

DANS CE CADRE

Académie :	Session :
Examen :	Série :
Spécialité/option :	Repère de l'épreuve :
Epreuve/sous épreuve :	
NOM :	
(en majuscule, suivi s'il y a lieu, du nom d'épouse)	
Prénoms :	N° du candidat
Né(e) le :	(le numéro est celui qui figure sur la convocation ou liste d'appel)

NE RIEN ÉCRIRE

Appréciation du correcteur

Note :

Il est interdit aux candidats de signer leur composition ou d'y mettre un signe quelconque pouvant indiquer sa provenance.

## ASSISTANCE TECHNIQUE D'INGÉNIEUR

### ÉPREUVE E.4 : ÉTUDE D'UN SYSTÈME PLURITECHNOLOGIQUE

Sous épreuve : Vérifications des performances mécaniques  
et électriques d'un système pluritechnologique

Unité U42

### DOSSIER REPONSE

# LIGNE DE CONDITIONNEMENT DE YAOURTS BI-COMPARTIMENTS

Ce dossier comprend les documents DR1 à DR18

## NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

L'entreprise SENAGRAL a des perspectives de développement sur la gamme des emballages bi-compartiments.

Devant le succès de ce type de produit, l'entreprise doit faire face à une hausse d'activité.

Une amélioration des performances de la ligne de conditionnement est indispensable pour répondre à la demande. Pour cela, les points les plus pénalisants ont été mis en évidence et les modifications techniques correspondantes doivent être étudiées.

Deux problématiques seront traitées en priorité :

- D'une part, l'augmentation de la cadence de production du convergeur et du convoyeur en sortie lorsque la zone d'accumulation en amont est saturée.
- D'autre part, le problème de préhension des pots au niveau du convergeur.

La démarche sera menée selon les étapes suivantes :

- Lecture du sujet *10 min*
- Mise en place d'un détecteur ⇒ **PARTIE A**  
*15 min*
- Augmentation de la vitesse de déplacement du convergeur ⇒ **PARTIE B**  
*40 min*
- Augmentation de la vitesse du convoyeur ⇒ **PARTIE C**  
*60 min*
- Problème de préhension des pots ⇒ **PARTIE D**  
*55 min*

*Les différentes parties peuvent être traitées indépendamment les unes des autres.*

BTS Assistance Technique d'Ingénieur	Code : 16-ATVPM-ME1	Session 2016	SUJET
U42 DOCUMENT REPONSES	Durée : 3 h	Coefficient : 3	Page DR1/18

# NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

## **PARTIE A – Mise en place d'un détecteur**

Afin d'améliorer les performances de la ligne de conditionnement, l'entreprise souhaite augmenter la cadence de production du convergeur ainsi que la vitesse du convoyeur en sortie lorsque la zone d'accumulation en amont est saturée. Pour cela, il faut dans un premier temps mettre en place un détecteur permettant de signaler cette saturation.

### **A-1 Choix du détecteur**

**A.1.1**

Document à consulter : **DT2**

**Déterminer le type de détecteur à mettre en place, justifier le choix.**

Cadre réponse

Type :

**A.1.2**

Document à consulter : **DT3**

**Déterminer la référence du détecteur sachant que l'on est en « logique positive ».**

Cadre réponse

Référence :

### **A-2 Câblage du détecteur**

**A.2.1**

Document à consulter : **DT3**

**Donner le type de carte automate sur laquelle devra être raccordé le détecteur.**  
(Exemple : carte d'entrées analogiques, carte de sorties TOR, ...)

Cadre réponse

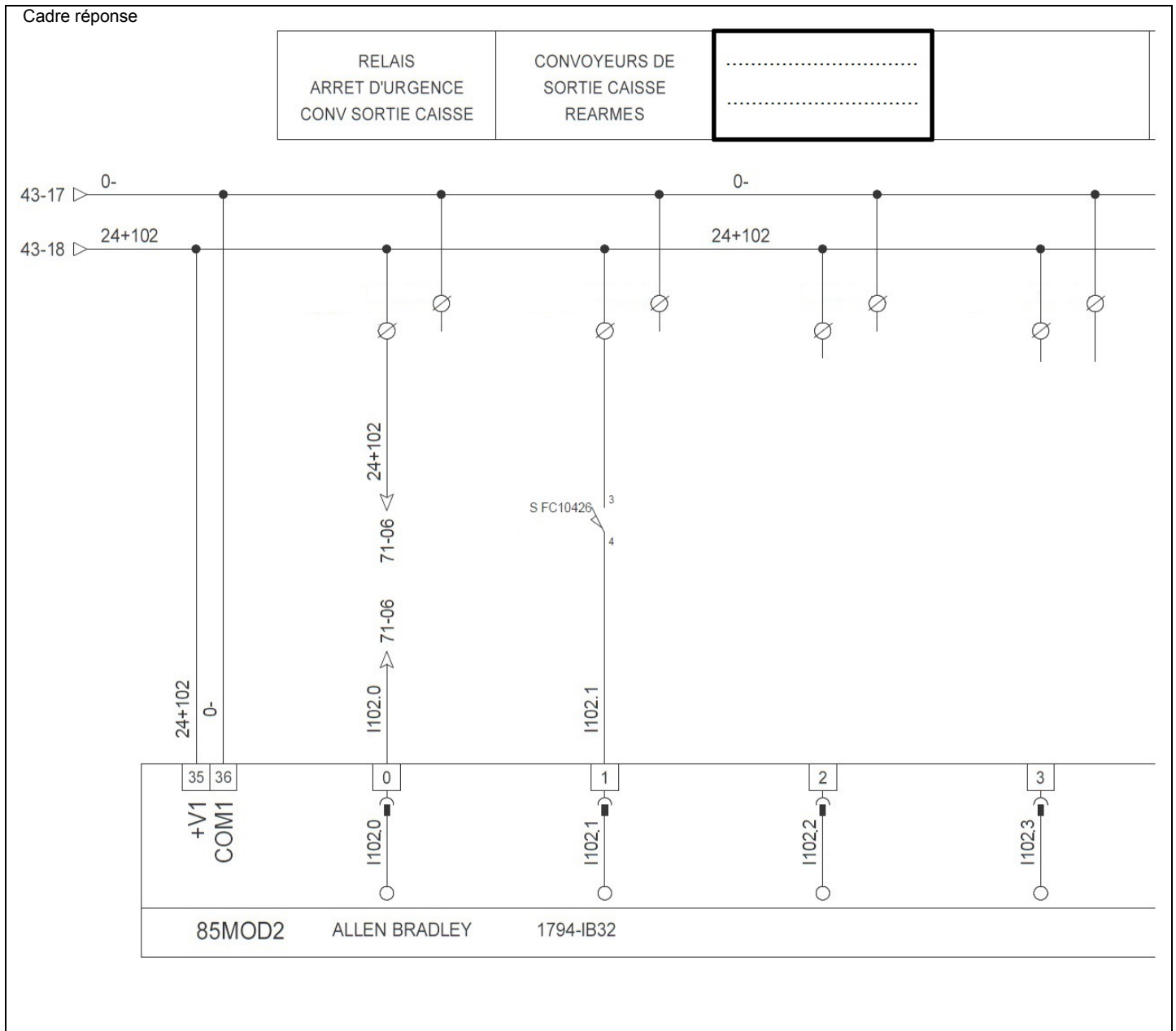
Type de carte :

# NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

**A.2.2**

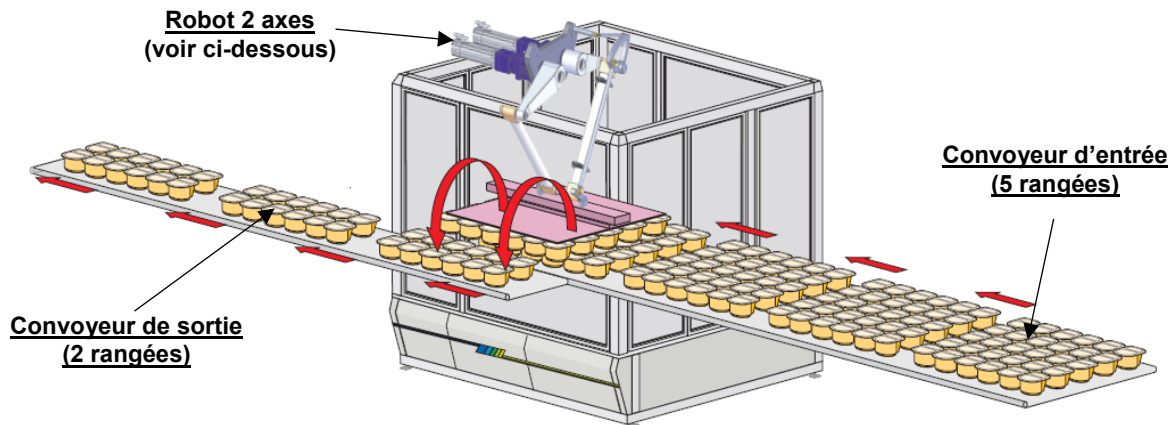
Document à consulter : **DT3**

- Compléter le schéma électrique suivant avec le détecteur 3 fils choisi, sachant que la variable I102.2 correspondra à « Zone d'accumulation saturée ».
- Ecrire l'intitulé correspondant sur le schéma électrique.



# NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

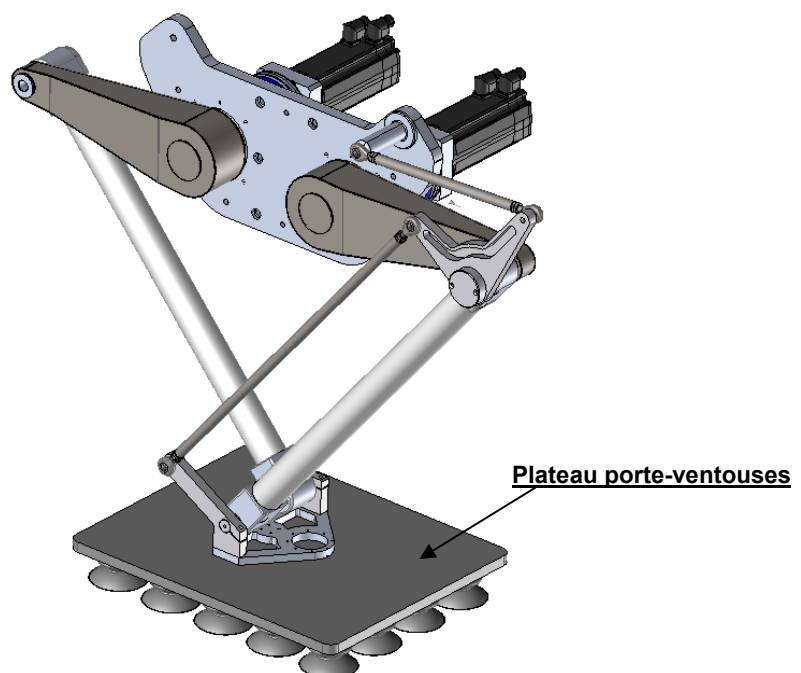
## PARTIE B – Augmentation de la vitesse de déplacement du convergeur



Le convergeur ci-dessus permet la séparation des yaourts par l'intermédiaire d'un robot 2 axes de marque Codian. Afin d'accélérer la cadence de production, sa vitesse de déplacement doit être augmentée.

Le robot manipulateur Codian Robotics D2-1000 est un robot Delta 2 axes, idéal pour beaucoup d'opérations de transfert par le haut. Les performances élevées de ce robot résultent d'une conception éprouvée et robuste faisant intervenir un minimum de pièces mécaniques.

robot Codian Robotics D2-1000

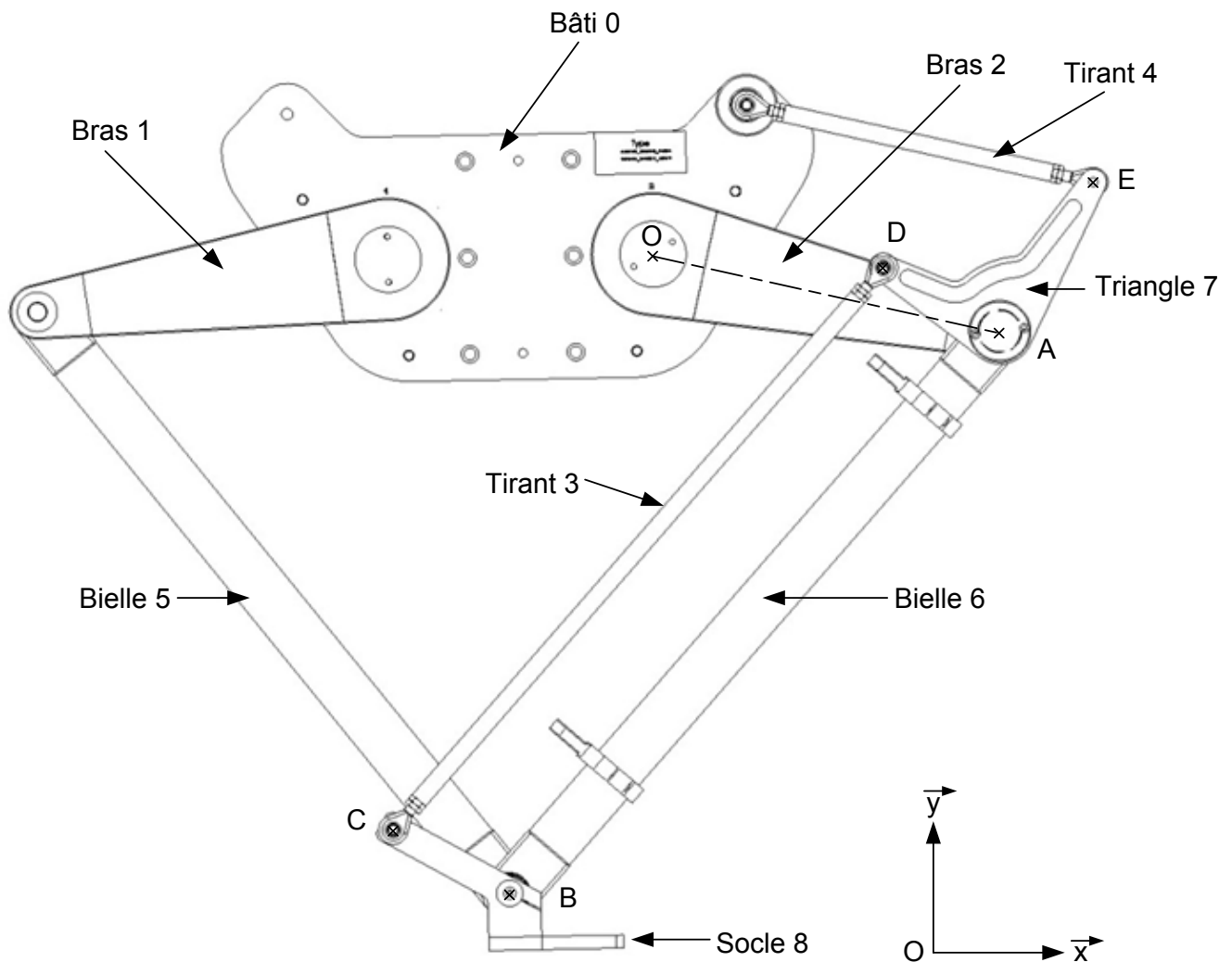


BTS Assistance Technique d'Ingénieur	Code : 16-ATVPM-ME1	Session 2016	SUJET
U42 DOCUMENT REPONSES	Durée : 3 h	Coefficient : 3	Page DR4/18

# NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

A l'extrémité de ce robot se trouve un plateau porte-ventouses fixé au socle 8. (voir dessin page précédente)

Le plateau porte-ventouses saisit 5 rangées sur le convoyeur d'entrée puis dépose les yaourts sur le convoyeur de sortie.



Echelle : 1 : 10

Les mouvements se font dans le plan  $(O, x, y)$

Les liaisons aux points  $O, A, B, C, D, E$  sont des liaisons pivots d'axe  $\vec{z}$

BTS Assistance Technique d'Ingénieur	Code : 16-ATVPM-ME1	Session 2016	SUJET
U42 DOCUMENT REPONSES	Durée : 3 h	Coefficient : 3	Page DR5/18

# NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

## B-1 Analyse graphique

Afin de déterminer la course du plateau ventouse du robot, on demande :

**B.1.1**

Sur le dessin de la page précédente (DR 5/18) à l'échelle 1 :10, représenter la trajectoire du point A appartenant à la pièce 2 par rapport au bâti 0. On la notera  $T_{A2/0}$

**B.1.2**

Représenter l'axe OA du bras 2 ayant fait une rotation de  $45^\circ$  dans le sens horaire.

**B.1.3**

En déduire le point A' (nouvelle position de A après rotation).

**B.1.4**

En déduire le point B' (nouvelle position de B) sachant que le plateau porte ventouse **se trouve sur une même horizontale**.

**B.1.5**

Mesurer la distance BB' : (remarque : ABCD est un parallélogramme déformable)

Cadre réponse

**B.1.6**

Donner la distance réelle en tenant compte de l'échelle :

Cadre réponse

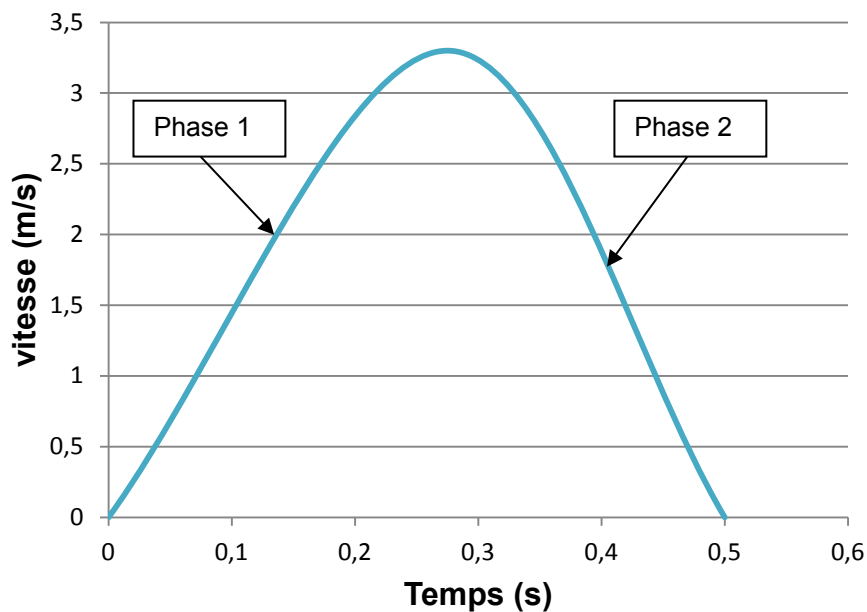
# NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

## B-2 Cinématique

Pour les questions suivantes, on prendra une valeur de déplacement du plateau ventouse du robot de 530 mm.

Le diagramme des vitesses ci-dessous est extrait de la documentation du Codian D2-1000 :

**DIAGRAMME DES VITESSES DU ROBOT**



**B.2.1**

Tracer et relever sur le diagramme ci-dessus la vitesse maximale du robot :

Cadre réponse

$V_{\max} =$

**B.2.2**

Tracer puis relever le temps que met le robot pour arriver à cette vitesse :

Cadre réponse

$t =$



## NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

**B.2.3**

Déterminer alors l'accélération « a » de la phase 1 :

Cadre réponse

a =

**B.2.4**

Afin d'augmenter la cadence de production, on décide d'augmenter au maximum l'accélération du robot. Sa valeur maximum est de  $21,4 \text{ m/s}^2$ .

Calculer le nouveau temps mis par le robot pour effectuer la même course de 530 mm.

*rappel* :  $d = \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2$

Cadre réponse

t =

**B.2.5**

Calculer le gain de temps grâce à la nouvelle accélération et l'exprimer en pourcentage.

Cadre réponse

temps gagné =

temps gagné en % =

**B.2.6**

Le cahier des charges imposait une diminution du temps de déplacement de 15 %. En fonction du gain trouvé précédemment, que peut-on conclure ?

Cadre réponse

# NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

## PARTIE C – Augmentation de la vitesse des convoyeurs

La ligne de conditionnement est composée de plusieurs convoyeurs. Dans le cadre de notre étude, nous nous intéresserons uniquement au convoyeur à la sortie du convergeur. Lorsqu'il y a saturation, on souhaite passer de 300 pots/minute à 400 pots/minute afin de résorber l'accumulation. Pour cela, le tapis du convoyeur de sortie doit avancer à 0,75 m/s. Nous disposons d'un motoréducteur et d'un variateur de vitesse.

Le motoréducteur est en prise directe sur le rouleau de diamètre 250 mm qui entraîne le tapis.

### C-1 Détermination de la vitesse de rotation du moteur

C.1.1

**Déterminer la vitesse angulaire  $\omega_{SR}$  en rad/s nécessaire en sortie du motoréducteur.**

Cadre réponse

$\omega_{SR} =$

C.1.2

Document à consulter : **DT4**

**Déterminer la fréquence de rotation  $N_{SR}$  en tr/min nécessaire en sortie du motoréducteur ainsi que celle en sortie du moteur  $N_{SM}$**

Cadre réponse

$N_{SR} =$

$N_{SM} =$

C.1.3

Document à consulter : **DT4**

**Le motoréducteur actuel, dont la plaque signalétique est donnée dans les documents techniques, convient-il pour cette nouvelle fréquence de rotation ? Justifier.**

Cadre réponse

# NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

## C-2 Vérification de l'association motoréducteur - variateur

**C.2.1**

Documents à consulter : **DT4 et DT5**

**Déterminer en justifiant la référence du variateur**, sachant que le réseau d'alimentation est en triphasé 400 V.

Cadre réponse

Référence :

**C.2.2**

Documents à consulter : **DT4 et DT5**

**Déterminer le couplage du moteur. Justifier.**

Cadre réponse

Couplage :

**C.2.3**

Document à consulter : **DT4**

**Calculer l'intensité du courant consommée par le moteur en régime nominal.**

Cadre réponse

$I_n =$

**C.2.4**

Document à consulter : **DT6**

**Déterminer la référence du disjoncteur à mettre en amont du variateur. Préciser la nature des défauts contre lesquels il protège.**

Cadre réponse

Référence :

Nature des défauts :

# NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

## C-3 Détermination des nouveaux paramètres du variateur

C.3.1

**Quelle grandeur permet de faire varier la vitesse d'un moteur asynchrone ? Justifier.**

Cadre réponse

C.3.2

Sachant que la consigne variateur doit être de 50 Hz pour que le moteur tourne à 1400 tr/min, **déterminer la consigne « grande vitesse » nécessaire pour que le tapis avance à 0,75 m/s.**

Cadre réponse

C.3.3

Document à consulter : **DT7**

**Compléter le tableau des paramètres suivant**, sachant que la consigne petite vitesse est de 30 Hz (elle est obtenue à partir des fréquences présélectionnées), que l'on sera en commande 2 fils et que les arrêts se feront en roue libre.

Paramètre	Désignation	Valeur
P031	Tension nominale variateur	400 V
P032	Fréquence	
P033	Réglage protection surcharge	
P036	Source de démarrage	
P037	Mode d'arrêt	
A051 / A052	Sélection entrées digitales 1 et 2	
A070	Fréquence présélectionnée : vitesse minimum	0 Hz
A071		30 Hz
A072	Fréquence présélectionnée : grande vitesse	

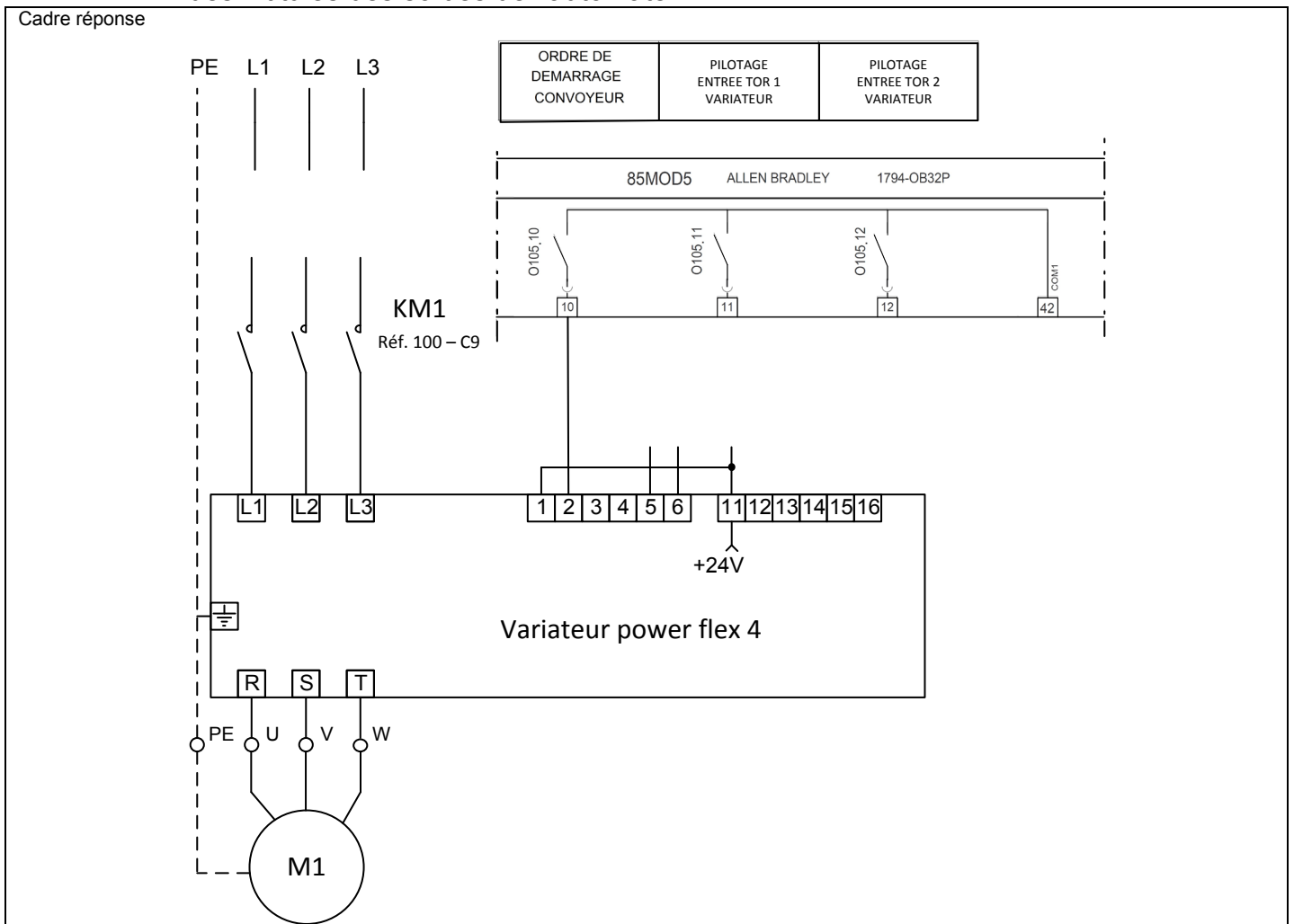
# NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

## C-4 Câblage du variateur

**C.4.1**

Documents à consulter : **DT6, DT7 et DT8**

**Compléter le schéma électrique suivant** (puissance et commande) en vous servant des intitulés des sorties de l'automate.



**C.4.2**

Documents à consulter : **DT7, DT8** et question **C3.3**

**Déterminer l'état des sorties O105.11 et O105.12 permettant d'obtenir la petite vitesse et la grande vitesse. Compléter le tableau (Etat : 0 ou 1).**

Cadre réponse

	Petite vitesse	Grande vitesse
Etat sortie O105.11		
Etat sortie O105.12		

# NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

## PARTIE D – Problème de préhension des pots

Depuis peu, des problèmes de préhension des pots provoquent des arrêts de production et une détérioration des pots.

La cause semblerait provenir de chocs lors de la dépose des pots sur la ligne de sortie par le robot. Le service maintenance a constaté que le plateau porte-ventouses n'est plus horizontal, ce qui engendre une hauteur de chute trop importante. La clavette assurant la liaison entre le moteur et le bras 2 participe à l'horizontalité du plateau. (voir dessin DR5)

### D-1 Résistance de la clavette

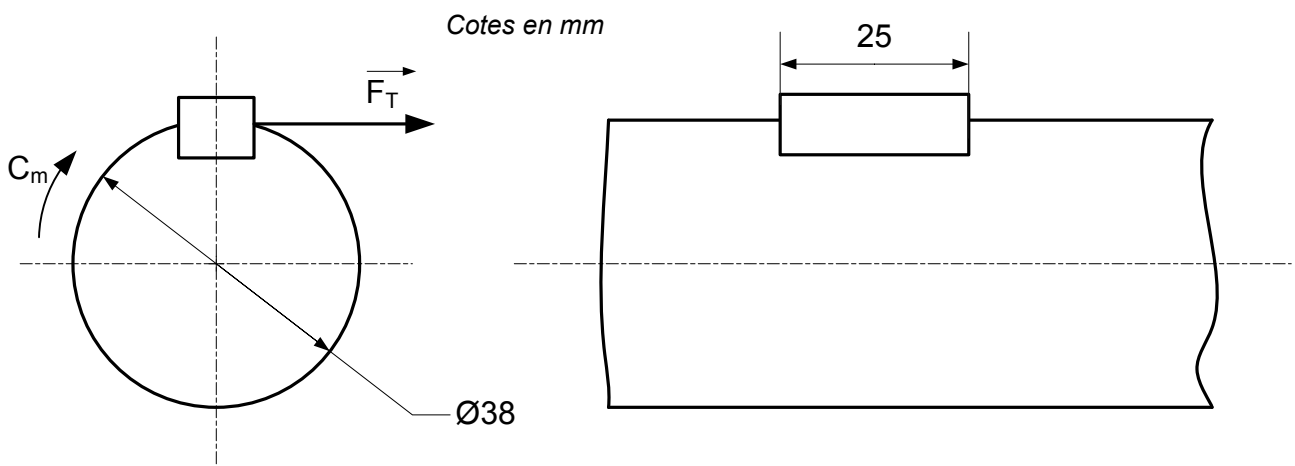
D.1.1

Document à consulter : DT9

Le moteur qui actionne le bras 2 est un moteur brushless (référence AKM74), donner son couple maximal :

Cadre réponse

$C_{max} =$



D.1.2

En fonction du couple trouvé précédemment, calculer l'effort tangentiel  $F_T$  :

Rappel :  $C = F_T \times R$

Cadre réponse

$F_T =$

BTS Assistance Technique d'Ingénieur	Code : 16-ATVPM-ME1	Session 2016	SUJET
U42 DOCUMENT REPONSES	Durée : 3 h	Coefficient : 3	Page DR13/18

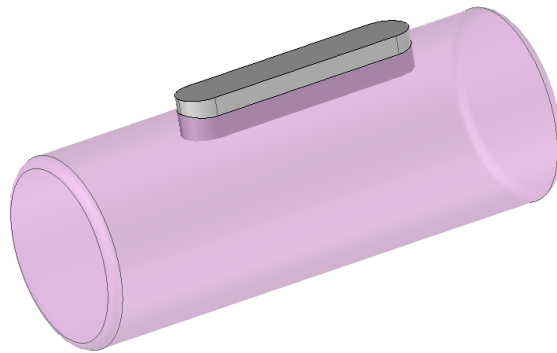
# NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

**D.1.3**

La liaison entre le moteur et le bras 2 est réalisée par l'intermédiaire d'une clavette parallèle de forme A montée légèrement serrée dans l'arbre.

En Résistance Des Matériaux, la clavette est soumise à du matage et à du cisaillement. La contrainte prédominante étant celle du matage.

Sur le dessin ci-dessous, colorier la surface matée de la clavette. Cette surface correspond à la zone de contact entre la clavette et le moyeu rainuré (non représenté ici).



**D.1.4**

Document à consulter : **DT10**

Choisir les dimensions normalisées de la clavette :

Cadre réponse

a =

b =

La longueur de la clavette choisie par le fabricant du moteur est de  $L = 25 \text{ mm}$ .

**D.1.5**

Document à consulter : **DT10**

Calculer la cote k :

Cadre réponse

k =

**D.1.6**

Document à consulter : **DT10**

En déduire la cote m :

Cadre réponse

m =

BTS Assistance Technique d'Ingénieur	Code : 16-ATVPM-ME1	Session 2016	SUJET
U42 DOCUMENT REPOSES	Durée : 3 h	Coefficient : 3	Page DR14/18

## NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

**D.1.7**

Calculer la longueur de la clavette en contact avec le moyeu : (rayons clavette = 5 mm)

Cadre réponse

$c =$

**D.1.8**

Calculer alors la surface matée de la clavette :

Cadre réponse

$S =$

**D.1.9**

Déterminer la pression de matage ( $P_m$ ) de la clavette :

Rappel :  $P_m = F_T / S$                       On prendra  $F_T = 7\,500\text{ N}$

Cadre réponse

$P_m =$

**D.1.10**

La pression admissible de ce type de clavette est de 130 MPa, la clavette résistera-t-elle ?

Cadre réponse

Que peut-on en conclure quant à l'horizontalité du plateau ?

Cadre réponse



# NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

## D-2 Recherche de références standards

D.2.1

Documents à consulter : **DT11 et DR13**

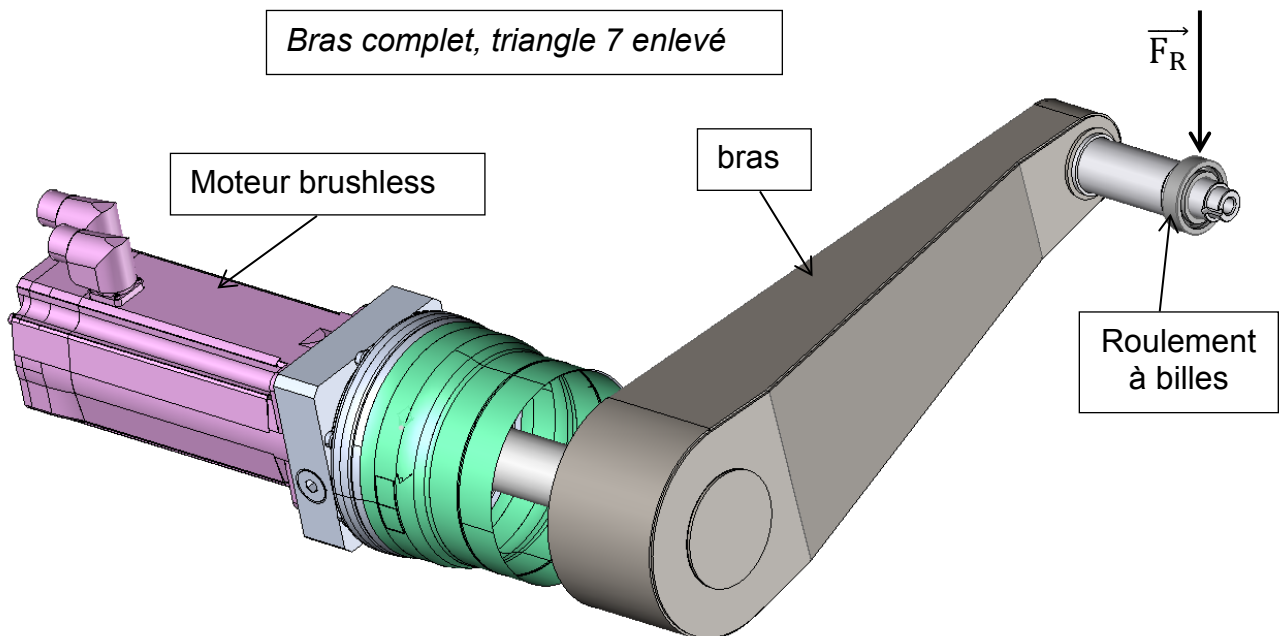
Au vu des résultats précédents, il a été décidé de remplacer la clavette de l'arbre moteur par une frette de serrage sans réduire le diamètre de l'arbre moteur.

Donner la référence de la frette pouvant convenir à la liaison entre le moteur et le bras du robot :

Cadre réponse

Référence =

L'augmentation de la cadence de production va **réduire la durée de vie du roulement** situé à l'extrémité du bras (voir ci-dessous). De ce fait, le service maintenance devra tenir un stock suffisant de roulements à billes.



D.2.2

Documents à consulter : **DT14 et DT15**

Le diamètre extérieur du roulement étant de 47 mm, donner la référence de ce roulement :

Cadre réponse

Référence :

BTS Assistance Technique d'Ingénieur	Code : 16-ATVPM-ME1	Session 2016	SUJET
U42 DOCUMENT REPONSES	Durée : 3 h	Coefficient : 3	Page DR16/18

# NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

## D-3 Détermination de durée de vie

L'entreprise souhaite connaître la nouvelle durée de vie du roulement situé à l'extrémité du bras. Pour ce roulement la durée de vie souhaitée est de 7 000 heures de fonctionnement avec une fiabilité de 90 %.

On supposera que l'effort  $\vec{F}_R$  exercé sur le roulement à billes est purement radial (voir DR16). Cet effort est évalué à **950 N**.

**D.3.1**

Document à consulter : **DT12**

Déterminer la valeur de la charge radiale dynamique P pour le calcul de la durée de vie de roulement :

Cadre réponse

P =

**D.3.2**

Document à consulter : **DT14**

Relever dans le tableau, la charge dynamique de base C pour le roulement choisi en D.2.2 :

Cadre réponse

C =

**D.3.3**

Document à consulter : **DT12**

Calculer la durée de vie nominale  $L_{10}$  (en millions de tours) :

Cadre réponse

$L_{10}$  =

**D.3.4**

Document à consulter : **DT12**

Calculer la durée de vie nominale  $L_{10H}$  (en heures de fonctionnement) sachant que le moteur Brushless tourne à 1200 tr/min :

Cadre réponse

$L_{10H}$  =

BTS Assistance Technique d'Ingénieur	Code : 16-ATVPM-ME1	Session 2016	SUJET
U42 DOCUMENT REPONSES	Durée : 3 h	Coefficient : 3	Page DR17/18

## NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

**D.3.5**

Documents à consulter : **DT13 et DT14**

Le bras n'effectue sous charge que des mouvements de faible amplitude (pas de rotation complète). De ce fait, il faut également vérifier la charge statique  $C_0$  pour ce roulement. Au-delà de cette charge, les déformations des éléments roulants deviennent inadmissibles.

Déterminer la charge statique équivalente  $P_0$  :

Cadre réponse

$P_0 =$

**D.3.6**

Document à consulter : **DT13**

Relever le coefficient de sécurité statique sachant que le fonctionnement est « normal » et les performances sont « élevées » :

Cadre réponse

$S_0 =$

**D.3.7**

Documents à consulter : **DT13 et DT14**

Relever la valeur de  $C_0$  pour le roulement à billes :

Cadre réponse

$C_0 =$

**D.3.8**

Document à consulter : **DT13**

Conclure quant à la capacité de la charge statique du roulement :

Cadre réponse