

الصفحة
1 / 16

الامتحان الوطني الموحد للبكالوريا  
(الدورة العادية 2008)  
الموضوع

C: NS45

المادة :	علوم المهندس
الشعب(ة):	شعبة العلوم والتكنولوجيات: مسلك العلوم والتكنولوجيات الميكانيكية

## Constitution de l'épreuve

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

### Volet 1 : Présentation de l'épreuve :

- Système à étudier : Système d'encartonnage
- Durée de l'épreuve : 4h ;
- Coefficient : 8 ;
- Moyens de calcul autorisés : seules les calculatrices scientifiques non programmables;
- Documents autorisés : Aucun
- Les candidats rédigeront les réponses aux questions posées sur les documents prévus à cet effet

## 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.

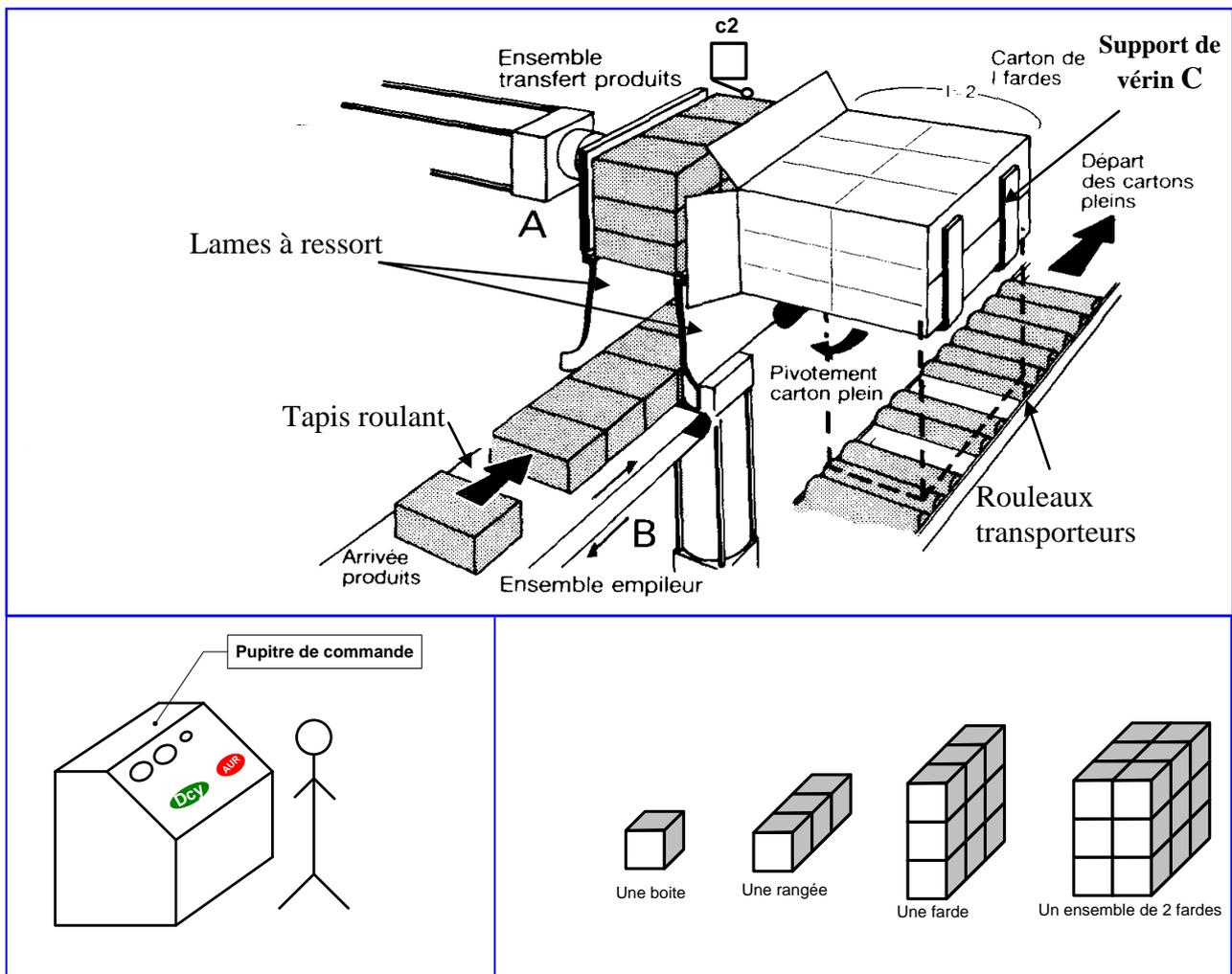


Figure : 1

## Principe de fonctionnement

Les produits sont amenés par le tapis roulant (**figure 1**), celui-ci est entraîné par un moteur **M1** asynchrone triphasé à rotor en court circuit commandé par un discontacteur tripolaire **KM1** non représenté.

L'opérateur place un carton vide sur le support du **vérin C** et fait démarrer le cycle par une action sur le bouton départ cycle **Dcy** (**figure 1**).

Les produits arrivent sur le plateau du **vérin B** (**figure 2**). L'action des produits sur un **capteur c1** provoque le transfert d'une rangée de trois produits par le **vérin B**. cette dernière reste empilée devant le **vérin A** grâce à un support constitué par deux lames à ressort (**figure:3**).

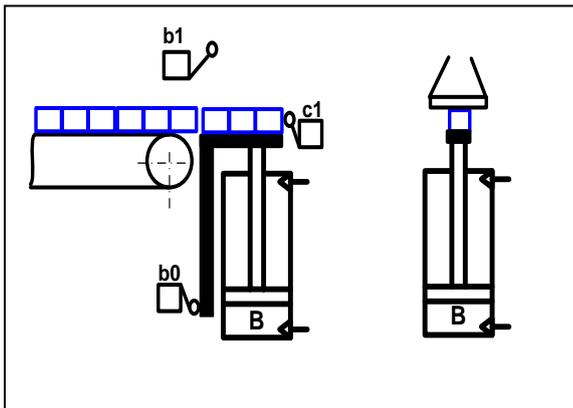


Figure : 2

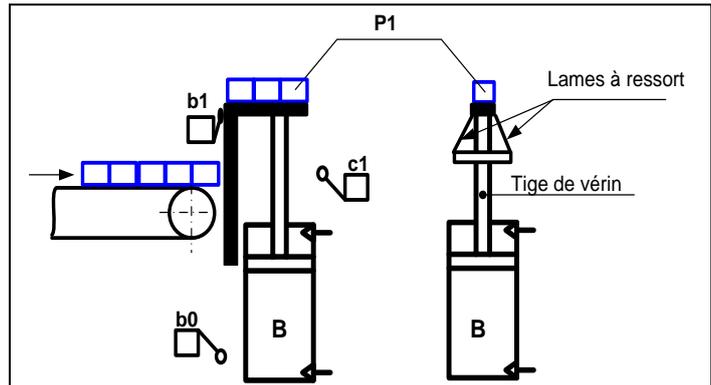


Figure : 3

Cette opération se répète jusqu'à ce que l'on obtienne une farde de trois rangées, ce qui va actionner un **capteur c2** qui provoque à son tour la sortie de la tige du **vérin A** et le transfert de la farde dans le carton.

Lorsque le deuxième chargement est réalisé (une deuxième farde dans le carton), un **capteur c3** non représenté, est actionné sous l'effet du poids du carton plein. Ceci provoque, grâce au **vérin C**, le pivotement du carton plein sur le chemin des rouleaux transporteurs pour son évacuation (départ des cartons pleins).

**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.

الصفحة
4 / 16

الامتحان الوطني الموحد للبكالوريا  
(الدورة العادية 2008)  
الموضوع

C: NS45

المادة :	علوم المهندس
الشعب(ة):	شعبة العلوم والتكنولوجيات: مسلك العلوم والتكنولوجيات الميكانيكية

### 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 **GRAF CET** 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.

الصفحة
5 / 16

الامتحان الوطني الموحد للبكالوريا  
(الدورة العادية 2008)  
الموضوع

C: NS45

المادة :	علوم المهندس
الشعب(ة):	شعبة العلوم والتكنولوجيات: مسلك العلوم والتكنولوجيات الميكانيكية

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 **Qv** de la pompe et déduire la vitesse **Vc** 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 **Vc = 0.320 m/s** ;
- k) calculer les pertes de charges **J<sub>34</sub>** dans la conduite **3-4** en J/Kg ;
- l) déterminer la pression de la pompe **P<sub>3</sub>**, 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 :

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

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  $\sigma_0$  de la population sachant que l'écart type  $\sigma=0.0104$  mm

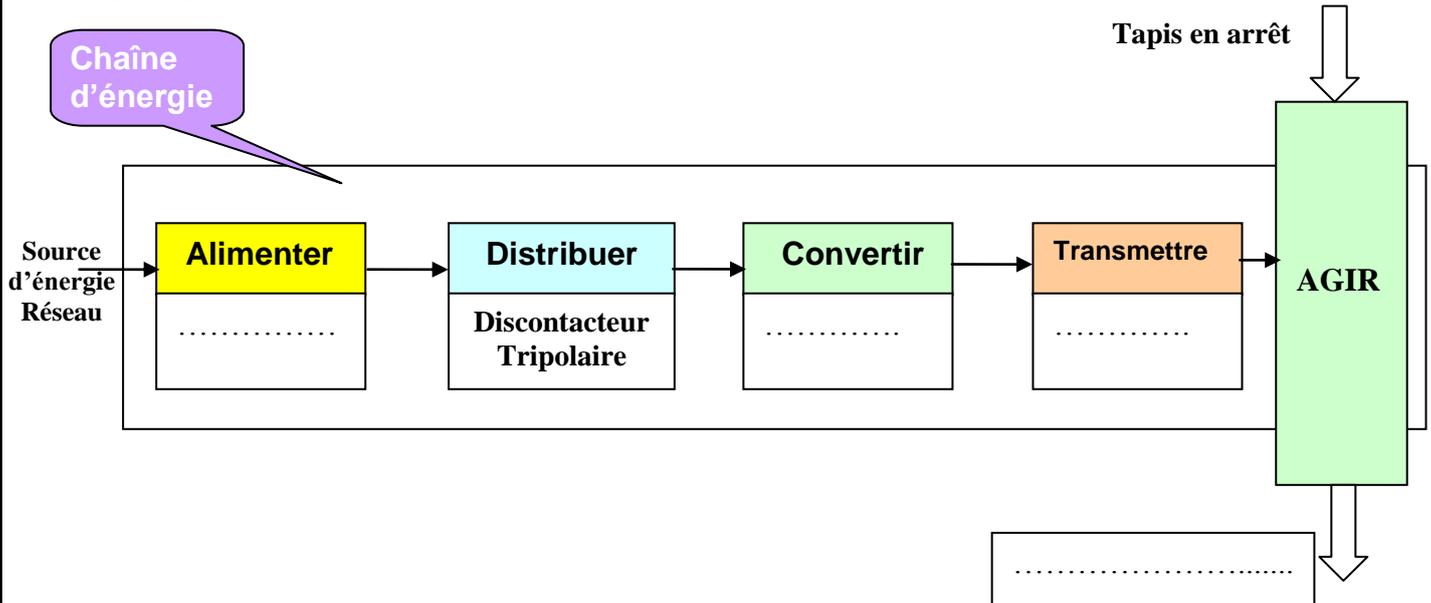
$$\text{et } \sigma_0 = \sigma \sqrt{\frac{n}{n-1}}.$$

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

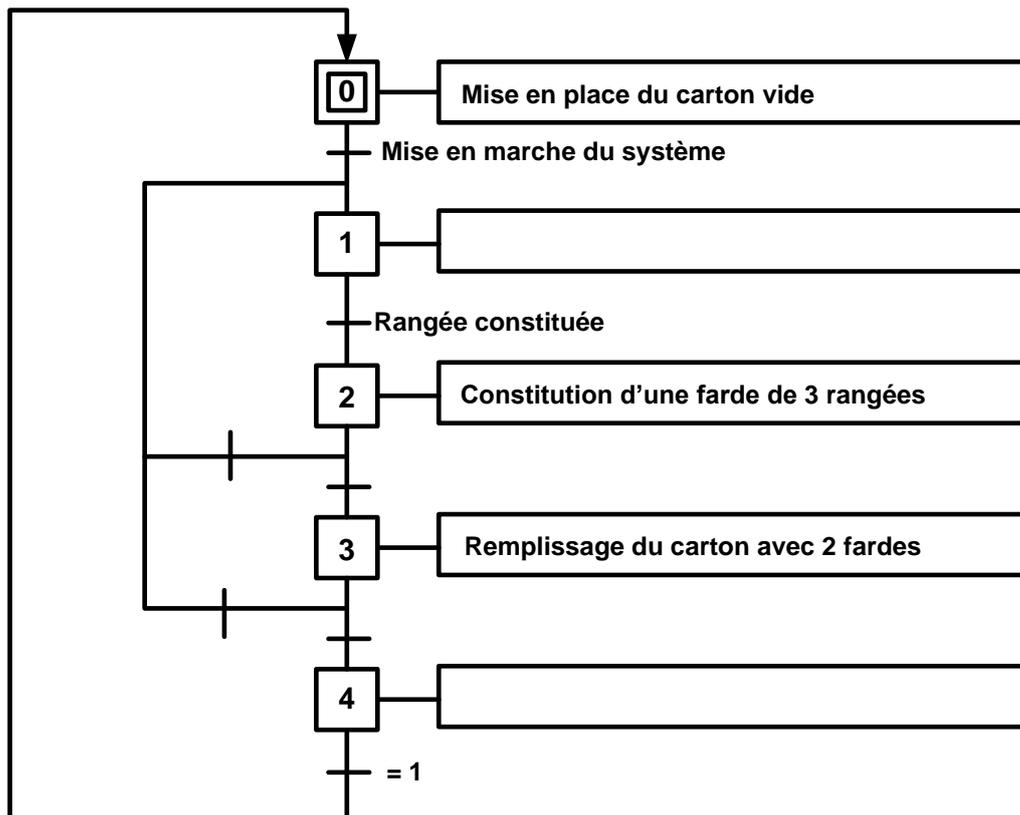
## Documents Réponses

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 :

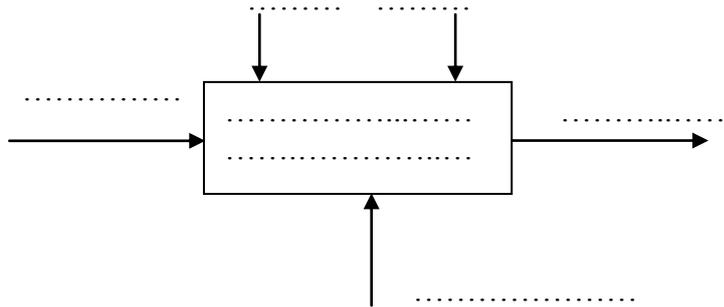


11- b) compléter le **GRAF CET** fonctionnel niveau 1 :



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 :

.....

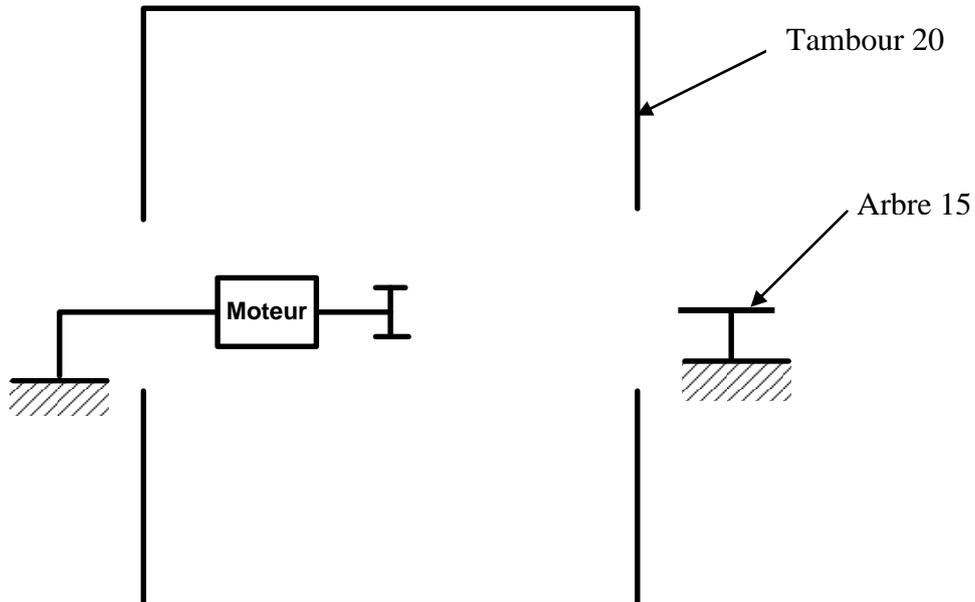
.....

.....

.....

.....

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



الصفحة
9 / 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 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) :

.....

.....

.....

.....

.....

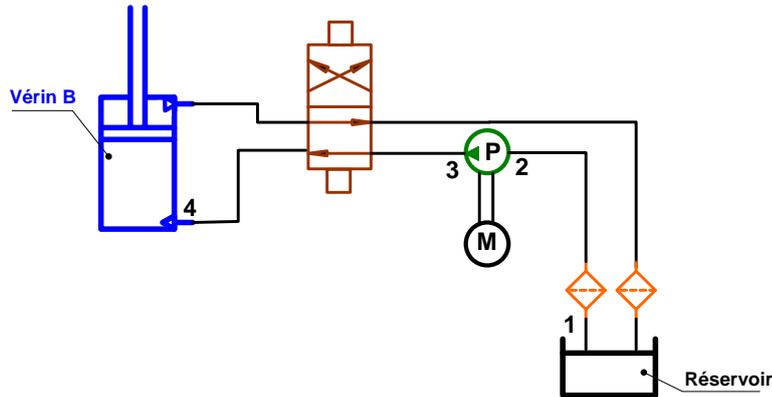
12- g) dessiner le tambour seul en **coupe** sans respecter l'échelle des cotes :

-----

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  $\lambda$  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 :

.....

.....

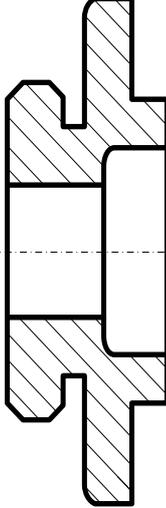
.....

.....

.....

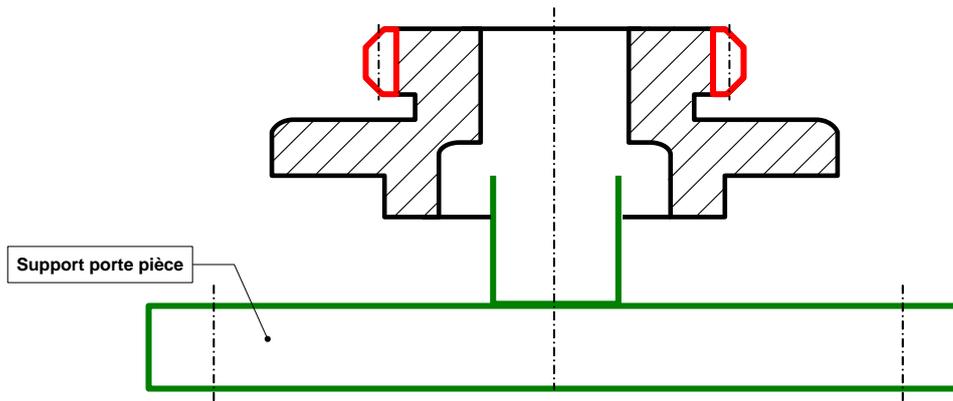
Document réponse DR 6 : à rendre par le candidat

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

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

**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  $\sigma_0$  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** :

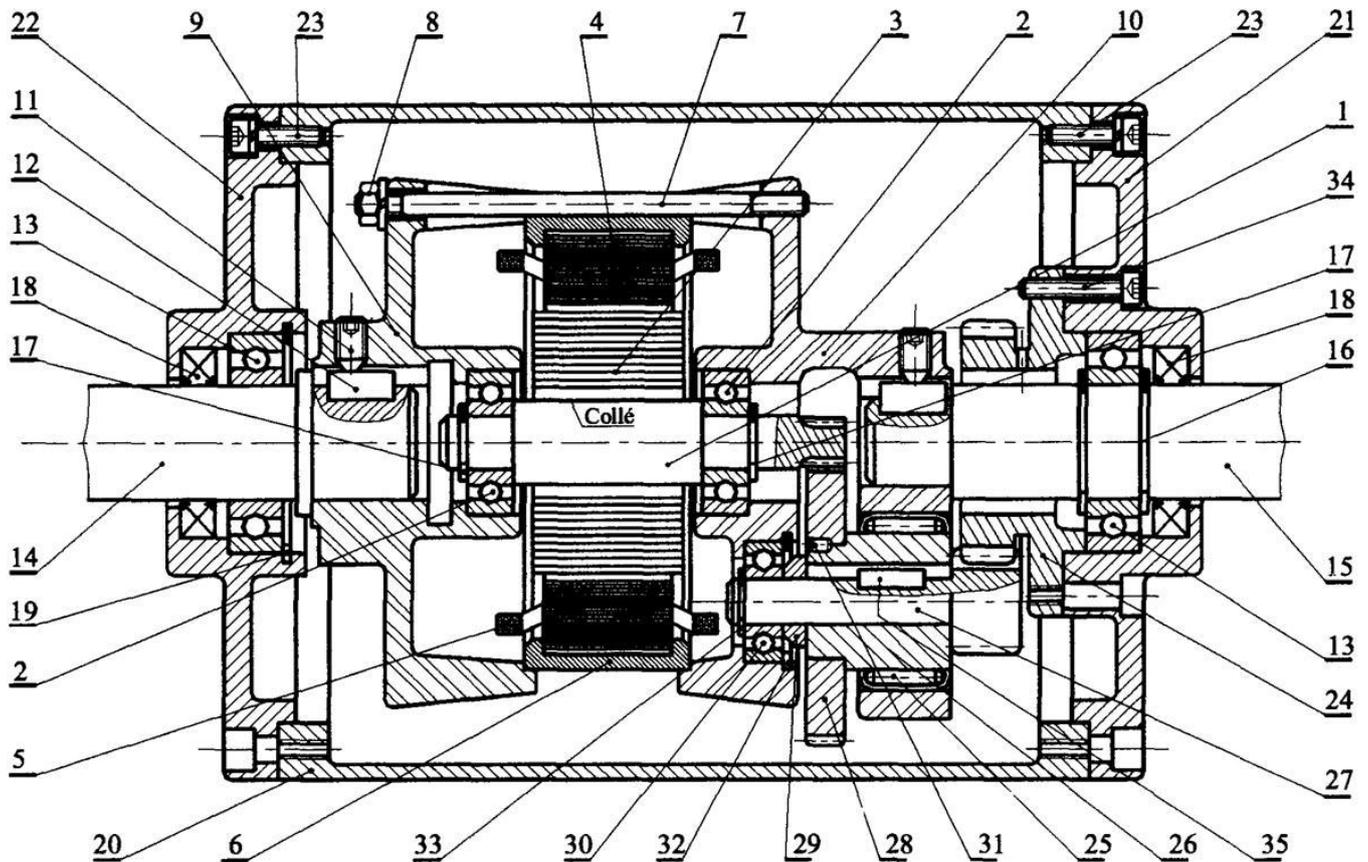
Puissance = **4Kw** ;

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



## Ressources 2

### Nomenclature

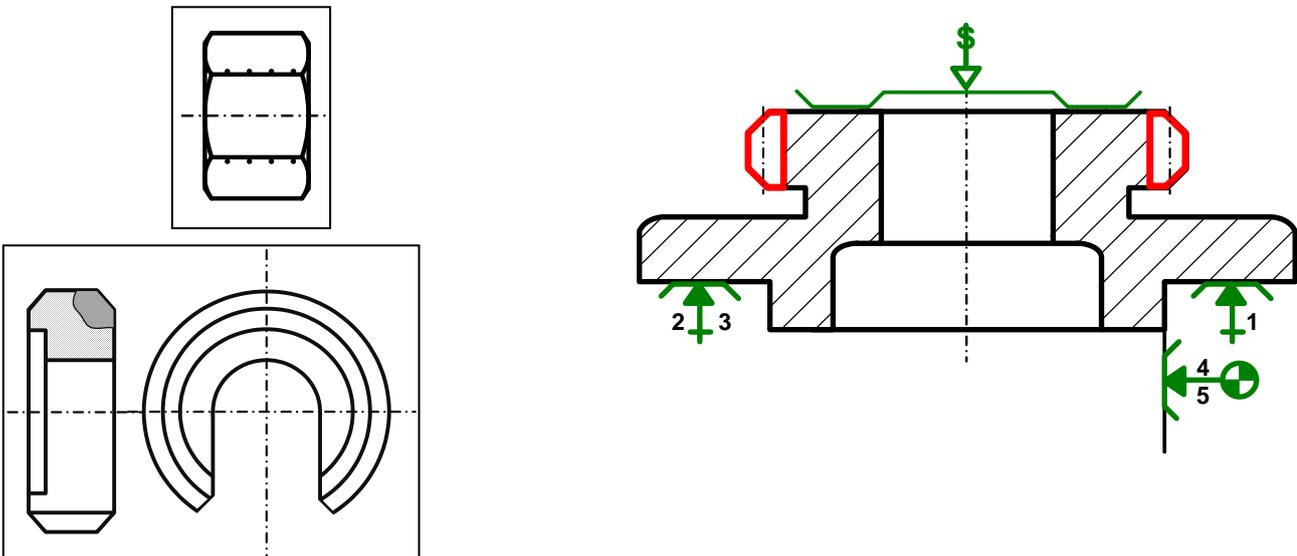
18	2	JOINT A LEVRES
17	2	ANNEAU ELASTIQUE POUR ARBRE
16	2	ANNEAU ELASTIQUE POUR ARBRE
15	1	AXE SUPPORT
14	1	AXE SUPPORT
13	2	ROULEMENT A BILLES
12	2	CLAVETTE PARALLELE
11	2	VIS DE PRESSION HC
10	1	CARTER DU REDUCTEUR
9	1	CARTER DU REDUCTEUR
8	3	ECROU H
7	3	TIRANT (GOUJON)
6	1	BAGUE ENTRETOISE
5		BOBINAGE DU STATOR
4	1	STATOR
3	1	ROTOR
2	2	ROULEMENT A BILLES
1	1	AXE ROTOR (PIGNON ARBRE)
REP	NB	DESIGNATION

35	1	CLAVETTE
34	6	VIS HC
33	1	ANNEAU ELASTIQUE POUR ARBRE
32	1	ANNEAU ELASTIQUE POUR ALESAGE
31	1	VIS DE PRESSION
30	1	ROULEMENT A BILLES
29	1	BAGUE
28	1	ROUE DENTEE
27	1	PIGNON ARBRE
26	1	BAGUE
25	1	ROULEMENT A AIGUILLES
24	1	ROUE DENTEE
23	8	VIS CHc + RONDELLE
22	1	FLASQUE
21	1	FLASQUE
20	1	TAMBOUR
19	1	ANNEAU ELASTIQUE POUR ALESAGE
REP	NB	DESIGNATION

### Données de l'avant projet d'étude de fabrication

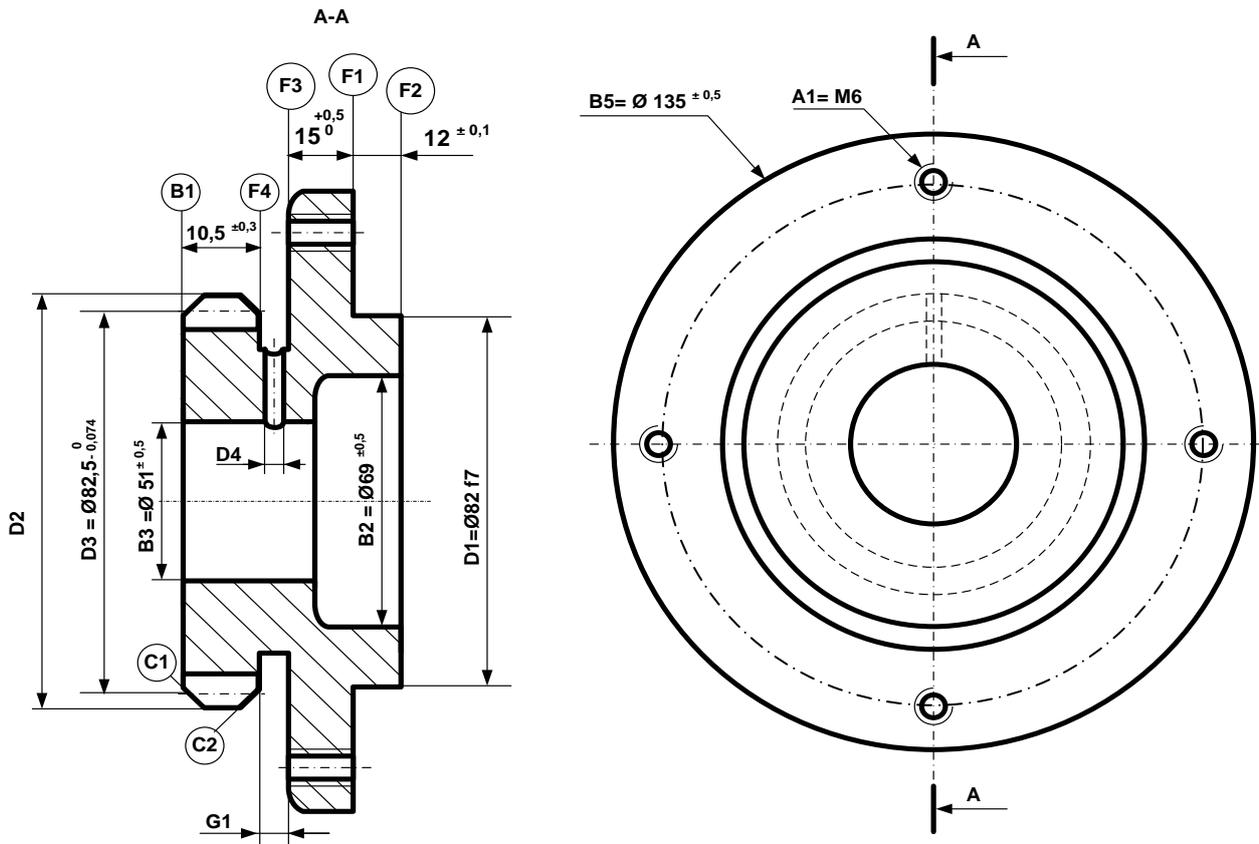
N° Phase	Désignation	Surfaces usinées
00	Contrôle de brut	
10	Tournage	D2, C1, G1, C2
20	Tournage	F2, (D1, F1) <sub>eb,f</sub>
30	Taillage	D3
40	Perçage taraudage	4xA1
50	Perçage	D4
60	Contrôle final	

### Montage d'usage



### Ressources 3

#### Dessin de définition de la roue 24



G1 : Largeur =  $4,5 \pm 0,2$  ; diamètre =  $\text{Ø} 70 \pm 0,3$

D4 =  $\text{Ø} 4,5 \pm 0,1$

D1 =  $\text{Ø} 82 \text{ f}7 = \text{Ø} 82 - 0,036 - 0,071$

D2 =  $\text{Ø} 85,5 \pm 0,2$

Z<sub>24</sub> = 55 dents, m = 1,5 mm ;  
Matière : EN-GJL 250

D3		Ø0,02	D1	
F1		0,04	D1	
D4		0,04	G	
4xA1		0,1	F1	D1