

# CONCOURS GÉNÉRAL DE SCIENCES DE L'INGÉNIEUR SESSION 2010

## ÉLÉMENTS DE CORRECTION

### 1 - PRÉSENTATION DE L'ÉTUDE

**Question 1.3.A :** à la lecture du document DT3, sur quels critères peut-on dire que certains champagnes sont des produits de luxe ?

Les particularités des produits de luxe sont la rareté, la démarche d'achat, et le prix élevé. En ce qui concerne le champagne :

- la rareté : celui-ci est produit sur une zone géographique faible, la production est donc limitée c'est ce qui en fait la rareté relative ;
- la démarche d'achat : l'achat de ce produit est lié à un événement exceptionnel : vins d'honneur, baptêmes, mariages, événement familial ou industriel important (baptêmes de navires par exemple). L'acquisition pour un individu ou un organisme n'est donc pas courante ;
- quant au prix élevé, la notion est très subjective.

**Question 1.3.B :** à partir de l'observation du document DT4, peut-on dire que l'emballage (la bouteille) participe au luxe ?

La bouteille participe avec son habillage au luxe du produit : l'étiquette est en général très soignée, ciselée, rappelant les écussons de la noblesse du Moyen-Âge. Sur les bouteilles proposées on y distingue des lisérés jaunes ainsi qu'une coiffe rappelant la couleur de l'or.

**Question 1.3.C :** qu'est-ce qui laisse supposer que le Champagne Bollinger fait partie de ces champagnes de luxe ?

En plus des caractéristiques générales énoncées aux questions précédentes, celui-ci est de fabrication limitée ; la société possède une charte d'éthique, fournit la cour royale d'Angleterre et est associé au cinéma.

### 1.4 – EXPRESSION DU BESOIN

**Question 1.4.A :** en quoi selon vous la contrainte C3 est-elle très importante ?

Si la bouteille est cassée avant remplissage, la perte n'est que le coût de la bouteille.

Si la bouteille est cassée une fois remplie, les pertes sont beaucoup plus grandes puisque l'on perd la valeur quasi « inestimable » du produit contenu.

Si la bouteille se casse chez l'acheteur, ce sera perçu comme un défaut et un manque de qualité de l'emballage. Cette perception serait alors inévitablement renvoyée sur le produit et donnera une mauvaise image de l'entreprise.

**Question 1.4.B :** quelles sont les modifications à apporter à la chaîne pour répondre à la contrainte C4 ?

Il faudra certainement modifier tous les éléments qui servent de guides aux différentes bouteilles et adapter la hauteur des becs de remplissage.

**Question 1.4.C :** quel intérêt présente le fait que tous les formats de bouteilles aient des cols de bouteilles identiques (voir document DT5) ? Quelle en est la conséquence sur le groupe monobloc ?

Tout l'habillage (coiffe muselet) et le bouchon seront identiques ce qui diminue le risque d'une mauvaise manipulation des éléments lors de l'embouteillage, ce qui diminue aussi les coûts.

La conséquence majeure réside dans le fait que le même système de remplissage ne sera pas modifié en fonction des formats embouteillés.

## 2. PRÉPARATION A LA CAMPAGNE D'EMBOUTEILLAGE

### 2.1 ÉTUDE DE LA SOUS-FONCTION « S'ADAPTER AU DIAMÈTRE »

**Question 2.1.A :** expliquer en quelques lignes pourquoi le nombre d'alvéoles de l'étoile ne pourra pas être modifié en fonction des différents formats.

A chaque alvéole du système de remplissage correspond une alvéole de l'étoile. Le pas mesuré sur le diamètre des becs de remplissage doit être le même que celui mesuré sur l'étoile d'entrée. Le pas correspond à la partie de circonférence pour passer d'une alvéole à une autre soit  $\frac{1960 \times \pi}{49}$  mm.

Le diamètre de l'étoile d'entrée étant de 560 mm cela correspond à un nombre d'alvéoles de  $\frac{560 \times \pi}{1960 \times \pi / 49} = 14$

**Question 2.1.B :** tracer sur le document DR1 représentant en vue de dessus l'ensemble vis de synchronisation, étoile et guide central dans le cas de demi-bouteilles, les formes, positions et dimensions des alvéoles de l'étoile pour le diamètre le plus élevé à savoir le magnum.

Voir DR1.

**Question 2.1.C :** tracer sur le document DR1 la forme du guide central 4 pour ce même format de bouteilles.

Voir DR1.

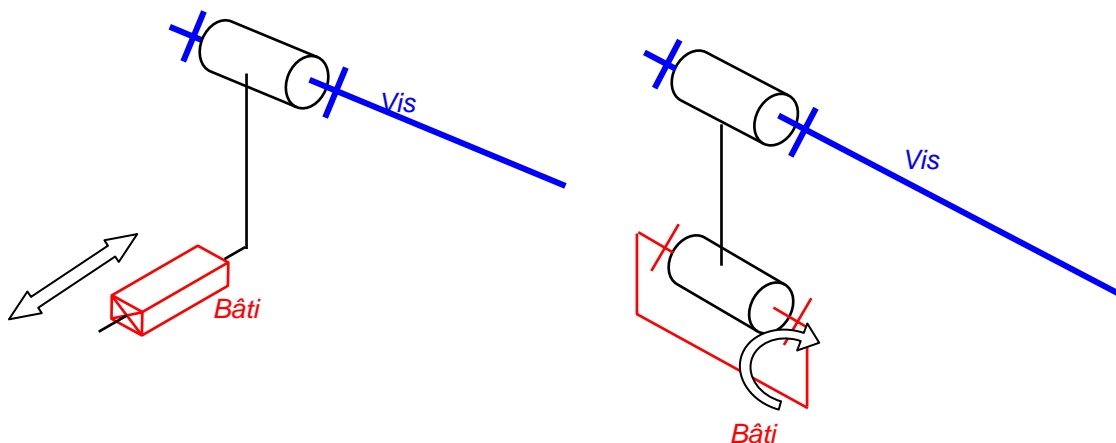
**Question 2.1.D :** sur le document DR1, tracer la fin de la vis sur la partie où le pas est constant pour un format de magnum.

Voir DR1.

**Question 2.1.E :** en conclusion, la chaîne pourra-t-elle admettre les trois formats de bouteille. Quelles sont les modifications à apporter à la chaîne ?

La chaîne admettra les trois formats de bouteilles en changeant le jeu d'éléments complet : vis, guide latéral et étoile.

**Question 2.1.F :** proposer sous forme schématique différentes possibilités pour obtenir ce déplacement relatif de la vis et de l'étoile.



**Question 2.1.G :** à la lecture du document DT8, expliquer en quelques lignes comment se réalise le déplacement de la vis.

Pour déplacer la vis de synchronisation, il faut opérer comme suit :

Dévisser 89.

Faire pivoter l'ensemble {vis + 57 + 56} autour de l'axe 36-30 grâce aux poignées 69.

Revisser 89.

## 2.2 ÉTUDE DE LA SOUS-FONCTION « S'ADAPTER À LA HAUTEUR »

**Question 2.2.A :** à partir des documents techniques DT11 et DT12, caractériser l'information aux points 1, 2 et 3 de la chaîne d'acquisition.

Le point 1 se trouve après la fonction « acquérir la position » réalisée par un capteur potentiométrique, l'information obtenue en 1 est donc analogique et exprimée en ohm.

Le point 2 se trouve après la fonction « adapter l'information » et est réalisée par un convertisseur 4 – 20 mA, l'information obtenue en 2 est donc analogique et exprimée en mA.

Le point 3 se trouve après la fonction « numériser l'information » et est obtenue par un convertisseur Analogique Numérique de résolution 15 bits. L'information obtenue est donc numérique et sur 15 bits.

**Question 2.2.B :** à la lecture des documents DT13 et DT5, vérifier que le mécanisme permet la mise en hauteur pour les tous les formats compris entre demie et magnum (ceux-ci inclus)

Le système est en position basse. En position haute la bague 3 va se trouver devant le capteur de détection 23. Soit un déplacement possible d'une valeur mesurée  $L = 54$  mm.

La côte de 50 mm figurant sur le plan donne l'échelle. La valeur réelle du déplacement sera donc de  $\frac{54 \times 50}{12} = 225$  mm.

**Question 2.2.C :** la position minimale du capteur correspondant à une hauteur de remplissage  $H = 230$  mm, vérifier, grâce à la documentation technique du capteur, que celui-ci est adapté pour les 3 formats de bouteilles précités.

Il fallait vérifier deux éléments :

- les caractéristiques du capteur doivent être validées. La course maximale du système est de 225 mm ; utilisée sur sa totalité la course du capteur (250 mm) est suffisante ;
- l'adaptation aux formats de bouteilles. En position basse  $H = 230$  mm. En position haute,  $H = 230 + 225 = 455$  mm. On pourra ainsi remplir tous les formats de bouteilles dont les hauteurs sont comprises entre 230 et 455 mm. Les formats demie et magnum étant les limites minimale et maximale, pour une hauteur de bouteilles de 243,5 mm et 371,5 mm, seront donc acceptés et les formats intermédiaires par voie de conséquence.

**Question 2.2.D :** compléter le tableau du document réponse DR2 pour chacune des positions indiquées

Voir DR2

**Question 2.2.E :** compléter l'organigramme du document réponse DR2 décrivant le réglage de la hauteur du carrousel.

Voir DR2

## 3. ÉTUDE DU DÉMARRAGE DE LA CHAÎNE

**Question 3.1.A :** à partir de ce document technique, proposer la table de vérité de la variable autorisant le fonctionnement du Monobloc en fonction des cellules d'entrée et de sortie. On nommera cette variable **Autorisation**.

La table de vérité suivante donne l'état de la variable Autorisation en fonction des états détectés par les trois cellules d'entrée.

1	2	3	Autorisation
0	0	0	0
0	0	1	0
0	1	0	0
0	1	1	0
1	0	0	1
1	0	1	1
1	1	0	0
1	1	1	0

**Question 3.1.B :** donner l'équation de cette variable.

L'équation de la variable autorisation est donc :

$$\text{Autorisation} = 1 \cdot \bar{2}$$

**Question 3.1.C :** que peut-on conclure sur l'utilité de la cellule 3 ?

La cellule 3 n'intervenant pas dans l'équation précédente, on peut donc s'interroger sur son utilité. À la lecture du document technique 19, on constate que la cellule 3 permet d'obtenir une variation de la vitesse en fonction de l'accumulation ou non des bouteilles.

### 3.2 ÉTUDE DU NON-GLISSEMENT

Hypothèse :

- on néglige le frottement entre le rail et la bouteille ;
- le coefficient de frottement au contact de la bouteille et du convoyeur est de 0,15.

**Question 3.2.A :** l'information d'accumulation de bouteille est reçue. Isoler une bouteille et placer de manière qualitative, sur le document réponse DR3, les résultantes des actions mécaniques qui s'exercent sur la bouteille.

Voir DR3

**Question 3.2.B :** donner l'expression de l'accélération maximale que peut subir la bouteille sans qu'il y ait glissement au contact entre la bouteille et le convoyeur.

On utilise la seule équation de résultante du principe fondamental de la dynamique :

$$m\vec{\gamma} = \vec{P} + \vec{R}_{\text{convoyeur} \rightarrow \text{bouteille}}$$

A la limite du glissement, et en projection sur la direction du convoyeur et sa normale :

$$m\gamma = R_{\text{convoyeur} \rightarrow \text{bouteille}} \times \sin \phi$$

$$0 = -P + R_{\text{convoyeur} \rightarrow \text{bouteille}} \times \cos \phi$$

$$R_{\text{convoyeur} \rightarrow \text{bouteille}} = \frac{P}{\cos \phi} \text{ d'où } \gamma = \frac{P \sin \phi}{m \cos \phi} = g \tan \phi$$

**Question 3.2.C :** faire l'application numérique pour les trois formats demie, bouteille, magnum.

Ce qui donne une accélération de  $\gamma = 9,81 \times 0,15 = 1,47 \text{ m/s}^2$  quel que soit le format.

### 3.3 ÉTUDE DU NON-BASCULEMENT

**Question 3.3.A :** en isolant une bouteille donner l'expression de l'accélération maximale permettant le démarrage sans basculement de la bouteille.

On utilise la seule équation de moment en G projetée sur un axe perpendiculaire au plan de l'étude :

$$-R_{\text{convoyeur} \rightarrow \text{bouteille}} \times \cos \phi \times \frac{B}{2} + R_{\text{convoyeur} \rightarrow \text{bouteille}} \times \sin \phi \times C = 0 \text{ soit } \tan \phi = \frac{B}{2C}$$

En remplaçant  $R_{\text{convoyeur} \rightarrow \text{bouteille}}$  par l'expression trouvée à la question précédente, on obtient  $\gamma = g \times \frac{B}{2C}$

**Question 3.3.B :** faire l'application numérique pour les trois formats demie, bouteille, magnum

Avec les valeurs fournies,

$$\begin{aligned}\gamma &= 3,76 \text{ m/s}^2 \text{ format demie,} \\ \gamma &= 3,83 \text{ m/s}^2 \text{ format bouteille,} \\ \gamma &= 4,42 \text{ m/s}^2 \text{ format magnum}\end{aligned}$$

**Question 3.3.C :** en conclusion quelle valeur maximale doit-on retenir pour démarrer sans incident et pourquoi?

Le risque qui se présentera en premier est le glissement. Il faudra donc limiter l'accélération des bouteilles à  $1,47 \text{ m/s}^2$ .

### 3.4 DÉTERMINATION DU COUPLE DE DÉMARRAGE

**Question 3.4.A :** pourquoi souhaite-t-on ce non-glissement ?

La vitesse du convoyeur est calculée pour une cadence donnée. S'il y a glissement il risque d'y avoir des problèmes d'alimentation en bouteilles du monobloc.

**Question 3.4.B :** quelle sera la vitesse de rotation  $N_s$  de l'arbre de sortie du motoréducteur ?

La vitesse linéaire exprimée en m/min et la fréquence de rotation exprimée en tr/min sont liées par la relation  $V = N \times \text{périmètre}$ .

Soit pour  $V = 26 \text{ m/min}$ , et un diamètre de roue d'entraînement de  $153,2 \text{ mm}$

$$N_{17} = 26000 / (\pi \times 153,2) = 54 \text{ tr/min.}$$

Le rapport de vitesses entre les deux arbres vaut :

$$\frac{N_{\text{sortie}}}{N_{17}} = \frac{Z_{14}}{Z_{15}} = \frac{32}{48}$$

$$\text{Soit } N_{15} = 54 \cdot 32/48 = 36 \text{ tr/min}$$

**Question 3.4.C :** calculer l'inertie équivalente  $I_{eqC}$  de l'ensemble convoyeur ramenée à l'axe de sortie du motoréducteur. On fera l'hypothèse que la longueur totale du convoyeur se déplace en translation.

La longueur totale du convoyeur est de  $(2 \times 4 + \pi \times 0,1532)$

$$\text{Donc } I_{eqC} = (2 \times 4 + 0,1532 \times \pi) \times 0,83 \times \left( \frac{26}{36 \times 2 \times \pi} \right)^2 = 0,09 \text{ kg} \cdot \text{m}^2$$

**Question 3.4.D :** calculer l'inertie équivalente  $I_{eqB}$  de l'ensemble des bouteilles ramenée à l'axe de sortie du motoréducteur.

Le nombre de bouteilles est sur la longueur de  $4 \text{ m}$  avec des bouteilles de diamètre égal à  $88,4 \text{ mm}$  est de  $\frac{4000}{88,4}$

$$\text{Soit } I_{eqB} = \frac{4000}{88,4} \times 0,9 \times \left( \frac{26}{36 \times 2 \times \pi} \right)^2 = 0,53 \text{ kg} \cdot \text{m}^2$$

**Question 3.4.E :** calculer l'inertie équivalente  $I_{eqM}$  du moteur ramenée à l'axe de sortie du motoréducteur.

$$I_{eqM} = 4 \times 10^{-3} \times 47,75^2 = 9,12 \text{ kg} \cdot \text{m}^2$$

**Question 3.4.F :** en écrivant le principe fondamental de la dynamique à l'ensemble convoyeur et bouteille, quelle sera la valeur du couple théorique  $C_{th}$  délivré par l'arbre de sortie du motoréducteur nécessaire au démarrage dans le cas le plus défavorable.

$$(I_{eqC} + I_{eqM} + I_{eqB}) \times \ddot{\theta} = C_{th}$$

$$\text{Soit } C_{th} = (9 + 0,53 + 0,09) \times 12,8 = 124,6 \text{ N} \cdot \text{m}$$

**Question 3.4.G :** en tenant compte des différentes pertes, quel sera le couple réel  $C_r$  à fournir ?

$$C_r = \frac{C_{th}}{\eta_c \times \eta_p \times \eta_t \times \eta_r} = \frac{124,6}{0,8 \times 0,7 \times 0,95 \times 0,93} = 252 \text{ N} \cdot \text{m}$$

### 3.5 DÉTERMINATION DES PARAMÈTRES DU VARIATEUR DE VITESSES

**Question 3.5.A :** à partir de la plaque signalétique du moteur, indiquez le nombre de paires de pôles de celui-ci et calculez la valeur du glissement.

La plaque signalétique indique une vitesse de 1400 tr/min ce qui suppose une vitesse de synchronisme de 1500 tr/min pour une fréquence d'alimentation de 50 Hz.

Sachant que :  $N = \frac{f}{p}$  avec  $N$  en tr/s alors  $p = \frac{50}{25} = 2$

Le moteur comporte 2 paires de pôles.

Le glissement  $g$  est égal à :

$$g = \frac{N_s - N}{N} = \frac{1500 - 1400}{1500} = 6,6 \%$$

**Question 3.5.B :** indiquer la valeur du paramètre « fréquence assignée du moteur » à régler dans le variateur.

Le paramètre « fréquence assignée du moteur » correspond à la fréquence d'alimentation donc à 50 Hz

**Question 3.5.C :** sachant que la fréquence de rotation maximale de l'arbre de sortie du motoréducteur est de 3,76 rad/s, déterminer, à glissement constant, la valeur du paramètre « fréquence maximale du moteur » à régler dans le variateur

$\Omega_R = 3,76 \text{ rad/s}$  donc  $\Omega_M = 3,76 \times 47,75 = 179,54 \text{ rad/s}$  soit 1714 tr/min.

Nous sommes à glissement constant et nous savons que pour une fréquence d'alimentation de 50 Hz la vitesse de rotation du moteur est de 1400 tr/min. On peut donc en déduire que la fréquence d'alimentation pour une vitesse de 1714 tr/min est :

$$\frac{50 \times 1714}{1400} = 61,23 \text{ Hz}$$

On réglera donc à 62 Hz le paramètre « fréquence maximale du moteur ».

**Question 3.5.D :** les paramètres « temps de montée » et « temps de descente » étant réglés à 2 s, vérifier que le démarrage s'effectuera en respectant les conditions de non glissement et de non basculement définies précédemment.

La valeur maximale de l'accélération déterminée précédemment est de  $1,47 \text{ m/s}^2$  soit une accélération angulaire au niveau de la roue d'entraînement de

$$\frac{1,47}{0,0765} = 19,21 \text{ rad/s}^2$$

On peut ensuite déterminer l'accélération angulaire pour le motoréducteur qui est de :

$$\frac{19,21 \times 32}{48} = 12,81 \text{ rad/s}^2$$

d'où une accélération angulaire pour le moteur de  $12,81 \times 47,75 = 611 \text{ rad/s}^2$ . La vitesse maximale du moteur étant de  $179,4 \text{ rad/s}$ , le temps pour atteindre celle-ci doit donc être supérieur à  $0,3 \text{ s}$  ce qui est le cas avec le réglage de  $2 \text{ s}$ .

### 3.6 VALIDATION DU MOTEUR

#### Question 3.6.A :

Le facteur de masse vaut  $0,06$  on utilise alors la courbe 1 ;

Le nombre de démarrage très faible et la durée de fonctionnement nous donnent  $fb = 0,8$

La référence moteur donne  $fb = 0,85$ . On a bien une valeur inférieure à celle donnée par le constructeur.

**Question 3.6.B :** à partir du tableau de sélection et du document technique DT16, déterminer le couple maximal que peut délivrer le moteur à la fréquence maximale de fonctionnement déterminée précédemment. Le moteur peut-il démarrer la chaîne ?

Le motoréducteur tourne à  $36 \text{ tr/min}$  ce qui correspond à une fréquence de  $62 \text{ Hz}$ . La courbe donne le rapport entre les couples de  $0,77$  pour cette fréquence.

Le couple maximal que peut fournir alors le motoréducteur est  $360 \times 0,77 = 277,2 \text{ Nm}$  qui est supérieur à celui nécessaire. Le moteur peut démarrer la chaîne.

**Question 3.6.C :** quelle est alors la puissance présente en sortie du moteur ? Le moteur est-il correctement dimensionné ?

Le couple en sortie du réducteur est de  $252 \text{ N}\cdot\text{m}$  (voir question 3.4.G). La puissance présente en sortie du motoréducteur est :

$$P = \frac{252 \times 36 \times 2 \times \pi}{60} = 949 \text{ W}$$

Le rendement du réducteur vaut  $0,93$ , la puissance en sortie du moteur sera

$$P_m = \frac{949}{0,93} = 1020 \text{ W}$$

Le moteur est donc bien dimensionné car sa puissance nominale est de  $1100 \text{ W}$ .

**Question 3.6.D :** quelle est la puissance absorbée par le moteur ? Vérifier que le variateur de vitesse est correctement dimensionné.

La puissance consommée en régime nominal vaut :

$$P = \sqrt{3} \times U \times I \times \cos\varphi = \sqrt{3} \times 400 \times 2,80 \times 0,77 = 1493 \text{ W}$$

La puissance consommée étant inférieure à la puissance nominale, le variateur d'une puissance de  $1500 \text{ W}$  est donc compatible avec ce moteur.

## 4. VÉRIFICATION DE LA CADENCE DE PRODUCTION

**Question 4.1.A :** sur la partie « alimentation du convoyeur » les bouteilles se présentent sur 14 voies. A la cadence maximale, quelle sera la vitesse moyenne  $V_a$  du convoyeur ? (voir Documents DT2 et DR3)

La cadence de  $12000$  bouteilles par heure correspond à  $200$  bouteilles par minute ; soit  $200/14$  rangs par minute.

Le diamètre de la bouteille format champenoise est de  $88,4 \text{ mm}$ , nous obtenons alors une vitesse :

$$V_a = 0,0884 \times \frac{200}{14} = 1,26 \text{ m/s}$$

**Question 4.1.B :** en isolant le lot de bouteilles dans lequel l'alignement est rompu, voir document réponse DR4, montrer de manière qualitative que celles-ci vont obligatoirement se déplacer vers le convoyeur de transition.

L'ensemble des bouteilles est soumis à 4 forces (rail incliné, bouteilles non perturbées, convoyeur, rail droit).  
 Résultante des actions du rail droit : perpendiculaire au rail  
 Résultante des actions du rail incliné : perpendiculaire au rail  
 Résultante des actions du flux non perturbé : portée par la direction du mouvement  
 Résultante des actions du convoyeur :

La direction des actions du convoyeur est assez compliquée à déterminer puisque le mouvement uniforme des bouteilles est perturbé. Quoi qu'il en soit la seule possibilité de compenser la composante perpendiculaire au mouvement du convoyeur des actions du rail incliné serait l'adhérence des bouteilles sur le convoyeur. Or on se situe obligatoirement au regard des trajectoires des bouteilles et du convoyeur en phase de glissement. Il n'y a donc pas adhérence donc pas de compensation de cette composante : les bouteilles vont donc obligatoirement se déplacer vers le convoyeur de transition.

**Question 4.1.C :** pour assurer la régularité du flux de bouteilles quelle doit être la vitesse moyenne  $V_{ct}$  de ce convoyeur ?

Par le même raisonnement qu'à la question 4.1.A  $V_{ct} = \frac{200}{4} \times 0,0884 = 4,42 \text{ m/min}$

## 4.2 ÉTUDE DE LA PROGRESSIVITÉ DE VITESSES

**Question 4.2.A :** vérifier que les vitesses des bandes 5 à 8 sont croissantes, c'est-à-dire que  $V_5 < V_6 < V_7 < V_8$

On obtient:

$$V_8 = N_5 \pi D_8 ; V_7 = N_5 \pi D_7 ; V_6 = N_6 \pi D_6 ; V_5 = N_5 \pi D_5$$

avec  $N_6 = N_5 \times \frac{P_{cm}}{P_{cr}}$

Soit :

$$V_7 = N_5 \pi D_7 = 406,2 N_5$$

$$V_8 = N_5 \pi D_8 = 481,3 N_5$$

On a donc bien  $V_5 < V_6 < V_7 < V_8$

**Question 4.2.B :** en déduire la relation entre les vitesses des bandes 9 à 11.

Par analogie

$$V_9 = N_6 \pi D_9 \frac{P_{cm}}{P_{cr}} = 334,81 N_6$$

$$V_{10} = N_6 \pi D_{10} = 406,2 N_6$$

$$V_{11} = N_6 \pi D_{11} = 406,2 N_6$$

**Question 4.2.C :** au regard du flux de bouteilles annoncé, quelle doit être la vitesse minimale  $V_{12}$  ?

$$V_{12} = \frac{12000 \times 88,4}{60} = 17680 \text{ mm/min si les bouteilles sont jointives.}$$

**Question 4.2.D :** trouver le rapport  $k$  entre les vitesses  $V_4, V_5, V_8, V_9, V_{11}, V_{12}$  tel que  $V_4 = k \cdot V_5, V_8 = k \cdot V_9$  et  $V_{11} = k \cdot V_{12}$ .



On peut exprimer  $V_8$  en fonction de  $V_{11}$

$$V_8 = kV_9 = k \times 334,81 \times N_6 \text{ et } V_{11} = 481,3 \times N_6 = K \times V_{12}$$

Soit

$$V_8 = k^2 \times V_{12} \times \frac{334,81}{481,3}$$

On peut exprimer  $V_8$  en fonction de  $V_4$

$$V_8 = 481,3 \times \frac{V_5}{282,58} = \frac{481,3}{282,58} \times \frac{V_4}{k} \text{ Il suffit d'alors d'écrire l'égalité des expressions de } V_8$$

$$\frac{481,3}{282,58} \frac{V_4}{k} = k^2 \times V_{12} \times \frac{334,81}{481,3} \text{ soit } k^3 = \frac{481,3^2 \times V_4}{334,81 \times 282,58 \times V_{12}}$$

$$k = 0,85$$

**Question 4.2.E :** quelles sont alors les différentes vitesses de déplacement  $V_4$  à  $V_{12}$  ?

En remplaçant dans les équations trouvées :

$V_4$	$V_5$	$V_6$	$V_7$	$V_8$	$V_9$	$V_{10}$	$V_{11}$	$V_{12}$
4,42	5,2	6,16	7,51	8,9	10,47	12,70	15,05	17,7
$N_4 = 9,18$	$N_5 = 18,5$				$N_6 = 31,27$			$N_5 = 36,77$

En m/min et tr/min

**Question 4.2.F :** à quelles fréquences de rotation des moteurs M4 à M7 correspondent-elles?

Voir ci dessus

**Question 4.2.G :** expliquer en quelques phrases les raisons de cette diminution.

Les bouteilles qui changent de bandes sont accélérées. Elles vont alors se trouver décalées par rapport à la rangée adjacente. Dès que le flux de bouteilles va entrer en contact avec le rail, l'alignement des bouteilles est rompu. Elles ne se trouveront donc pratiquement plus de front.

### 4.3 ÉTUDE DE LA RÉGULATION DE VITESSES

**Question 4.3.A :** décrire la nature de l'information qui sera délivrée par le capteur. Quel sera le rôle du contrôleur dans la chaîne d'acquisition de ce capteur ?

L'information qui nous intéresse est la fréquence du signal délivré par le capteur inductif, cette information est donc de type numérique.

Le rôle du contrôleur de vitesse est de transformer l'information numérique que représente la fréquence en une information analogique de type 4-20 mA.

**Question 4.3.B :** à partir du document technique DT20 et de la documentation technique du contrôleur DT21, vérifier que les paramètres réglés sur celui-ci permettent le relevé de la fréquence de rotation correspondant à une cadence de 14400 bouteilles par heure.

Les paramètres réglés sur le contrôleur de vitesse permettent de relever une fréquence pouvant aller jusqu'à 42 Hz. La fréquence délivrée par le capteur inductif pour une cadence de 14400 bouteilles est de 40 Hz

$\left( \frac{24 \times 100}{60} \right)$  ce qui est donc compatible avec les réglages effectués.

**Question 4.3.C :** quelle est la valeur de l'information que délivrera le contrôleur pour une cadence de 12000 bouteilles par heure ?

La fréquence du signal délivrée par le capteur est de 40 Hz pour une cadence de 14400 bouteilles par heure, elle sera donc de

$$\frac{40 \times 12000}{14400} = 33,33 \text{ Hz}$$

pour une cadence de 12000 bouteilles par heure.

Le contrôleur de vitesse fournit un courant de 20 mA pour une fréquence de 42 Hz, il délivrera donc un courant de :

$$\frac{20 \times 33,33}{42} = 15,8 \text{ mA}$$

Le moteur du Monobloc peut être équipé d'un codeur incrémental, voir document technique DT21, qui pourrait permettre d'obtenir la fréquence de rotation du moteur sans avoir à utiliser le contrôleur de vitesse.

**Question 4.3.D :** proposer un algorithme de calcul permettant d'obtenir la fréquence de rotation du moteur à partir de l'information délivrée par le codeur en utilisant les variables données sur le document technique DT21.

Compteur = 0

Vitesse = 0

Tempo = 0 \* phase d'initialisation des variables

Faire

Si I21 = 1

Compteur = Compteur + 1 \* structure en si sans alors donc le pgm est « bloqué » si I21 n'est pas à 1 (front montant)

Fin Si

Si I21 = 0 \* structure en si sans alors donc le pgm est « bloqué » si I21 n'est pas à 0 (front descendant)

Fin Si

Tant que tempo <= 60 \* boucle pendant 1 s

Vitesse = Compteur/1024 \* calcul de la vitesse en tr/min

**Question 4.3.E :** à partir de l'organigramme de traitement des cellules du document technique DT22, indiquer l'utilité de la temporisation notée « Temp1 ».

Grâce à la temporisation Temp1, les différentes variables de gestion de l'organigramme ne sont pas réinitialisées lorsque l'écart entre deux bouteilles est faible.

**Question 4.3.F :** quelle est la valeur de l'espace maximal non détecté entre deux bouteilles (correspondant à la non-remise à zéro des différentes variables de l'organigramme) ?

La cadence étant de 12000 bouteilles/heure, la vitesse de déplacement est donc de :

$$\frac{12000 \times 88,4}{3600} = 294,66 \text{ mm/s}$$

Une distance correspondant à un temps de 200 ms (T1) n'est pas « détectée » soit 58,93 mm.

**Question 4.3.G :** calculer le nombre de bouteilles passées devant la cellule avant que la variable « Cell » passe à 1 ? Même question pour les variables « Gav » et « Sat ».

Cell passe à 1 après 200 ms soit :  $\frac{294,66 \times 0,2}{88,4} = 0,66$  bouteille

SAT passe à 1 après 1,2 s soit :  $\frac{294,66 \times 1,2}{88,4} = 4$  bouteilles

GAV passe à 1 après 3,2 s soit :  $\frac{294,66 \times 3,2}{88,4} = 10,6$  bouteilles

**Question 4.3.H :** le document technique DT23 propose plusieurs scénarios d'approvisionnement de bouteilles. Compléter le tableau du document réponse DR3 en indiquant pour chaque cas l'état des variables associées à la cellule.

Voir DR3

**Question 4.3.I :** compléter le document réponse DR4 en indiquant les fréquences de rotation des différents moteurs à partir de l'évolution de l'état des différentes cellules.

Voir DR4

**Question 4.3.J :** pourquoi a-t-on choisi d'implanter trois cellules avant l'entrée du Monobloc ?

Le choix d'implanter 3 cellules avant l'entrée du Monobloc permet de réguler la vitesse d'alimentation en bouteille du Monobloc.

## 5. SYNTHÈSE

**Question 5.A :** quelles seraient sur la chaîne étudiée les modifications à apporter?

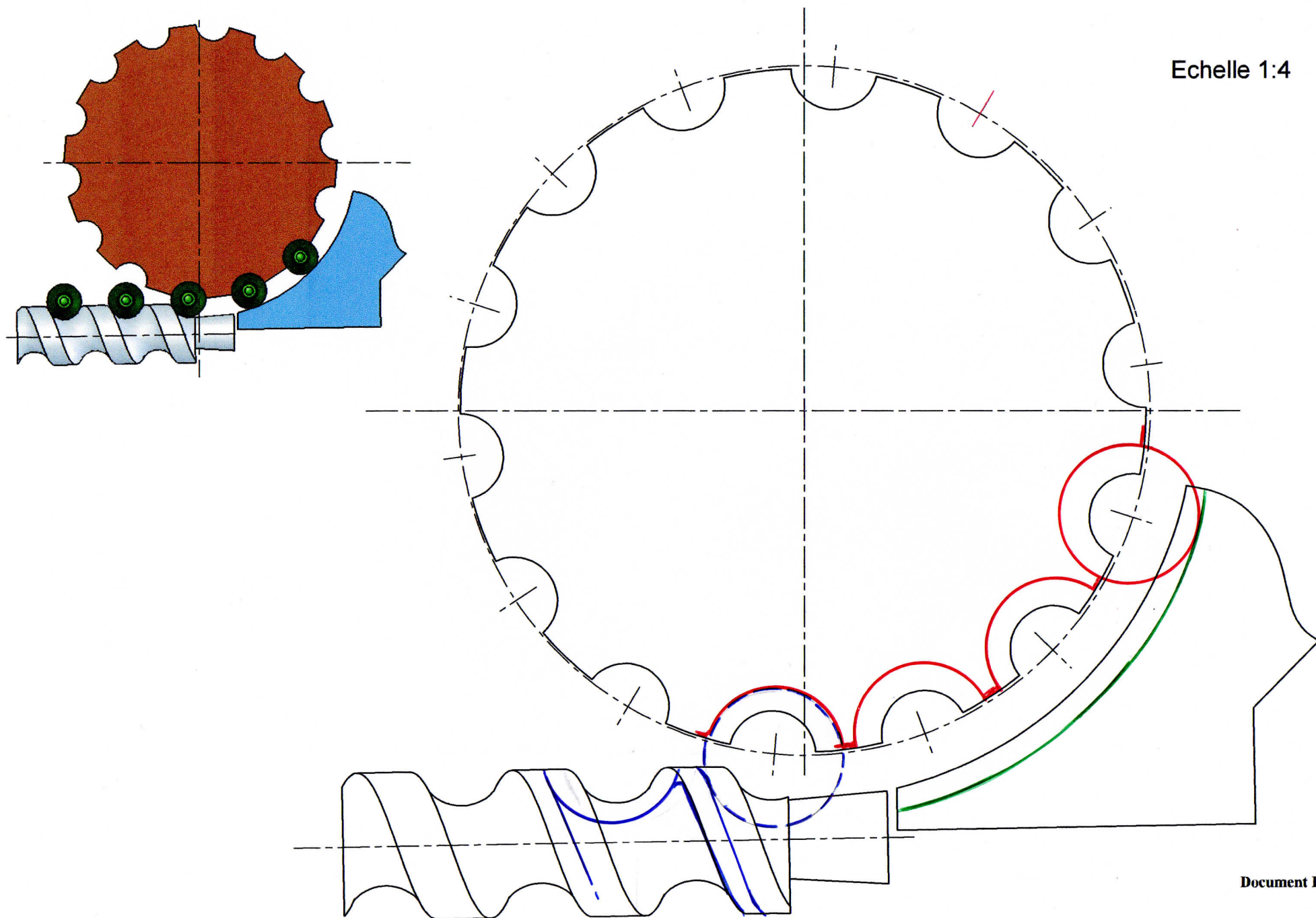
Les risques sont le basculement et le glissement des bouteilles : le glissement dépend du coefficient de frottement entre bouteilles et convoyeur la valeur de l'accélération sera peut-être différente. Quant au basculement il dépend de la position du centre de gravité : si la forme des bouteilles reste identique, la répartition des masses peut être différente et les valeurs seront inchangées. Il faudrait donc modifier les réglages des variateurs de fréquence des moteurs.

**Question 5.B :** à la lecture du document DT30 et au regard des contraintes C1 à C4, ainsi que des contraintes d'élaboration de cette boisson, rédiger une note synthétique en une dizaine de lignes présentant les avantages et les inconvénients que la commercialisation du champagne « haut de gamme » en bouteille PET feraient naître?

L'avantage serait qu'effectivement cette boisson puisse être commercialisée pour les soirées de fêtes sur la voie publique sans problème particulier. De plus il génère moins de dioxyde de carbone et est plus léger ce qui peut être un avantage pour les coûts lié au transport.

L'inconvénient est que la matière plastique est plutôt synonyme de « jetable » donc produit de consommation courante, ce que n'est pas le champagne. Cela pourrait être très mal perçu des consommateurs avertis qui voient dans ce type de boisson : savoir-vivre, élégance, raffinement. D'autre part le PET ne permet pas le stockage des boissons plus de deux années : la durée de conservation du champagne est plus grande.

Il n'est pas sûr que les acheteurs de grands crus se trouvent parmi la foule dans les rues. Pour le champagne haut de gamme cette possibilité n'est pas source d'augmentation des ventes.



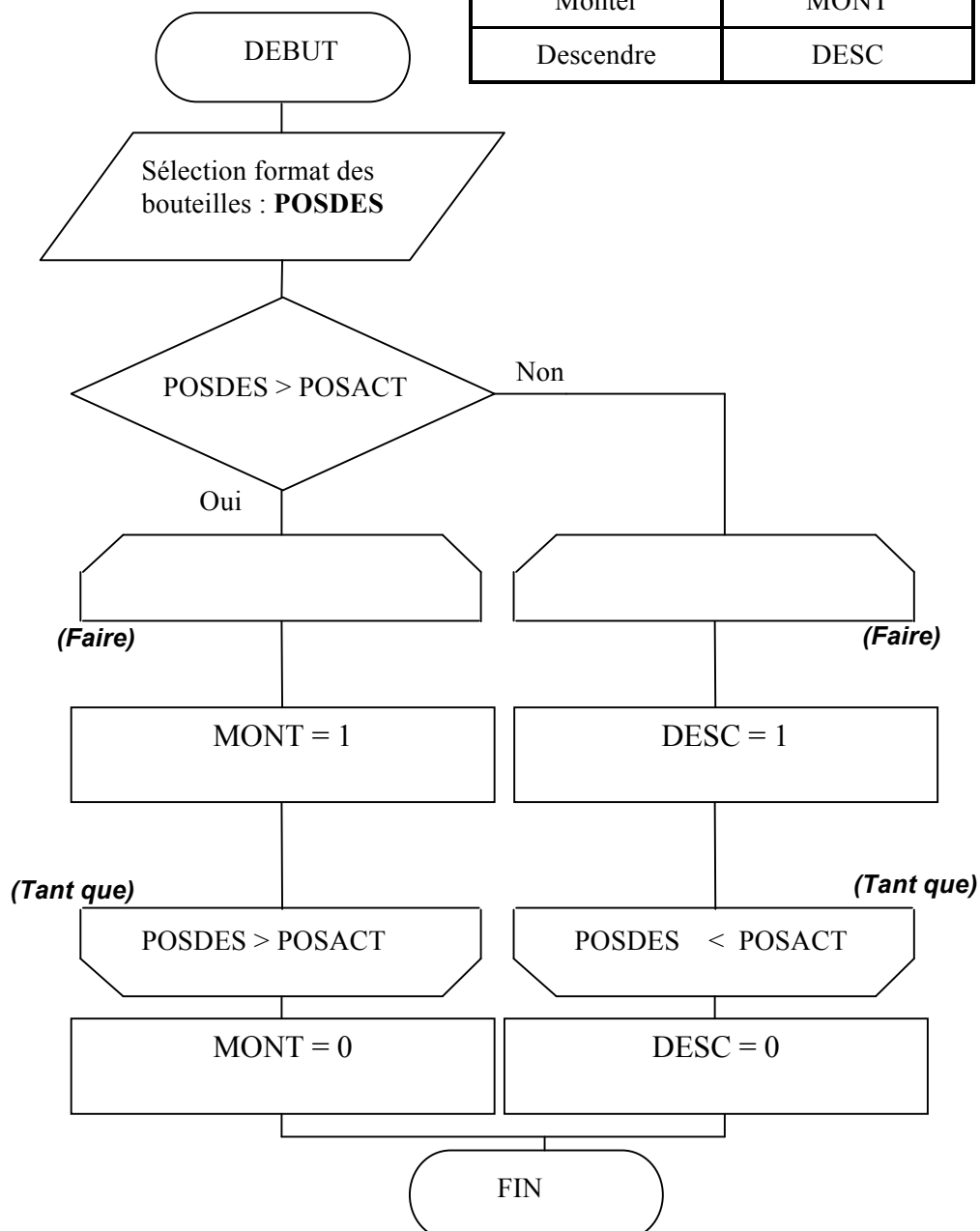
Echelle 1:4

**Question 2.2.D**

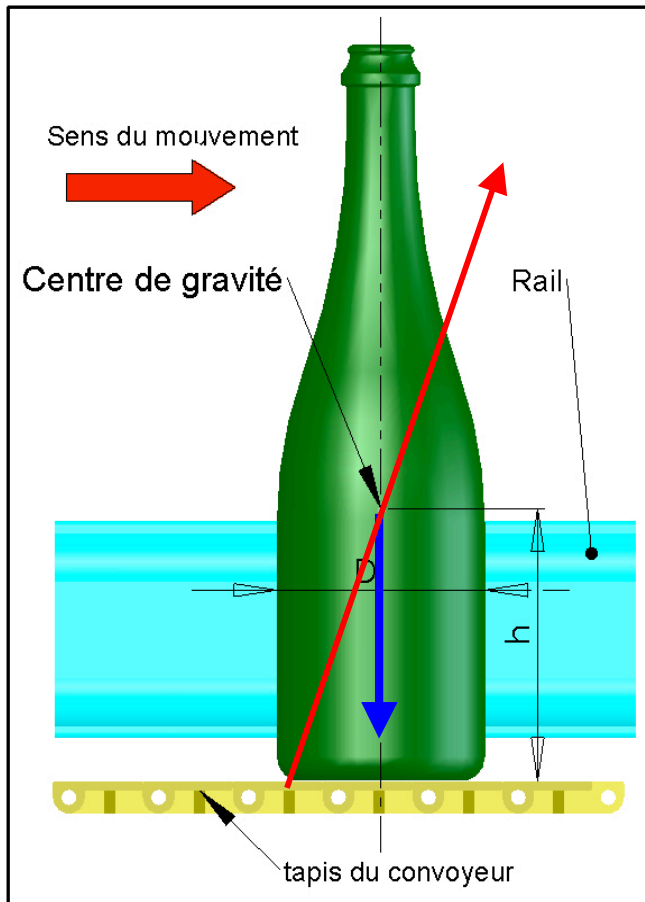
Position	Course capteur (mm)	Information en 1	Information en 2	Information en 3
Mini	0	0 kΩ	4 mA	0000
Demie	13,5	0,54 kΩ	4,86 mA	05CE
Bouteille	70	2,8 kΩ	8,48 mA	1E3D
Magnum	141,5	5,66 kΩ	13,05 mA	3D16

**Question 2.2.E**

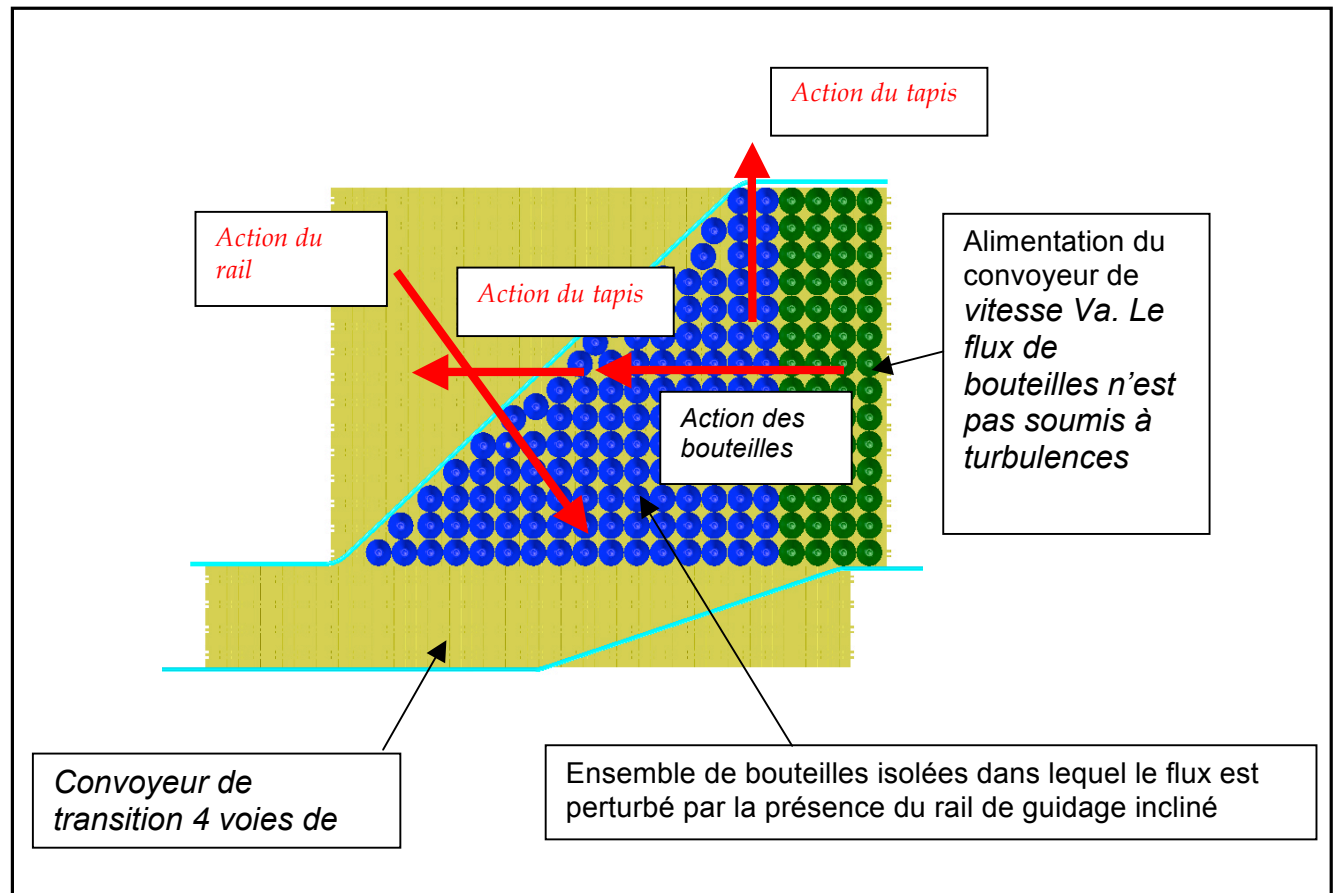
Tableau des variables	
Position désirée	POSDES
Position actuelle	POSACT
Monter	MONT
Descendre	DESC



**Question 3.2.A**



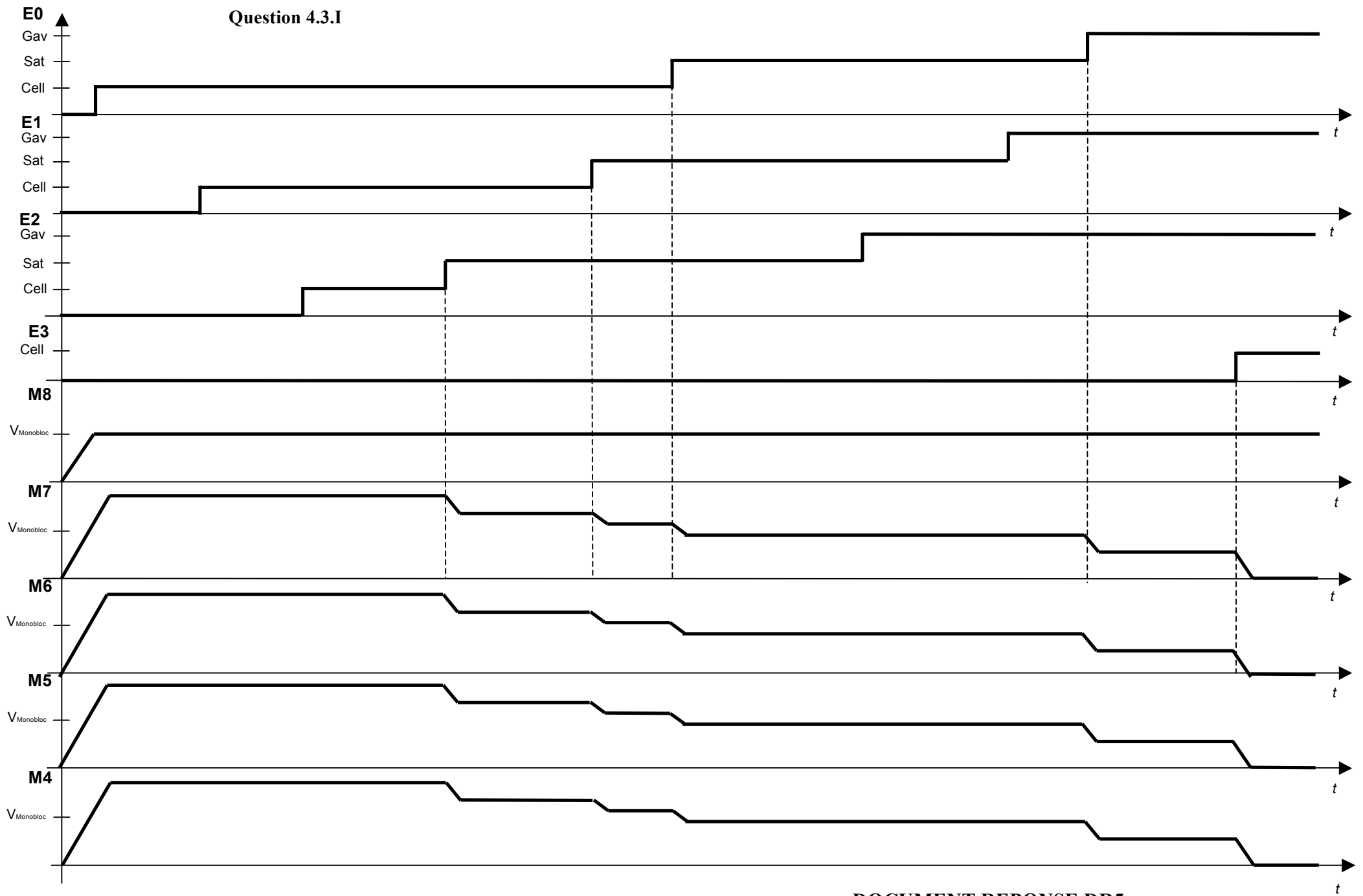
**Questions 4.1.A ; 4.1.B ; 4.1.C**



**Question 4.3.G**

	Cell	SAT	GAV
Cas 1	1	0	0
Cas 2	1	0	0
Cas 3	0	1	0
Cas 4	0	0	1

# Question 4.3.I



A  $t = 0$ , le Monobloc démarre

DOCUMENT REPONSE DR5