



الامتحان الوطني الموحد للبكالوريا
-الدورة العادية 2008-
الموضوع

المادة:	علوم المهندس	المعامل:	8
الشعب(ة):	شعبة العلوم والتكنولوجيات: مسلك العلوم والتكنولوجيات الميكانيكية	مدة الإجازة:	4س

Constitution de l'épreuve

Volet 1 : Présentation de l'épreuve	page 1/16
Volet 2 : Présentation du support	page 2/16
Volet 3 : Substrat du sujet	pages 4/16 à 13/16
Travail demandé :	
• Situation n°1	pages 4/16 et 5/16
• Situation n°2	pages 5/16 et 6/16
• Documents réponses (DR)	pages 7/16 à 13/16 à rendre par le candidat
Volet 4 : Ressources	pages 14/16 à 16/16

Volet 1 : Présentation de l'épreuve

- Système à étudier : Système d'encartonnage ;
- Durée de l'épreuve : 4h ;
- Coefficient : 08 ;
- Moyens de calcul autorisés : les calculatrices non programmables ;
- Documents autorisés : Aucun ;
- Les candidats rédigeront les réponses sur les documents prévus à cet effet.

Grille de notation

Situation d'évaluation	Tâches	Questions	Barème sur 30 pts	Situation d'évaluation	Tâches	Questions	Barème sur 30 pts
SEV 1	11	a	2	SEV 2	21	m	2
		b	3			n	3
		c	2			o	3
		d	3			p	9
	12	e	2			q	6
		f	3			r	3
		g	3			s	2
		h	2			t	2
	13	i	2		22		
		j	2				
		k	3				
		l	3				
Total SEV 1 =			30 pts	Total SEV 2 =			30 pts

Volet 2 : Présentation du support :

Le système d'encartonnage étudié fait partie des constituants de la chaîne de conditionnement des produits fabriqués par la société BONAMO. C'est un système automatique qui permet le regroupement et la mise en carton des produits fabriqués.

Il est principalement composé de : (voir figure 1)

- Un tapis roulant amenant les produits à surembaler ;
- Un **vérin A**, à double effet, de transfert de produits ;
- Un **vérin B** à double effet (ensemble empileur) ;
- Un **vérin C** (non représenté) qui permet le maintien du carton vide et le pivotement de celui-ci, une fois plein, sur le chemin des rouleaux transporteurs ;
- Un système de rouleaux transporteurs pour l'évacuation des cartons pleins.

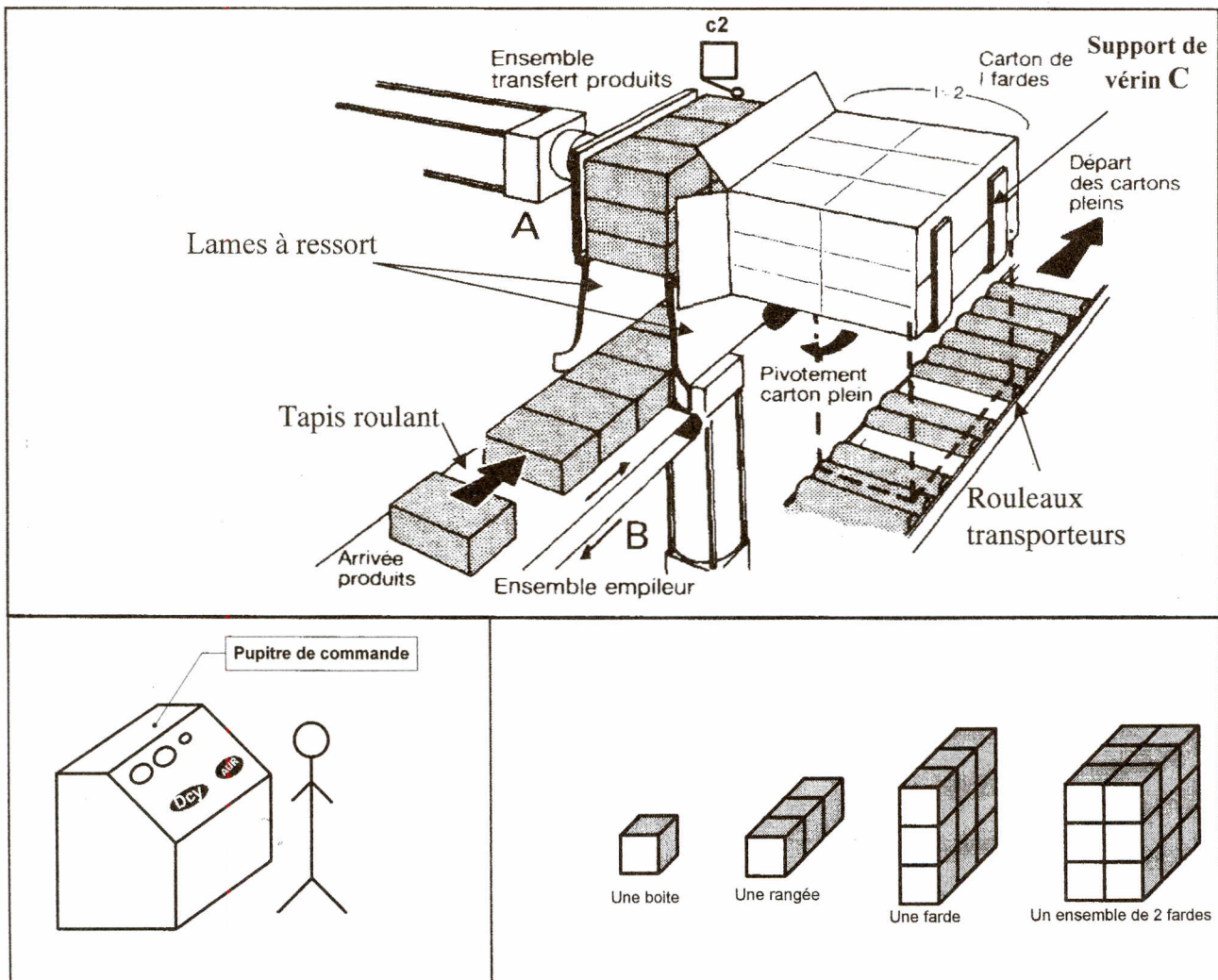


Figure : 1

Remarque : La gestion et la coordination des différentes opérations effectuées dans le système se font à l'aide d'un microcontrôleur à l'exception de l'alimentation en cartons vides qui se fait manuellement.

Volet 3 : Substrat du sujet

Situation d'évaluation n°1

Le souci majeur des utilisateurs de tel système automatisé de suremballage est de répondre au besoin des clients. Le service marketing de la société a signalé une forte demande des produits fabriqués par la société. Afin de répondre à cet objectif, le bureau d'étude a décidé :

- d'augmenter la vitesse de déplacement du tapis roulant ;
- d'augmenter le nombre de rangées par farde (5 rangées au lieu de 3 rangées) ;
- de déterminer le volume du carton adéquat.

Vous faites partie de l'équipe chargée de mener l'étude partielle de cette décision. Les tâches suivantes sont à réaliser :

11- Il est nécessaire de comprendre le fonctionnement de ce système, pour ceci, sur les documents réponses **DR1** et **DR2 (pages : 7/16 et 8/16)**, on vous demande de :

- a) compléter le bloc fonctionnel de la chaîne d'énergie du sous-système tapis roulant ;
- b) compléter le **GRAFCET** fonctionnel niveau 1;
- c) compléter l'actigramme du microcontrôleur ;
- d) expliquer à travers un schéma commenté le principe de fonctionnement du capteur **c1** qui est un interrupteur de position.

12- l'entraînement du tapis est effectué par le tambour-moteur (**voir Ressources 1 page 14/16**). L'arbre (1) du moteur électrique transmet son mouvement de rotation au tambour (20) grâce au réducteur d'engrenage constitué par les deux couples (1-28) et (27-24). La vitesse linéaire de déplacement du tapis est limitée à **0.969 m/s** à cause de l'effet d'inertie.

La solution retenue consiste à conserver le moteur électrique, le réducteur d'engrenage et d'apporter les modifications géométriques nécessaires sur le tambour. Sur les documents réponses **DR2** et **DR3 (pages : 8/16 et 9/16)** et en utilisant **les ressources 1 (page 14/16)**, on vous demande de :

- e) compléter le schéma cinématique minimal du tambour-moteur 20;
- f) déterminer le diamètre du tambour **20** pour atteindre la vitesse linéaire du déplacement du tapis de **0.969 m/s** ; (l'entraînement du tapis par le tambour se fait sans glissement relatif).
- g) dessiner le tambour seul en **coupe** sans respecter l'échelle des cotes.

13- l'augmentation du nombre de rangées d'une farde (5 rangées) entraîne une charge sur le vérin B de 1000 N. Il est donc nécessaire d'évaluer le comportement des éléments composant le circuit hydraulique.

On se limitera dans cette tâche à la détermination de la pression au niveau de la pompe hydraulique tout en gardant les caractéristiques dimensionnelles du vérin B. Sur les documents réponses DR4 et DR5 (pages 10/16 et 11/16), on vous demande de :

- h) calculer la pression d'alimentation du vérin en bars;
- i) calculer le débit volumique Q_v de la pompe et déduire la vitesse V_c de l'huile dans la conduite 3-4;
- j) déterminer le coefficient des pertes de charges λ en prenant le nombre de Reynolds $R = 143$ et $V_c = 0.320$ m/s ;
- k) calculer les pertes de charges J_{34} dans la conduite 3-4 en J/Kg ;
- l) déterminer la pression de la pompe P_3 , au point 3, en négligeant les pertes de charges singulières ;

Situation d'évaluation n°2

Dans l'industrie, le mécanisme tambour-moteur est très utilisé pour l'entraînement des tapis roulants et des convoyeurs. Les différents constituants de ce mécanisme sont donc réalisés en série. Il est utile d'élaborer les différents éléments du dossier de fabrication et assurer la supervision de la production. Pour ce faire on vous demande de réaliser les tâches suivantes :

21- On se limitera à la préparation de quelques documents relatifs à la fabrication de la roue dentée 24. En utilisant les ressources et sur les documents réponses DR5, DR6 et DR7 (pages 11/16 à 13/16) :

- m) identifier le matériau ;
- n) identifier le procédé d'obtention de brut et justifier son choix ;
- o) établir le dessin du brut capable ;
- p) compléter le contrat de phase de la phase 20 ;
- q) compléter le montage d'usinage de la phase 30 (taillage) selon la solution choisie en matérialisant la mise et le maintien en position de la pièce.
(Ressource2 page 15/16)

22- vous êtes chargés de la supervision de la chaîne de production des pièces destinées à être montées sur le tambour-moteur. Vous constatez que le contrôle effectué en fin de production génère beaucoup de rebuts ce qui fait augmenter le coût de production.

Vous décidez alors de faire un contrôle en cours de production pour diminuer le nombre de rebuts en expérimentant le dispositif de carte de contrôle sur la roue dentée 24 de diamètre :

$$\varnothing 82 \text{ f7} = \varnothing 82 \begin{matrix} -0.036 \\ -0.071 \end{matrix} \quad (\text{Ressource 3 page 16/16})$$

Pour ce faire on vous demande de vérifier la capacité de la machine à produire des pièces à l'intérieur de l'intervalle de tolérance, en analysant l'échantillon de **30 pièces** relevées à cet effet (**voir tableau ci-dessous**).

Echantillon 1		Echantillon 2		Echantillon 3		Echantillon 4		Echantillon 5		Echantillon 6	
N° Ordre	Mesure	N° Ordre	Mesure	N° Ordre	Mesure	N° Ordre	Mesure	N° Ordre	Mesure	N° Ordre	Mesure
1	81,96	6	81,958	11	81,939	16	81,963	21	81,958	26	81,953
2	81,962	7	81,952	12	81,937	17	81,964	22	81,959	27	81,954
3	81,961	8	81,947	13	81,954	18	81,967	23	81,947	28	81,956
4	81,964	9	81,943	14	81,957	19	81,968	24	81,965	29	81,96
5	81,959	10	81,961	15	81,931	20	81,97	25	81,933	30	81,967
moyenne $\bar{X}$	81,961		81,952		81,943		81,966		81,952		81,958

Sur le document réponse **DR7** (page 13/16), On vous demande de :

- r) lister trois causes possibles des dispersions engendrées par le procédé ;
s) déterminer la moyenne des moyennes des échantillons $\bar{\bar{X}}$ et déduire l'écart type estimé σ_0 de la population sachant que l'écart type $\sigma=0.0104$ mm

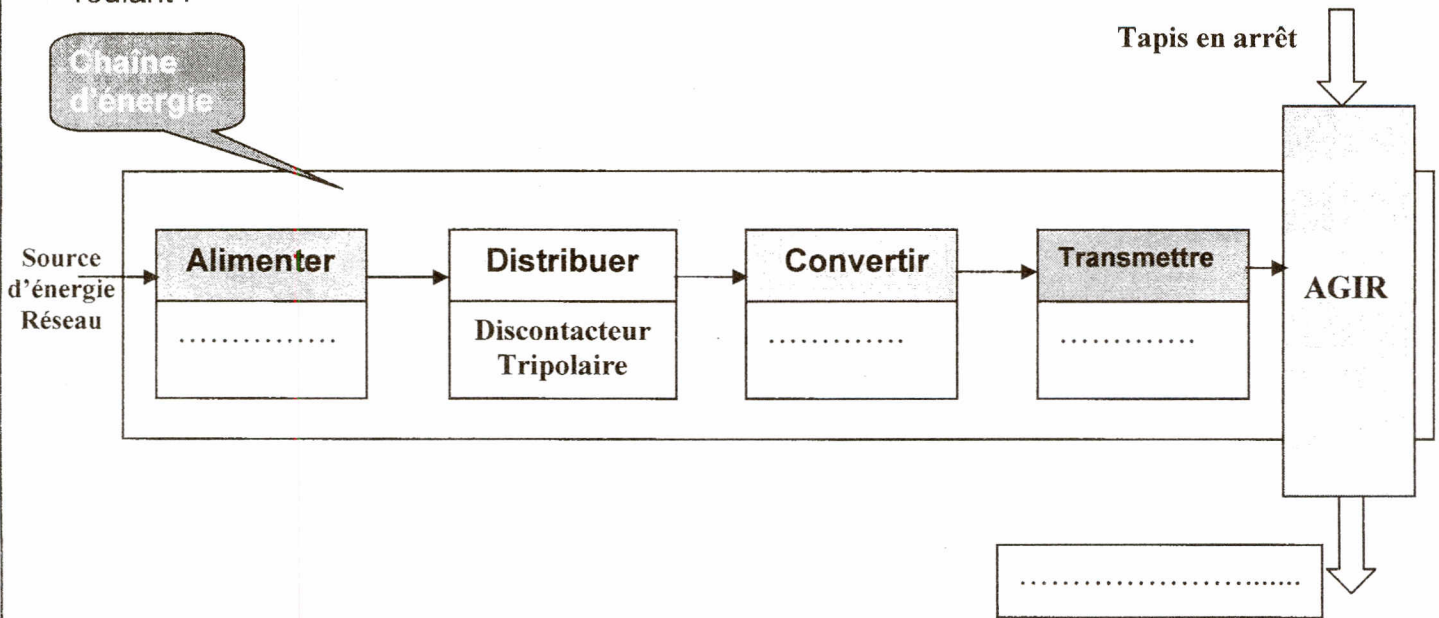
et $\sigma_0 = \sigma \sqrt{\frac{n}{n-1}}$.

- t) Calculer l'indice de capabilité **Cp** et la capabilité du procédé **Cpk** et conclure, sachant que $Cp = \frac{IT}{6,18 \sigma_0}$.

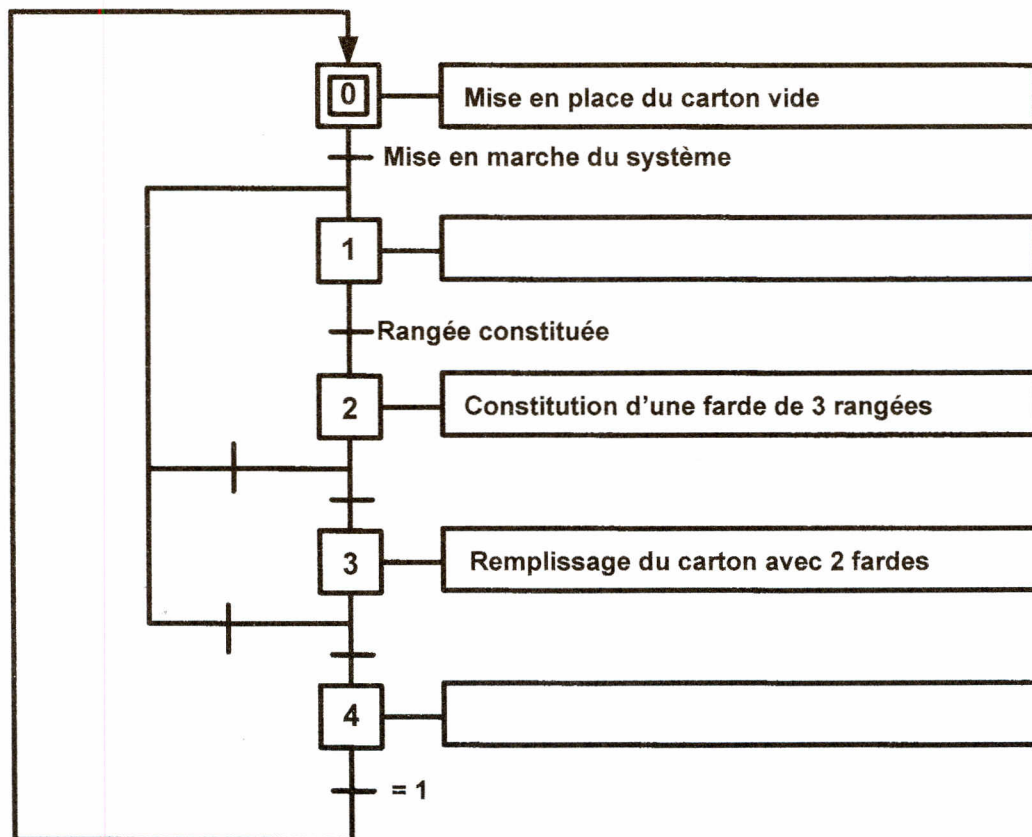
Documents Réponses

Document réponse DR 1 : à rendre par le candidat

11- a) compléter le bloc fonctionnel de la chaîne d'énergie du sous-système tapis roulant :

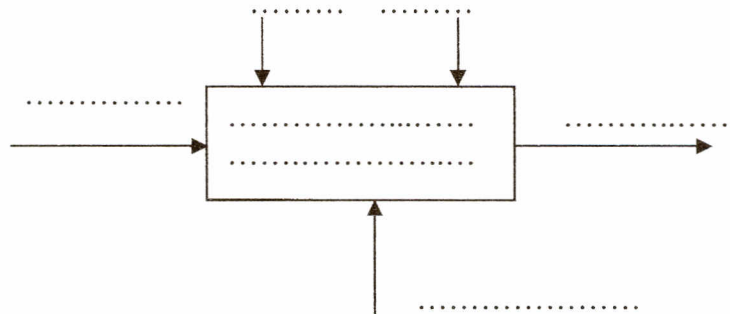


11- b) compléter le GRAFCET fonctionnel niveau 1 :



Document réponse DR 2 : à rendre par le candidat

11- c) compléter l'actigramme du microcontrôleur :



11- d) expliquer à travers un schéma commenté le principe de fonctionnement du capteur c1 qui est un interrupteur de position :

.....

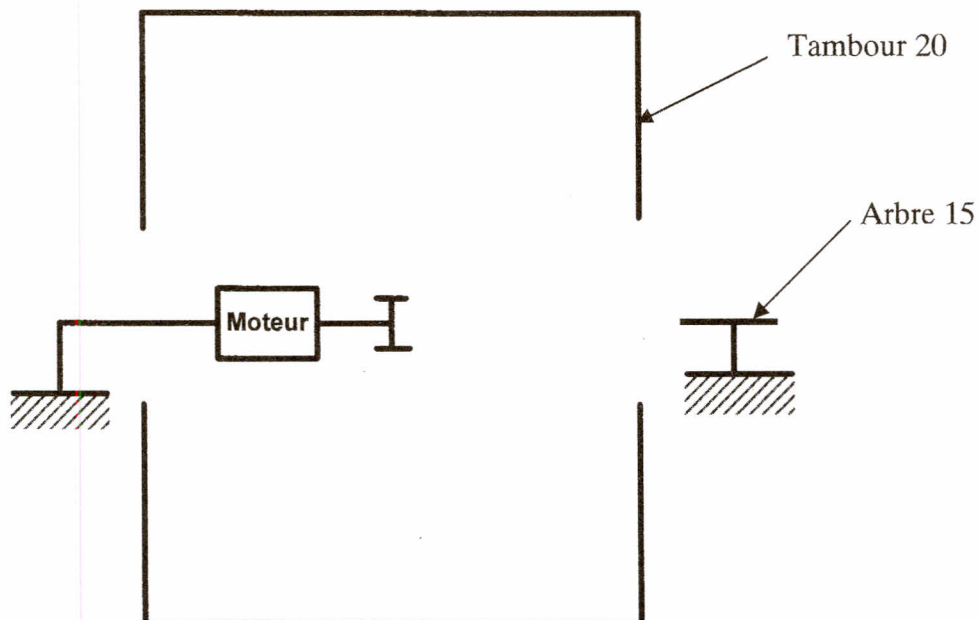
.....

.....

.....

.....

12- e) compléter le schéma cinématique minimal du tambour-moteur :



Document réponse DR 3 : à rendre par le candidat

12- f) déterminer le diamètre du tambour **20** pour atteindre la vitesse linéaire du Tapis de **0.969 m/s** ; (l'entraînement du tapis par le tambour se fait sans glissement relatif) :

.....

.....

.....

.....

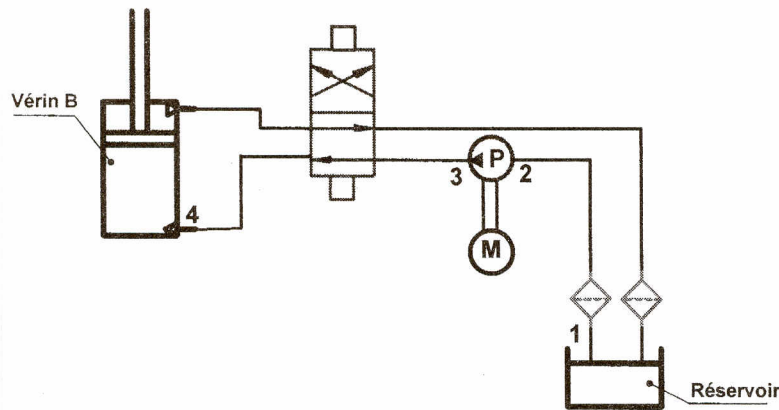
.....

12- g) dessiner le tambour seul en **coupe** sans respecter l'échelle des cotes :

Document réponse DR 4 : à rendre par le candidat

13- on donne :

La force développée par le vérin est de $F = 1000 \text{ N}$;
Le diamètre du cylindre du vérin est $d = 25 \text{ mm}$;
La vitesse de sortie de la tige $V_t = 0,2 \text{ m/s}$;
L'huile utilisée a pour masse volumique $\rho = 900 \text{ Kg/m}^3$;
Pour la viscosité cinématique $\nu = 0,45 \text{ stokes}$;
La pression atmosphérique P_a est négligeable devant celle dans le circuit hydraulique ;
Le rendement de la pompe est $\eta = 0,8$; La conduite de refoulement C_{3-4} a pour diamètre $d_c = 20 \text{ mm}$ et de longueur $L_c = 3 \text{ m}$; $z_3 = z_4$ (hauteurs des points 3 et 4).



13-h) calculer la pression d'alimentation du vérin en bars :

.....

.....

.....

.....

.....

13-i) calculer le débit volumique Q_v de la pompe et déduire la vitesse V_c de l'huile dans la conduite 3-4 :

.....

.....

.....

.....

.....

الصفحة
11 / 16

الامتحان الوطني الموحد للبكالوريا
(الدورة العادية 2008)
الموضوع

C: NS45

المادة : علوم المهندس

الشعب(ة):
شعبة العلوم والتكنولوجيات : مسلك العلوم
والتكنولوجيات الميكانيكية

Document réponse DR 5 : à rendre par le candidat

13-j) déterminer le coefficient des pertes de charges λ en prenant le nombre de Reynolds $R = 143$ et $V_c = 0.320 \text{ m/s}$:

13-k) calculer les pertes de charges J_{34} dans la conduite 3-4 en J/Kg :

13-l) déterminer la pression de la pompe P_3 , au point 3, en négligeant les pertes de charges singulières :

21- m) identifier le matériau :

21- n) identifier le procédé d'obtention de brut et justifier son choix :

21- o) établir le dessin du brut capable :



الامتحان الوطني الموحد للبكالوريا
(الدورة العادية 2008)
الموضوع

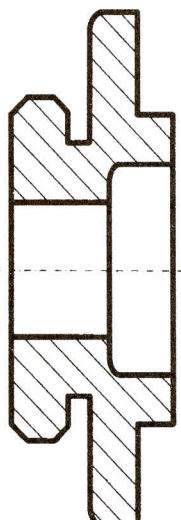
C: NS45

المادة : علوم المهندس

الشعب(ة):
شعبة العلوم والتكنولوجيات: مسلك العلوم
والتكنولوجيات الميكانيكية

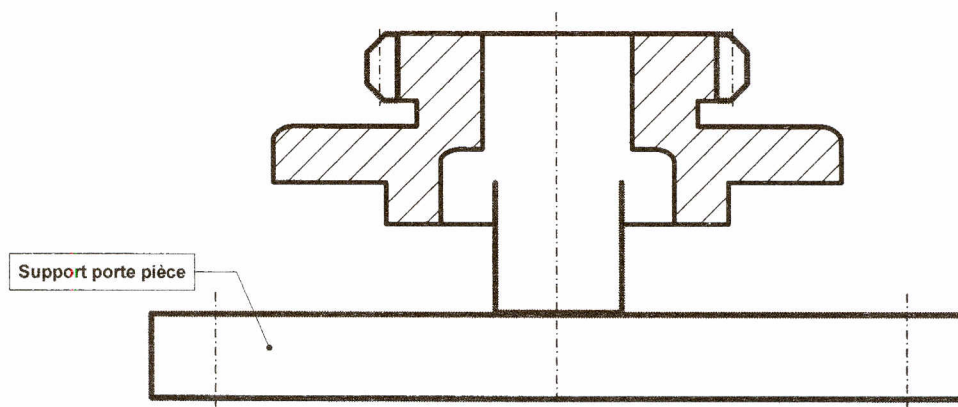
Document réponse DR 6 : à rendre par le candidat

21- p) compléter le contrat de phase de la phase 20 :

Phase N° 20	CONTRAT DE PHASE		Phase de Tournage						
Ensemble : Tambour-moteur	Machine :								
Élément : Roue dentée 24	Brut :								
	Matière :								
									
Référentiel de mise en position :									
Désignation des opérations	Vc	f	a	p	n	Vf	Lc	Tt	Outils
.....									
Matériel de contrôle sur le poste :									

Document réponse DR 7 : à rendre par le candidat

21- q) compléter le montage d'usinage de la **phase 30** (taillage) selon la solution choisie en matérialisant la mise et le maintien en position de la pièce :



22- r) lister trois causes possibles des dispersions engendrées par le procédé :

.....

.....

.....

22-s) déterminer la moyenne des moyennes des échantillons $\bar{\bar{X}}$ et déduire l'écart type estimé σ_0 de la population sachant que l'écart type $\sigma=0.0104$ mm

et $\sigma_0 = \sigma \sqrt{\frac{n}{n-1}}$:

.....

.....

.....

22- t) Calculer l'indice de capabilité **Cp** et la capabilité du procédé **Cpk** et conclure, sachant que $Cp = \frac{IT}{6,18 \sigma_0}$:

.....

.....

.....

Volet 4 : Ressources

Ressources 1

Données et hypothèses :

Le Moteur **M1** :

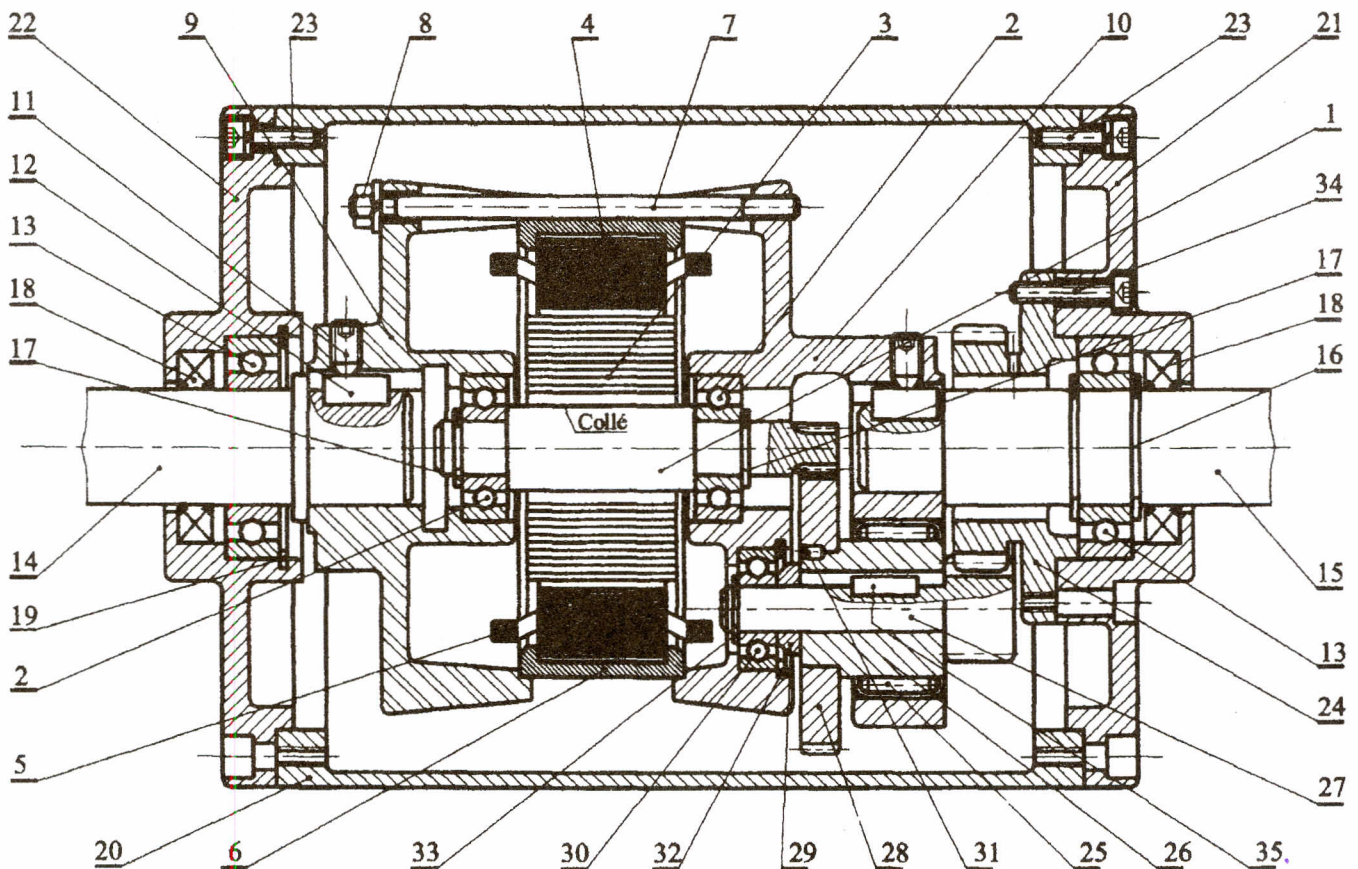
Puissance = **4Kw** ;

Fréquence de rotation = **1500 tr/min** ;

La vitesse linéaire de déplacement du tapis roulant est égale à **0,863 m/s** ;

Le rapport global de réduction entre l'arbre moteur **1** et le tambour **20** est de **0,05**.

Dessin d'ensemble du Tambour-Moteur en Coupe



Volet 4 : Ressources

Ressources 1

Données et hypothèses :

Le Moteur **M1** :

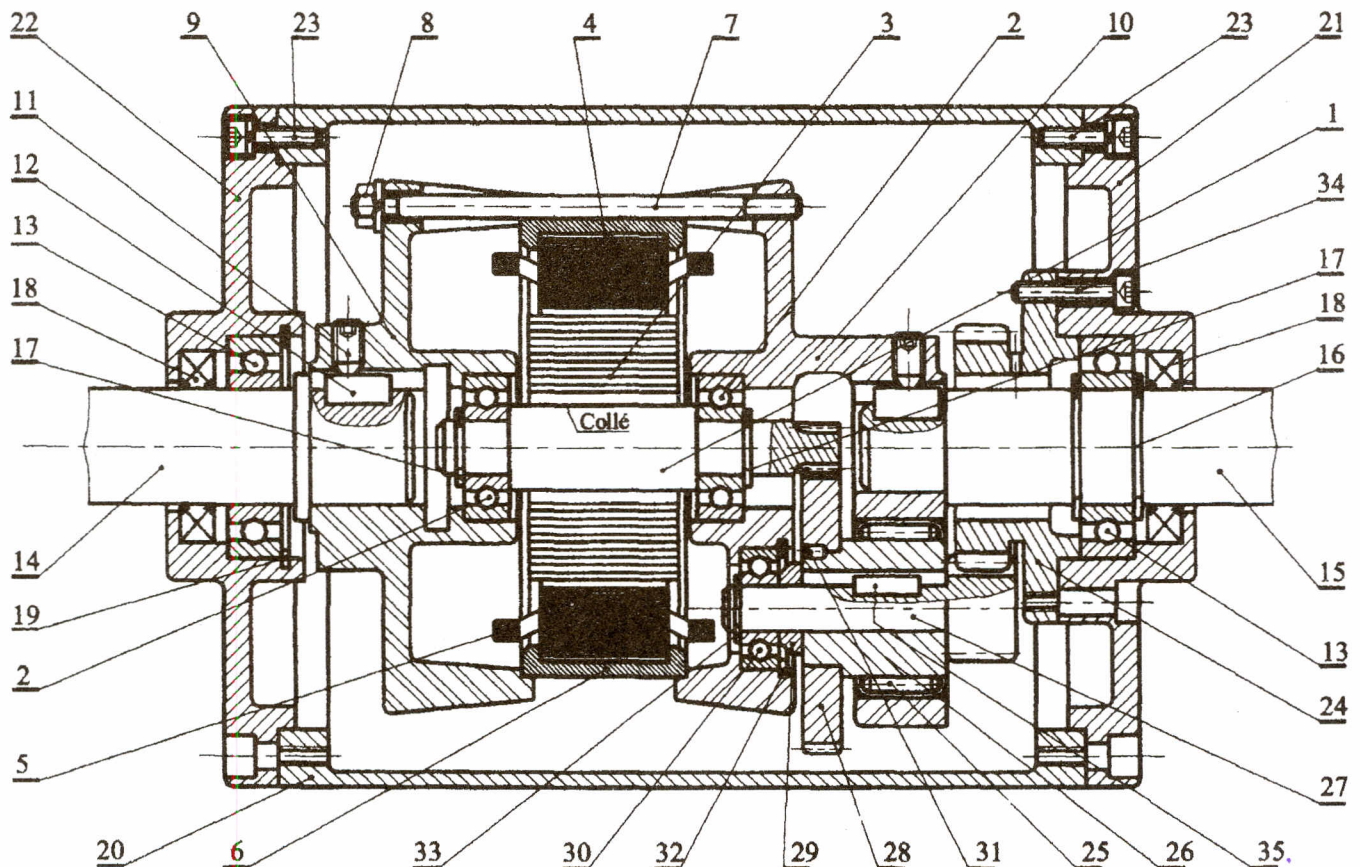
Puissance = **4Kw** ;

Fréquence de rotation = **1500 tr/min** ;

La vitesse linéaire de déplacement du tapis roulant est égale à **0,863 m/s** ;

Le rapport global de réduction entre l'arbre moteur **1** et le tambour **20** est de **0,05**.

Dessin d'ensemble du Tambour-Moteur en Coupe



الصفحة
15 / 16

الامتحان الوطني الموحد للبكالوريا
(الدورة العادية 2008)
الموضوع

C: NS45

المادة : علوم المهندس

الشعب(ة):
شعبة العلوم والتكنولوجيات : مسلك العلوم
والتكنولوجيات الميكانيكية

Ressources 2

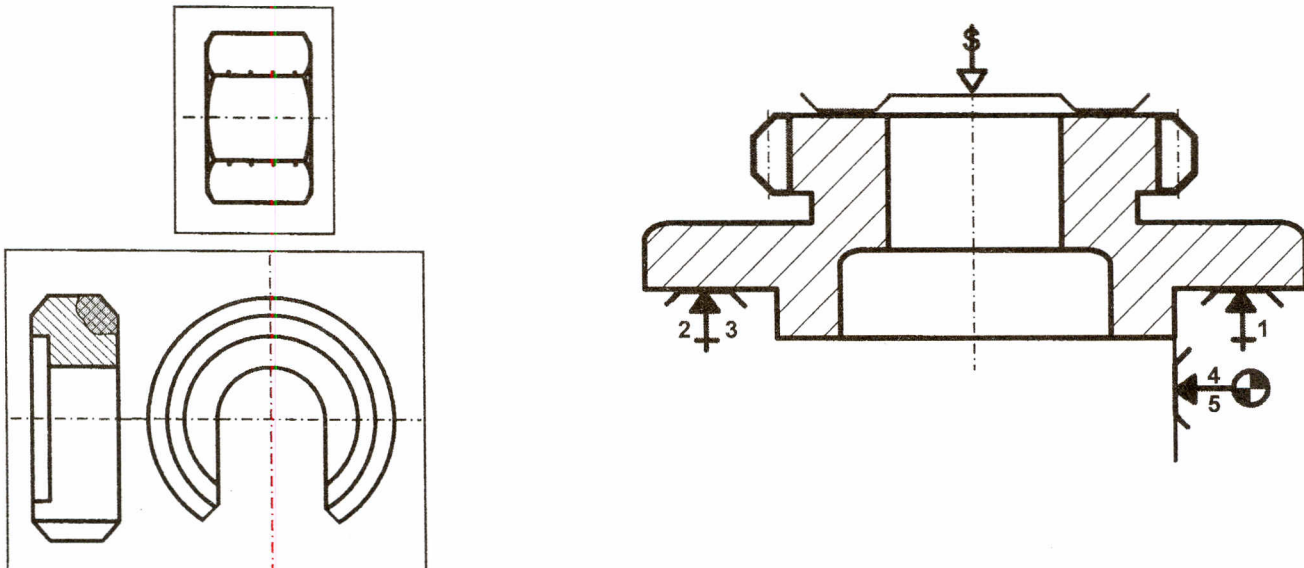
Nomenclature

18	2	JOINT A LEVRES	35	1	CLAVETTE
17	2	ANNEAU ELASTIQUE POUR ARBRE	34	6	VIS HC
16	2	ANNEAU ELASTIQUE POUR ARBRE	33	1	ANNEAU ELASTIQUE POUR ARBRE
15	1	AXE SUPPORT	32	1	ANNEAU ELASTIQUE POUR ALESAGE
14	1	AXE SUPPORT	31	1	VIS DE PRESSION
13	2	ROULEMENT A BILLES	30	1	ROULEMENT A BILLES
12	2	CLAVETTE PARALLELE	29	1	BAGUE
11	2	VIS DE PRESSION HC	28	1	ROUE DENTEE
10	1	CARTER DU REDUCTEUR	27	1	PIGNON ARBRE
9	1	CARTER DU REDUCTEUR	26	1	BAGUE
8	3	ECROU H	25	1	ROULEMENT A AIGUILLES
7	3	TIRANT (GOIJON)	24	1	ROUE DENTEE
6	1	BAGUE ENTRETOISE	23	8	VIS CHc + RONDELLE
5		BOBINAGE DU STATOR	22	1	FLASQUE
4	1	STATOR	21	1	FLASQUE
3	1	ROTOR	20	1	TAMBOUR
2	2	ROULEMENT A BILLES	19	1	ANNEAU ELASTIQUE POUR ALESAGE
1	1	AXE ROTOR (PIGNON ARBRE)			
REP	NB	DESIGNATION	REP	NB	DESIGNATION

Données de l'avant projet d'étude de fabrication

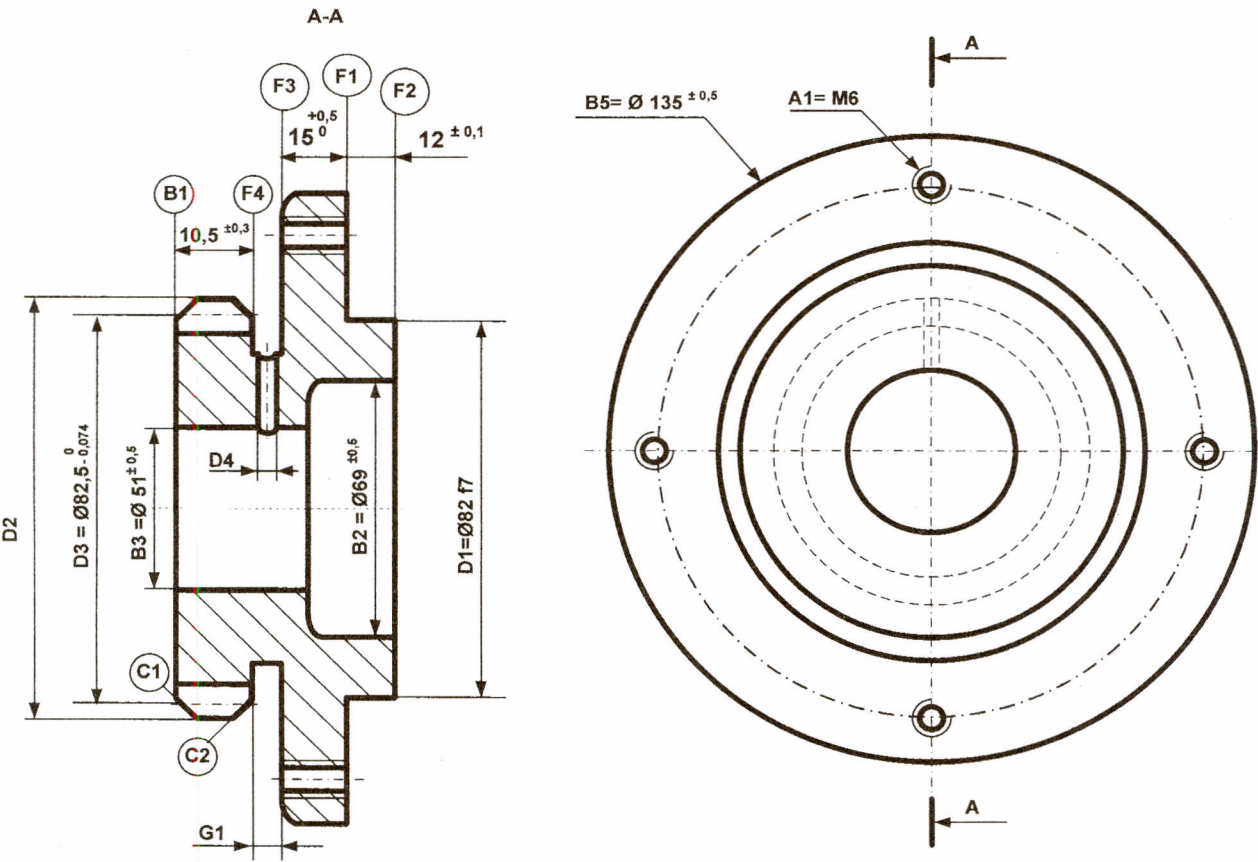
N° Phase	Désignation	Surfaces usinées
00	Contrôle de brut	
10	Tournage	D2, C1, G1, C2
20	Tournage	F2, (D1, F1) _{eb,f}
30	Taillage	D3
40	Perçage taraudage	4xA1
50	Perçage	D4
60	Contrôle final	

Montage d'usinage



Ressources 3

Dessin de définition de la roue 24



G1 : Largeur = $4,5 \pm 0,2$; diamètre = $\varnothing 70 \pm 0,3$

D4 = $\varnothing 4,5 \pm 0,1$

D1 = $\varnothing 82 f7 = \varnothing 82 \begin{smallmatrix} - 0,036 \\ - 0,071 \end{smallmatrix}$

D2 = $\varnothing 85,5 \pm 0,2$

Z₂₄ = 55 dents, m = 1,5 mm ;
Matière : EN-GJL 250

D3		Ø0,02	D1	
F1		0,04	D1	
D4		0,04	G	
4×A1		0,1	F1	D1