



Ce document a été mis en ligne par l'organisme [FormaV®](#)

Toute reproduction, représentation ou diffusion, même partielle, sans autorisation préalable, est strictement interdite.

Pour en savoir plus sur nos formations disponibles, veuillez visiter :

[www.formav.co/explorer](http://www.formav.co/explorer)

# CORRIGÉ

**Ces éléments de correction n'ont qu'une valeur indicative. Ils ne peuvent en aucun cas engager la responsabilité des autorités académiques, chaque jury est souverain.**

Vérification des performances mécaniques et électriques d'un système pluritechnologique.

**DOSSIER CORRECTION**

**FERMEUSE DE BOITES DE GLACES**

**Ce dossier comprend les documents DC1 à DC14**

**PROPOSITION DE BARÈME /60 points**

A1	5pts	B1.1	2pts	B2.1	2pts	C1	2pts	D1	2pts	E1	2pts
A2	1pt	B1.2	3pts	B2.2	2pts	C2	3pts	D2	1pt	E2	2pts
A3	1pt	B1.3	2pts	B2.3	2pts	C3	2pts	D3	1,5pt	E3	2pts
A4	2pts	B1.4	1pt	B2.4	2pts	C4	2pts	D4	1pt	E4	2pts
A5	2pts	B1.5	2pts					D5	1,5pt	E5	2pts
								D6	1pt	E6	1pt
								D7	2pts	E7	1pt

Remarque : Parties B2, D et E Génie Électrique

Parties A, B1 et C Génie Mécanique

## **SOMMAIRE**

### **Partie A : Vérification du rayon de la roue fermeuse**

**DC2** : Présentation de la roue fermeuse

**DC3, DC4** : Cinématique vérification du rayon de la roue fermeuse.

### **Partie B : Étude du système de rattrapage de jeu**

**DC5** : Présentation du système de rattrapage de jeu

**DC6, DC7** : Dimensionnement du ressort en statique

**DC8** : Dimensionnement du motoréducteur

### **Partie C : Vérification du vérin de relevage du tapis de maintien**

**DC9** : Présentation du vérin de relevage

**DC10** : dynamique – effort développé par un vérin

### **Partie D : Reconditionnement moteur d'entraînement convoyeur principal**

**DC11, DC12** : Questions sur le moteur et le variateur

### **Partie E : Sécurité des personnes contre les risques électriques**

**DC13, DC14** : Régime de Neutre, sécurité des personnes

## Partie A- VÉRIFICATION DU RAYON DE LA ROUE FERMEUSE

⇒ Documents techniques à consulter : DT7 et DT8

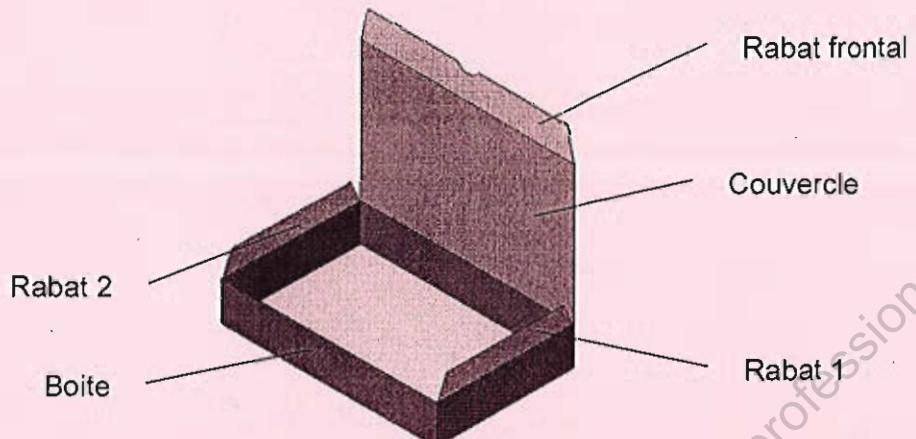


Fig.1

Lors du processus de fermeture des boîtes de glace (fig.1), le rabat 1, le couvercle et le rabat frontal sont pliés dans le sens du déplacement en passant sous des glissières solidaires du bâti. Le rabat 2 doit être rabattu vers l'intérieur de la boîte avant de passer sous la glissière permettant de plier le rabat 1 (fig.2). On utilise pour cela la roue fermeuse.

Le but de cette étude est de vérifier que la roue fermeuse plie correctement le rabat 2 vers l'intérieur de la boîte.

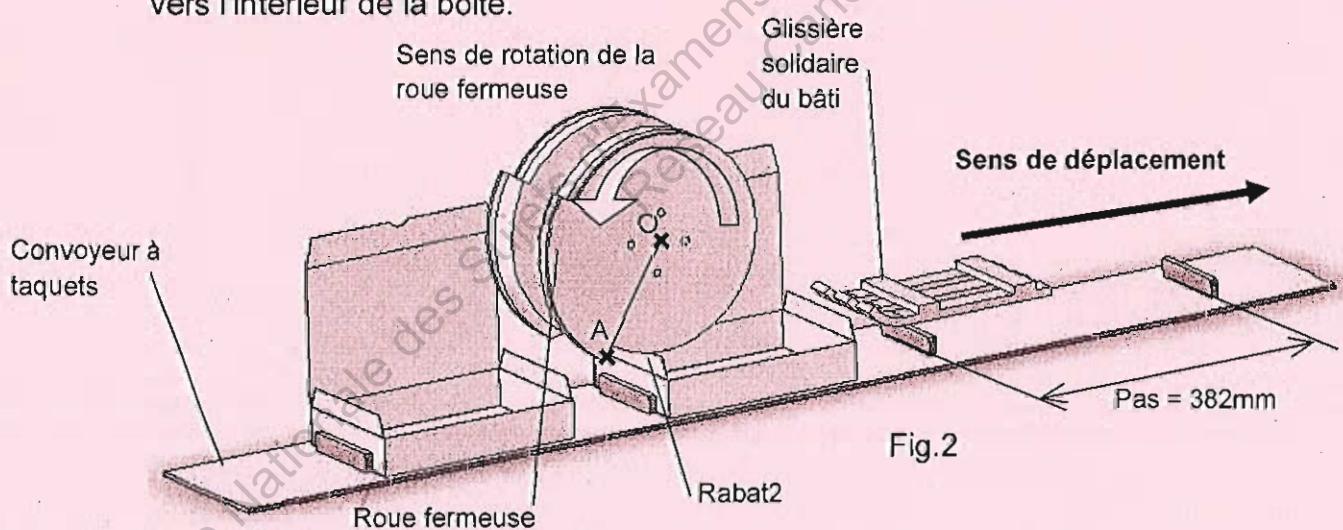


Fig.2

Pour que la fermeture se fasse correctement, il faut que :

$$\|V_{A \in \text{Roue fermeuse/Bâti}}\| \geq 2 \|V_{\text{Boîte/Bâti}}\|$$

Données :

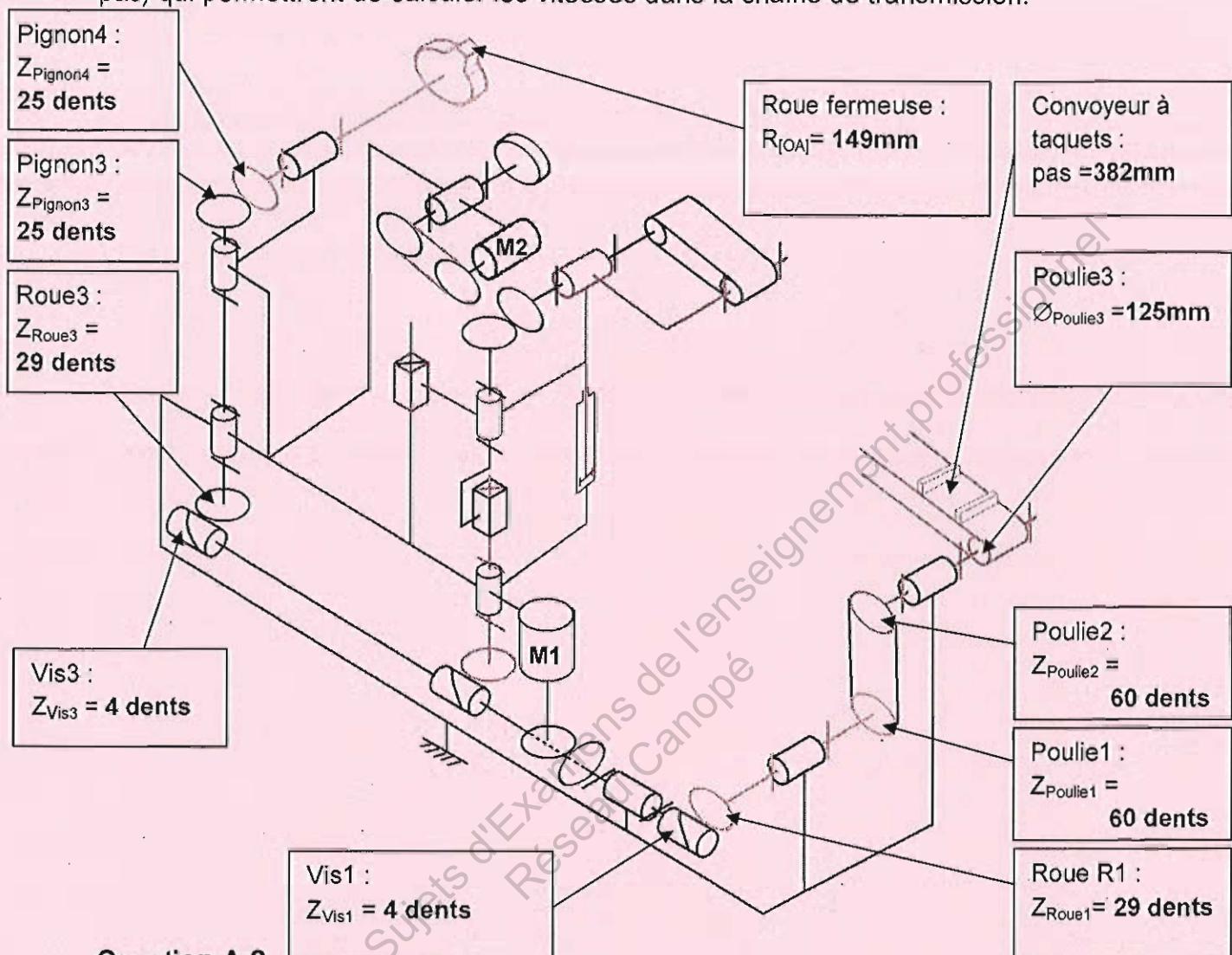
Pas entre 2 taquets : 382mm

Cadence de production maximale : 150 boîtes/minute

Rayon [OA] de la roue fermeuse : 149mm

### Question A-1

Reporter dans le schéma ci-dessous les données (rayon, diamètre, nombre de dents, pas) qui permettront de calculer les vitesses dans la chaîne de transmission.



### Question A-2

Calculer  $\|V_{\text{Boîte/Bâti}}\|$ , la norme maximale de la vitesse de déplacement d'une boîte sur le convoyeur à taquets en  $\text{m.s}^{-1}$  pour la cadence maximale de production.

$$V_{\text{Boîte/Bâti}} = (\text{pas} \cdot \text{capacité de prod maxi})/60 = (0,382 \cdot 150)/60 = 0,955 \text{ m.s}^{-1}$$

### Question A-3

Calculer  $\omega_{P3}$  (en  $\text{rad.s}^{-1}$ ) la fréquence de rotation maximale de la poulie 3. Quel que soit le résultat trouvé à la question A-2, on prendra  $\|V_{\text{Boîte/Bâti}}\| = 0,96 \text{ m.s}^{-1}$ .

$$\omega_{P3} = V_{\text{Boîte/Bâti}}/R_{P5} = 2 V_{\text{Boîte/Bâti}}/\varnothing_{P5} = 2 \cdot 0,96/0,125 = 15,36 \text{ rad.s}^{-1}$$

#### Question A-4

Calculer les rapports de réduction et déduire  $\omega_{P4}$  (en rad.s<sup>-1</sup>) la fréquence de rotation maximale du sous-ensemble cinématique {Roue fermeuse ; Pignon4}.

Sachant que :  $\omega_{Poulie2} = \omega_{Poulie3}$

$$\frac{\omega_{Poulie2}}{\omega_{Moteur1}} = \frac{Zp1 \ Zv1 \ Zp1}{Zp2 \ ZR1 \ ZP2} = \frac{4}{29}$$

$$\frac{\omega_{Pignon4}}{\omega_{Moteur1}} = \frac{Zp1 \ Zv3 \ Zp3}{Zp2 \ ZR3 \ ZP4} = \frac{4}{29}$$

Déduire la vitesse angulaire  $\omega_{P4}$

Rapports identiques donc vit identiques

#### Question A-5

Calculer  $\|V_{A \in \text{Roue fermeuse/Bâti}}\|$  et conclure quant à la dimension du rayon de la roue fermeuse.

$$V_{A \in \text{Roue fermeuse/Bâti}} = \omega_{P7} \cdot R_A = 15,36 \cdot 0,149 \approx 2,29 \text{ m.s}^{-1}$$

$V_{A \in \text{Roue fermeuse/Bâti}} \approx 2,38 V_{\text{Boîte/Bâti}} \Rightarrow \text{Le critère est respecté} (> 2 V_{\text{Boîte/Bâti}}).$

Le rayon de la roue est correct. Le pliage du rabat 2 se fera correctement.

## Partie B- ETUDE DU SYSTÈME DE RATTRAPAGE DE JEU - DIMENSIONNEMENT DU RESSORT ET DU MOTEUR

### Présentation

Il a été constaté un défaut récurrent lors de la phase de fermeture des boîtes : il s'agit d'un décalage angulaire  $\alpha$  autour de l'axe  $\vec{y}$  entre la boîte et son couvercle (voir fig.3). Ce décalage est engendré par des frottements en fin de processus, lors du passage de la boîte sous le tapis de maintien qui exerce des efforts presseurs sur cette dernière afin de maintenir les collages.

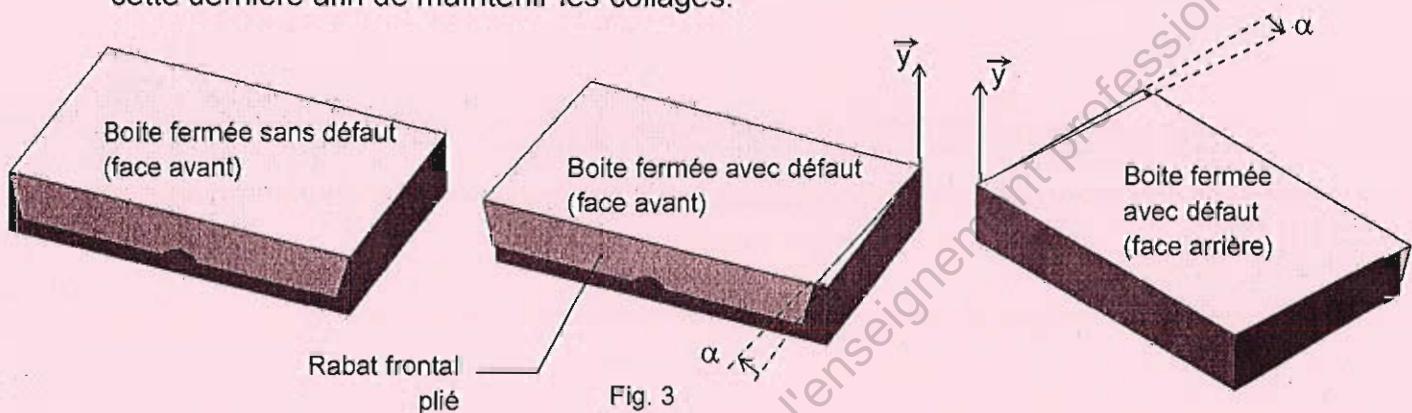


Fig. 3

Pour remédier à ce problème, il a été implanté un système de rattrapage de jeu sur la fermeuse de boîtes (fig.4). Le rabat frontal (non plié) est guidé par un entonnoir, pour être positionné entre une roue motorisée et un galet presseur. La roue va engendrer un effort dans le sens du déplacement ( $-\vec{x}$ ) sur le couvercle générant un glissement entre ce dernier et la boîte. On réalisera ainsi un décalage d'angle ( $-\alpha$ ) autour de l'axe  $\vec{y}$ . Lors du passage de la boîte sous le tapis de maintien, les frottements compenseront ce décalage angulaire.

### Présentation système de rattrapage de jeu

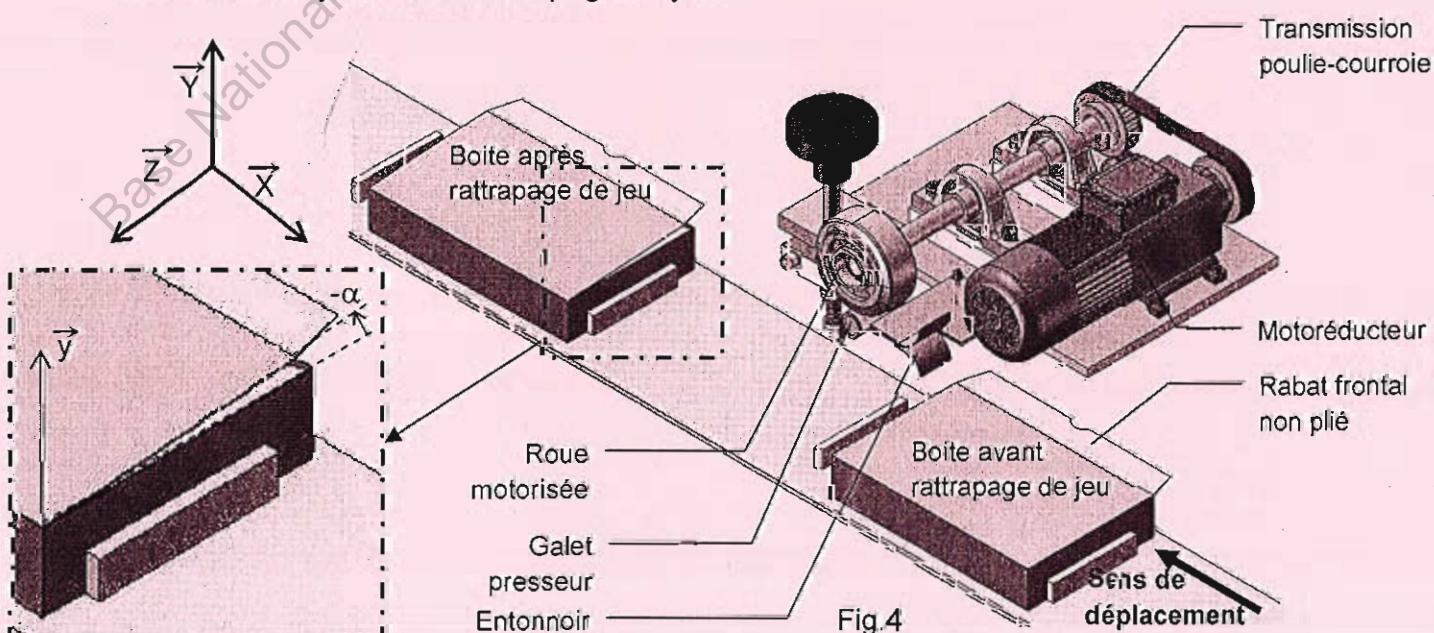


Fig.4

## B-1 Dimensionnement du ressort

⇒ Documents techniques à consulter : DT9, DT10 et DT11

Afin de pouvoir générer l'effort exercé par la roue motorisée sur le rabat frontal, on vient pousser ce dernier contre la roue motorisée grâce au galet presseur en liaison pivot de centre A et d'axe  $\vec{z}$  avec le levier. Cet effort de poussée est fourni au galet grâce à un ressort hélicoïdal en contact en B avec le levier. Le levier est en liaison pivot de centre O et d'axe  $\vec{z}$  avec le bâti. La variation de l'effort exercé par le ressort grâce à la poignée de réglage fait varier  $\alpha$ . Le but de cette étude est de vérifier le dimensionnement du ressort hélicoïdal.

### Données

$F_{couv}$  : force exercée par le couvercle sur le galet dont l'intensité varie entre 0 et 50N, de direction  $\vec{y}$  (frottements négligés)

$Fr_{MAX}$  : la force exercée par le ressort sur le levier, de direction  $\vec{y}$

### Hypothèses :

Les frottements dans la liaison pivot entre le bâti et le levier sont négligés.

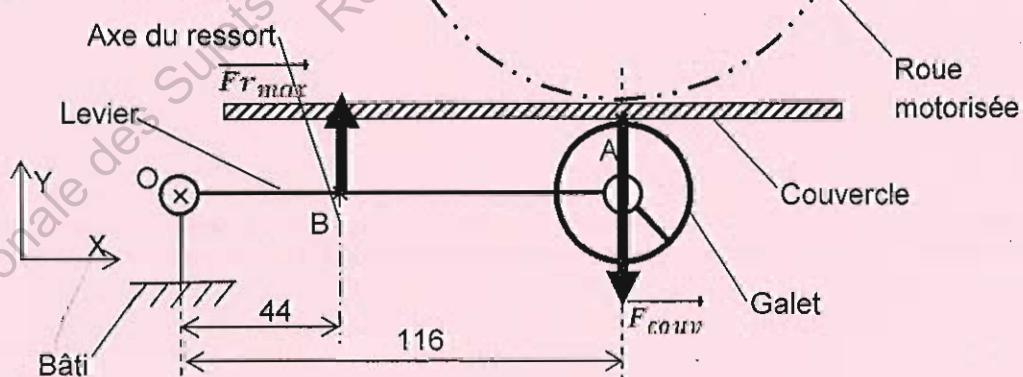
L'étude se fait dans le plan de symétrie ( $O, \vec{x}, \vec{y}$ ) du mécanisme.

### Question B-1-1

On isole l'ensemble {levier; galet presseur}

Tracer sur le schéma ci-dessous  $F_{couv}$  pour sa valeur maximale à l'échelle 1mm → 2N.

Tracer (sans échelle)  $Fr_{MAX}$ .



### Question B-1-2

En appliquant le PFS à l'ensemble {levier; galet presseur}, calculer  $Fr_{MAX}$ .

L'équation du moment statique au point O en projection sur l'axe  $\vec{z}$  permet d'écrire :

$$\overrightarrow{M}_{O, \text{bâti/levier}} + \overrightarrow{M}_{O, Fr_{MAX}} + \overrightarrow{M}_{O, F_{couv}} = \vec{0}$$

$$0 + 44 \cdot Fr_{MAX} - 116 \cdot F_{couv} = 0$$

$$\Leftrightarrow Fr_{MAX} = 116 \cdot F_{couv} / 44 \Leftrightarrow Fr_{MAX} = 116 \cdot 50 / 44 \Leftrightarrow Fr_{MAX} = 132N$$

### Question B-1-3

Quel que soit le résultat trouvé à la question précédente, on prendra  $F_{r\text{MAX}} = 130\text{N}$ , l'effort maximum à ne pas dépasser. Justifier une série de ressorts convenant à cet effort maximum à partir du DT11 (Une série de ressorts signifie des ressorts ayant la même charge admissible P1).

On doit avoir la charge admissible du ressort  $P1 < F_{r\text{MAX}}$

Choix :  $P1=112,73\text{N}$

Les ressorts CD2245, CD2246, CD2247, CD2248, CD2249 conviennent.

### Question B-1-4

A partir du plan DT10, calculer  $L_0\text{MAX}$  la longueur à vide maximale admissible du ressort, lorsque l'appui inférieur est en contact avec le bâti.

$$L_{\text{MAX}} = 73 - 15 - 11 = 47\text{mm}$$

### Question B-1-5

Il a été implanté le ressort CD2246. Justifier le choix de ce ressort.

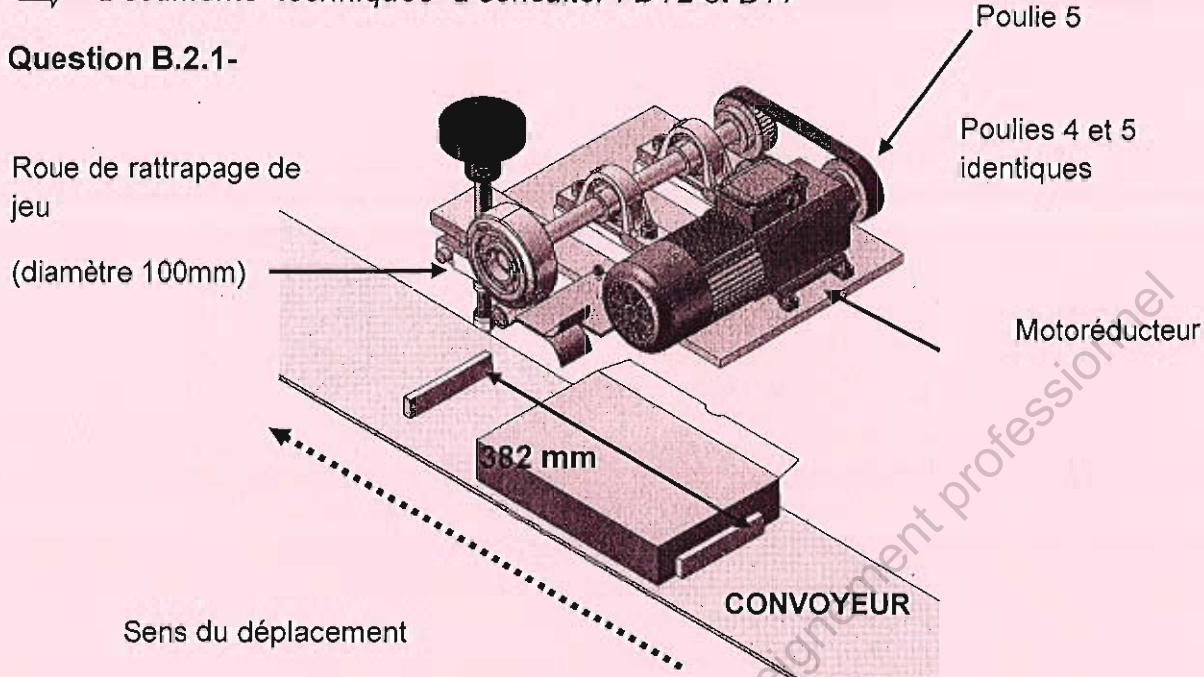
Seuls les ressorts CD2245, CD2246 conviennent maintenant car ils sont les seuls à avoir  $L_0 < L_{\text{MAX}}$  (ils ont respectivement pour valeur 24 et 36 mm).

Avec une raideur de 5,19 N/mm le CD2246 offre un réglage plus souple que le CD2245 qui a une raideur plus importante (8,13 N/mm)

## B.2- Dimensionnement du moteur

⇒ Documents techniques à consulter : DT2 et DT7

### Question B.2.1-



Sachant que les cadences souhaitées peuvent varier de 30 boîtes par minute minimum à 150 boîtes/min maximum, calculer  $V_{\min\_convoyeur}$  et  $V_{\max\_convoyeur}$ .

$$V_{\min\_convoyeur} = 30 * 0,382 = 11,46 \text{ m/min} = 0,191 \text{ m/s}$$

$$V_{\max\_convoyeur} = 150 * 0,382 = 57,3 \text{ m/min} = 0,955 \text{ m/s}$$

### Question B.2.2-

Afin de rattraper le décalage du couvercle, on veut que la vitesse à la périphérie de la roue de ratrappage de jeu soit égale à 2 fois la vitesse du convoyeur, calculer  $V_{\max \text{ périphérie}}$

$$V_{\max \text{ périphérie}} = 2 * V_{\max\_convoyeur} = 2 * 0,955 = 1,91 \text{ m/s}$$

### Question B.2.3-

La roue de ratrappage de jeu après le motoréducteur a un diamètre de 100mm, calculer sa fréquence de rotation  $N_{\max}$ .

$$V_{\max} = \Omega * R \text{ donc } \Omega = V_{\max} / R = 1,91 / 0,05 = 38,2 \text{ rad/s}$$

$$\text{D'où } N_{\max} = 38,2 * 60 / 2 * \pi = 364 \text{ tr/min}$$

### Question B.2.4-

A l'aide de la documentation MINIMOTOR (DT2), choisir le motoréducteur adéquat avec une puissance utile de 80W alimenté sous 400V triphasé. Justifier.

$$P_u = 80 \text{ W} ; N_{\max} = 364 \text{ tr/min} ; \text{ Réseau } 3 * 400 \text{ V}$$

Référence du motoréducteur : PA260M2T

## Partie C- VÉRIFICATION DU VÉRIN DE RELEVAGE DU TAPIS DE MAINTIEN

⇒ Document technique à consulter : DT12 et DT13

Lors d'un bourrage dans la fermeuse de boite, il est nécessaire de relever le tapis de maintien pour ne pas abîmer les boîtes.

A cet effet, ce tapis a été monté sur une glissière linéaire à billes et un vérin pneumatique permet de relever automatiquement le tapis de maintien.

Le but de cette étude est de vérifier le dimensionnement du vérin de relevage.

Le bureau d'étude a modélisé le problème comme l'indique le schéma ci-dessus :

Données :

0 : Bâti.

1 : Sous-ensemble tapis de maintien.

Le vérin exerce un effort  $\overrightarrow{F_V}$  vertical (suivant  $\vec{y}$ ) au point B sur 1.

Le poids  $\overrightarrow{P_1}$  du sous-ensemble tapis de maintien 1 est appliqué en G.

La masse du sous-ensemble 1 est  $m_1=100\text{kg}$ .

La liaison glissière d'axe ( $A, \vec{y}$ ) entre 0 et 1 est considérée comme parfaite.

$\overrightarrow{M_{A,0}^1}$  modélise l'action mécanique exercée en A par 0 sur 1 dans la liaison glissière.

Pression dans le vérin : 0,7 MPa.

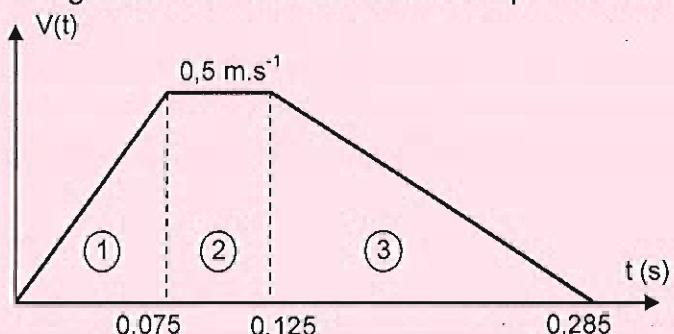
Hypothèses :

Accélération de la pesanteur  $g = 10 \text{ m.s}^{-2}$ .

Les frottements dans la liaison glissière sont négligés

### Question C-1

On donne le graphe des vitesses de la tige du vérin en fonction du temps. Calculer l'accélération pour chaque phase.



$$a = \Delta v / \Delta t$$

$$\text{Phase 1 : } a_1 = 0,5 / 0,075 = 6,7 \text{ m.s}^{-2}$$

$$\text{Phase 2 : } a_2 = 0$$

$$\text{Phase 3 : } a_3 = -0,5 / (0,285 - 0,125) = -3,125 \text{ m.s}^{-2}$$

### Question C-2

On se place dans le cas le plus défavorable, c'est-à-dire durant la phase d'accélération du vérin. Pour cette question on prendra  $a_G = 6,7 \text{ m.s}^{-2}$  (accélération de 1 au point G) quel que soit le résultat trouvé à la question précédente. Appliquer le principe fondamental de la dynamique au tapis de maintien : écrire l'équation de la résultante dynamique en projection sur  $\vec{y}$  et en déduire  $F_V$  l'effort exercé par le vérin.

**Le théorème de la résultante dynamique appliquée sur 1 donne**

$$\vec{A_0} + \vec{F_V} + \vec{P_1} = m_1 \cdot \vec{a_G}$$

en projection sur  $\vec{y}$  :

$$0 + F_V - m_1 \cdot g = m_1 \cdot a_G$$

$$F_V = m_1 \cdot (a_G + g)$$

$$F_V = 100 \cdot (6,7 + 10) \Leftrightarrow F_V = 1670 \text{ N}$$

### Question C-3

On utilise un vérin Festo (Voir DT12 et DT13) dont la désignation est DNC-63-125-PPV-A. Calculer  $F_{TH}$  la force théorique développée par le vérin.

$$F_{TH} = p \cdot S = p \cdot \pi \cdot d^2 / 4 = 0,7 \cdot \pi \cdot 63^2 / 4$$

$$F_{TH} = 2182 \text{ N}$$

### Question C-4

Le taux de charge du vérin  $T_c = F_V / F_{TH}$ . Pour une durée de vie optimale du vérin, on doit avoir  $T_c \in [0,6 ; 0,8]$

Calculer le taux de charge et conclure sur le dimensionnement du vérin.

$$T_c = 1670 / 2182 = 0,76$$

**Le taux de charge en phase d'accélération est inférieur à 0,8.**

**Le vérin est correctement dimensionné.**

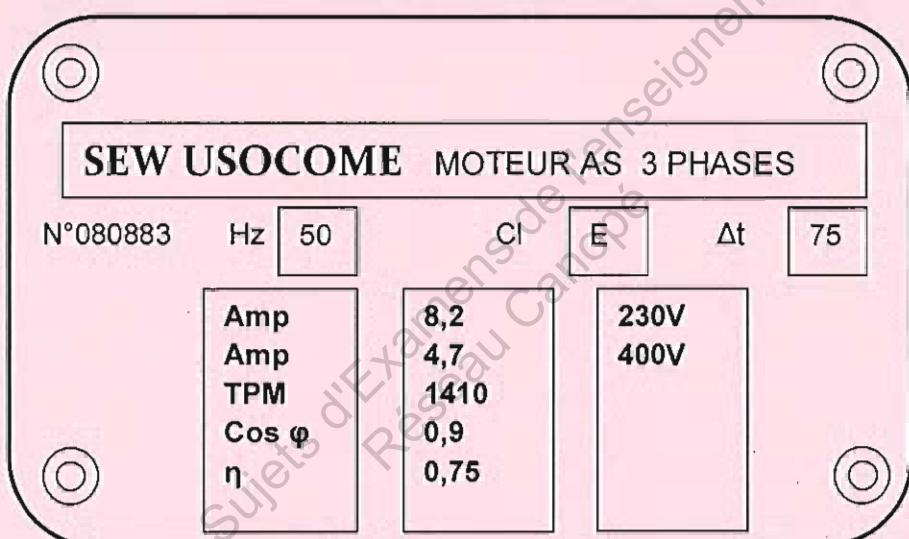
## Partie D- RECONDITIONNEMENT MOTEUR ENTRAÎNEMENT DU CONVOYEUR PRINCIPAL

⇒ *Documents techniques à consulter : DT3, 4, 5 et DT6*

Dans le cadre de la rénovation de la Fermeuse de boîtes, l'entreprise a décidé de changer aussi le moteur du convoyeur principal.

### Question D.1-

En fonction de la plaque signalétique du nouveau moteur représentée ci-dessous et du schéma de puissance(DT6), retrouver la puissance nominale du moteur **Pu**.



$$P_{abs} = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos \varphi = \sqrt{3} \cdot 400 \cdot 4,7 \cdot 0,9 = 2931 \text{ W}$$

$$\eta = P_u / P_{abs} \text{ donc } P_u = P_{abs} \cdot \eta = 2931 \cdot 0,75 \text{ d'où } P_u = 2198 \text{ W}$$

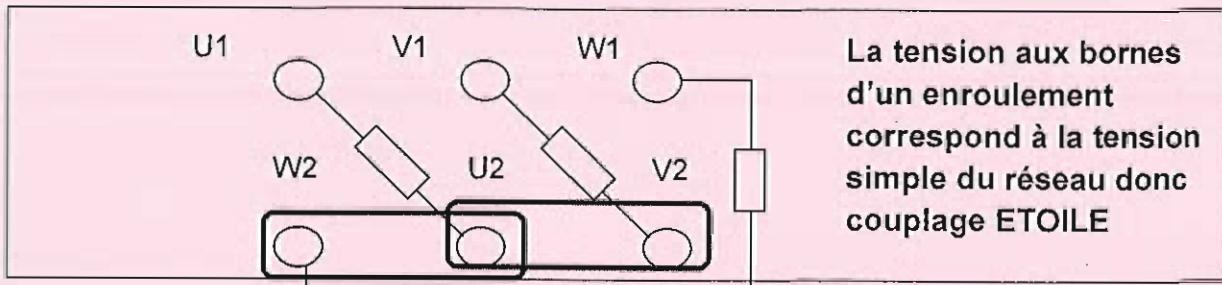
### Question D.2-

Quel est le nombre de paires de pôles de ce moteur ? Justifier.

$$n_s = f/p \text{ donc } p = f/n_s = 50 / (1500 / 60) \text{ d'où } p = 2$$

### Question D.3-

Sachant que l'alimentation se fait par le réseau 3\*400V, compléter la plaque à bornes dans le cas d'un démarrage direct. Justifier le couplage.



#### Question D.4-

Afin de pouvoir varier les cadences de production et donc la vitesse du convoyeur principal, un variateur de fréquence vient commander ce moteur.

Choisir la gamme des références du variateur de vitesse (DT3) à installer en fonction des caractéristiques du moteur (plaqué signalétique et DT6) et du réseau. Justifier.

Réseau 3\*400V      VLT 2805-2882 380-480V  
Moteur 3\*400V(Etoile)

#### Question D.5-

Que vaut la tension de sortie du variateur ? Est-elle compatible avec le couplage effectué précédemment ? Justifier.

Tension nominale de sortie variateur 0 à 100% tension secteur, OK.  
Le couplage ETOILE est toujours correct.

#### Question D.6-

Est-il nécessaire d'installer un relais thermique pour la protection du moteur ? Justifier(DT3,4 et 5).

La protection thermique est assurée par le variateur donc nul besoin de rajouter de Relais Thermique.

#### Question D.7-

Remplir le tableau suivant correspondant à certains paramètres du variateur en tenant compte des caractéristiques du moteur. (DT6)

Paramètres	Signification	Valeur
102	Puissance moteur	2,2
103	Tension moteur	400
104	Fréquence moteur	50
105	Courant moteur	4,7
106	Vitesse Nominale	1410

## Partie E- SÉCURITÉ DES PERSONNES CONTRE LES RISQUES ÉLECTRIQUES

→ Document technique à consulter : DT6

**Question E.1-**

D'après le schéma de puissance DT 6 de la Fermeuse, donner le régime de Neutre, la signification.

Régime IT : I=Neutre impédant ; T=Masses reliées entre elles et à la Terre.

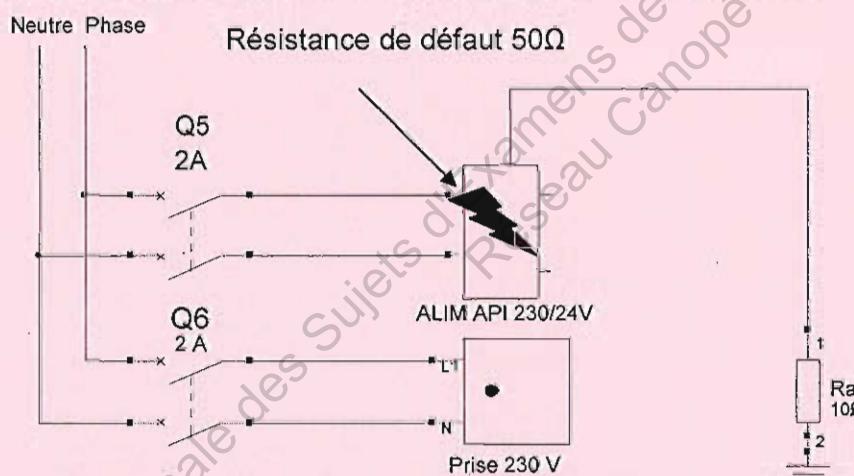
**Question E.2-**

Quels sont les avantages et les inconvénients de ce régime de Neutre ?

Avantages : pas de déclenchement au 1<sup>er</sup> défaut, continuité de service.

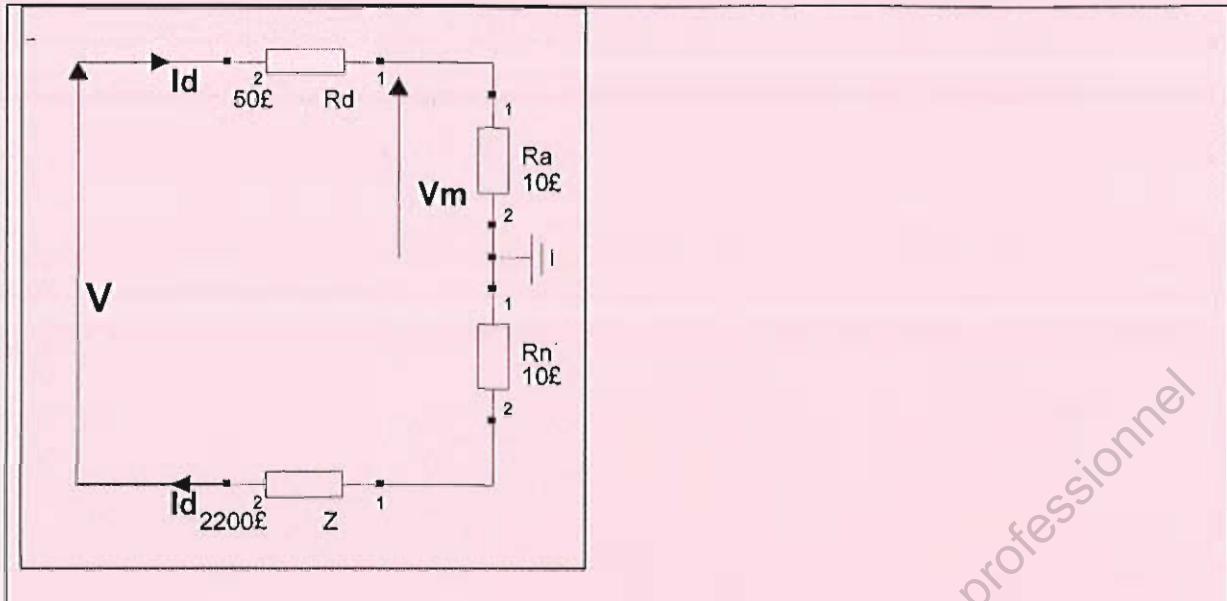
## **Inconvénients : personnel qualifié et de permanence**

Un défaut d'isolement  $R_d=50\Omega$  se produit sur l'alimentation de l'API 230V/24V entre la phase et la Masse conformément au schéma ci-dessous :



**Question E.3-**

Représenter le schéma équivalent de la boucle de défaut en insérant : Ph, N, Rd, Ra, Rn et Z.



#### Question E.4-

Calculer la valeur du courant de défaut  $Id$  parcourant cette boucle.

$$Id = V / (Rd + Ra + Rn + Z) = 230 / (50 + 10 + 10 + 2200) \text{ d'où } Id = 0,1 \text{ A}$$

#### Question E.5-

Calculer le potentiel de la masse  $Vm$ . Y-a-t-il danger pour les personnes sachant que c'est un local sec ?

$$Vm = Ra * Id = 10 * 0,1 = 1 \text{ V} < 50 \text{ V} (\text{local sec}) \text{ d'où pas de danger}$$

#### Question E.6-

Que faut-il faire avant qu'un deuxième défaut apparaisse ?

Il faut faire intervenir une équipe de maintenance afin d'éliminer au plus vite le défaut.

#### Question E.7-

Quel est le risque si un deuxième défaut apparaît avant que le premier n'ait été éliminé ?

Risque de court-circuit sur l'installation, déclenchement des appareils de protection et donc coupure de l'installation.

Copyright © 2026 FormaV. Tous droits réservés.

Ce document a été élaboré par FormaV® avec le plus grand soin afin d'accompagner chaque apprenant vers la réussite de ses examens. Son contenu (textes, graphiques, méthodologies, tableaux, exercices, concepts, mises en forme) constitue une œuvre protégée par le droit d'auteur.

Toute copie, partage, reproduction, diffusion ou mise à disposition, même partielle, gratuite ou payante, est strictement interdite sans accord préalable et écrit de FormaV®, conformément aux articles L.111-1 et suivants du Code de la propriété intellectuelle. Dans une logique anti-plagiat, FormaV® se réserve le droit de vérifier toute utilisation illicite, y compris sur les plateformes en ligne ou sites tiers.

En utilisant ce document, vous vous engagez à respecter ces règles et à préserver l'intégrité du travail fourni. La consultation de ce document est strictement personnelle.

Merci de respecter le travail accompli afin de permettre la création continue de ressources pédagogiques fiables et accessibles.

Copyright © 2026 FormaV. Tous droits réservés.

Ce document a été élaboré par FormaV® avec le plus grand soin afin d'accompagner chaque apprenant vers la réussite de ses examens. Son contenu (textes, graphiques, méthodologies, tableaux, exercices, concepts, mises en forme) constitue une œuvre protégée par le droit d'auteur.

Toute copie, partage, reproduction, diffusion ou mise à disposition, même partielle, gratuite ou payante, est strictement interdite sans accord préalable et écrit de FormaV®, conformément aux articles L.111-1 et suivants du Code de la propriété intellectuelle. Dans une logique anti-plagiat, FormaV® se réserve le droit de vérifier toute utilisation illicite, y compris sur les plateformes en ligne ou sites tiers.

En utilisant ce document, vous vous engagez à respecter ces règles et à préserver l'intégrité du travail fourni. La consultation de ce document est strictement personnelle.

Merci de respecter le travail accompli afin de permettre la création continue de ressources pédagogiques fiables et accessibles.