

CONCOURS COMMUN 2003

DES ECOLES DES MINES D'ALBI, ALES, DOUAI, NANTES

Epreuve spécifique de Sciences Industrielles

(filière PCSI, option PSI)

Document réponse page 1 à 11

Coller ici l'étiquette correspondant à l'épreuve spécifique. Compléter de plus en bas de chaque page la rubrique code candidat.

A- ETUDE CINEMATIQUE

A.1.

$$\{V_{2/1}\} = A \left\{ \begin{array}{c|c} 0 & 0 \\ \omega_{20} & p.\omega_{20}/(2.\pi) \\ 0 & 0 \end{array} \right\} (\vec{x}, \vec{y}, \vec{z})$$

A.2.

$$\{V_{1/0}\} = C \left\{ \begin{array}{c|c} 0 & 0 \\ 0 & -p.\omega_{20}/(2.\pi) \\ 0 & 0 \end{array} \right\} (\vec{x}, \vec{y}, \vec{z})$$

--	--	--	--	--	--

A.3.

$$\overrightarrow{V_{C,1/0}} = \overrightarrow{V_{A,1/0}} \text{ car } \mathbf{1} \text{ est en liaison glissière par rapport à } \mathbf{0}$$

$$\overrightarrow{V_{C,1/0}} = \overrightarrow{V_{A,1/2}} + \overrightarrow{V_{A,2/0}} \text{ Avec } \overrightarrow{V_{A,2/0}} = \vec{0}$$

$$\overrightarrow{V_{C,1/0}} = \overrightarrow{V_{A,1/2}} = -\overrightarrow{V_{A,2/1}}$$

$$\overrightarrow{V_{C,1/0}} = -\frac{p \cdot \omega_m}{2 \cdot \pi \cdot K} \cdot \vec{Y}$$

A.4.

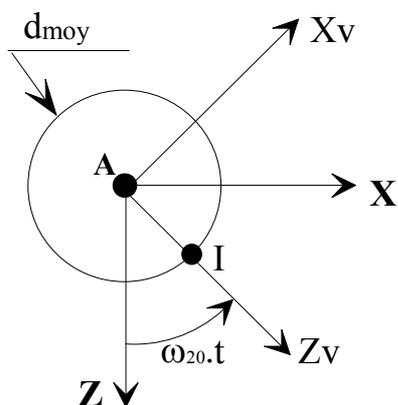
$$N_m = 3000 \text{ tr/min} \rightarrow \omega_m = 100 \cdot \pi \text{ rd/s}$$

$$p = 5 \text{ mm} = 0,005 \text{ m}$$

$$\|\overrightarrow{V_{C,1/0}}\| = \frac{0,005 \times 100 \times \pi}{60 \cdot \pi} = 0,00833 \text{ m/s} = 0,5 \text{ m/min}$$

Commentaire : Cette vitesse est faible. Elle ne pose aucun problème particulier de construction.

A.5.



$$\overrightarrow{V_{I,2/1}} = \overrightarrow{V_{I,2/0}} - \overrightarrow{V_{I,1/0}}$$

$$\overrightarrow{V_{I,2/0}} = \overrightarrow{V_{A,2/0}} + \vec{IA} \wedge \overrightarrow{\Omega_{20}}$$

$$\overrightarrow{V_{I,2/0}} = -\frac{d_{moy}}{2} \cdot \vec{Z}_V \wedge \omega_{20} \cdot \vec{Y}_V$$

$$\overrightarrow{V_{I,2/0}} = \frac{d_{moy} \cdot \omega_{20}}{2} \cdot \vec{X}_V = \frac{d_{moy} \cdot \omega_m}{2 \cdot K} \cdot \vec{X}_V$$

$$\overrightarrow{V_{I,1/0}} = \overrightarrow{V_{A,1/0}} = -\frac{p \cdot \omega_m}{2 \cdot \pi \cdot K} \cdot \vec{Y}_V$$

$$\overrightarrow{V_{I,2/1}} = \frac{d_{moy} \cdot \omega_m}{2 \cdot K} \cdot \vec{X}_V + \frac{p \cdot \omega_m}{2 \cdot \pi \cdot K} \cdot \vec{Y}_V$$

A.6.

$$\|\vec{V}_{I,2/1}\| = \sqrt{\left(\frac{0,0335 \times 100 \cdot \pi}{2 \times 30}\right)^2 + \left(\frac{0,005 \times 100}{2 \times 30}\right)^2} = 0,175 \text{ m/s} = 10,53 \text{ m/min}$$

Commentaire : Cette vitesse de glissement est très importante. C'est pourquoi le constructeur a choisi une vis et un écrou à circulation de billes qui évite le frottement de glissement et qui améliore beaucoup le rendement de la liaison glissière hélicoïdale.

A.7.

Le choix d'un réducteur roue et vis sans fin se justifie ici car :

Il permet une grande réduction (ici 30) sous un encombrement relativement faible.

Il est irréversible. Ce qui permet à la traverse de ne pas descendre sous son propre poids. On rappelle que le sujet précise que les vis à circulation de billes sont réversibles.

A.8.

L'utilisation de deux vis à billes permet d'équilibrer les efforts sur la machine. Une seule vis entraînerait des problèmes d'arc boutement.

A.9.

L'utilisation de poulies et d'une courroie crantées permet de réaliser un parfait synchronisme entre les angles de rotation des deux vis à billes (pas de glissement possible). La traverse reste donc parfaitement horizontale pendant son déplacement.

B- ETUDE STATIQUE

B.1.

$$\{V_{2/1}\} \bullet \{T_{1 \rightarrow 2}\} = 0$$

$$A \left\{ \begin{array}{c|c} 0 & 0 \\ \omega_{20} & p \cdot \omega_{20} / 2\pi \\ \hline 0 & 0 \end{array} \right\} [R] \bullet A \left\{ \begin{array}{c|c} 0 & 0 \\ Y_{12} & MA_{12} \\ \hline 0 & 0 \end{array} \right\} [R] = 0$$

$$\omega_{20} \cdot MA_{12} + \frac{p}{2 \cdot \pi} \cdot \omega_{20} \cdot Y_{12} = 0$$

$$MA_{12} = -\frac{p \cdot Y_{12}}{2 \cdot \pi} = -\frac{0,005 \times 25000}{2 \cdot \pi} = -19,89 \text{ N.m}$$

B.2.

Le brin de la courroie **6** compris entre E et E' est en équilibre sous l'action de deux forces. Celles-ci sont de même support (EE'), de même intensité et de sens opposé. Donc $\vec{E}_{6 \rightarrow 2} = -\vec{E}'_{6 \rightarrow 2'} = T \cdot \vec{X}$

En projection sur \vec{Y} , la somme des moments appliqués à **2** est nulle. Donc

$$MA_{12} + \|\vec{D}_{6 \rightarrow 2}\| \cdot \frac{D}{2} - T \cdot \frac{D}{2} = 0 \Rightarrow \|\vec{D}_{6 \rightarrow 2}\| = -\frac{2 \cdot MA_{12}}{D} + T$$

En projection sur \vec{Y} , la somme des moments appliqués à **2'** est nulle. Donc

$$MA'_{12'} + T \cdot \frac{D}{2} = 0 \Rightarrow MA'_{12'} = -T \cdot \frac{D}{2} \Rightarrow MA_{12} = -T \cdot \frac{D}{2}$$

$$\|\vec{D}_{6 \rightarrow 2}\| = -\frac{2}{D} \cdot \left(-\frac{T \cdot D}{2} \right) + T = T + T = 2 \cdot T$$

B.3.

L'ensemble **2** (vis + poulie) est en équilibre statique sous l'action de :

$$\{T_{0 \rightarrow s}\} = \begin{array}{c} \left\{ \begin{array}{c|c} X_{02} & LO_{02} \\ Y_{02} & 0 \\ \hline Z_{02} & NO_{02} \end{array} \right\} \\ O \left[R \right] \end{array}$$

B.3. (suite)

$$\{T_1 \rightarrow 2\} = \left\{ \begin{array}{c|c} 0 & 0 \\ Y_{12} & MA_{12} + * \\ \hline 0 & 0 \end{array} \wedge \begin{pmatrix} 0 \\ Y_{12} \\ 0 \end{pmatrix} \right\}_{[R]} = \left\{ \begin{array}{c|c} 0 & 0 \\ Y_{12} & MA_{12} \\ \hline 0 & 0 \end{array} \right\}_{[R]}$$

$$\{T_C \rightarrow 2\} = \left\{ \begin{array}{c|c} 2 \cdot T & 0 \\ 0 & 0 + y_B \\ \hline 0 & 0 \end{array} \wedge \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix} \right\}_{[R]} = \left\{ \begin{array}{c|c} T & 0 \\ 0 & 0 + y_B \\ \hline 0 & 0 \end{array} \wedge \begin{pmatrix} T \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix} \right\}_{[R]}$$

$$\{T_C \rightarrow 2\} = \left\{ \begin{array}{c|c} 3 \cdot T & 0 \\ 0 & T \cdot D/2 \\ \hline 0 & -3 \cdot T \cdot y_B \end{array} \right\}_{[R]}$$

B.4.

- (1) $\rightarrow X_{02} + 3.T = 0$
- (2) $\rightarrow Y_{02} + Y_{12} = 0$
- (3) $\rightarrow Z_{02} = 0$
- (4) $\rightarrow LO_{02} = 0$
- (5) $\rightarrow MA_{12} + T.D/2 = 0$
- (6) $\rightarrow NO_{02} - 3.y_B.T = 0$

B.5.

$$(5) \rightarrow T = -\frac{MA_{12} \cdot 2}{D} = -\frac{(-20) \times 2}{0,0713} = 561 \text{ N}$$

$$(1) \rightarrow X_{02} = -3.T = -3 \times (561) = -1683 \text{ N}$$

$$(2) \rightarrow Y_{02} = -Y_{12} = -25000 \text{ N}$$

$$(3) \rightarrow Z_{02} = 0 \text{ N}$$

$$(4) \rightarrow LO_{02} = 0 \text{ N}$$

$$(6) \rightarrow NO_{02} = 3.y_B.T = 3 \times (-0,08) \times (561) = -134,64 \text{ N.m}$$

C- ETUDE D'UNE SOLUTION TECHNIQUE**C.1.**

$$d\vec{F} = p \cdot ds \cdot \vec{n}$$

$$\vec{F} = \int p \cdot ds \cdot \cos \theta \cdot \vec{y} + \int p \cdot ds \cdot \sin \theta \cdot \vec{z} \quad \text{Or } \int p \cdot ds \cdot \sin \theta \cdot \vec{z} = \vec{0}$$

$$F = \int_{-\pi/2}^{\pi/2} (p \cdot ds \cdot \cos \theta) = \int_{-\pi/2}^{\pi/2} \left(p \cdot \frac{D}{2} \cdot d\theta \cdot L \cdot \cos \theta \right) = p \cdot \frac{D}{2} \cdot L \cdot \int_{-\pi/2}^{\pi/2} \cos \theta \cdot d\theta$$

$$F = p \cdot \frac{D}{2} \cdot L \cdot [\sin \theta]_{-\pi/2}^{\pi/2} = p \cdot D \cdot L.$$

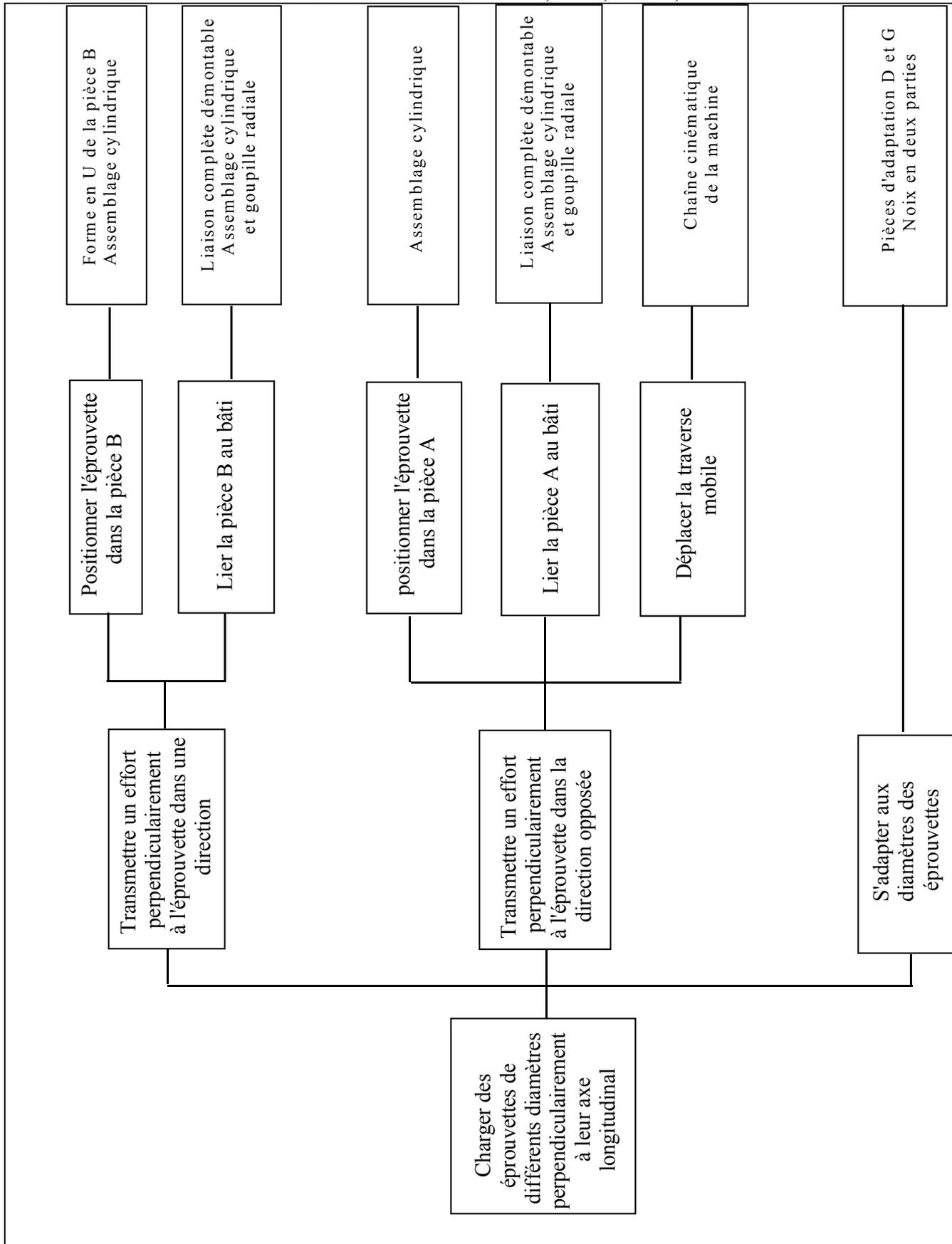
(On reconnaît le produit D.L comme étant la surface projetée).

C.2.

$$D_{\min i} = \frac{F}{p \cdot L} = \frac{50000}{100 \cdot 10^6 \times 0,02} = 0,025 \text{ m}$$

$$\text{Soit : } D_{\min i} = 25 \text{ mm}$$

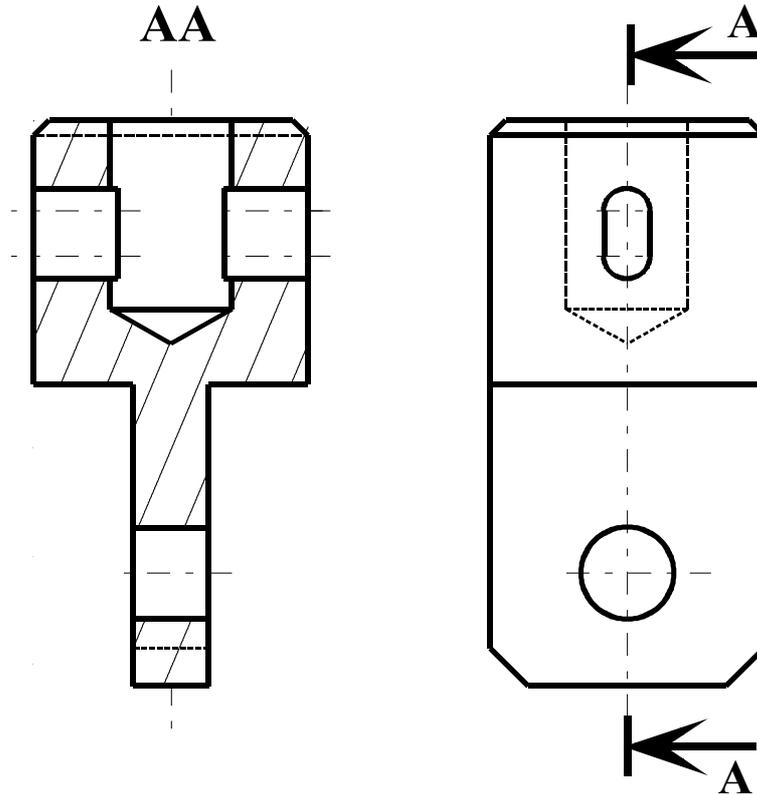
C.3.



C.4.

Commentaire : La pièce est en acier car le prix est faible et la résistance, comme

la dureté, sont importantes



C.5.

La noix est réalisée en deux parties pour permettre de sortir aisément l'axe testé de la noix (problème de bavures et/ou de déformations)

C.6.

Le trou réalisé dans la pièce (A) est oblong pour permettre le montage de l'axe à tester sans devoir positionner la traverse de la machine à une position très précise.

D- ETUDE DE L'ASSERVISSEMENT EN EFFORT

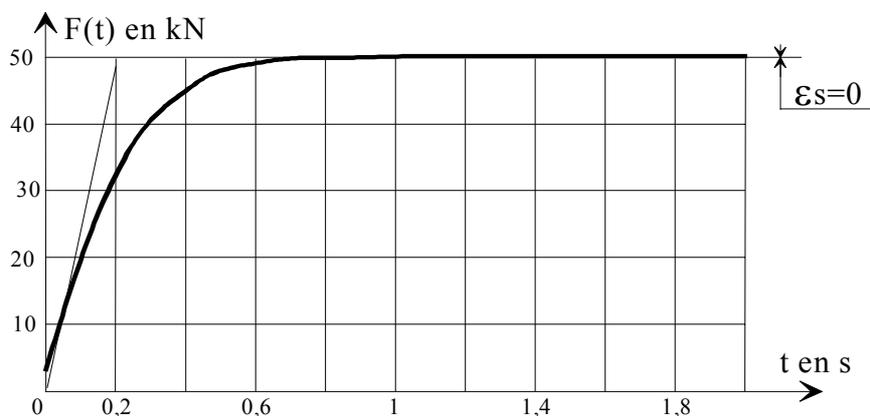
D.1. Fonction de transfert		Sortie du bloc	
H1(p)	$1 / 10000 = 10^{-4} \text{ V/N}$	Tension	V
H2(p)	$3 / 6 = 0,5 \text{ N.m/V}$	Couple	N.m
H3(p)	$30 \times 0,5 = 15 \text{ N.m}$	Couple	N.m
H4(p)	1 N.m	Couple	N.m
H5(p)	$2.\pi / 0.005 = 1256,63 \text{ m}^{-1}$	Effort	N
H6(p)	$1 / 10000 = 10^{-4} \text{ V/N}$	Tension	V

D.2.

$$G(p) = \frac{1}{10000} \cdot \frac{\frac{(1.3.30.0,5.1.2.\pi)}{(\tau.p.6.0,005)}}{1 + \frac{(1.3.30.0,5.1.2.\pi.1)}{(\tau.p.6.0,005.10000)}} = \frac{1}{10000} \cdot \frac{(90.\pi.10000)}{(300.\tau.p + 90.\pi)}$$

$$G(p) = \frac{1}{1 + 1,061.\tau.p} \text{ (Système du premier ordre).}$$

D.3.



E- ETUDE DE LA TRACABILITE DES AXES

E.1.

--	--	--	--	--	--

	Fournisseur		Matière		Essai		N° éprouvette		Contrôle	
B/E	10001	0010	00101	0010	01001	0010	00101	0100	01010	1000
Car.	A		D		B		4		Esp	
X	10		13		11		4		38	

E.2.

$$5_{10} = 101_2 \Rightarrow \text{Il faut trois bits}$$

E.3.

	b ₄	b ₃	b ₂	b ₁	b ₀	e ₃	e ₂	e ₁	e ₀	n ₂	n ₁	n ₀
1	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1
2	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0
3	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1
4	0	0	1	0	1	0	1	0	0	1	0	0
5	1	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	1

On voit aisément que dans notre cas particulier, les colonnes n₀, n₁ et n₂ correspondent respectivement aux colonnes b₄, b₃ et b₂ donc :

$$\begin{aligned} n_2 &= b_2 \\ n_1 &= b_3 \\ n_0 &= b_4 \end{aligned}$$

F- ETUDE DU CODEUR OPTIQUE

F.1.

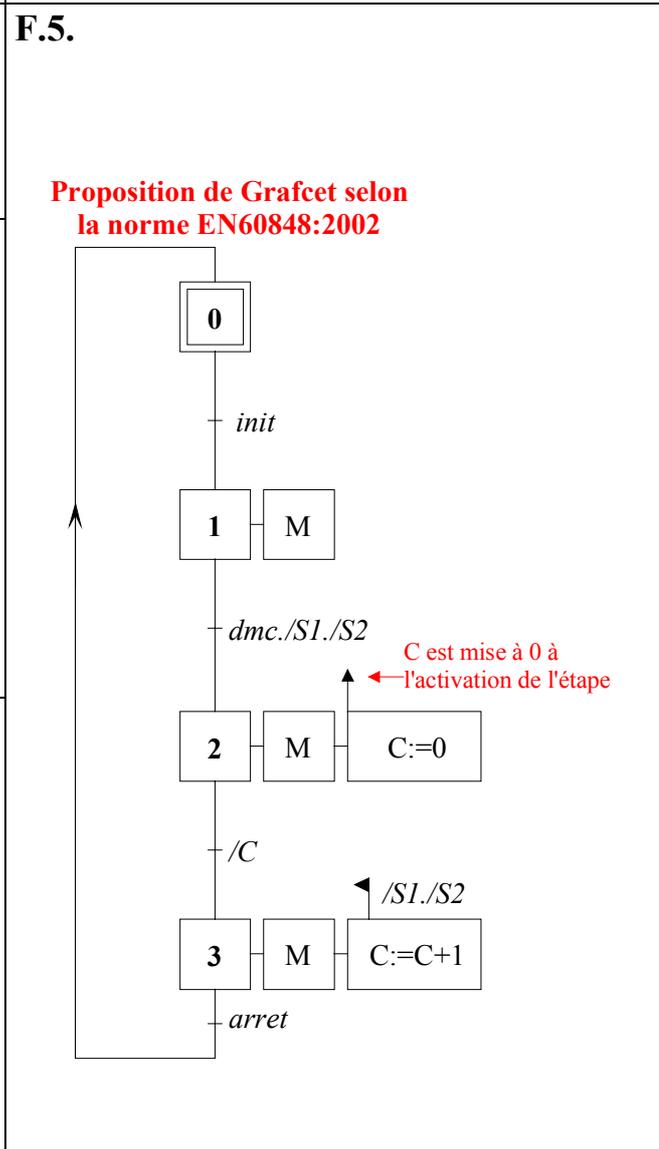
F.2.

Zone	S1	S2
a	0	0
b	1	0
c	1	1
d	0	1
e	0	0
f	1	0
g	1	1

Avec un couple de zones, on peut déceler 4 positions, il faut donc : $500 / 4 = 125$ couples de zones.

F.3.

$$\text{Pré} = \frac{1}{500} \cdot 5 = 0,01 \text{ mm}$$



F.4.
 Sens 2
 Dans le sens 2, la cellule C1 renvoie 0 et le signal de la cellule C2 est en train de passer de l'état 1 à l'état 0. Si l'on tourne d'un quart de période, la cellule C1 sera en phase montante de signal et la cellule C2 sera à l'état 0.
 Ce qui correspond bien au cycle proposé.

F.6.

$$\text{Dep} = \frac{188 \times 5}{125} + 0,03 = 7,55 \text{ mm.}$$

 (1) : Après l'incrémentation du compteur, le capteur a tourné de 3 pas puisque l'incrémentation se fait pour $S1S2 = 00$ et que 3 pas après on est à l'état $S1S2 = 01$ (Voir réponse F.1.)