

CORRECTION 1^{ère} PARTIE

Analyse des défaillances – Calcul des coûts

1.1 Analyse de la disponibilité de la thermoformeuse 3.

Q 1.1.1 à Q1.1.8 : Répondre aux questions dans le tableau ci-dessous.

Ligne de chargement automatique	Thermoformeuse 1	Thermoformeuse 2	Thermoformeuse 3
Tps d'ouverture « To » en h/an			352+320+368+304+320+336+320+352+336+320 =4016
Tps requis « Tr » en h/an			0.5x4016 =2008
Tps d'arrêt « Ta » en h/an			34.3+30+32+26.3+26.5+24.3+26.5+30+26.5+30.3+25.3+28= 340
Tps de bon fonctionnement « TBF » en h/an			2008-340=1668
Disponibilité opérationnelle « Do »	2016 = 87,5% 2017 = 98,1%	2016 = 88,2% 2017 = 97,8%	2016 = 88,6% 2017 = 1668/ (1668+340)*100 = 83%
Nombre de défaillances « Nbre Déf. » /an			16+15+16+15+11+12+11+14+12+15+13+14 = 164
Ratio « R3 » de la thermoformeuse 3 sur un an (à 0,001 près)			164/1668= 0.0968
Moyenne des Temps de Bon fonctionnement « MTBF » en heures, minutes, secondes. (1668/164=10.170)			h. min s.
			10 10 15

Q1.1.9 A partir des différentes « Do », que pouvez-vous en déduire ?

La disponibilité opérationnelle de la thermoformeuse 3 continue de baisser et est inférieure aux « DO » des deux autres thermoformeuses qui ont fait l'objet d'une amélioration et d'une maintenance préventive.

1.2- Calcul des coûts.

Q1.2.1 Calculer le coût de non production lié à l'intégration de cette nouvelle thermoformeuse.

$$3 \text{ h} \times 600 = 1\,800 \text{ €}$$

Résultat :
1 800 €

Q1.2.2 Calculer le coût de main d'œuvre pour l'intégration de ce nouveau bien.

$$(4 \times 2 + 2 \times 2 + 5 \times 2 + 3 \times 2 + 2 + 2) \times 40 = 1\,280 \text{ €}$$

Résultat :
1 280 €

Q1.2.3 Quel coût (de non production) mensuel représente les temps d'arrêt pour maintenance pour l'année 2017.

$$(340 \times 600) / 12 = 17\,000 \text{ €}$$

Résultat :
17 000 €

Q1.2.4 Calculer le nombre de mois pour amortir cet achat.

$$(95\,000 + 1\,800 + 1\,280) / 17\,000 = 5.7 \text{ mois}$$

Résultat :
5.7 mois

Q1.2.5 L'acquisition du nouveau bien est-elle judicieuse ?

Oui, elle est judicieuse puisque l'acquisition sera amortie en 5.7 mois et que la durée de production du nouveau produit est estimée à 48 mois.

CORRECTION 2^{ème} PARTIE

Intégration d'une thermoformeuse.

2.1 Contrôle de la ligne d'alimentation.

Q 2.1.1 Calculer de la puissance d'utilisation.

Récepteurs	Puissance nominale (P en kW)	Puissance apparente (S en kVA)	Facteur d'utilisation k_u	Puissance d'utilisation (kVA)	Facteur de simultanéité k_s	Puissance d'utilisation au niveau de Q 11	
Moteur pompe à vide	3	3,75	0,8	3	1	Pu = 18,262 kVA	
Moteur ventilateur gauche	0,09	0,123		0,098			
Moteur ventilateur droite	0,09	0,123		0,098			
Moteur butée	0,25	0,333		0,266			
Résistances de chauffe avant	3,3	3,3	1	3,3			
Résistances de chauffe arrière	2,6	2,6		2,6			
Résistances de chauffe gauche	4,45	4,45		4,45			
Résistances de chauffe droite	4,45	4,45		4,45			

➤ La puissance d'utilisation = 18,262 KVA

Q2.1.2 Calculer du courant d'emploi I_b .

$$I_b = \text{Puissance d'utilisation} / 400 \times \sqrt{3}$$
$$I_b = 18262 / 400 \times \sqrt{3}$$
$$I_b = 26,35 \text{ A}$$

Q2.1.3 Vérifier le calibre du disjoncteur Q11.

$I_b = 26,35 \text{ A}$ pour un calibre de disjoncteur $I_n = 40 \text{ A}$ ($I_r = 0,8 \times 40 = 32 \text{ A}$)
Conclusion : Le disjoncteur convient car $I_r (32 \text{ A}) > I_b (26,35 \text{ A})$.

Q2.1.4 Vérifier la section du câble d'alimentation C7 et donner si besoin sa nouvelle valeur, conclure.

$I_n = 40 \text{ A} \rightarrow I_N = I_Z$ car disjoncteur

Coefficient K

Câbles multiconducteurs sous caniveau : lettre de sélection B

Mode de pose : $K_1 = 0,95$ (vides de construction et caniveaux)

Nombre de câble : $K_2 = 0,70$ (3 câbles multiconducteurs)

Température : $K_3 = 1$ (la température ne dépasse pas 30°C)

$K = K_1 \times K_2 \times K_3 = 0,95 \times 0,70 \times 1 = 0,665$

$K = 0,665$

Courant admissible dans le câble $I'Z = I_Z / K = 40 / 0,665 = 60,15 \text{ A}$

$I'Z = 60,15 \text{ A}$

Détermination de la section :

Lettre B – isolant PVC – câble en cuivre

$I = 68 \text{ A} > 60,15 \text{ A} \rightarrow S = 16 \text{ mm}^2$

Conclusion : Il faut changer le câble C5, la section des conducteurs est trop faible ($S = 10 \text{ mm}^2$).
Nouveau câble (isolant PVC, âme en cuivre, multiconducteurs $4 \times 16 \text{ mm}^2$)

2.2 Installation de la thermoformeuse dans l'atelier de production

Q2.2.1 Déterminer l'angle d'ouverture pour les trois élingues du service de maintenance.

$AH = AC / 2$ et $AC = \sqrt{(AB^2 + BC^2)} = \sqrt{(1600^2 + 1600^2)} = 2262 \text{ mm}$

$AH = 2404 / 2 \approx 1131 \text{ mm}$

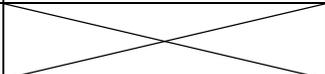
→ on peut déjà voir que la première élingue est trop petite.

Angle ASH = $\sin^{-1}(AH / \text{Longueur de l'élingue})$

Angle ASH = $\sin^{-1}(AH / \text{Longueur de l'élingue}) = \sin^{-1}(1131 / 1500) \approx 48,9^\circ$

Angle ASH = $\sin^{-1}(AH / \text{Longueur de l'élingue}) = \sin^{-1}(1131 / 2000) \approx 34,4^\circ$

Angle d'ouverture = angle du triangle ASC

Elingue	1 m	1,5 m	2 m
Angle d'ouverture		$2 \times 48,9^\circ \approx 97,8^\circ$	$2 \times 34,4^\circ \approx 68,8^\circ$

Q2.2.2 Choisir laquelle des trois élingues est la plus appropriée à soulever la charge en toute sécurité.

La question Q2.2.1, permet d'éliminer l'élingue la plus petite.

A partir du tableau DT8 :

La charge maximale d'utilisation (CMU) des deux élingues est de 4200 Kg pour un angle de 0° à 90.

La charge maximale d'utilisation (CMU) des deux élingues est de 3000 Kg pour un angle de 90° à 120.

La masse de la thermoformeuse (2400 kg) est à corriger par le coefficient majorateur en fonction de l'angle de l'élingue.

Ø 13 mm, longueur 1,5 m : angle 100° soit $2400 \cdot 1,56 \approx 3744$ Kg pour l'élingue

Ø 13 mm, longueur 2 m : angle 70° soit $2400 \cdot 1,26 \approx 3024$ Kg pour l'élingue

Avec une résistance de 4200 Kg seule l'élingue de 2 m convient pour cette intervention.

CORRECTION 3^{ème} PARTIE

Amélioration du système de positionnement de la butée réglable.

3.1 Contrôle de la ligne d'alimentation

Q3.1.1 et Q3.1.2 A l'aide de la documentation constructeur des deux codeurs, déterminer leur nombre de points par tour, leur nombre de tours possibles et leur vitesse de rotation maximale.

➤ son nombre de points par tour : 1024 pts/tour	➤ son nombre de points par tour : 64 pts/tour
➤ le nombre de tours possibles : N tours (infini)	➤ le nombre de tours possibles : 16 tours
➤ la vitesse de rotation maximale : 10000 tr/min	➤ la vitesse de rotation maximale : 6000 tr/min

Q3.1.3 A l'aide de la fiche d'aide au dimensionnement d'un codeur de position rotatif, calculer la précision obtenue pour les deux types de codeurs.

Pas de la vis : $P = 4$ mm

Rapport de réduction du réducteur à roue et vis sans fin : $R = 1 / 7,5$

Précision souhaitée : $Pré = 1,5$ mm

Précision obtenue pour le codeur incrémental :

Précision codeur incrémental = Pts = $(R \times P) / \text{Nb de pts/ tour} = (1/7,5 \times 4) / 1024 = 5,2 \times 10^{-4}$ mm

la précision obtenue incrémental = $5,2 \times 10^{-4}$ mm

Précision obtenue pour le codeur absolu :

Précision codeur absolu = Pts = $(R \times P) / \text{Nb de pts/ tour} = (1/7,5 \times 4) / 64 = 0,0083$ mm

la précision obtenue absolu = 0,0083 mm

Q3.1.4 A l'aide de la fiche dimensionnement d'un codeur de position rotatif, calculer le nombre de tours qu'effectue un codeur sur toute la course.

- le nombre de tour effectué : $\text{nb de tour} = \text{longueur} / \text{pas} = 900 / 4$
 - $\text{Nb de tour} = 225 \text{ tr} \times 7,5$
 - $\text{Nb de tour} = 1887 \text{ tr}$

Q3.1.5 Calculer la fréquence des impulsions délivrée par le codeur incrémental et vérifier sa compatibilité avec les entrées de l'automate (Entrée TOR « rapide »: 500Hz).

- la vitesse de rotation du codeur : $V = \Omega \times \text{Pas}$
- $\Omega = 0,02 / 0,004 = 5 \text{ rad/s}$
- $\Omega = (2 \times \pi \times n) / 60 \rightarrow n = (5 \times 60) / 2 \times \pi = 47,7 \text{ tr/min} \times 7,5$
- $n = 356,25 \text{ tr/min}$
- la fréquence des signaux émis : $F = (1/60) \times n \times \text{Résolution normalisé}$
- $F = (1/60) \times 356,25 \times 1024 = 6080 \text{ Hz}$
- Il n'est pas compatible car la fréquence des signaux est trop importante pour les entrées automate

Q3.1.6 Calculer la fréquence des impulsions délivrée par ce codeur absolu et vérifier sa compatibilité avec les entrées de l'automate (Entrée TOR « rapide »: 500Hz).

- la vitesse de rotation du codeur : $V = \Omega \times \text{Pas}$
 - $\Omega = 0,02 / 0,004 = 5 \text{ rad/s}$
 - $\Omega = (2 \times \pi \times n) / 60 \rightarrow n = (5 \times 60) / 2 \times \pi = 44,7 \text{ tr/min} \times 7,5$
 - $n = 356,25 \text{ tr/min}$
- la fréquence des signaux émis : $F = (1/60) \times n \times \text{Résolution normalisé}$
 - $F = (1/60) \times 356,25 \times 64 = 380 \text{ Hz}$
- Il est compatible car la fréquence des signaux est inférieure à celle des entrées automate

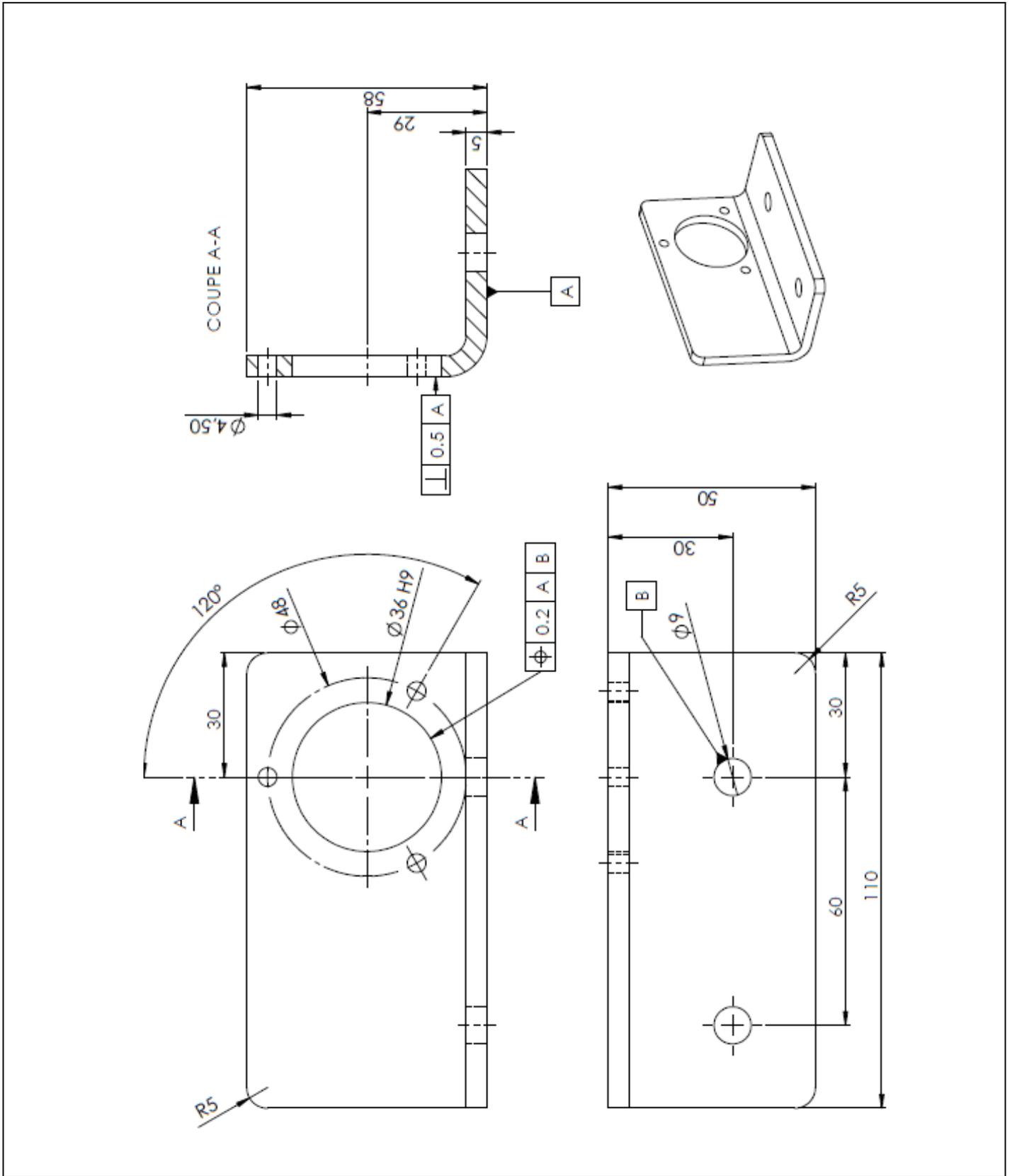
Q3.1.7 Compléter le document de synthèse sur les deux technologies possibles (répondre par vrai ou faux).

Questionnaire	Incrémental	Absolu
Un codeur délivre une position vraie	➤ Faux	➤ Vrai
Un codeur délivre une position relative à une origine	➤ Vrai	➤ Faux
Un codeur implique une opération de prise origine à la mise en route.	➤ Vrai	➤ Faux
Un codeur acquière la position du mobile même lors de mouvements hors tension.	➤ Faux	➤ Vrai
Un codeur est toujours associé à un module de comptage/décomptage	➤ Vrai	➤ Faux
Un codeur délivre une information en code binaire réfléchi	➤ Faux	➤ Vrai
Un codeur peut effectuer un nombre de tours infini	➤ Vrai	➤ Faux

Q3.1.8 Choisir le codeur de position rotatif le plus adapté à notre problématique de maintenance et justifier votre choix.

- Les deux codeurs conviennent par rapport à la précision souhaitée mais seul le codeur absolu est compatible avec la fréquence des entrées automate ($380 \text{ Hz} < 500 \text{ Hz}$)

Q3.1.9 A partir de la documentation du codeur choisi et du dessin de définition du support de codeur fourni, compléter les différentes cotations manquantes, indiquer la tolérance géométrique d'orientation, définir le nombre de perçage du codeur et placer les trous de perçage sur le dessin de définition.



3.2 Réglage de la vitesse de positionnement de la butée réglage.

Q3.2.1 Calculer la fréquence de la tension d'alimentation du moteur pour obtenir une vitesse de déplacement de 0,02 m/s (ce qui correspond à une vitesse de rotation de 356 tr/min en sortie moteur).

la fréquence de la tension d'alimentation du moteur :
n = 1370 tr/min pour 50 Hz
n = 356 tr/min pour 13 Hz
Fréquence = 13 Hz

Q3.2.2 Déterminer à l'aide de la documentation technique les paramètres variateur à modifier pour répondre au cahier des charges.

Fréquence : HSP = 13 Hz
Protection thermique : nCr = 1,4 A
Accélération : Acc = 2s
Décélération : Dec = 1s

CORRECTION 4^{ème} PARTIE

Amélioration et réglage du système en vue d'une nouvelle production.

4.1 – Réglage de la montée de table.

Q4.1.1 Vérifier la capacité du vérin pour soulever le sous-ensemble table/moule. (Données : facteur de service du vérin K= 0.7).

$F = P.S.K$ $F = 0.6.(π.63^2)/4 .0.7 = 1308$	Résultat : F= 1308N
$P = m.g = 100 \times 9.81 = 981$	P= 981N

Q4.1.2 : Quel est le nom et le repère du composant qui permet de régler cette vitesse de montée ?

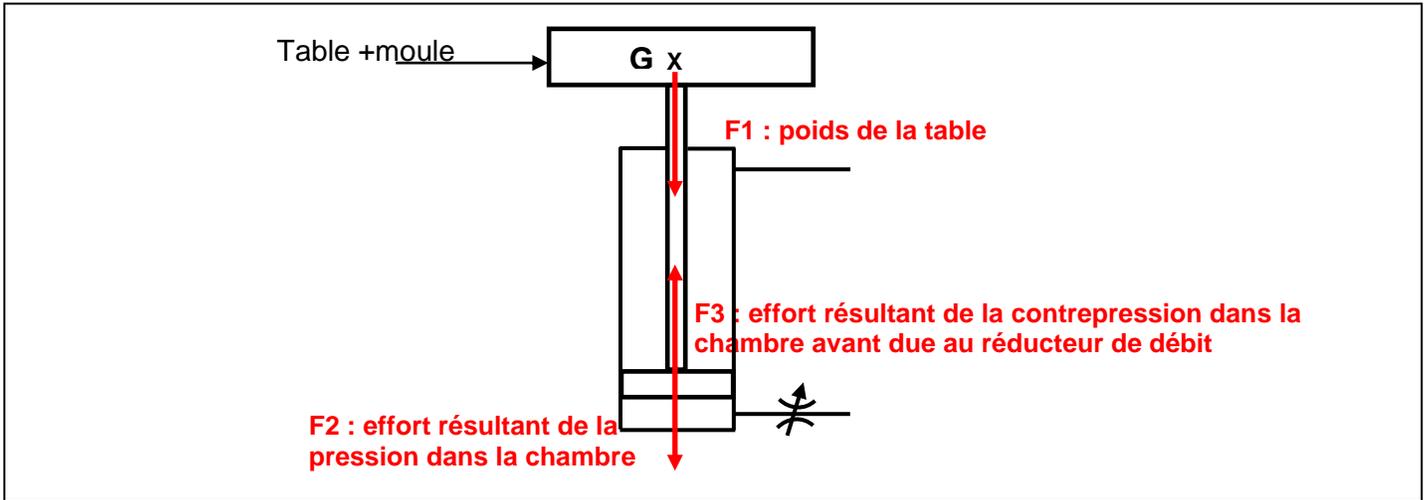
RDU 3V4

Q4.1.3 : Sachant que le débit réglé est de 12 l.min⁻¹, calculer le temps de montée de la table.

$Q = S.V$ $Q = 12 \text{ l/min} = 200 \text{ cm}^3/\text{s}$ $V = Q/S = 200 / (π.(R^2 - r^2)) = 200 / (π.(3.15^2 - 1^2)) = 7.14 \text{ cm/s}$ $V = c/t$ $t = C/V = 32 / 7.14 = 4.5 \text{ s}$	Résultat : t = 4.5s
---	-------------------------------

4.2- Amélioration de la descente de table.

Q4.2.1 Représenter sur la figure en précisant leur nature, les efforts auxquels est soumis l'ensemble {table+tige+piston} lors de la descente de la table.



Q4.2.2 En déduire le travail de la force résultante FR sur l'ensemble table+tige+piston pendant la phase d'amortissement.

<p>Travail de la force : $FR \times C$ $FR = F1 + F2 - F3$ $M.g + Pn \cdot (\text{surface piston} - \text{surface tige}) - Pc \times \text{surface piston}$ $100 \times 9.81 + 6(\pi \times 3.15^2 - \pi \times 1^2) \times 10 - 1.8 \times \pi \times 3.15^2 \times 10 = 981 + 1869.4 - 560 = 2290.4 \text{ N}$ $\text{Travail} = 2290.4 \times 0.02 = 45.81 \text{ J}$</p>	<p><u>Résultat :</u> Travail = 45.81J</p>
---	---

Q4.2.3 Calculer l'énergie cinétique EC de l'ensemble {table+moule+tige+piston} pendant la phase d'amortissement.

<p>$V^2 = 2.g.h$ $V = \sqrt{2.g.h} = \sqrt{2 \times 9.81 \times 0.312} = 2.47 \text{ m/s}$ $EC = \frac{1}{2} M V^2 = 0.5 \times 100 \times 2.5^2 = 312.5 \text{ J}$</p>	<p><u>Résultat :</u> Energie = 312.5J</p>
--	---

Q4.2.4 Calculer l'énergie maximum absorbée par heure.

<p>$W/h = (312.5 + 45.81) \times 90 = 32\,247 \text{ J} \cdot \text{h}^{-1}$</p>	<p><u>Résultat :</u> W/h = 32 247 J^{h-1}</p>
---	---

Q4.2.5 En déduire le choix de l'amortisseur en précisant sa désignation.

<p>Comme il y a 2 amortisseurs on divise l'énergie maximum absorbée par heure par 2, soit environ 16 123J/h <i>Le candidat peut le prévoir en amont en divisant les efforts par 2</i></p> <p>Réf : YSR 8 8 C</p>	<p><u>Résultat :</u> Ref : YSR 8 8 C</p>
---	--

