

BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR

Maintenance des Systèmes

Option A

SESSION 2020

Épreuve U32 Physique-Chimie

SUJET

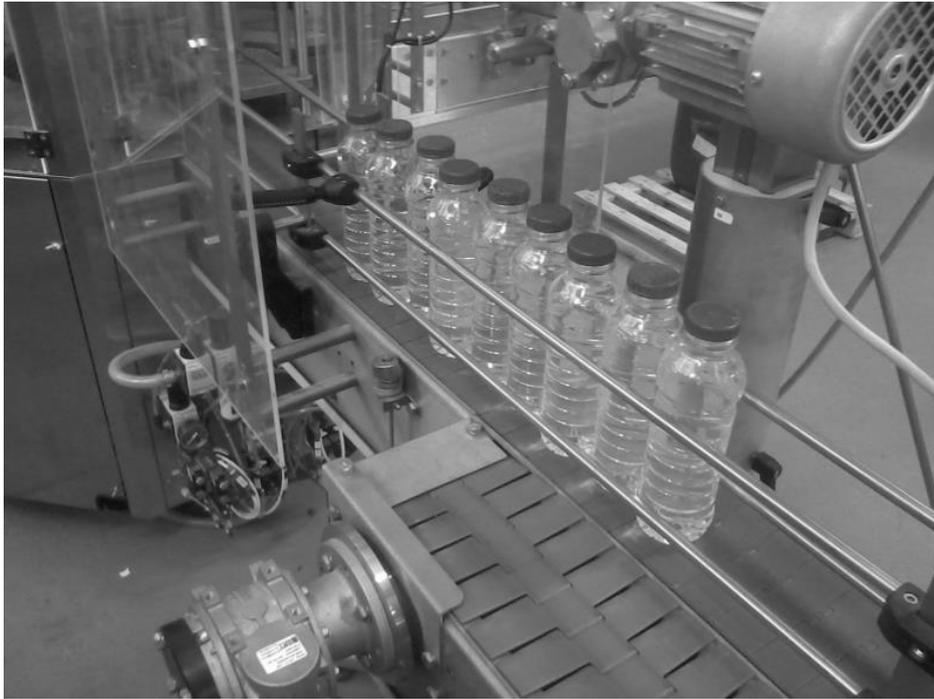
Le sujet comporte 8 pages numérotées de 1/8 à 8/8.
Dès qu'il vous sera remis, assurez-vous qu'il soit complet

**L'usage de la calculatrice avec mode examen actif est autorisé.
L'usage de la calculatrice sans mémoire, « type collègue » est autorisé.**

CODE ÉPREUVE : MSPHYA1	EXAMEN : BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR		SPÉCIALITÉ : MAINTENANCE DES SYSTEMES
Session 2020	SUJET	Épreuve U32	Calculatrice autorisée
Durée 2h	Coefficient 2	PHYSIQUE-CHIMIE	Page 1 sur 8

ÉTUDE D'UNE LIGNE D'EMBOUEILLAGE

La mise en bouteille de soda nécessite une ligne d'embouteillage entièrement automatisée pour avoir une cadence de production élevée.



Ce sujet propose l'étude de différents systèmes installés sur cette ligne d'embouteillage :

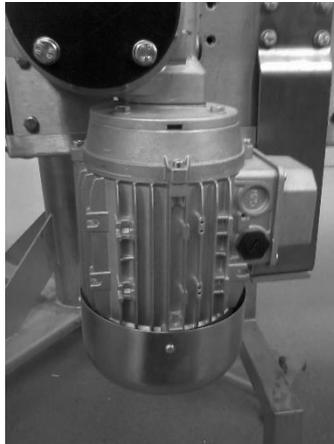
- partie A : étude d'un moteur de tapis et de son variateur ;
- partie B : étude du réservoir à sirop ;
- partie C : étude de l'emballage des bouteilles.

Ces différentes parties sont indépendantes et peuvent être traitées séparément. Les questions sont majoritairement indépendantes.

CODE ÉPREUVE : MSPHYA1	EXAMEN : BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR		SPÉCIALITÉ : MAINTENANCE DES SYSTEMES
Session 2020	SUJET	Épreuve U32	Calculatrice autorisée
Durée 2h	Coefficient 2	PHYSIQUE-CHIMIE	Page 2 sur 8

Partie A : Étude d'un moteur de tapis et de son variateur (11 points)

Ce moteur sert à entrainer un tapis de convoyage des bouteilles. Il est branché à un variateur alimenté en 230 V / 50 Hz et délivrant un système triphasé de tension allant jusqu'à 230 V entre phases.



Document n°1 : extrait de la plaque signalétique du moteur BEVI 1608V2

kW	Hz	V	A	tr/min	cos φ
0,75	50	230 D	3,0	1430	0,75
0,75	50	400 Y	1,8	1430	0,75

La vitesse de synchronisme de ce moteur est de 1500 tr/min.

1. Étude du moteur BEVI 1608V2

- 1.1. Ce moteur est-il synchrone ou asynchrone ? Justifier votre réponse.
- 1.2. Déterminer le couplage de ce moteur en justifiant votre réponse.
- 1.3. Quelle est la valeur du courant nominal I_n absorbé par ce moteur ?
- 1.4. Estimer la valeur de la fréquence de rotation à vide n_v de ce moteur.
- 1.5. Calculer la valeur nominale de la puissance électrique absorbée P_{aN} .

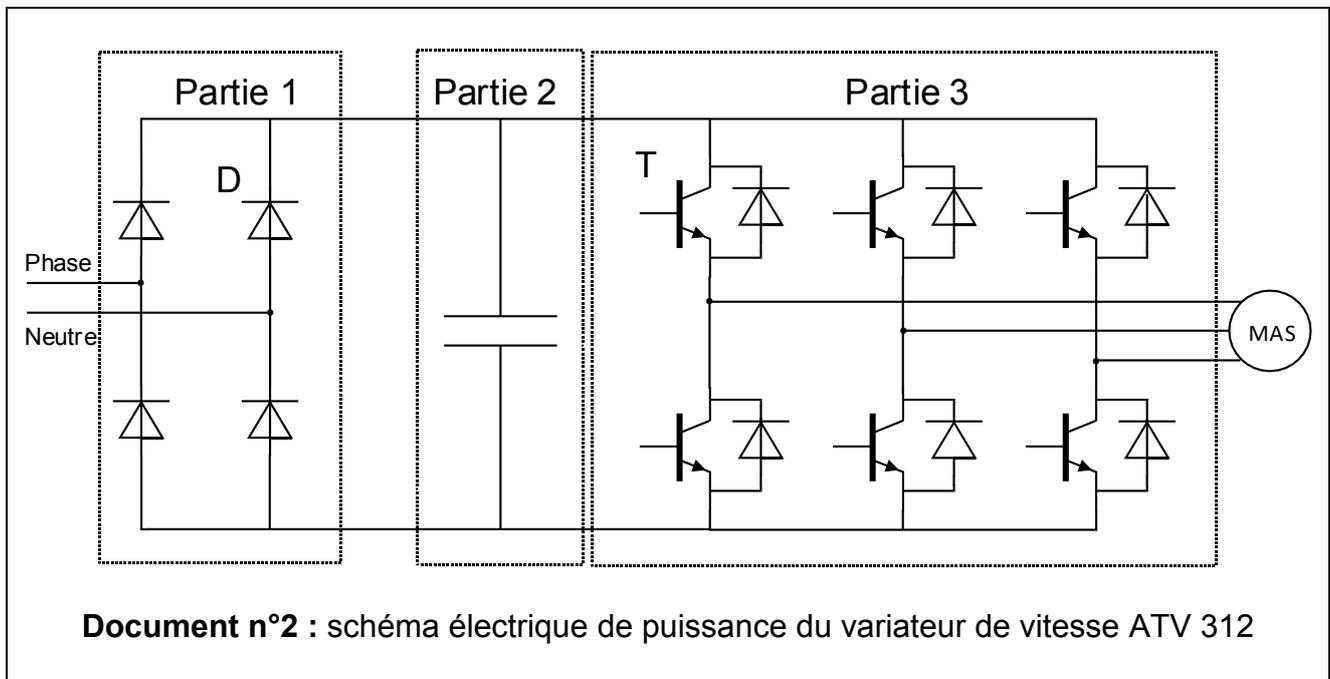
On rappelle la formule de la puissance en triphasé : $P = \sqrt{3} \times U \times I \times \cos \varphi$

- 1.6. En déduire son rendement nominal η_N .
- 1.7. Calculer la valeur du couple nominal de ce moteur C_{uN} .

CODE ÉPREUVE : MSPHYA1	EXAMEN : BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR		SPÉCIALITÉ : MAINTENANCE DES SYSTÈMES
Session 2020	SUJET	Épreuve U32	Calculatrice autorisée
Durée 2h	Coefficient 2	PHYSIQUE-CHIMIE	Page 3 sur 8

2. Étude du variateur de vitesse

Le moteur est alimenté par un variateur de vitesse de type ATV 312.



2.1. Le tapis de convoyage des bouteilles peut se retrouver à l'arrêt à certains moments, avec des bouteilles dessus, puis être remis en mouvement. Justifier l'intérêt d'utiliser un variateur dans le cadre de l'entraînement du tapis de convoyage des bouteilles.

Le variateur comprend un redresseur à l'entrée (partie 1) et un onduleur en sortie (partie 3)

2.2. Quelle est la fonction du redresseur (partie 1) ?

2.3. Quelle est la fonction de l'onduleur (partie 3) ?

2.4. Quel est le rôle du condensateur placé au milieu (partie 2) ?

CODE ÉPREUVE : MSPHYA1	EXAMEN : BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR		SPECIALITÉ : MAINTENANCE DES SYSTEMES
Session 2020	SUJET	Épreuve U32	Calculatrice autorisée
Durée 2h	Coefficient 2	PHYSIQUE-CHIMIE	Page 4 sur 8

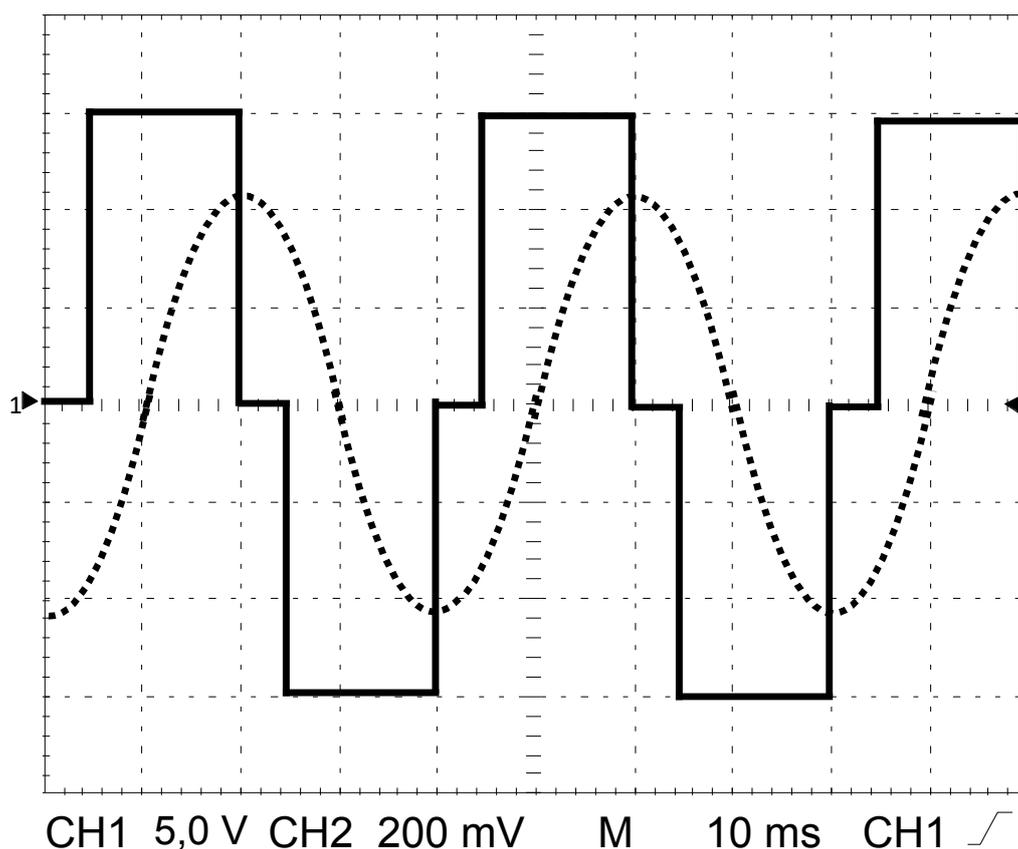
Lors d'un essai du variateur de vitesse, on relève à l'oscilloscope numérique TDS 210 (document 3 ci-dessous) la tension u (voie 1) aux bornes d'un enroulement du moteur ainsi que le courant absorbé i (voie 2).

La tension u est relevée avec un facteur d'atténuation de 20.

Le courant i est relevé avec un calibre de 100 mV pour 1 A.

- 2.5. Quel instrument de mesure permet d'effectuer ce relevé du courant ?
- 2.6. Déterminer la fréquence f de la tension u sur cet oscillogramme.
- 2.7. Déterminer la valeur maximale U_{max} de la tension u .
- 2.8. Déterminer la valeur maximale I_{max} du courant i . En déduire sa valeur efficace I_{eff} .

Document n°3 : tension aux bornes d'un enroulement (voie 1 en tracé continu) et courant absorbé par le moteur (voie 2 en tracé pointillé)



CODE ÉPREUVE : MSPHYA1	EXAMEN : BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR		SPÉCIALITÉ : MAINTENANCE DES SYSTEMES
Session 2020	SUJET	Épreuve U32	Calculatrice autorisée
Durée 2h	Coefficient 2	PHYSIQUE-CHIMIE	Page 5 sur 8

Partie B : Étude de la cuve à sirop (5 points)

La cuve à sirop contient le concentré, qui, mélangé à de l'eau, permet d'obtenir le soda. Pour simplifier l'étude on suppose que cette cuve est de dimension cylindrique de hauteur $H = 80$ cm et de diamètre $d = 40$ cm.

Données :

- masse volumique du sirop : $\rho = 1300 \text{ kg.m}^{-3}$
- accélération de pesanteur : $g = 9,81 \text{ m.s}^{-2}$
- pression atmosphérique : $p_{atm} = 1,0 \times 10^5 \text{ Pa}$

Document n°4 : équation de Bernoulli simplifiée

$$\frac{P_u}{D_v} = \Delta p + \rho \times g \times h + \Delta p_{ch}$$

P_u (W) : puissance de la pompe

D_v ($\text{m}^3.\text{s}^{-1}$) : débit volumique

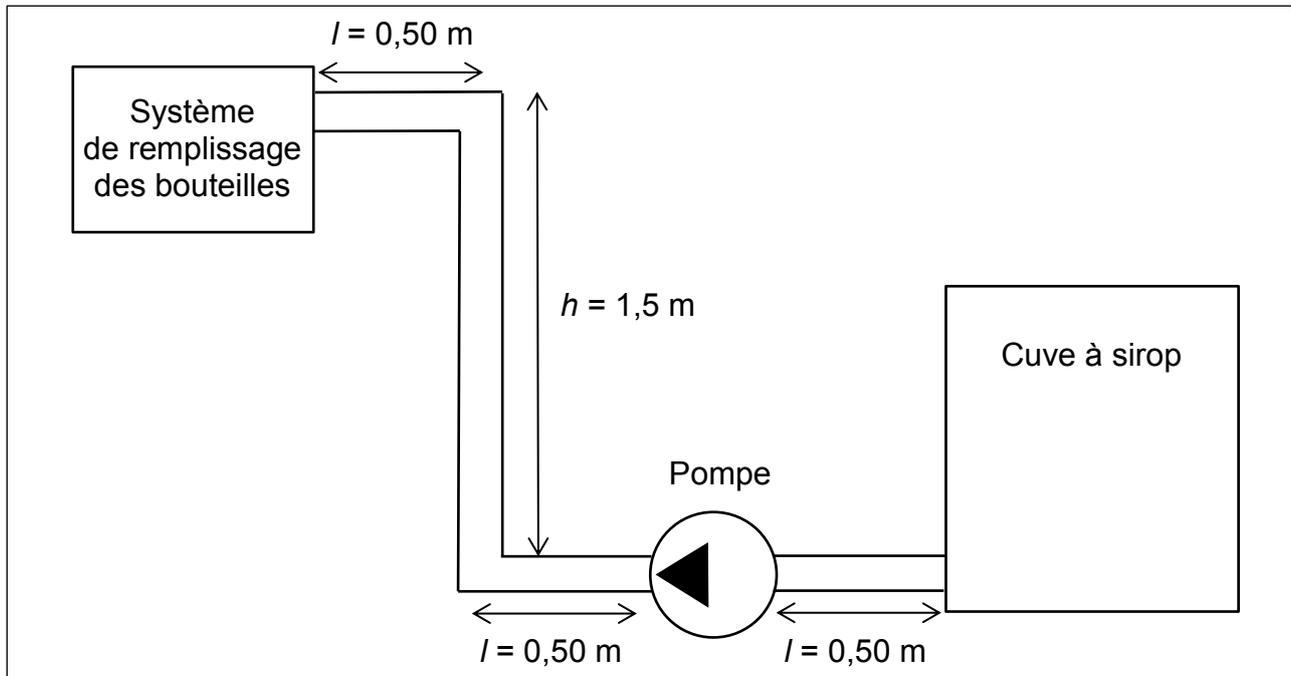
Δp (Pa) : différence de pression entre l'entrée et la sortie

h (m) : hauteur de refoulement

Δp_{ch} (Pa) : pertes de charges



Document n°5 : schématisation du système de pompage du sirop



CODE ÉPREUVE : MSPHYA1	EXAMEN : BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR		SPÉCIALITÉ : MAINTENANCE DES SYSTEMES
Session 2020	SUJET	Épreuve U32	Calculatrice autorisée
Durée 2h	Coefficient 2	PHYSIQUE-CHIMIE	Page 6 sur 8

1. Vérifier que le volume maximal de sirop contenu dans la cuve est $V = 100 \text{ L}$.

La ligne permet de remplir 1000 bouteilles de 500 mL par heure. Le volume de sirop nécessaire par bouteille est de 25 mL.

2. La cuve à sirop étant pleine, déterminer le temps t de fonctionnement de la ligne d'embouteillage avant de devoir remplir la cuve à sirop de nouveau.

3. Montrer que le débit D_v de la pompe doit être égal à $7,0 \cdot 10^{-3} \text{ L} \cdot \text{s}^{-1}$ ou $7,0 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$.

4. Expliquer brièvement la cause principale des pertes de charges.

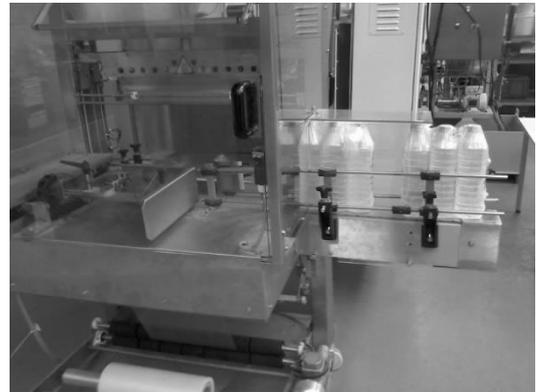
5. On donne les informations suivantes sur le système de pompage :

- La pression à l'entrée du système de remplissage (sortie du système de pompage) doit être de $3,0 \times 10^5 \text{ Pa}$.
- Les pertes de charges liées à la circulation du sirop dans les canalisations de pompage sont de 10^5 Pa par mètre de canalisation, et les pertes de charge dans la pompe sont estimées à $2,0 \times 10^5 \text{ Pa}$.
- La pression du sirop dans la cuve, en entrée du système de pompage, sera considérée égale à la pression atmosphérique $1,0 \times 10^5 \text{ Pa}$.

Montrer que la puissance maximale P_{max} de la pompe est d'environ 5 W en utilisant l'équation de Bernoulli simplifiée donnée dans le document n°4.

Partie C : Etude du film d'emballage (4 points)

En fin de ligne de production, les bouteilles sont filmées par 6 dans un film d'emballage de type polyéthylène basse densité (PELD)

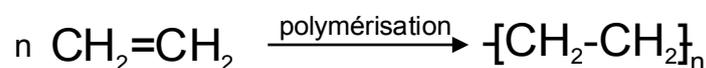


Document n°6

Réaction de polymérisation d'un polyéthylène

Le polyéthylène (PE) est un polymère thermoplastique, translucide, chimiquement inerte (il est plus résistant aux oxydants forts que le polypropylène), facile à manier et résistant au froid. C'est un polymère de synthèse très employé. Il compose notamment la moitié des emballages plastiques (films à usage alimentaire, agricole, etc.).

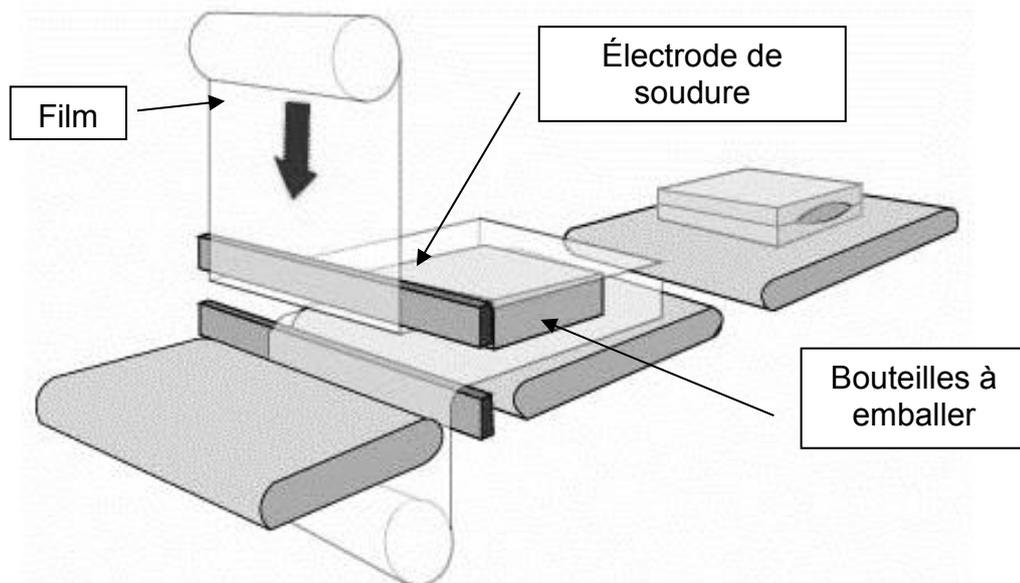
Les trois principales familles de PE sont le PEHD (PE haute densité), le PELD (PE basse densité) et le PELLD (PE à basse densité linéaire).



CODE ÉPREUVE : MSPHYA1	EXAMEN : BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR		SPÉCIALITÉ : MAINTENANCE DES SYSTÈMES
Session 2020	SUJET	Épreuve U32	Calculatrice autorisée
Durée 2h	Coefficient 2	PHYSIQUE-CHIMIE	Page 7 sur 8

1. Citer un des avantages des polymères thermoplastiques par rapport aux polymères thermodurcissables.
2. Donner la formule du monomère.

Pour emballer un pack de 6 bouteilles, on utilise un film de 800 mm de large et d'épaisseur 120 μm . L'électrode de soudure permettant de relier les deux parties du film est constituée d'une résistance électrique. Cette résistance a une puissance de chauffe $P_{chauffe} = 750 \text{ W}$.



Document n°7 : propriétés physiques des différents polyéthylènes

Propriétés	Unités	Moyenne densité	Basse densité	Haute densité
Masse volumique ρ	Kg.m ⁻³	938	922	953
Capacité thermique massique c_p	J.K ⁻¹ .kg ⁻¹	3 200		
Point de fusion T_f	°C	125	120	135
Enthalpie de fusion L_f	kJ.kg ⁻¹	290		

3. Estimation du temps de soudure du film d'emballage

La masse m de film en polyéthylène chauffé par l'électrode de soudure pour assurer la soudure des deux parties du film est estimé à $m = 1,77 \times 10^{-3} \text{ kg}$.

- 3.1. On suppose que le film est à la température initiale de 20°C. En utilisant le document n°7, montrer que l'énergie nécessaire pour atteindre le point de fusion du polyéthylène est $Q_1 = 566 \text{ J}$.
- 3.2. Calculer l'énergie Q_2 nécessaire pour assurer la fusion complète du film. Vérifier que l'énergie totale Q à fournir à la masse m de film est $Q = 1,08 \text{ kJ}$.
- 3.3. En déduire une estimation du temps t minimal de soudure à paramétrer dans l'automate pour ce type d'emballage.

CODE ÉPREUVE : MSPHYA1	EXAMEN : BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR		SPÉCIALITÉ : MAINTENANCE DES SYSTÈMES
Session 2020	SUJET	Épreuve U32	Calculatrice autorisée
Durée 2h	Coefficient 2	PHYSIQUE-CHIMIE	Page 8 sur 8