

C : RS45

8

المعامل :

علوم المهندس

المادة :

4

مدة الإنجاز :

شعبة العلوم والتكنولوجيات - مسلك العلوم والتكنولوجيات الميكانيكية

الشعبة (ة) - المسلك :

Constitution de l'épreuve

Volet 1 : présentation de l'épreuve	:	page 1/16
Volet 2 : présentation du support	:	pages 2/16 et 3/16
Volet 3 : substrat du sujet :		page 3/16
✚ situation d'évaluation 1	:	pages 4/16 et 5/16
✚ situation d'évaluation 2	:	pages 6/16 et 7/16
✚ documents Réponses (DR)	:	pages 8/16 à 13/16 (à rendre par le candidat)
Volet 4 : documents ressources	:	pages 14/16 à 16/16

Volet 1 : Présentation de l'épreuve

✚ Système à étudier	:	Vérin linéaire électromécanique à système vis-écrou ;
✚ Durée de l'épreuve	:	4 heures ;
✚ Coefficient	:	8 ;
✚ Moyen de calcul autorisé	:	Calculatrice non programmable ;
✚ Documents autorisés	:	aucun ;
✚ Les candidats rédigeront les réponses sur les documents réponses (DR) prévus à cet effet.		

GRILLE D'EVALUATION

SITUATIONS D'EVALUATION	TACHES	QUESTIONS	Barème/20
SEV 1	Tâche N° 1	a	2 pts
		b	1,5 pts
	Tâche N° 2	a	1 pt
		b	1 pt
		c	1 pt
		d	1 pt
		e	1 pt
		f	1 pt
	Tâche N° 3	a	1 pt
		b	1 pt
		c	1 pt
		d	1 pt
		e	3,5 pts
	Tâche N° 4	a	1 pt
		b	1 pt
c		1 pt	
TOTAL SEV 1			20 points

SITUATIONS D'EVALUATION	TACHES	QUESTIONS	Barème/20
SEV 2	Tâche N° 1	a	1 pt
		b	1 pt
		c	0,5 pt
		d	1 pt
		e	1 pt
	Tâche N° 2	a	4,5 pts
		b	4 pts
		c	3 pts
	Tâche N° 3	a	1 pt
		b	1 pt
		c	1 pt
		d	1 pt
TOTAL SEV 2			20 points

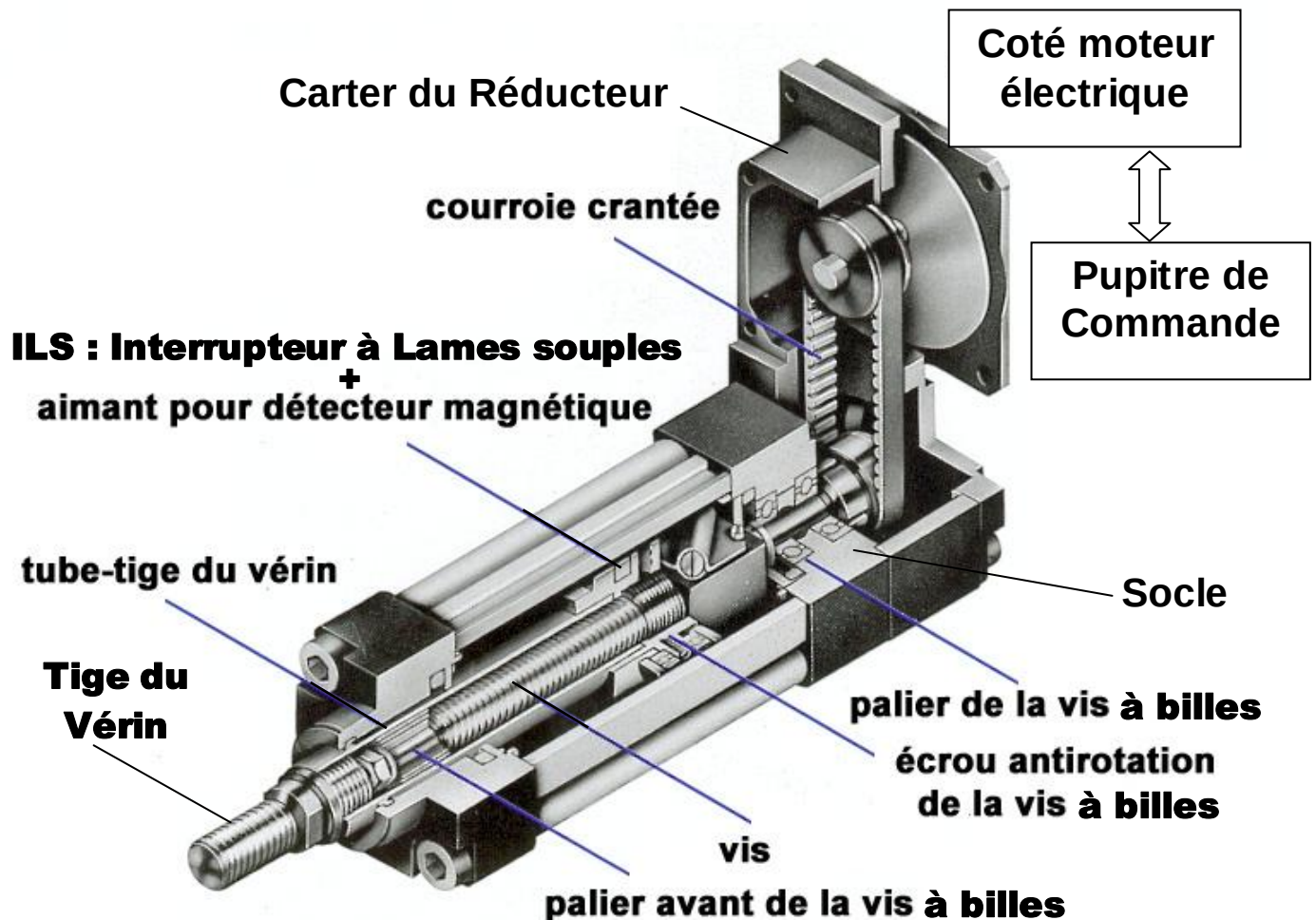
Volet 2 : Présentation du support :

L'utilisation des actionneurs est largement répandue dans la conception des machines de production, de matériel d'équipement de véhicules, etc.

Les actionneurs peuvent réaliser plusieurs fonctions :

- Convertir de l'énergie disponible en énergie mécanique ;
- Transformer l'énergie mécanique pour :
 - Changer la nature du mouvement véhiculant cette énergie ;
 - Adapter l'effort ou le couple au déplacement.

La figure 1 représente un actionneur dit vérin électromécanique linéaire à système vis-écrou. Un tel actionneur convertit d'abord l'énergie électrique en énergie mécanique sous forme d'un couple à l'aide d'un moteur électrique et d'un réducteur poulie-courroie crantée. Il transforme ensuite cette énergie mécanique en effort axial à l'aide d'un système de transformation de mouvement à vis-écrou.



La figure 1 : Vérin électromécanique linéaire à système vis-écrou

La figure 2 représente l'agencement des trois principaux sous-ensembles de la chaîne d'énergie de ce type de vérin.

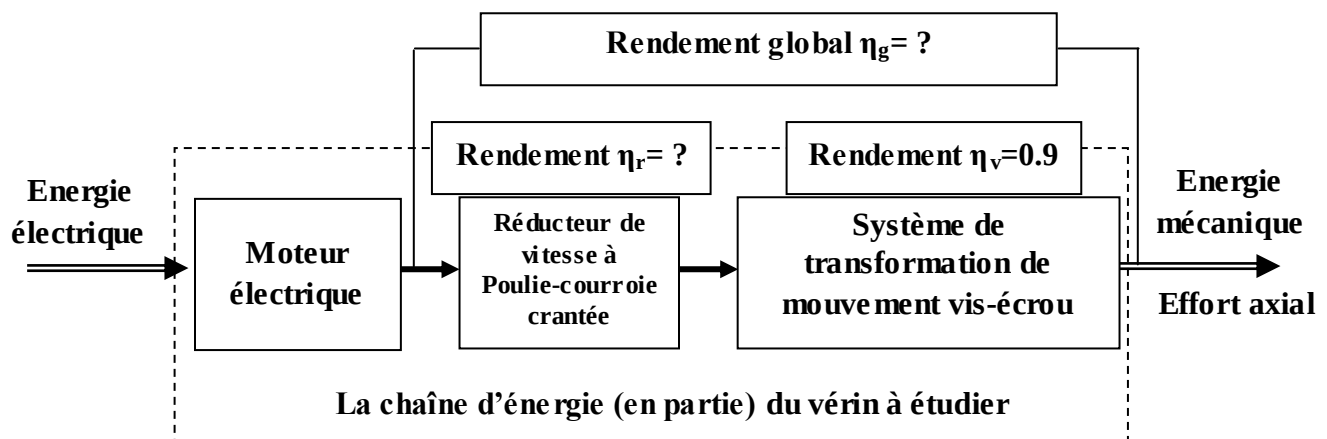


Figure 2 : Agencement des principaux sous-ensembles du vérin

Il sera donc possible à l'acheteur d'un tel actionneur de choisir la réduction la mieux adaptée à son besoin ; il peut même la faire évoluer au cours de la vie du vérin, par un simple changement de la chaîne cinématique interne du réducteur de vitesse en changeant les diamètres des poulies.

Volet 3 : substrat du sujet

Soit un extrait du catalogue du fabricant du vérin électromécanique linéaire à vis-écrou :

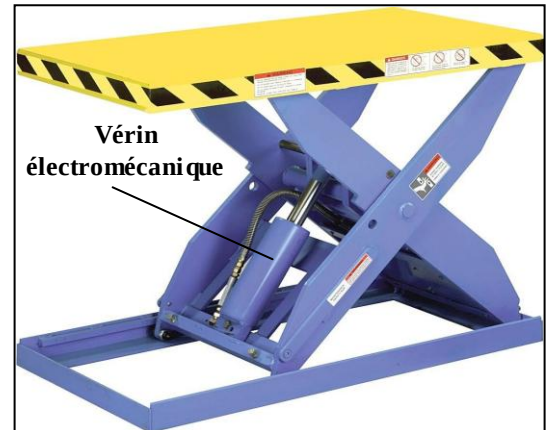
• Puissance mécanique du moteur électrique • Fréquence de rotation du moteur électrique	• 1 KW • 1390 tr/mn
• Rendement du réducteur Poulie-courroie crantée	• $0,9 \leq \eta_r \leq 0,95$
• Vitesse de translation de la tige du vérin par rapport à son corps	• 1.25 à 2.5 m/mn
• Encombrement axial maximal (tige rentrée)	• Course + 300 mm
• Encombrement transversal maximal	• 300mm x 300mm
• Consommation énergétique maximale	• 600 Wh
• Tension de courant électrique • Fréquence du secteur	• Triphasé 380V + T • 50 Hz
• Pas de la vis à billes • Rendement du système vis-écrou	• 5 mm • $\eta_v = 0.9$
• Montage de la poulie réceptrice sur la vis à billes : $a = b = 4 \text{ mm}$; $l = 17 \text{ mm}$ (longueur de la clavette) ; $d = 16 \text{ mm}$ (diamètre de la vis) ; Cr : Couple au niveau de la vis à billes et poulie réceptrice.	

SITUATION D'EVALUATION 1 :

Vous faites partie d'une équipe chargée de choisir un vérin électromécanique parmi la gamme des vérins proposés auparavant et d'étudier son circuit de commande. Ce vérin sera intégré dans la table élévatrice, de la **figure ci-contre**, produite par une entreprise en une série de **1000 unités**. Le cahier des charges de la table élévatrice prévoit que ce vérin travaillera dans les conditions d'utilisation suivantes :

- L'effort axial nécessaire au niveau de la tige du vérin électromécanique pour manœuvrer la charge est : $F=24570\text{ N}$;
- La vitesse linéaire de déplacement de la tige du vérin est : $V=2\text{ m/mn}$. Ce déplacement est contrôlé par des capteurs ILS (voir document ressources page 14/16) ;

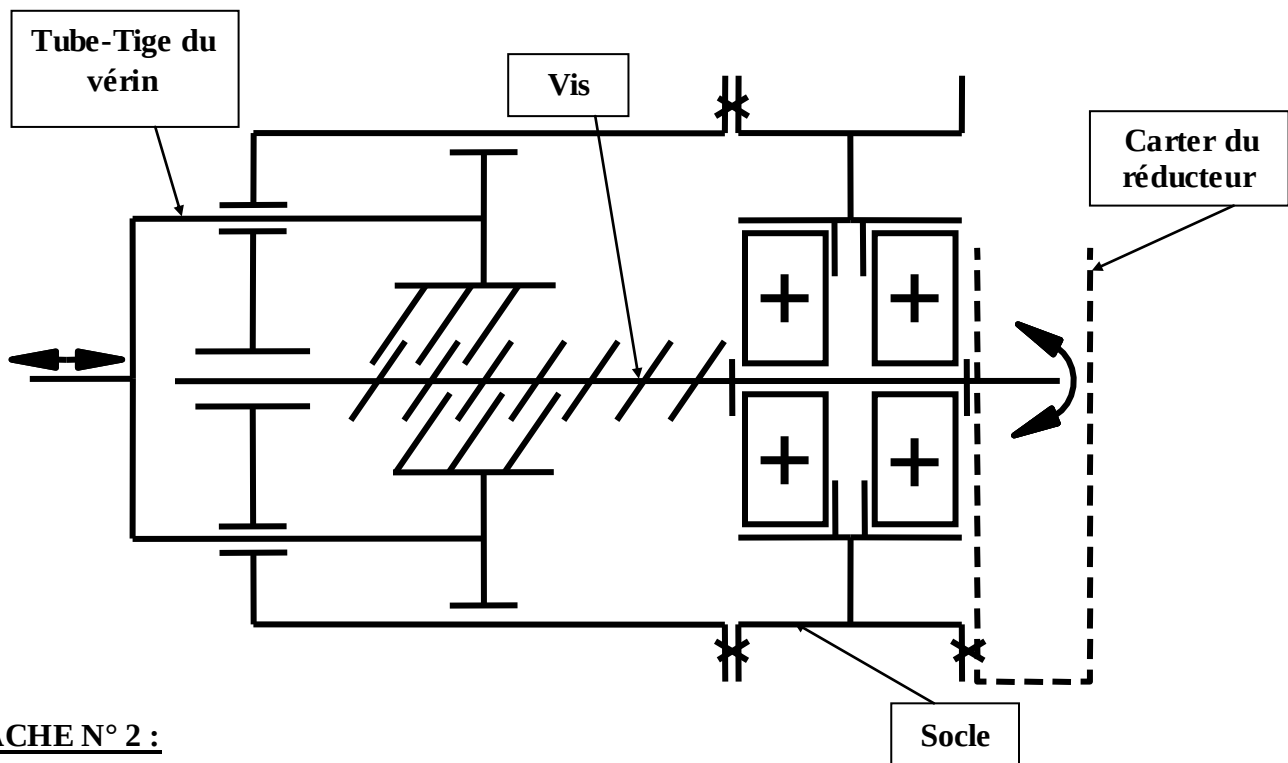
Pour ce faire, on vous demande d'effectuer les tâches suivantes :



TACHE N° 1 :

Avant tout, il est indispensable de comprendre le fonctionnement du système étudié (vérin électromécanique). Sur le document réponses DR1 (Page 8/16) :

- Compléter le **FAST** relatif à la fonction de service « **Actionner la sortie de la tige du vérin** » ;
- Etablir le schéma cinématique minimal à partir du schéma technologique suivant :



TACHE N° 2 :

Sur le document réponses **DR2 (Page 9/16)**, en utilisant les données de la **page 3/16** et le **document ressources (page 14/12)**, valider le choix du moteur électrique proposé par le fabricant et choisir les poulies convenables du réducteur, selon les conditions d'utilisation citées ci-dessus. Pour cela :

- Déterminer la puissance **Ps**, en **watts**, nécessaire à la sortie du vérin pour manœuvrer la charge ;
- Calculer le rendement global η_g et déduire celui du réducteur η_r à poulie courroie crantée ;
- Conclure sur la validité du choix du moteur électrique proposé ;
- Déterminer la vitesse de rotation **Npr (en tr/mn)**, que doit avoir la poulie réceptrice du réducteur pour une vitesse linéaire de déplacement de la tige du vérin de **2 m/mn** ;
- Déduire le rapport de réduction «**r**» du réducteur à poulie-courroie crantée ;
- Choisir, à partir du tableau document réponses **DR2**, les poulies convenables pour ce cas d'utilisation étudié.

TACHE N° 3 :

Etant données les conditions de fonctionnement mauvaises (démarrages fréquents et variations d'effort en fonctionnement), il est utile :

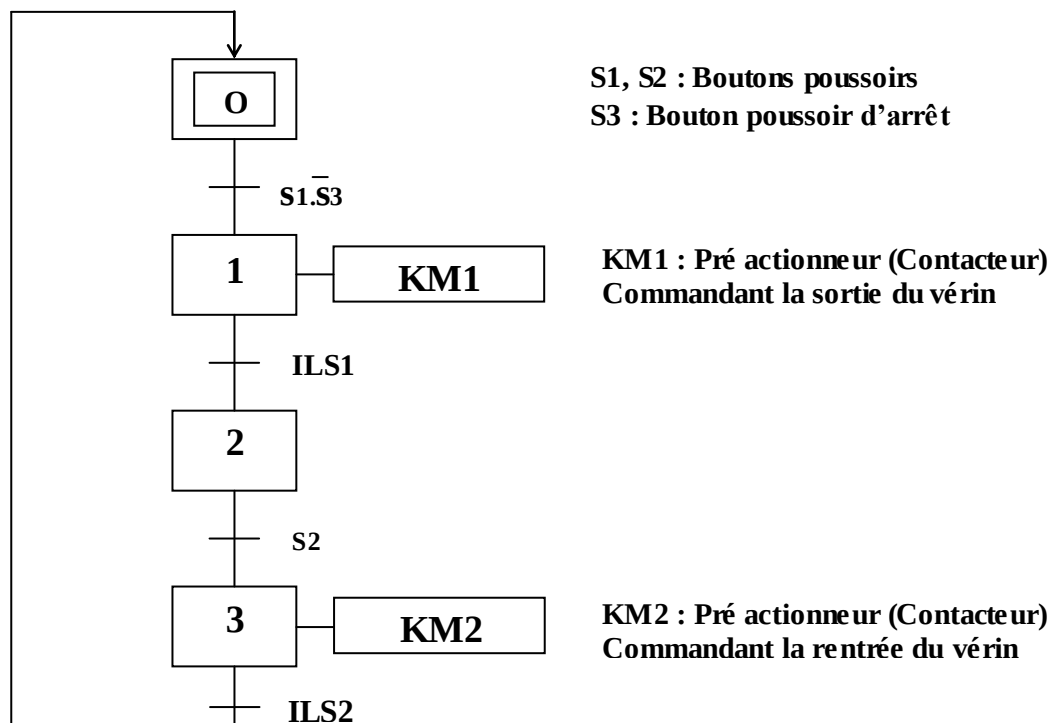
- de vérifier d'une part, la clavette au cisaillement qui participe à la liaison complète démontable entre la poulie réceptrice et la vis à billes (le jeu fonctionnel entre la clavette et la poulie réceptrice est supposé négligeable) ;
- de représenter graphiquement, d'autre part, cette liaison.

Sur les documents réponses **DR2 (Page 9/16)**, **DR3 (Page 10/16)** et en utilisant les documents ressources ainsi que l'extrait du catalogue du fabricant (**Page 3/16**) :

- Calculer le couple **C_{pr}**, en **N.m**, au niveau de la poulie réceptrice en prenant :
 - le rendement du réducteur $\eta_r = 0,9$;
 - la fréquence de rotation de la poulie réceptrice **N_{pr} = 400 tr/mn** ;
- Déduire l'effort tranchant **T** résultant, en **Newton**, sur la clavette. Cet effort est supposé tangent à la circonférence de la vis à billes ;
- Calculer la section **S** cisailée, en **mm²**, de la clavette ;
- Vérifier la condition de résistance de la clavette au cisaillement et conclure, sachant qu'elle est en acier dont la résistance pratique au glissement **R_{pg} = 45 N/mm²** et en prenant **T = 2700N** ;
- Compléter la représentation graphique de la liaison complète démontable, entre la poulie réceptrice et la vis à billes, assurée par une clavette de **type B**, un épaulement et un serrage en bout d'arbre par **vis H** et rondelle élastique **Grower**.

TACHE N° 4 :

On désire automatiser le fonctionnement du vérin électromécanique (la rentrée et la sortie de la tige du vérin). La définition des entrées/sorties du circuit de commande est décrite sur le document ressources **page 14/16**. Le fonctionnement du circuit de commande du moteur asynchrone triphasé est donné par le **GRAFCET** suivant :

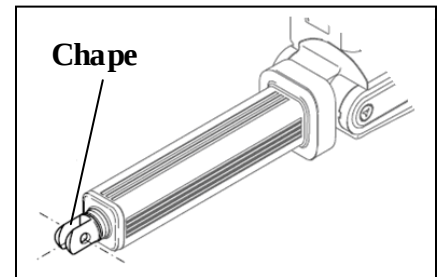


En se basant sur la table de vérité donnée sur le **document ressources (Page 14/16)**, on vous demande, sur le document réponses **DR3 (Page 10/16)**, de :

- Compléter le tableau de **Karnaugh** relatif à la sortie **KM1** ;
- Déduire l'équation de la sortie **KM1** ;
- Compléter le schéma du circuit électrique de la sortie **KM1**.

SITUATION D'EVALUATION 2 :

Le vérin électromécanique linéaire à système vis écrou sera lié à la charge à manœuvrer par l'intermédiaire d'une chape comme le montre la figure, ci-contre, de mise en situation.



Le bureau d'étude de l'entreprise a établi le dessin de définition de la chape, **document ressources (Page 15/16)**. Vous êtes appelés à faire l'étude partielle de la production de cette pièce en une série de **1000 pièces**. A ce propos, on vous demande de réaliser les tâches suivantes :

TACHE N° 1 :

Il est utile de faire une lecture du dessin de définition de la chape et de définir son dessin du brut capable. Sur le document réponses **DR4 (Page 11/16)**, on vous demande de :

- a- Expliquer la spécification suivante :

F2 - F3	$\frac{—}{—}$	0,3	F4 - F5
---------	---------------	-----	---------

- b- Identifier et expliquer la désignation du matériau de la chape étudiée ;
 c- Cocher le procédé d'élaboration du brut ;
 d- Donner deux avantages de ce procédé par rapport au moulage en sable ;
 e- Compléter le dessin du brut capable de la chape en indiquant les surépaisseurs d'usinage et le plan de joint (*sans représentation de la dépouille*) ;

TACHE N° 2 :

Une étude de fabrication de la chape a abouti à l'avant projet d'étude de fabrication donnée sur le **document ressources (Page 16/16)**. Sur les documents réponses **DR4 (Page 11/16)** et **DR5 (Page 12/16)** :

- a- On veut étudier l'outil réalisant l'opération de dressage de **F1** relative à la phase **10** :
 a.1- donner le nom de l'outil réalisant cette opération ;
 a.2- indiquer les plans du référentiel en main (**Pr, Ps, Pf**), les angles de face orthogonaux ($\alpha_o, \beta_o, \gamma_o$) et l'angle de direction d'arête κ_r .
 b- Compléter le contrat de phase **N° 20** en indiquant :
 - la mise et le maintien en position ;
 - les surfaces usinées en traits forts ;
 - les cotes fabriquées (calcul éventuel) ;
 - les outils en position de travail ;
 - la désignation des opérations ;
 - les conditions de coupe ;
 - les vérificateurs ;
 - la machine et le brut.
 c- Lors de la réalisation de l'usinage (**phase 10**), des efforts importants sont exercés par la pièce sur l'outil pendant l'opération de coupe. Il est donc important de déterminer la puissance nécessaire à la broche de la machine pour réaliser l'usinage de **F1** afin de permettre, en partie, le choix de la machine convenable.
 Sur le **document réponses DR6 (Page 13/16)**, sachant que $a=2\text{mm}$, $f=0,1\text{mm/tr}$, $V_c=335\text{m/mn}$, k_c à choisir à partir du tableau **document ressources (Page 16/16)** et le rendement de la machine est $\eta=0,8$. Pour cela, on vous demande de déterminer :
 c.1- l'effort tangentiel de coupe **Fc** ;
 c.2- la puissance de coupe **Pc** ;
 c.3- la puissance nécessaire à la broche **Pm**.

TACHE 3 :

En cours de la production de la chape on a constaté, lors du contrôle, des pièces non-conformes. Afin de tendre vers le zéro défaut et d'intervenir avant de produire des rebuts, on teste la capabilité du procédé et on supervise la production par l'établissement des cartes de contrôle.

La cote contrôlée est celle relative à la réalisation de la surface **F1** : $95 \pm 0,2$. La mesure de la cote est assurée au moyen d'un calibre à coulisse **1/100** de **mm**.

Le tableau ci-dessous donne les prélèvements de **10** échantillons de **5** pièces consécutives toutes les heures :

Opérateur	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2
Heure	6h	7h	8h	9h	10h	11h	12h	13h	14h	15h
N° Prélèvement	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
X1	95,10	95,15	94,90	95,18	95,15	95,05	95,18	95,02	95,04	95,10
X2	95,05	95,07	94,95	95,19	95,07	95,06	95,00	95,18	95,10	95,12
X3	95,08	95,00	95,00	95,10	95,00	95,05	95,03	95,20	95,12	95,00
X4	95,12	95,11	95,14	95,02	95,11	95,02	95,16	95,22	95,08	95,18
X5	95,00	95,17	95,18	95,04	95,17	95,04	95,07	95,21	95,09	95,13
$\bar{X}$	95,070	95,100	95,034	95,106	95,100	95,044	95,088	95,166	95,086	95,106
R ou W	0,12	0,17	0,28	0,17	0,17	0,04	0,18	0,2	0,08	0,18

Sur le document réponses **DR6 (Page 13/16)** et en utilisant les **documents ressources (Page 16/16)**, on vous demande de :

- a- Calculer la capabilité du procédé **Cp** et **Cpk** et conclure sachant que l'écart type estimé est

$$\sigma_{\text{estimé}} = s = \frac{\bar{R}}{dn} ;$$

On donne :

$$\bar{\bar{X}} = 95,090 ; \bar{R} = 0,159$$

$$Cp = IT / 6\sigma_{\text{estimé}}$$

$$Cpk_i = (\bar{X} - Ti) / 3\sigma_{\text{estimé}}$$

$$Cpk_s = (Ts - \bar{X}) / 3\sigma_{\text{estimé}}$$

- b- Compléter le tracé des cartes de contrôle de la moyenne $\bar{X}$ et de l'étendue **R** des échantillons **1**, **9** et **10** ;
- c- Calculer les limites de contrôle supérieure **LCS** et inférieure **LCI** pour la moyenne $\bar{X}$ et l'étendue **R**, sachant que :

$$\begin{aligned} \text{LCS}_{\bar{X}} &= \bar{\bar{X}} + A_2 \times \bar{R} & ; & & \text{LCI}_{\bar{X}} &= \bar{\bar{X}} - A_2 \times \bar{R} ; \\ \text{LSC}_R &= D_4 \times \bar{R} & ; & & \text{LIC}_R &= D_3 \times \bar{R} ; \end{aligned}$$

- d- Interpréter les cartes de contrôle à partir du tableau **document ressources page 16/16**.

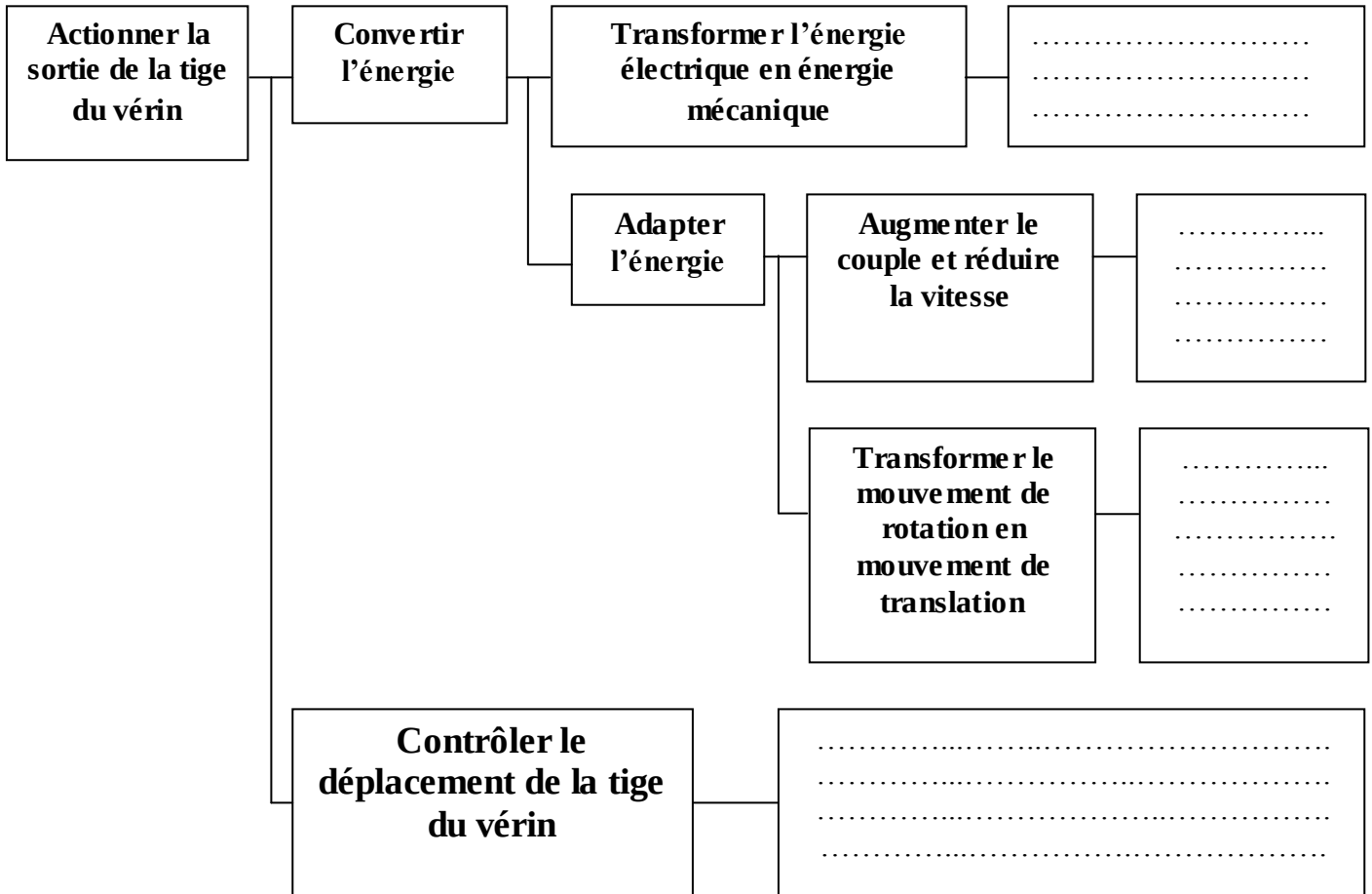
Document réponses DR1 : (à rendre par le candidat à la fin de l'épreuve).

SITUATION D'EVALUATION 1 :

TACHE N° 1 :

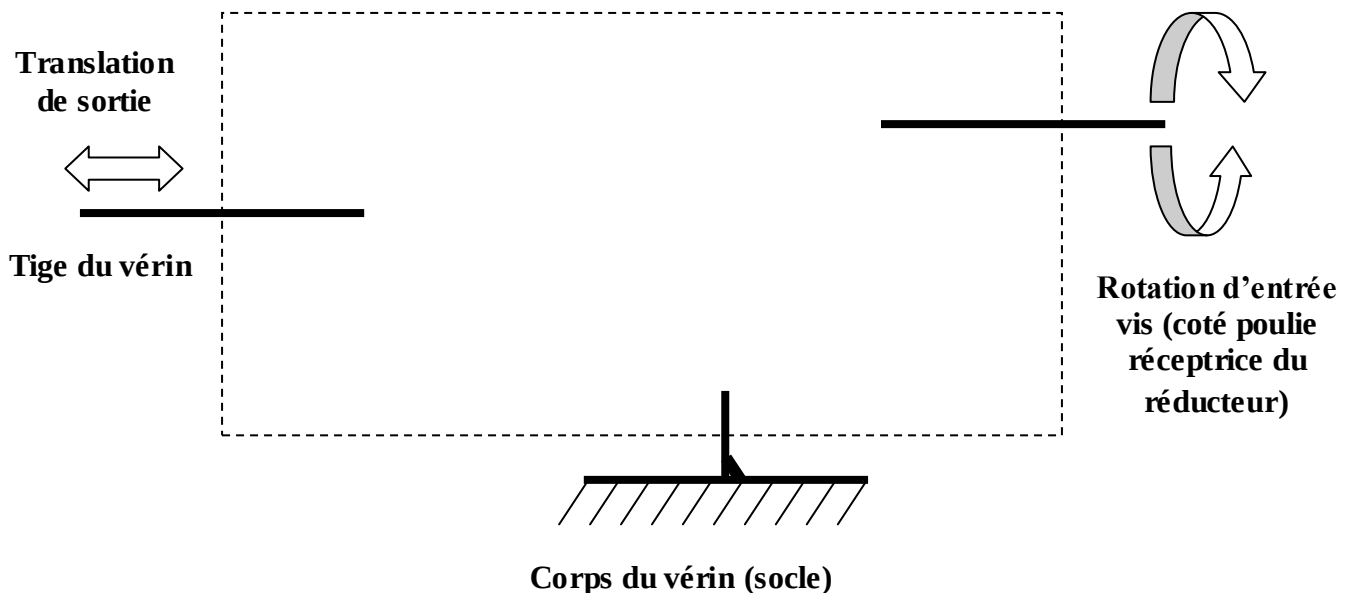
a- Le FAST relatif à la fonction de service « Actionner la sortie de la tige du vérin » :

(.../2pts)



b- Le schéma cinématique minimal représenté à partir du schéma technologique :

(.../1,5pts)



Document réponses DR2 : (à rendre par le candidat à la fin de l'épreuve).

TACHE N° 2 :

- a- Détermination de la puissance P_s , en watts, nécessaire à la sortie du vérin : (.../1pt)
- b- Calcul du rendement global η_g et déduction de celui du réducteur η_r à poulie courroie crantée : (.../1pt)
- c- Conclusion sur le choix du moteur électrique proposé : (.../1pt)
- d- Détermination de la vitesse de rotation N_{pr} , en **tr/mn**, de la poulie réceptrice du réducteur : (.../1pt)
- e- Déduction du rapport de réduction « **r** » du réducteur à poulie courroie crantée : (.../1pt)
- f- Choix des poulies convenables, pour ce cas d'utilisation étudié, à partir du tableau suivant :

Nombre de dents : Z1	31	45	31	45
Nombre de dents : Z2	69	108	108	69
Rapport de réduction : r	0,449	0,416	0,287	0,652

Nombre de dents poulie motrice : (.../0,5pt)

Nombre de dents poulie réceptrice : (.../0,5pt)

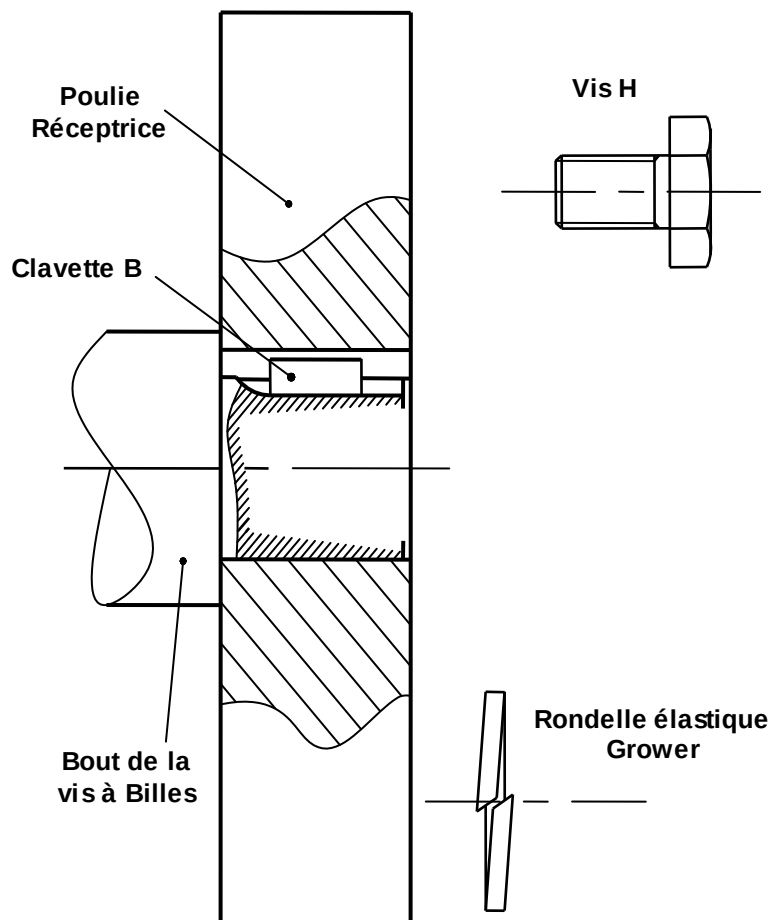
TACHE N° 3 :

- a- Calcul du couple C_{pr} , en **N.m**, au niveau de la poulie réceptrice : (.../1pt)
- b- Déduction de l'effort tranchant **T** résultant, en **Newton**, sur la clavette supposé tangent à la circonférence de la vis à billes : (.../1pt)
- c- Calcul de la section **S** cisailée, en **mm²**, de la clavette : (.../1pt)
- d- Vérification de la condition de résistance de la clavette au cisaillement et conclusion : (.../1pt)

Document réponses DR3 : (à rendre par le candidat à la fin de l'épreuve).

e- Représentation graphique de la liaison complète démontable :

(.../3,5 pts)



TACHE N° 4 :

a- Tableau de **Karnaugh** relatif à la sortie **KM1** (à compléter).

(.../1 pt)

		$s_3.km_1$			
		00	01	11	10
s_1	0				
	1				

b- Dédution de l'équation de la sortie **KM1**.

.....

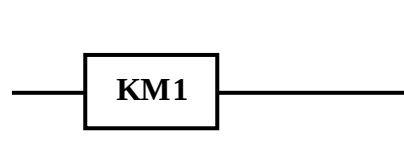
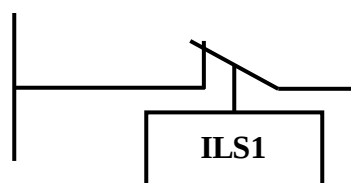
 (.../1 pt)

c- Schéma du circuit électrique de la sortie **KM1** (à compléter).

(.../1 pt)

Phase

Neutre



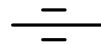
Document réponses DR4 : (à rendre par le candidat à la fin de l'épreuve).

SITUATION D'EVALUATION 2 :

TACHE N° 1 :

a- Explication de la spécification suivante :

F2 - F3



0,3

F4 - F5

.....
..... (.../1pt)

b- Identification et explication de la désignation du matériau de la chape étudiée ;

.....
..... (.../1pt)

c- Cocher le procédé d'élaboration du brut :

Matriçage	☐	Estampage	☐
-----------	--------------------------	-----------	--------------------------

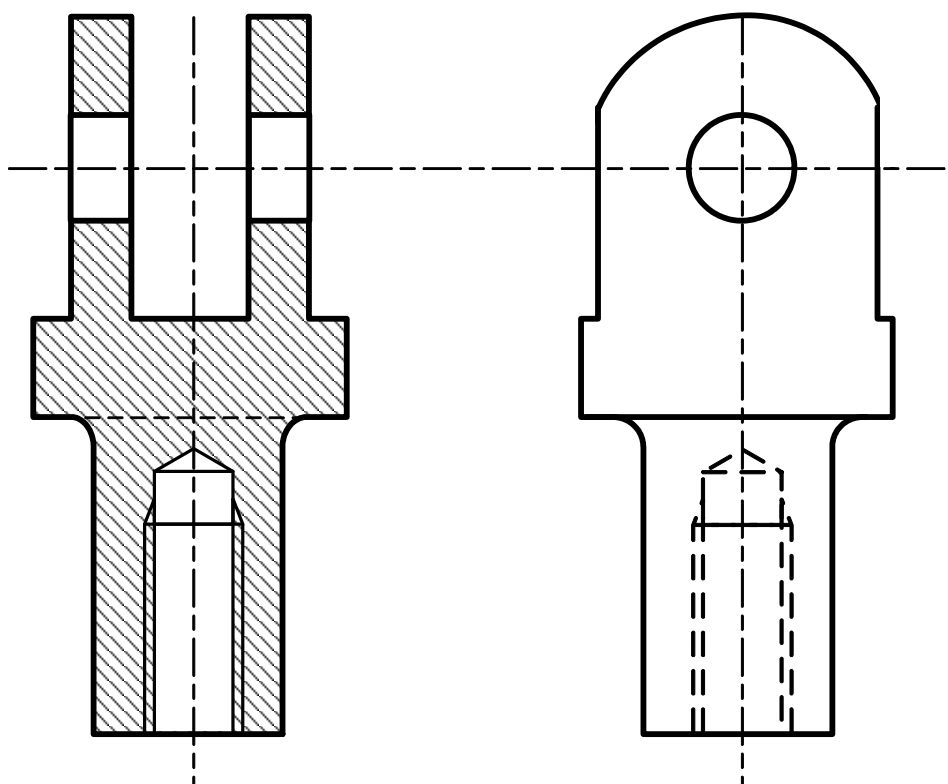
(.../0,5pt)

d- Deux avantages de ce procédé par rapport au moulage en sable ;

.....
..... (.../1pt)

e- Le dessin du brut capable de la chape et indication des surépaisseurs d'usinage ainsi que le plan de joint :

(.../1pt)



TACHE N° 2 :

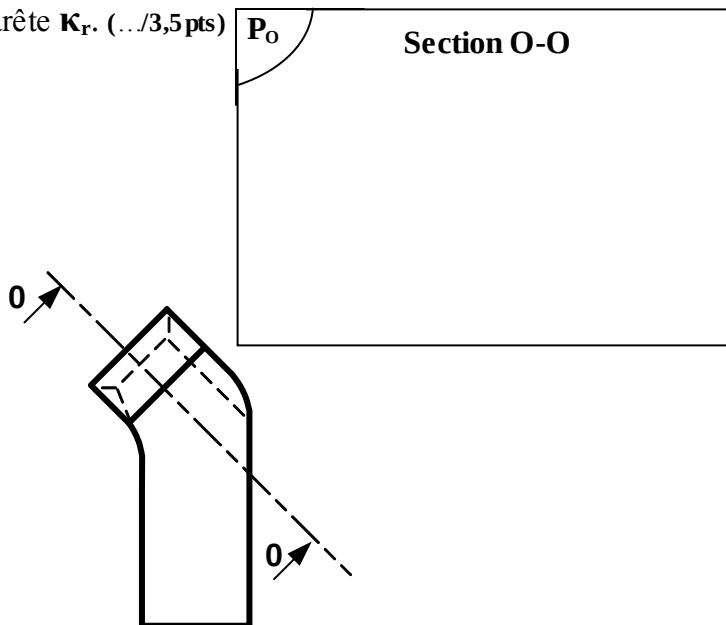
a- On veut étudier l'outil réalisant l'opération de dressage de F1 relative à la phase 10 :

a.1- Le nom de l'outil réalisant cette opération :

..... (.../1pt)

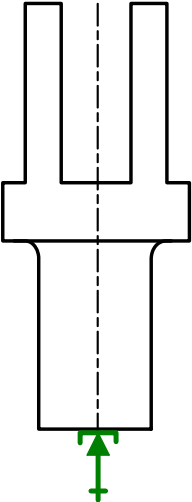
Document réponses DR5 : (à rendre par le candidat à la fin de l'épreuve).

a.2- Indication des plans du référentiel en main (**Pr,Ps,Pf**), des angles de face orthogonaux (**$\alpha_0, \beta_0, \gamma_0$**) et l'angle de direction d'arête **κ_r** . (.../3,5pts)



b- Le contrat de phase N° 20 à compléter :

(.../4 pts)

PHASE N° : 20			CONTRAT de PHASE			Phase : fraisage			
Ensemble : / Elément : <i>Chape</i>			Machine : Brut : Matière :						
Zone de calcul 									
N°	Désignation des opérations	Outils	Vérificateurs	V _c m/mn	f _z mm/dt	a mm	N tr/mn	V _f mm/mn	p
....		Train de 3 fraises à denture alternée Ø160, e=16 et Z=24 dents.		25	0,2				

Document réponses DR6 : (à rendre par le candidat à la fin de l'épreuve).c- Détermination de la puissance nécessaire à la broche de la machine pour usiner **F1 (phase 10)** :c.1- calcul de l'effort tangentiel de coupe **Fc** (en **N**) :

..... (.../1pt)

c.2- détermination de la puissance de coupe **Pc** (en **W**) :

..... (.../1pt)

c.3- détermination la puissance nécessaire à la broche **Pm** (en **W**) :

..... (.../1pt)

TACHE N° 3 :a- Calcul de la capacité du procédé **Cp** et **Cpk** et conclusion :

.....

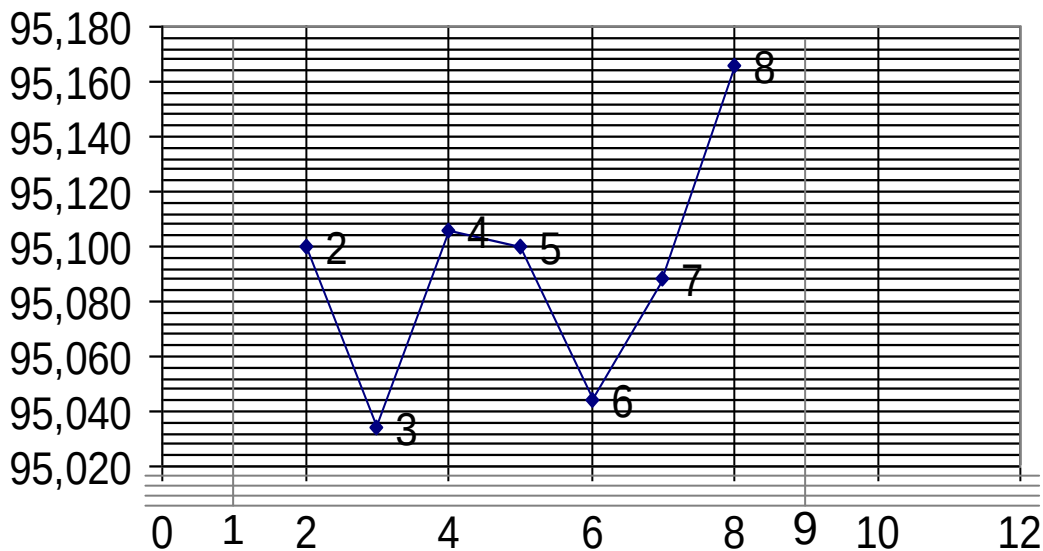
.....

..... (.../1pt)

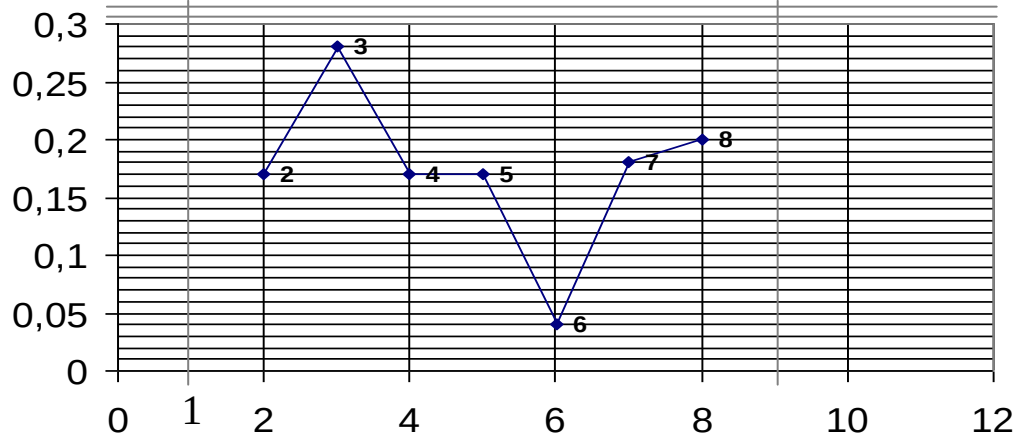
b- Le tracé des cartes de contrôle de $\bar{X}$ et **R** des échantillons : **1, 9 et 10** :

..... (.../1pt)

Moyenne



Etendue

c- Calcul et traçage des limites de contrôle supérieure **LCS** et inférieure **LCI** pour la moyenne $\bar{X}$ et l'étendue **R** : **LSC_R** = ; **LCI_R** =**LCS_{X̄}** = ; **LCI_{X̄}** = (.../1pt)

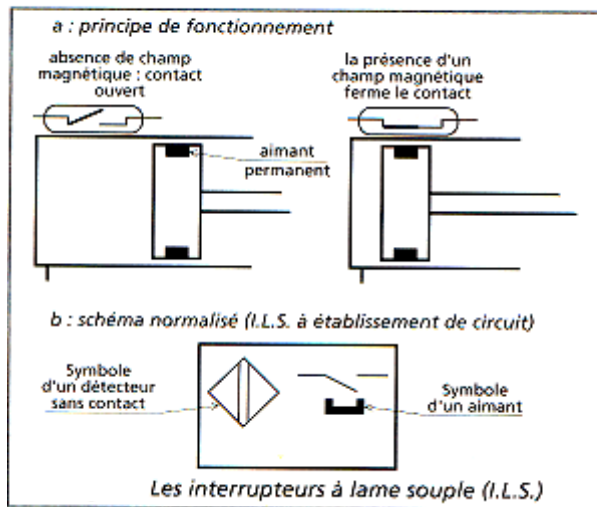
d- Interprétation des cartes de contrôle ;

.....

..... (.../1pt)

Volet 4 : Documents ressources :

■ Les interrupteurs à lame souple (I.L.S.)



Un interrupteur de position à lame souple permet de détecter sans contact tous les matériaux magnétiques. Il est constitué d'un boîtier à l'intérieur duquel est placé un contact électrique métallique souple sensible à un champ magnétique.

Lorsque le champ magnétique est dirigé sur la face sensible du capteur, le contact souple se ferme et permet la transmission d'une information de nature électrique vers la partie commande.

Les interrupteurs de position à lame souple sont souvent montés sur les corps de vérins afin de contrôler les déplacements du piston sur lequel est monté un aimant permanent.

■ Transformation de mouvement par vis-écrou :

- La relation entre l'effort et le couple théorique est : $C = (F \times p) / 2\pi$;
- Loi d'entrée-sortie des vitesses : $V_{tige} = (N_{vis} \times p) / 60$ (V en mm/s ; N en Tr/mn et p en mm) ;
- Loi d'entrée-sortie des positions : $L = (\theta \times p) / 360$ (L en mm ; θ en degré et p en mm).

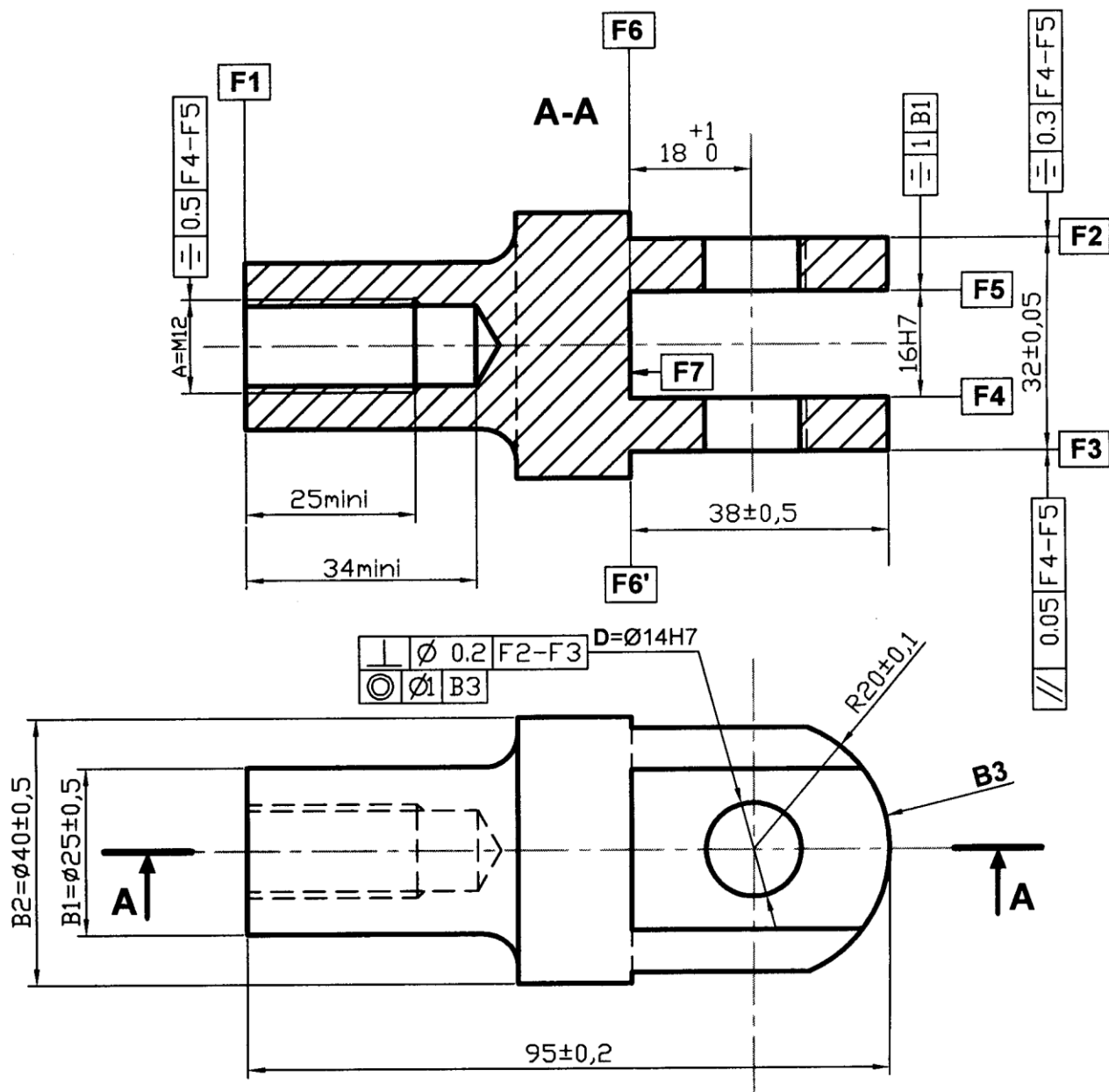
■ Définition des entrées/sorties :

Entrées / Sorties	Significations
dcy	Départ cycle
S1	Bouton poussoir commandant la sortie du vérin
S2	Bouton poussoir commandant la rentrée du vérin
S3	Bouton poussoir d'arrêt
KM1	Contacteur commandant la sortie du vérin
km1	Contact commandé par KM1
KM2	Contacteur commandant la rentrée du vérin
ILS1	Capteur détectant la sortie du vérin ; (ILS : Interrupteur à Lame Souple)
ILS2	Capteur détectant la rentrée du vérin ; (ILS : Interrupteur à Lame Souple)

■ Table de vérité du contacteur KM1

S3	km1	S1	KM1
0	0	0	0
0	0	1	1
0	1	0	1
0	1	1	1
1	0	0	0
1	0	1	0
1	1	0	0
1	1	1	0

■ Dessin de définition de la chape



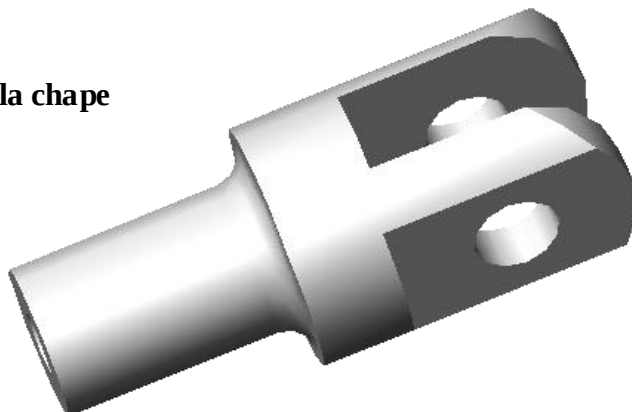
Matière : C40 Forgé

Etat de surface général : Ra = 3,2

$$16H7 = 16 \begin{matrix} +0,018 \\ 0 \end{matrix}$$

$$\phi 14H7 = \phi 14 \begin{matrix} +0,018 \\ 0 \end{matrix}$$

■ Modèle volumique de la chape



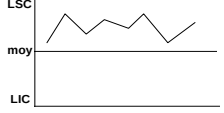
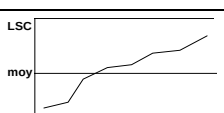
■ Avant projet d'étude de fabrication de la chape

■ Tableau des valeurs des constantes pour les limites de la moyenne et de l'étendue

N° de phase	Désignation	Surfaces usinées
00	Contrôle du brut	
10	Tournage	F1 _f
20	Fraisage	(F2, F3, F4, F5, F6, F6', F7) _f
30	Perçage - alésage	Deb, 1/2f, f
40	Perçage - taraudage	A
50	Contrôle final	

n	Coef. pour l'estimation de σ	Moyennes	Etendues	
	d_n	A_2	D_3	D_4
2	1.128	1.880	0	3.267
3	1.693	1.023	0	2.574
4	2.059	0.729	0	2.282
5	2.326	0.577	0	2.114

■ Tableau pour l'interprétation des cartes de contrôle

Graphique	Description	carte de la moyenne	carte de l'étendue
	procédé sous contrôle les courbes de la moyenne et de l'étendue oscillent de chaque côté de la moyenne	Poursuivre la production	
	point hors limites le dernier point tracé a franchi une limite de contrôle	régler le procédé de l'écart qui sépare le point de la valeur cible	la dispersion de la machine augmente : il faut trouver la cause de cette dégradation et intervenir
	tendance supérieure ou inférieure 7 points consécutifs sont supérieurs ou inférieurs à la moyenne	régler le procédé de l'écart moyen qui sépare la tendance de la valeur cible	
	tendance croissante ou décroissante 7 points consécutifs sont en augmentation ou en diminution régulière	régler le procédé de l'écart qui sépare le dernier point de la valeur cible	la dispersion de la machine varie, il faut trouver la cause de cette évolution et intervenir
	1 point est proche des limites le dernier point tracé se situe dans le 1/6 au bord de la carte de contrôle	confirmer en prélevant immédiatement un autre échantillon. Si celui-ci est aussi proche des limites, il faut effectuer un réglage	si plusieurs points de la carte sont proches de la limite supérieure, il faut trouver la cause de cette détérioration et y remédier
En cas de réglage, il faut prélever immédiatement un nouvel échantillon			

■ Tableau pour le choix de Kc

MATÉRIAU USINÉ		Coefficient spécifique de coupe K _c (daN/mm ²)			
Avance (mm) →		0,1	0,2	0,4	0,8
Aciers d'usage général	S 185 – S 275	360	260	190	140
	S 355	400	290	210	150
	E 330	420	400	220	160
	E 360	440	315	230	165
Aciers alliés	Acier au manganèse	470	340	240	180
	Acier au nickel-chrome	500	360	260	180
	Acier au chrome-molybdène	530	380	270	200
	Acier inoxydable	520	370	270	190
Aciers non alliés	C 40	320	230	170	125
	C 50	360	260	190	140
	C 60	390	290	210	150
Fontes	FGL 150	190	140	100	70
	FGL 250	290	210	150	110
	Fonte alliée	320	230	170	120
	Fonte malléable	240	170	120	90
Alliages de cuivre	Laiton	160	110	90	60
	Bronze	340	240	180	130
Alliages d'aluminium	Rr<19	110	80	60	40
	19<Rr<27	140	100	70	50
	27<Rr<37	170	120	80	60