouvées auparavant, le tableau des caractéristiques du pignon 41 : (Expression littérale + application numérique) :

/1,5pt

Module	Diamètre primitif	Diamètre de tête	Diamètre de pied	Largeur $b = K.m$ ( $K=10$ )
3 mm	84 mm	$d_a = d + 2m$ $d_a = 90 \text{ mm}$	$d_f = d - 2,5.m$ $d_f = 76,50 \text{ mm}$	$b = K.m$ $b = 30 \text{ mm}$

0,5 point par case correcte

**Tâche 2.2 : Validation du choix du moteur de translation suivant X (voir DRES page 16/17) :**

a. Calculer la puissance utile  $P_u$  (en Watt) capable de déplacer l'ensemble mobile suivant l'axe X : /1 pt

$$P_u = F_t \times V_{max} = 2551 \times 0,7 = 1785,70 \text{ W}$$

b. Déterminer le rapport de réduction  $k = \frac{N_{29}}{N_{18}}$  du réducteur de vitesse et en déduire la fréquence de rotation  $N_{18}$  (en tr/min) de l'arbre moteur sachant que  $N_{29} = N_{40} = 159 \text{ tr/min}$ . Pour les applications numériques, prendre **quatre chiffres** après la virgule : /1,5 pt

0,75 point pour chaque réponse correcte

$$k = \frac{N_{29}}{N_{18}} = \frac{Z_{21} \times Z_4}{Z_{11} \times Z_3} = \frac{24 \times 56}{103 \times 119} = 0,1096$$

$$N_{18} = \frac{N_{29}}{k} = \frac{159}{0,1096} = 1450,7299 \text{ tr/min}$$

c. Calculer le rendement global  $\eta_g$  et en déduire la puissance mécanique  $P_m$  (en kW) du moteur électrique de translation suivant X : /2pts

1 point pour chaque réponse correcte

$$\eta_g = \eta_1 \times \eta_2 \times \eta_3 = 0,812 \times 1 \times 1 = 0,812$$

$$\eta_g = \frac{P_u}{P_m} \Leftrightarrow P_m = \frac{P_u}{\eta_g} = \frac{1785,7}{0,812} = 2199,1379 \text{ W} = 2,1991 \text{ kW}$$

d. Choisir, en se référant au DRES page 16/17, le type du moteur qui convient : /1pt

Type du moteur	Puissance $P_m$ (en kW)	fréquence de rotation (en tr/min)	Couple (en N.m)
FLSPX 100 LK	2,2	1457	14,41

0,25 point pour chaque réponse correcte

**Tâche 2.3 : Détermination du diamètre de l'arbre 40 et choix de son matériau.**

**Hypothèse :** on ne tiendra compte que des actions mécaniques provoquant la torsion de l'arbre porte pignon 40.

a. Calculer le moment de torsion  $M_t$  (en N.m) transmis par l'arbre porte pignon 40 : /1,5pt

$$M_t = F_t \times \frac{d}{2} = 2551 \times \frac{84 \cdot 10^{-3}}{2} = 107,1420 \text{ N.m}$$

b. Calculer, en appliquant la condition de rigidité à la torsion, le diamètre minimal  $d_{min}$  (en mm) de l'arbre porte pignon 40. Pour la suite des calculs, prendre  $M_t = 110 \text{ N.m}$  : /2pts

$$\theta_{max} = \frac{M_t}{G \cdot I_0} = \frac{32 \cdot M_t}{G \cdot \pi \cdot d_{min}^4} \leq \theta_{lim} \Leftrightarrow d_{min} \geq \sqrt[4]{\frac{32 \cdot M_t}{G \cdot \pi \cdot \theta_{lim}}} = \sqrt[4]{\frac{32 \cdot 110 \cdot 10^3 \cdot 180 \cdot 10^3}{8 \cdot 10^4 \cdot \pi \cdot 0,5 \cdot \pi}}$$

$$d_{min} \geq \sqrt[4]{\frac{32 \cdot 110 \cdot 180 \cdot 10^2}{8 \cdot \pi^2 \cdot 0,5}} = 35,5929 \text{ mm}$$

1 point pour l'expression littérale et 1 point pour l'application numérique

c. Calculer la contrainte tangentielle maximale  $\zeta_{max}$  (en  $\text{N/mm}^2$ ) de torsion. Prendre  $d_{min} = 36 \text{ mm}$  : /1,75pt

$$\zeta_{max} = \frac{k_t \times M_t}{I_0} \times \frac{d_{min}}{2} = \frac{16 \times k_t \times M_t}{\pi \times d_{min}^3}$$

$$\zeta_{max} = \frac{16 \times 3,85 \times 110 \times 10^3}{\pi \times 36^3} = 46,2291 \text{ N/mm}^2$$

1 point pour l'expression littérale et 0,75 pour application numérique

d. Déterminer la résistance élastique au glissement minimale  $R_{eg \ min}$  (en  $\text{N/mm}^2$ ) du matériau de l'arbre porte pignon 40 afin de respecter la condition de résistance et en déduire la résistance élastique minimale  $R_{e \ min}$  (en  $\text{N/mm}^2$ ) : /1,5pt

**Condition de résistance à la torsion**

$$\zeta_{max} \leq \frac{R_{eg}}{s} \Leftrightarrow R_{eg} \geq s \times \zeta_{max} \text{ donc } R_{eg \ min} = 5 \times 46,2291$$

$$\Leftrightarrow R_{eg \ min} = 231,1455 \text{ N/mm}^2$$

$$R_{e \ min} = \frac{R_{eg \ min}}{0,7} = \frac{231,1455}{0,7} = 330,2078 \text{ N/mm}^2$$

0,75 point pour l'expression littérale et 0,75 pour application

e. Choisir la nuance optimale du matériau qui convient pour cette construction : /1pt

**La nuance choisie du matériau est : 38 Cr 2 dont  $R_e = 350 \text{ N/mm}^2$**