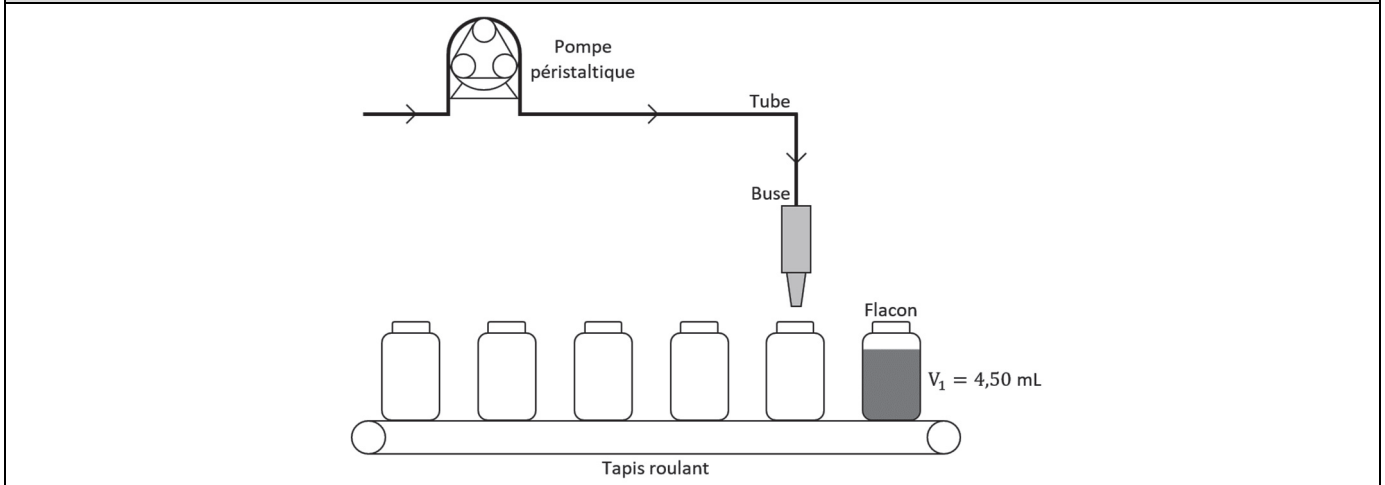


PARTIES AU CHOIX DU CANDIDAT (10 points)
Vous indiquerez les deux parties choisies : (A et B) ou (B et C) ou (A et C).

Partie A : étude d'un système de remplissage des flacons de vaccin (5 points)

Une fois préparé, un vaccin est conditionné dans de petits flacons en verre. Dans cette partie, on se propose d'étudier dans cette partie un système de remplissage automatique des flacons en cours de développement. Ce système est présenté dans le **document 6**.

Document 6 : schéma de principe du remplissage des flacons



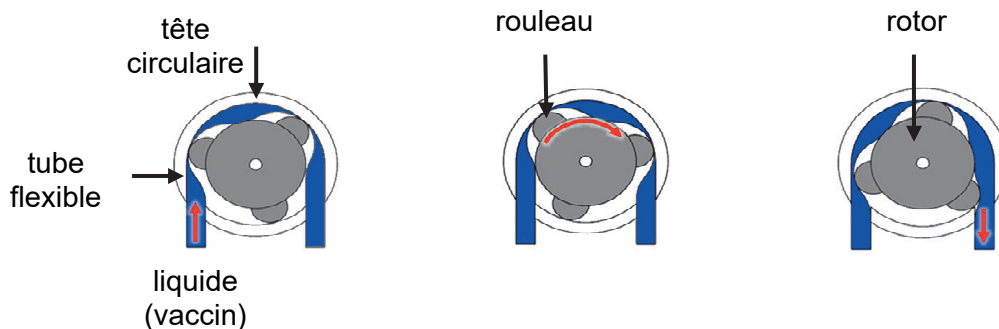
On considère que chaque flacon doit contenir un volume $V_1 = 4,50 \text{ mL}$ de vaccin.

Les flacons défilent sur un tapis roulant pour arriver sous une buse de remplissage.

Le vaccin est introduit dans les flacons à l'aide d'une pompe péristaltique présentée dans le **document 7**.

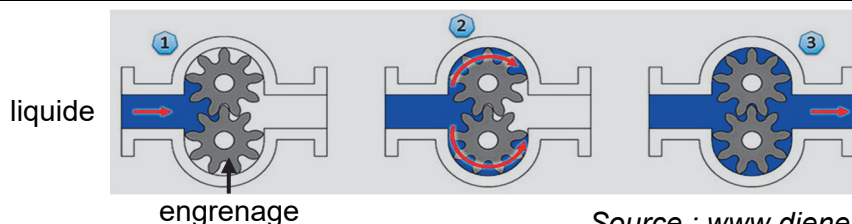
Document 7 : principe de fonctionnement d'une pompe péristaltique

Une pompe péristaltique est constituée d'une tête circulaire contenant un tube flexible dans lequel circule le liquide pompé, évitant ainsi le contact du vaccin avec les parties mécaniques de la pompe. Ce tube est déformé par l'action des 3 rouleaux fixés sur le rotor qui le compriment contre la paroi de la tête circulaire de la pompe. La compression exercée par les rouleaux obture le tube et leur rotation entraîne la circulation du liquide.



Source de l'image : www.dienerprecisionpumps.com

Document 8 : schéma de principe de fonctionnement d'une pompe à engrenage externe



Source : www.dienerprecisionpumps.com

- A.1) Dans le cadre du conditionnement d'un vaccin, citer un avantage de l'utilisation de la pompe péristaltique présentée dans le **document 7** par rapport à la pompe proposée dans le **document 8**. Justifier cet avantage.

Réglage du rotor :

Le débit en volume de la pompe péristaltique dépend de la vitesse de rotation des rouleaux. Cette dernière est contrôlée avec une grande précision à l'aide d'un moteur qui entraîne le rotor.

- A.2) La valeur du volume V_2 compris entre deux rouleaux successifs est de 1,50 mL. Calculer le nombre de tours que doit faire le rotor (composé de 3 rouleaux) chaque fois qu'un flacon se présente sous la buse.

Remplissage des flacons :

Le système de remplissage des vaccins fonctionne 24 heures sur 24 et 7 jours sur 7.

Chaque semaine une livraison de 530 000 flacons vides est prévue.

Le temps de remplissage d'un flacon est fixé à 1,15 s.

On fait l'hypothèse que le temps de transfert d'un flacon au suivant sous la buse est négligeable devant la durée de remplissage du flacon.

- A.3) Vérifier que la valeur du débit en volume D en $L \cdot h^{-1}$ du vaccin à la sortie de la buse de remplissage d'un flacon vaut $14,1 L \cdot h^{-1}$.
- A.4) Vérifier que la quantité de flacons vides livrés est suffisante pour suivre cette cadence de remplissage.

Simulation du fonctionnement du moteur :

Afin de simuler le fonctionnement du moteur qui entraîne le rotor de la pompe, un programme utilisant un moteur pas à pas associé à un microcontrôleur est récupéré dans une base de données déjà créée. Ce programme est élaboré de manière à ce que le rotor enchaîne deux demi-tours espacés d'un bref arrêt, avec un arrêt plus long après un tour complet.

Un extrait du script du programme récupéré et l'algorithme sont présentés dans le **document 9**.

Document 9 : algorithme et programme	
Algorithme correspondant	Extrait du script du programme choisi pour le microcontrôleur
<pre> graph TD A[Effectuer un demi-tour] --> B[Attendre 100 ms] B --> C[Effectuer un demi-tour] C --> D[Attendre 1000 ms] D --> A </pre>	<pre> 1 #define IN1 11 2 #define IN2 10 3 #define IN3 9 4 #define IN4 8 5 int Steps = 0; 6 int Direction = 0; 7 int tour=512; //512 pas = 1 tour 8 void setup() 9 { 10 Serial.begin(9600); 11 pinMode(IN1, OUTPUT); 12 pinMode(IN2, OUTPUT); 13 pinMode(IN3, OUTPUT); 14 pinMode(IN4, OUTPUT); 15 } 16 void loop() 17 { 18 step(tour/2); // effectue un demi-tour 19 delay(100); // attente de 100 ms 20 step(tour/2); // effectue un demi-tour 21 delay(1000); // attente de 1 s 22 } 23 ... </pre>

- A.5) En analysant le **document 9**, déterminer le nombre de pas effectués par le moteur en un demi-tour.
- A.6) Sur la copie, proposer l'algorithme afin d'obtenir la simulation suivante :
- le rotor effectue des 1/3 de tours correspondant au fonctionnement de la pompe péristaltique ;
 - on respecte une attente de 50 ms entre chaque tiers de tour ;
 - le rotor marque un temps d'arrêt de 150 ms entre deux tours.
- A.7) Sur la copie, modifier l'extrait de programme à partir de la ligne 17 pour réaliser la simulation décrite à la question A.6).
- A.8) Après avoir testé ce nouveau programme, les élèves constatent que le rotor ne revient pas exactement à sa position initiale après un tour. Expliquer la cause de ce décalage.