

**Brevet de Technicien Supérieur**  
**ASSISTANCE TECHNIQUE D'INGÉNIEUR**

**ÉPREUVE E 4 : ÉTUDE D'UN SYSTEME PLURITECHNOLOGIQUE**

**Sous-Épreuve U42 : Vérifications des performances mécaniques et électriques d'un système pluritechnologique.**

**SESSION 2014**

**Durée : 3 heures**

**Coefficient : 3**

*Aucun document n'est autorisé.*

**Matériel autorisé :**

Calculatrice de poche, y compris les calculatrices programmables, alphanumériques ou à écran graphique, à condition que leur fonctionnement soit autonome et qu'il ne soit pas fait usage d'imprimante. (cf circulaire n°99-186 du 16 novembre 1999)

***Tout autre matériel est interdit.***

**Documents remis en début d'épreuve :**

- ▶ Dossier Présentation (vert)            DP1 à DP2
- ▶ Dossier Technique (jaune)            DT1 à DT12
- ▶ Dossier Réponse (blanc)            DR1 à DR19

**Documents à rendre en fin d'épreuve :**

- ▶ Dossier Réponse (blanc) complété

**Recommandations :**

- ▶ Il est indispensable de commencer par lire le **Dossier Présentation**.
- ▶ Pour chaque question du **Dossier Réponse** :
  - Il est impératif de se reporter préalablement aux pages repérées du **Dossier Technique**.
  - Les candidats formuleront les hypothèses qu'ils jugeront nécessaires.

# ACADÉMIE DE ROUEN

Rectorat  
Division des Examens et Concours  
25 rue de Fontenelle  
76037 ROUEN Cedex

## URGENCE SIGNALÉE

DE LA PART DE : Nathalie LE PAREUX  
Bureau des Brevets de Technicien Supérieur  
TÉL : 02.32.08.94.35  
FAX : 02.32.08.94.03

A : Tous centres

OBJET : BTS ASSISTANCE TECHNIQUE D'INGENIEUR

Epreuve U42Vérification des performances mécaniques

### INFORMATION A COMMUNIQUER AUX CANDIDATS

Dossier réponse page DR17/19 question C-8

Quel que soit le résultat trouvé à la question C-8 il faut lire :

Quel que soit le résultat trouvé à la question C-6

Dossier réponse page DR9/19 question B-1

« Le courant de démarrage  $I_{yd}$  en étoile et le courant de démarrage  $I_{\Delta d}$  en triangle »

il faut lire

« calculer le courant de démarrage  $I_{yd}$  en étoile et le courant de démarrage  $I_{\Delta d}$  en triangle »

DIFFUSION IMMÉDIATE AUX CANDIDATS oui

TEMPS SUPPLEMENTAIRE DE COMPOSITION ACCORDE : Non

# 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 PRESENTATION

# LIGNE DE CONDITIONNEMENT DE FLACONS DE PARFUM

**Ce dossier comprend le document DP1**

# LIGNE DE CONDITIONNEMENT DE FLACONS DE PARFUMS

**Les produits** : L'entreprise conditionne différents flacons de parfums sur sa ligne automatisée de conditionnement.

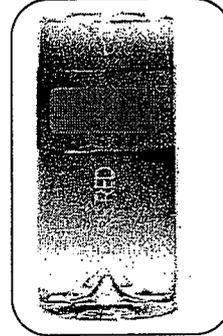
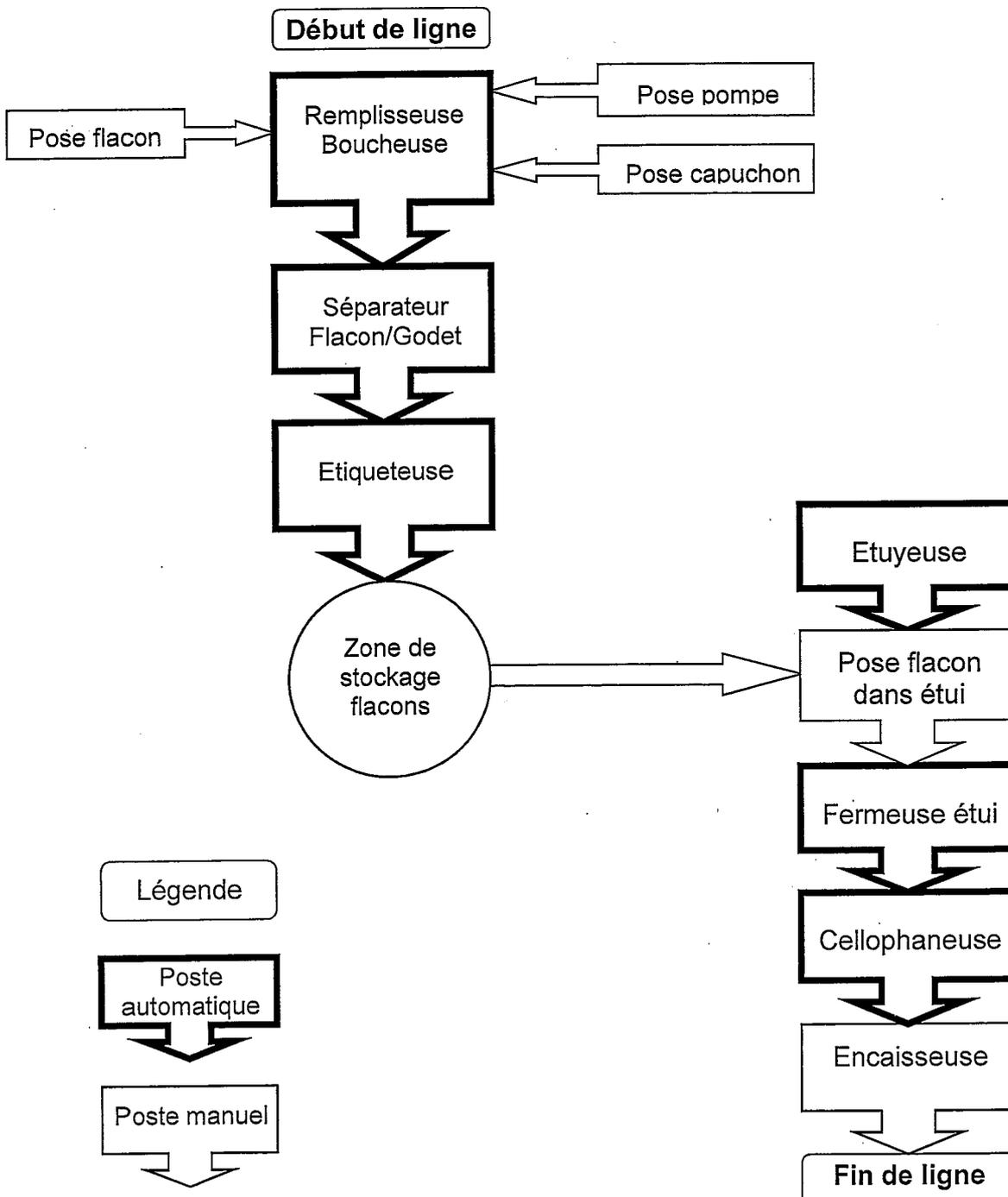


Diagramme des flux de la ligne de conditionnement



# **ASSISTANCE TECHNIQUE D'INGÉNIEUR**

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

**Sous épreuve : Vérifications des performances mécaniques  
et électriques d'un système pluri technologique**

**Unité U42**

### **DOSSIER TECHNIQUE**

# **LIGNE DE CONDITIONNEMENT DE FLACONS DE PARFUM**

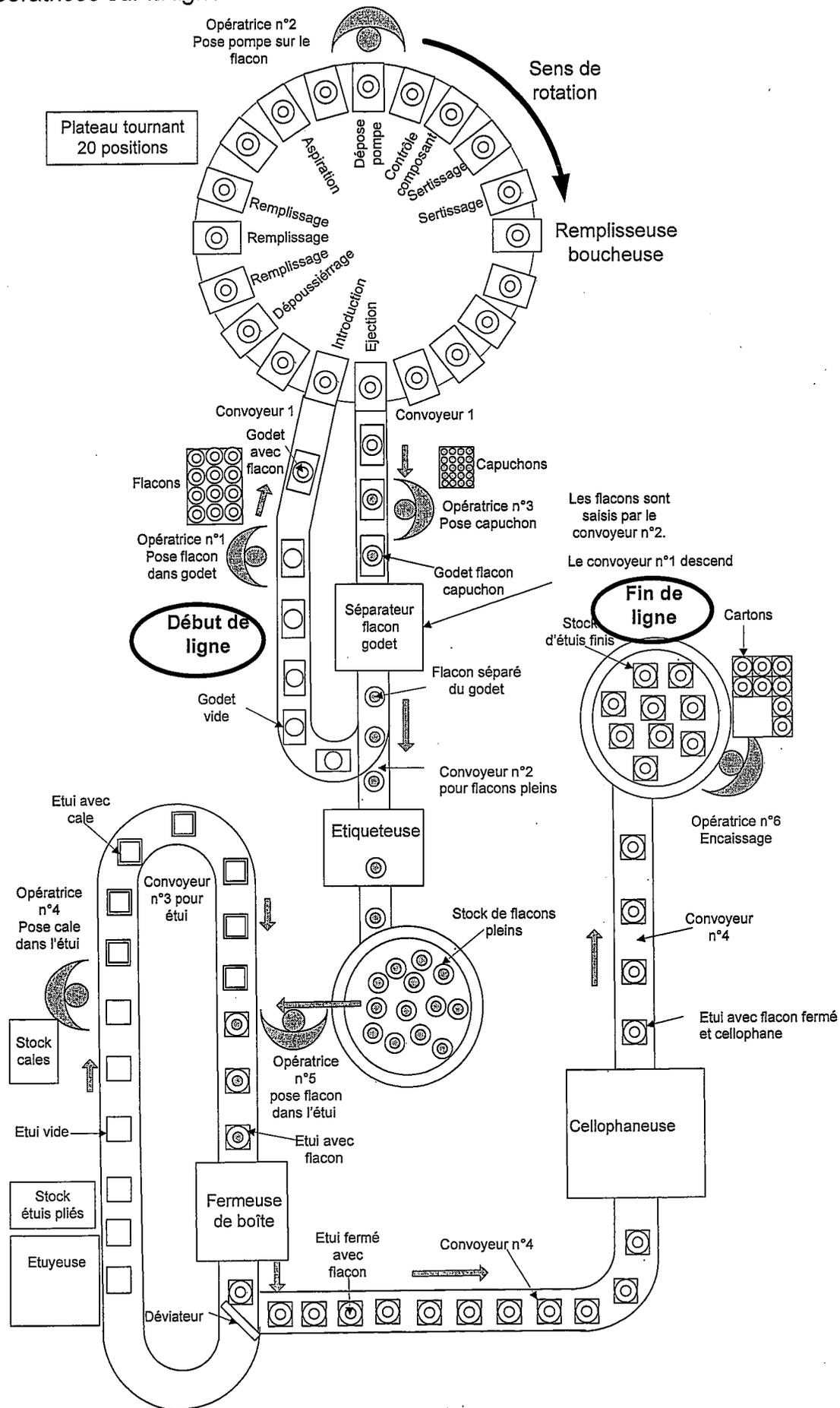
**Ce dossier comprend les documents DT1 à DT12**

<b>DT1</b>	<b>:</b>	<b>Sommaire (ce document)</b>
<b>DT2</b>	<b>:</b>	<b>Descriptif ligne de conditionnement</b>
<b>DT3</b>	<b>:</b>	<b>Descriptif circuit flacons (Remplis./Bouch.)</b>
<b>DT4</b>	<b>:</b>	<b>Descriptif circuit jus (pompes à clapets)</b>
<b>DT5</b>	<b>:</b>	<b>Organigramme circuit jus</b>
<b>DT6</b>	<b>:</b>	<b>Courbes de vitesse et d'accélération angulaire du plateau tournant de la Remplisseuse/Boucheuse (nouvelle condition de fonctionnement)</b>
<b>DT7</b>	<b>:</b>	<b>Références des moteurs 1500 min<sup>-1</sup> / 3000 min<sup>-1</sup></b>
<b>DT8</b>	<b>:</b>	<b>Références des embouts à rotules SKF</b>
<b>DT9</b>	<b>:</b>	<b>Variateur Moteur</b>
<b>DT10</b>	<b>:</b>	<b>Câblage variateur</b>
<b>DT11</b>	<b>:</b>	<b>Câblage variateur</b>
<b>DT12</b>	<b>:</b>	<b>Bus de terrain : MODBUS</b>

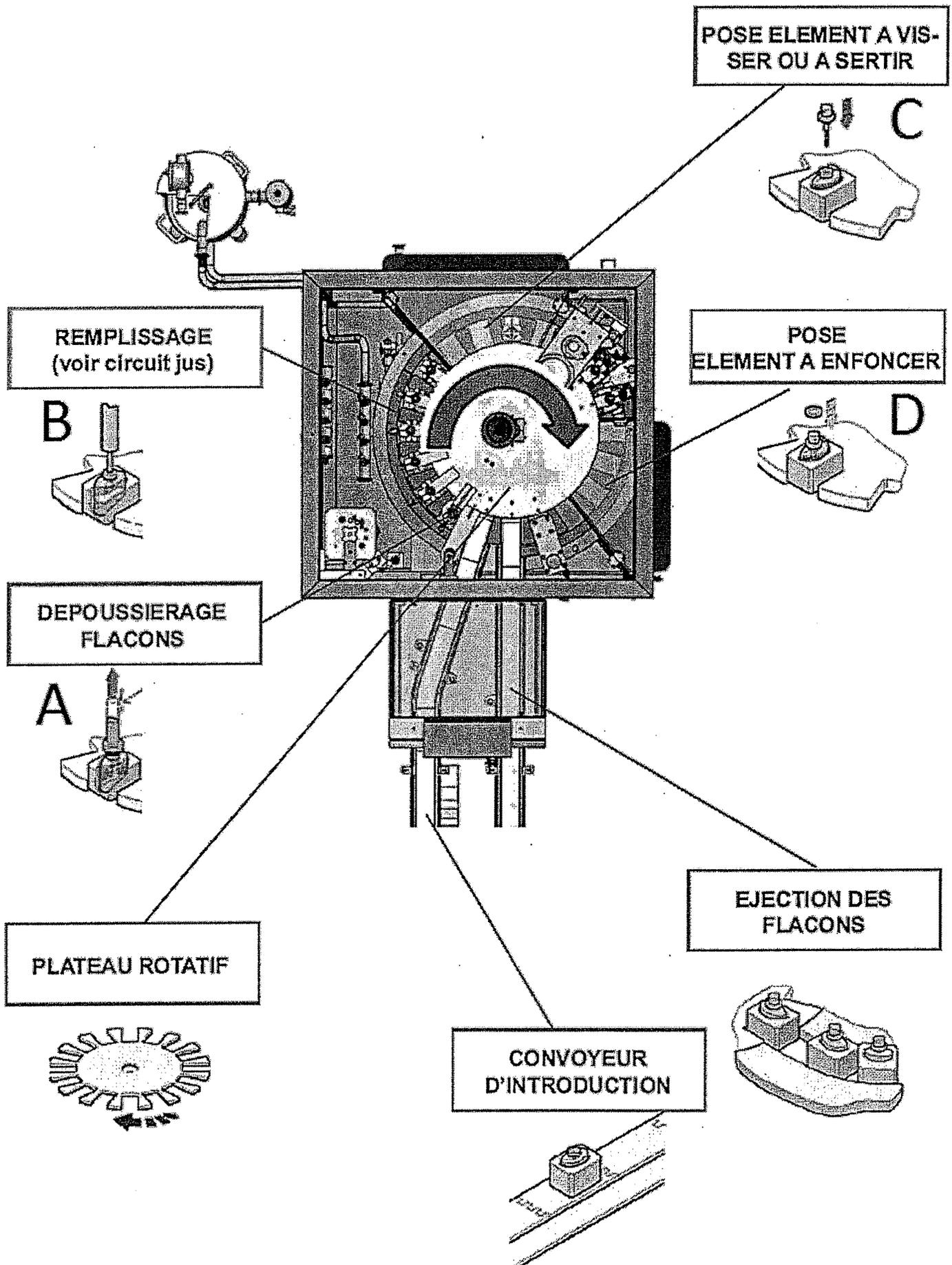
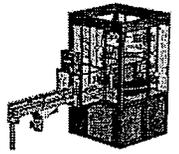
# Descriptif ligne de conditionnement



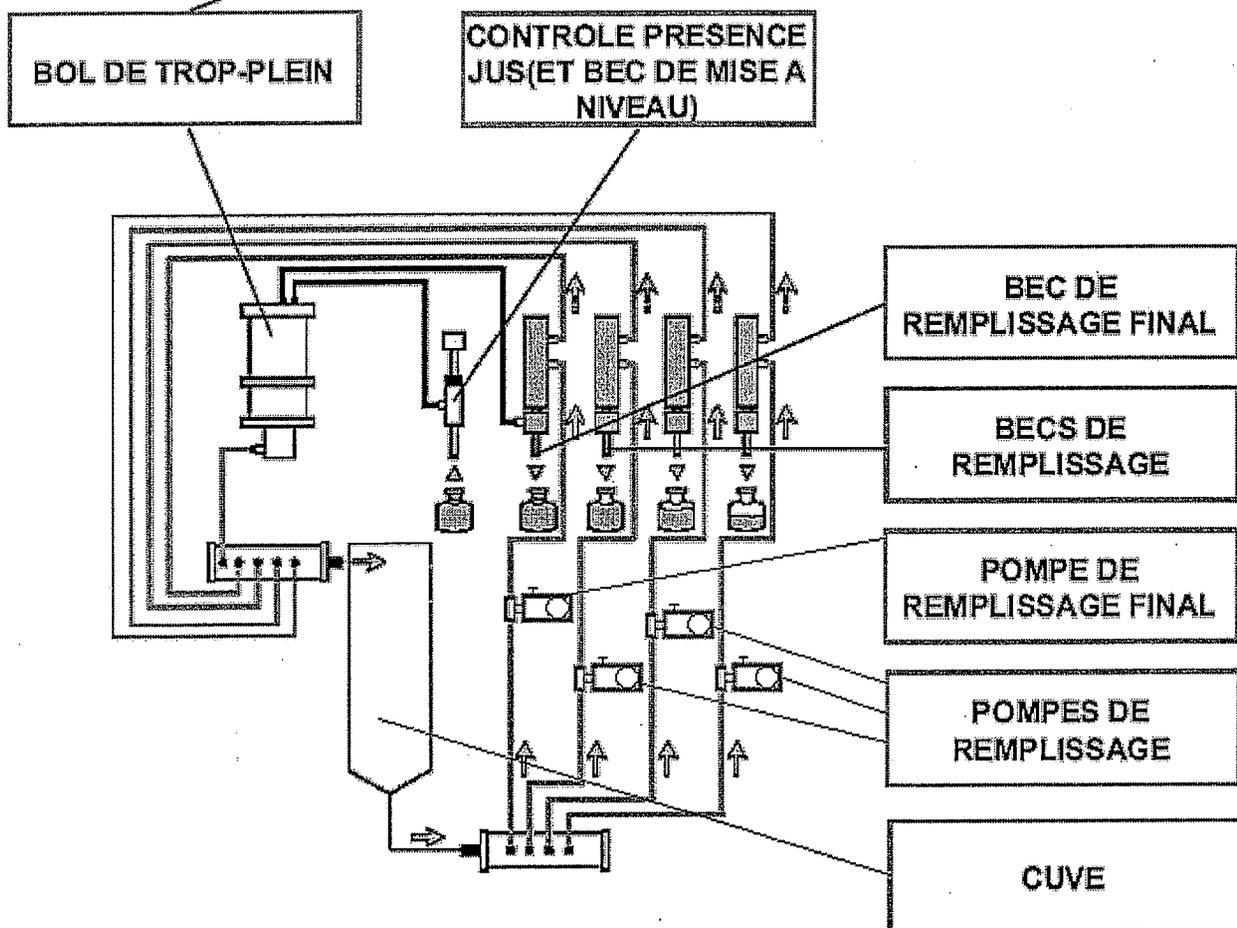
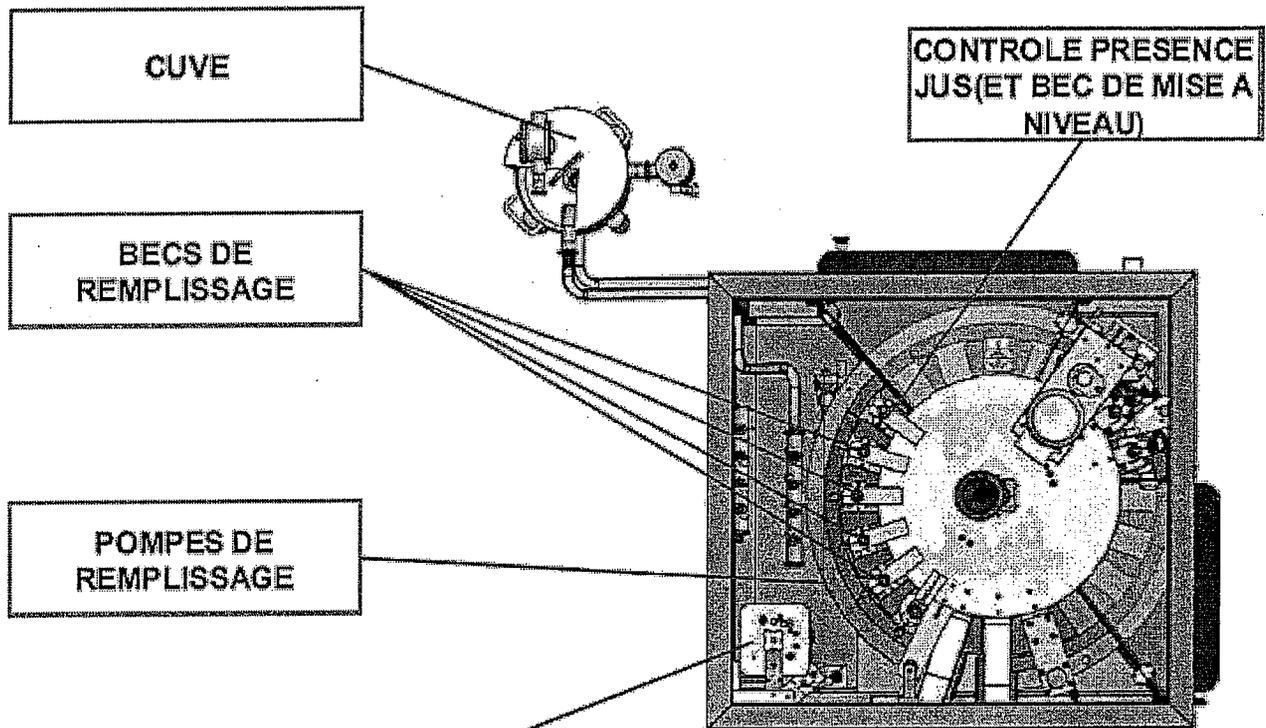
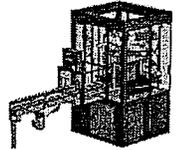
6 opératrices sur la ligne



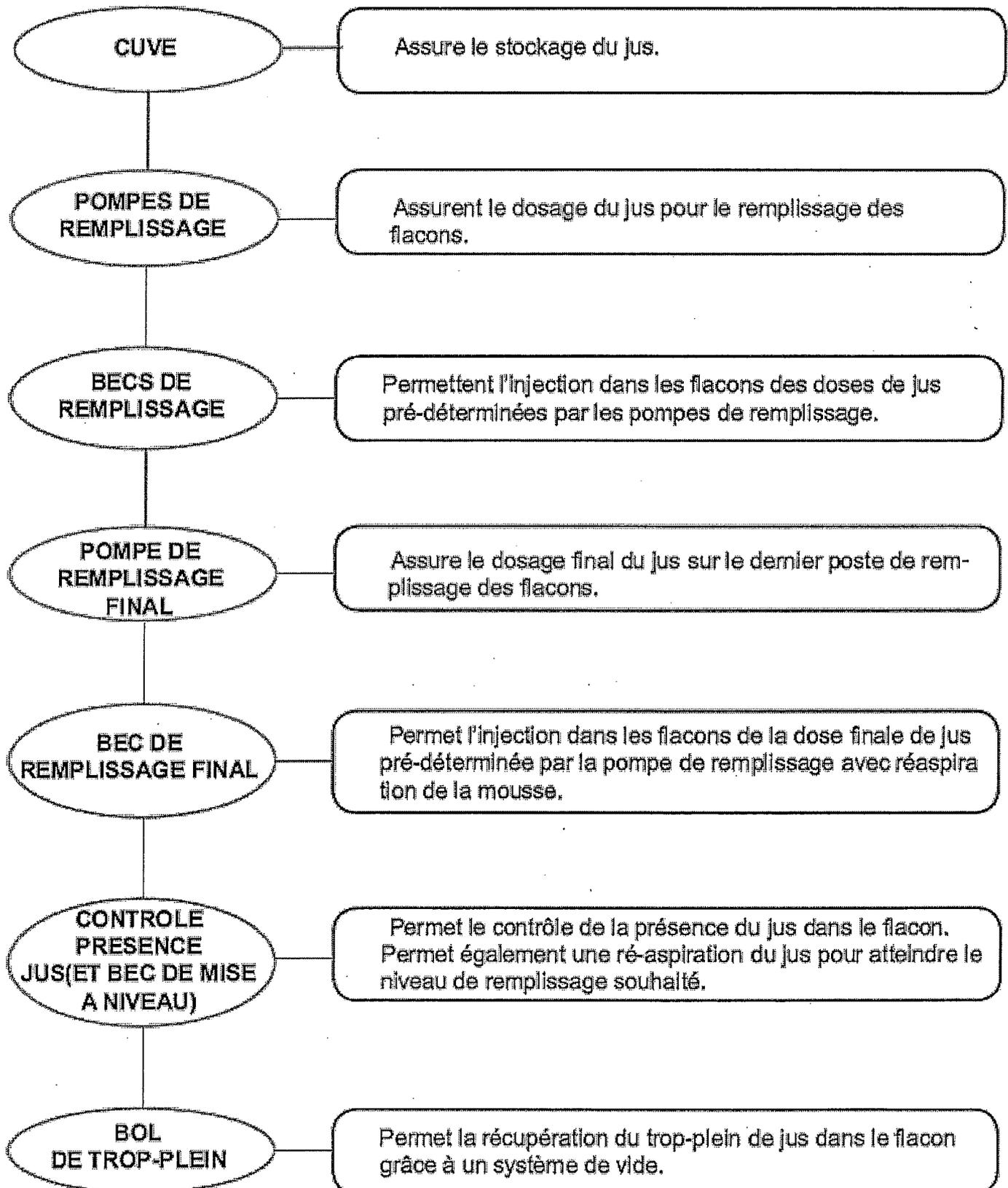
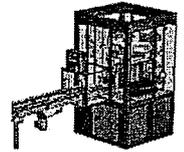
# Descriptif circuit flacons Remplisseuse / Boucheuse



# Descriptif circuit jus (pompes à clapets) Remplisseuse / Boucheuse

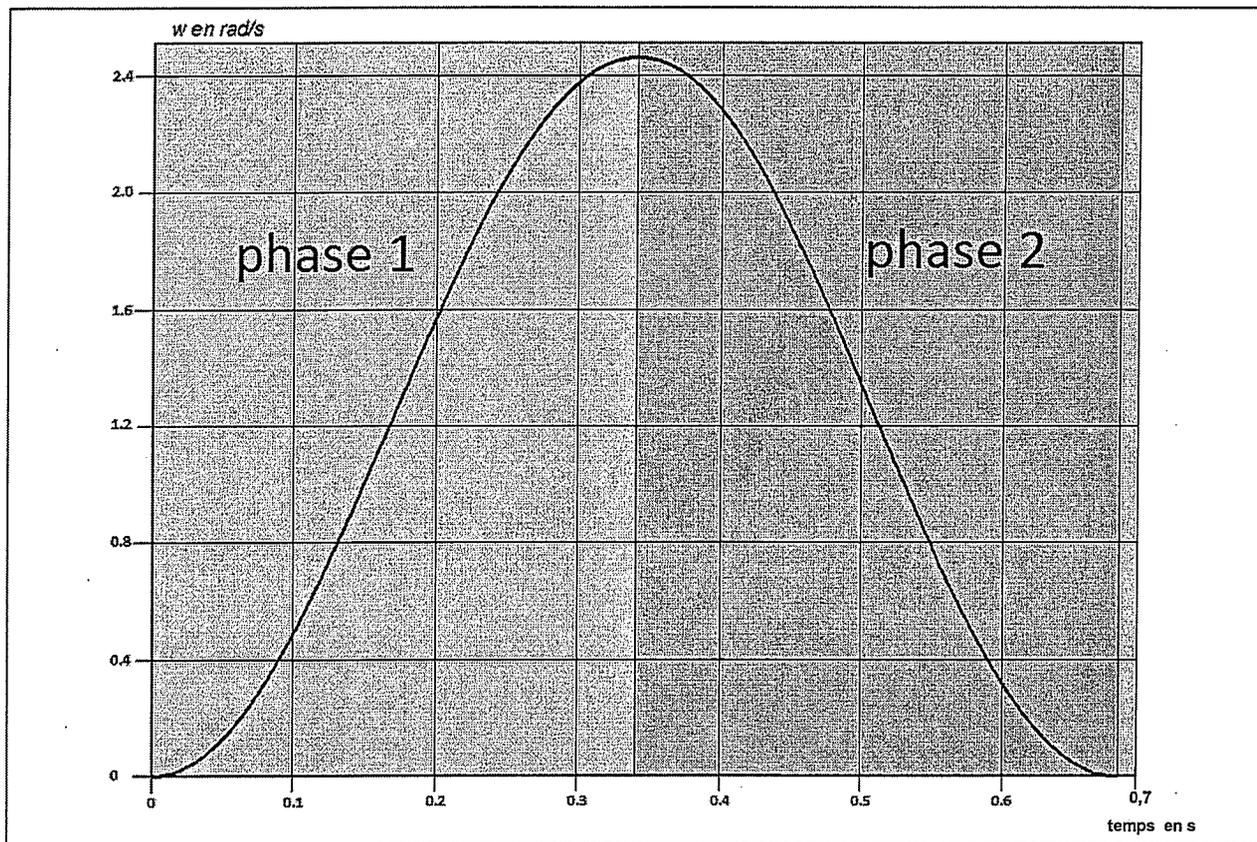


# Organigramme circuit jus Remplisseuse / Boucheuse

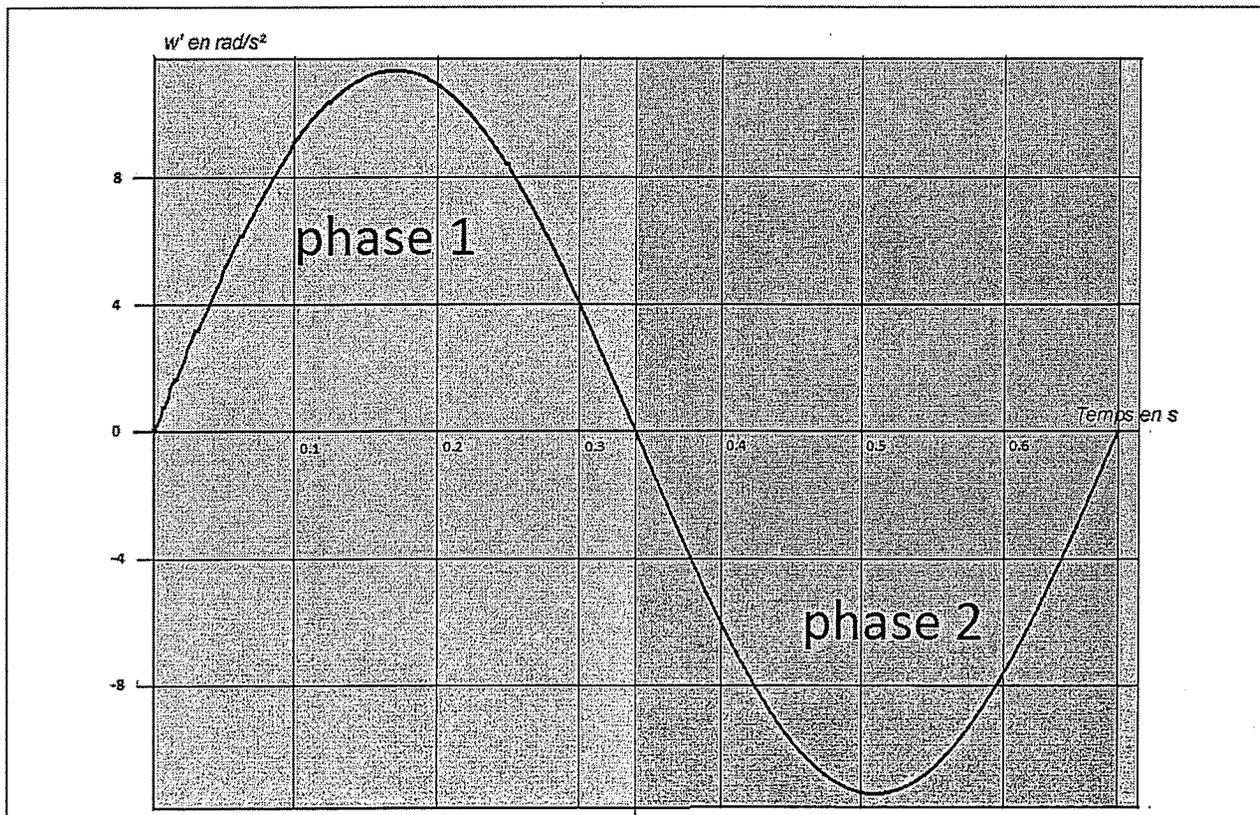


# Courbes de vitesse et d'accélération angulaire du plateau tournant de la Remplisseuse/Boucheuse (nouvelle condition de fonctionnement)

- Vitesse angulaire du plateau  $\omega$  (en rad/s) pour un pas du plateau



- Accélération angulaire du plateau  $\omega'$  (en rad/s<sup>2</sup>) pour un pas du plateau



# MOTEURS ASYNCHRONES

IP 55 Service S1

Réseau  $\Delta$  230V / Y 400V

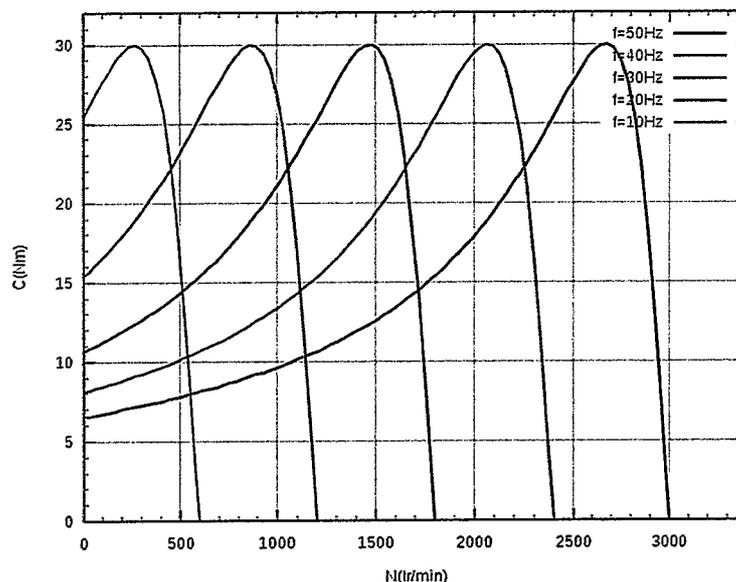
50Hz

2 Pôles / 3000 tr/min

Type	Puissance nominale à 50 Hz	Vitesse nominale	Couple nominal	Intensité nominale	Facteur de puissance	Rendement	Courant démarrage / Courant nominal	Couple démarrage / Couple nominal	Couple maximal / Couple nominal
	$P_N$ kW	$N_N$ min <sup>-1</sup>	$C_N$ Nm	$I_N(400V)$ A	$\cos \varphi$	$\eta$	$I_D/I_N$	$C_D/C_N$	$C_M/C_N$
LS 56 L	0.09	2860	0.3	0.44	0.55	54	4.9	5.5	5.6
LS 56 L	0.12	2820	0.4	0.50	0.60	58	4.6	4.1	4.2
LS 63 M	0.18	2790	0.6	0.52	0.75	67	5.0	3.4	3.0
LS 63 M	0.25	2800	0.8	0.71	0.75	68	5.4	3.4	3.1
LS 71 L	0.37	2800	1.3	0.98	0.80	68	5.2	3.2	3.8
LS 71 L	0.55	2800	1.9	1.32	0.80	75	6.0	3.2	3.1
LS 71 L	0.75	2780	2.5	1.70	0.85	75	6.0	3.4	3.0
LS 80 L	0.75	2840	2.5	1.64	0.87	76	5.9	2.4	2.2
LS 80 L	1.1	2837	3.7	2.4	0.84	78.0	5.6	2.7	2.4
LS 80 L	1.5	2859	5.0	3.3	0.83	80.2	7.0	3.2	2.8
LS 90 S	1.5	2870	5.0	3.4	0.81	79.6	7.0	3.2	3.1
LS 90 L	1.8	2861	6.0	3.6	0.86	83.1	7.9	3.7	3.3
LS 90 L	2.2	2857	7.4	4.3	0.88	83.6	7.4	3.7	3.3
LS 100 L	3	2868	10.0	6.4	0.81	83.4	7.5	3.8	3.9

4 Pôles / 1500 tr/min

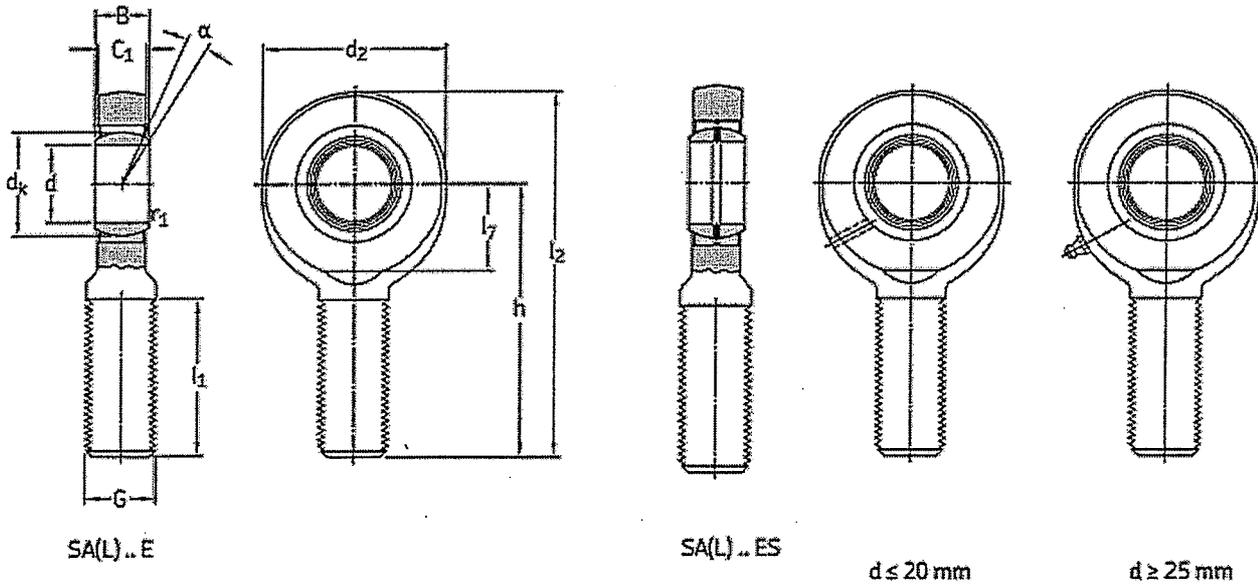
LS 56 L	0.09	1400	0.6	0.39	0.60	55	3.2	2.8	2.8
LS 63 M	0.12	1380	0.8	0.44	0.70	56	3.2	2.5	2.4
LS 63 M	0.18	1390	1.2	0.64	0.65	62	3.7	2.7	2.7
LS 71 L	0.25	1425	1.7	0.80	0.65	69	4.6	2.7	2.9
LS 71 L	0.37	1420	2.5	1.06	0.70	72	4.9	2.4	2.8
LS 71 L	0.55	1400	3.8	1.62	0.70	70	4.8	2.3	2.5
LS 80 L	0.55	1400	3.8	1.60	0.74	67	4.4	2.1	2.2
LS 80 L	0.75	1400	5.1	2.01	0.77	70	4.5	2.4	2.5
LS 80 L	0.9	1425	6.0	2.44	0.73	73	5.8	2.6	2.4
LS 90 S	1.1	1429	7.4	2.5	0.84	76.8	4.8	1.6	2.0
LS 90 L	1.5	1428	10.0	3.4	0.82	78.5	5.3	1.8	2.3
LS 90 L	1.8	1438	12.0	4.0	0.82	80.1	6.0	2.1	3.2
LS 100 L	2.2	1436	14.7	4.8	0.81	81.0	6.0	2.1	2.5
LS 100 L	3	1437	20.1	6.5	0.81	82.6	6.0	2.5	2.8
LS 112 M	4	1438	26.8	8.3	0.83	84.2	7.1	2.5	3.0
LS 132 S	5.5	1447	36.7	10.9	0.85	85.7	6.5	2.3	2.7



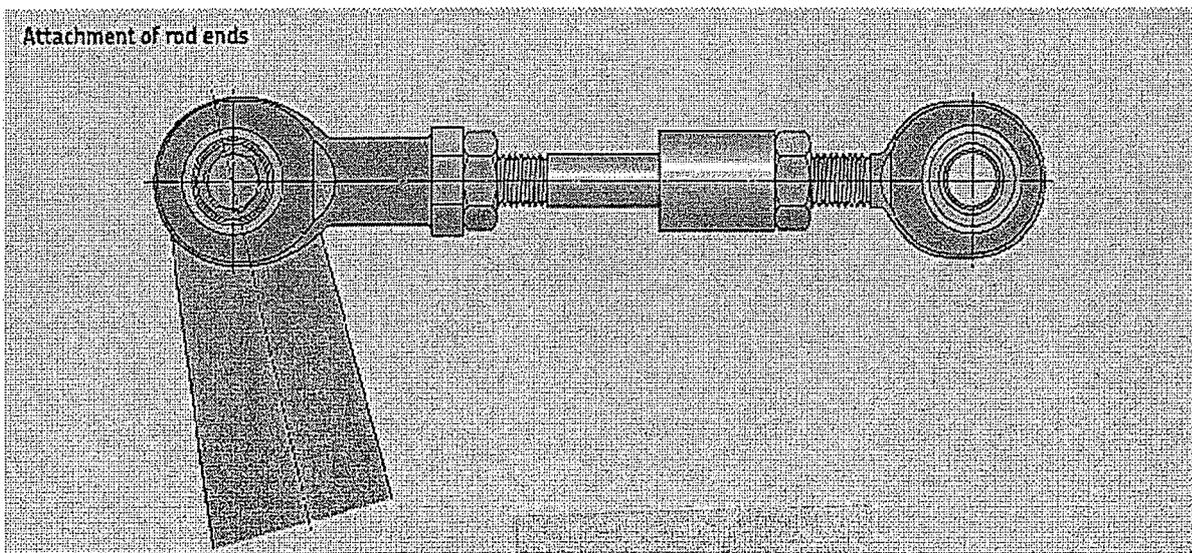
# Références des embouts à rotules SKF

Rod ends with a male thread, steel/steel  
d 6 – 30 mm

# SKF



Principal dimensions						Angle of tilt	Basic load ratings		Mass	Designations	
d	d <sub>2</sub> max	G 6g	B	C <sub>1</sub> max	h	α	C	C <sub>0</sub>		Rod end with right-hand thread	left-hand thread
mm						degrees	kN		kg	–	
6	22	M6	6	4,5	36	13	3,4	8,15	0,017	SA 6 E <sup>1)</sup>	SAL 6 E <sup>1)</sup>
8	25	M8	8	6,5	42	15	5,5	12,9	0,029	SA 8 E <sup>1)</sup>	SAL 8 E <sup>1)</sup>
10	30	M10	9	7,5	48	12	8,15	18,3	0,053	SA 10 E <sup>1)</sup>	SAL 10 E <sup>1)</sup>
12	35	M12	10	8,5	54	10	10,8	24,5	0,078	SA 12 E <sup>1)</sup>	SAL 12 E <sup>1)</sup>
15	41	M14	12	10,5	63	8	17	28	0,13	SA 15 ES	SAL 15 ES
17	47	M16	14	11,5	69	10	21,2	31	0,19	SA 17 ES	SAL 17 ES
20	54	M20x1,5	16	13,5	78	9	30	42,5	0,32	SA 20 ES	SAL 20 ES
25	65	M24x2	20	18	94	7	48	78	0,53	SA 25 ES	SAL 25 ES
30	75	M30x2	22	20	110	6	62	81,5	0,90	SA 30 ES	SAL 30 ES



# CHOIX VARIATEUR

Série V1000

Z: Spécifications des normes européennes

A: Spécifications des normes

Tension:  
B: Monophasé 200 V C.A.  
2: Triphasé 200 V C.A.  
4: Triphasé 400 V C.A.

V Z A B 0 P 1 B A A

Version:

Caractéristiques de la gamme  
A: Standard

Boîtier, zélette, filtre:

C: IP20 avec capot supérieur

B: IP20 sans capot supérieur

F: Nema 1

H: IP20 avec capot supérieur et filtre C3

(- P = correspond à la décimale)

Puissance maximale applicable du moteur

0P1: 0,1 kW

015: 15 kW

## Modèle 200 V

Monophasé : VZ-□		B0P1	B0P2	B0P4	B0P7	B1P5	B2P2	B4P0				
Triphasé : VZ-□		20P1	20P2	20P4	20P7	21P5	22P2	24P0	25P5	27P5	2011	2015
kW moteur	En mode HD	0,12	0,25	0,4	0,75	1,5	2,2	4,0	5,5	7,5	11	15
	En mode ND	0,18	0,37	0,75	1,1	2,2	3,0	5,5	7,5	11	15	18,5
Caractéristiques de sortie	Capacité du variateur kVA	0,3	0,6	1,1	1,9	3,0	4,2	6,7	9,5	13	18	23
	Courant nominal de sortie (A) en HD	0,8	1,6	3,0	5,0	8,0	11,0	17,5	25,0	33,0	47,0	60,0
	Courant nominal de sortie (A) en ND	1,2	1,9	3,5	6,0	9,6	12,0	21,0	30,0	40,0	56,0	89,0
	Tension de sortie max.	Proportionnelle à la tension d'entrée : 0..240 V										
Fréquence de sortie max.		400 Hz										
Alimentation	Tension et fréquence nominales d'entrée	Monophasé 200..240 V 50/60 Hz Triphasé 200..240 V 50/60 Hz										
	Variation de tension admissible	-15 %..+10 %										
	Variation de fréquence admissible	+5 %										

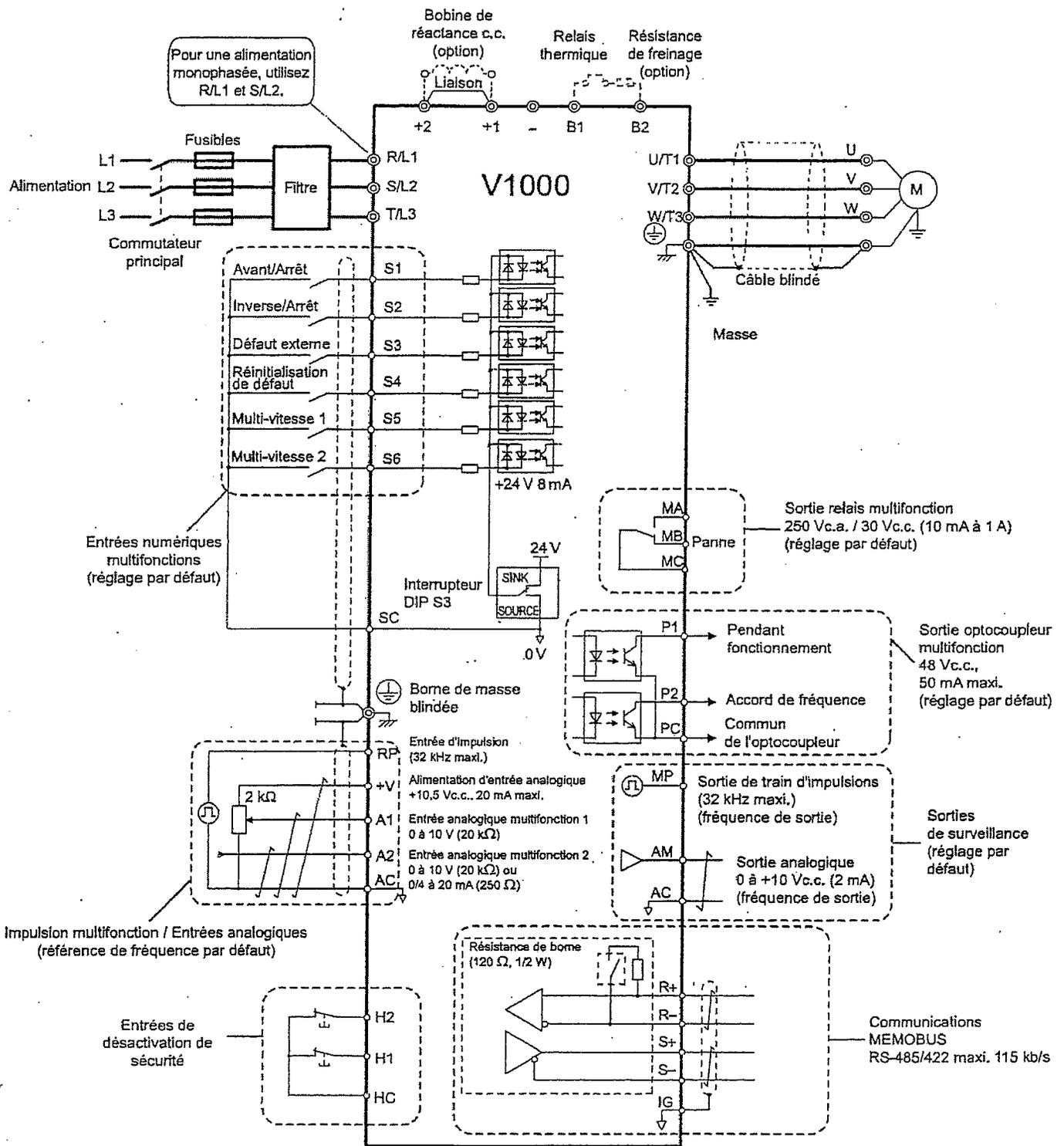
- Sur la base d'un moteur standard à 4 pôles pour la puissance maximale applicable.  
Mode exploitation élevée (HD) avec capacité de surcharge 150 %  
Mode exploitation normale (ND) avec capacité de surcharge 120 %

## Modèle 400 V

Triphasé : VZ-□		40P2	40P4	40P7	41P5	42P2	43P0	44P0	45P5	47P5	4011	4015
kW moteur	En mode HD	0,2	0,4	0,75	1,5	2,2	3,0	4,0	5,5	7,5	11	15
	En mode ND	0,37	0,75	1,5	2,2	3,0	3,7	5,5	7,5	11	15	18,5
Caractéristiques de sortie	Capacité du variateur kVA	0,9	1,4	2,6	3,7	4,2	5,5	7,2	9,2	14,8	18	24
	Courant nominal de sortie (A) en HD	1,2	1,8	3,4	4,8	5,5	7,2	9,2	14,8	18,0	24	31
	Courant nominal de sortie (A) en ND	1,2	2,1	4,1	5,4	6,9	8,8	11,1	17,5	23	31	38
	Tension de sortie max.	0..480 V (proportionnelle à la tension d'entrée)										
Fréquence de sortie max.		400 Hz										
Alimentation	Tension et fréquence nominales d'entrée	Triphasé, 380 à 480 V c.a., 50/60 Hz										
	Variation de tension admissible	-15 %..+10 %										
	Variation de fréquence admissible	+5 %										

- Sur la base d'un moteur standard à 4 pôles pour la puissance maximale applicable.  
Mode exploitation élevée (HD) avec capacité de surcharge 150 %  
Mode exploitation normale (ND) avec capacité de surcharge 120 %

# CABLAGE VARIATEUR



Symboles :

⊕ Utilisez des câbles à paire torsadée.

⊙ Indique une borne du circuit principal.

⊕ Utilisez des câbles à paire torsadée blindés.

○ Indique une borne du circuit de contrôle.

# CABLAGE VARIATEUR

## ■ Bornes du circuit de contrôle

Type	N°	Nom de borne (signal)	Fonction (niv. de signal), réglage par défaut
Entrées numériques multifonctions	S1 à S6	Entrées numériques multifonctions 1 à 6	Entrée d'optocoupleur, 24 Vc.c., 8 mA Remarque : Variateur pré-réglé sur le mode NPN. En cas d'utilisation du mode PNP, réglez le connecteur DIP S3 sur « SOURCE » et utilisez une alimentation externe de 24 Vc.c. (±10 %).
	SC	Commun d'entrée multifonction	Commun séquence
Entrée d'impulsion / analogiques multifonction	RP	Entrée train d'impulsions	Fréquence de réponse : 0,5 à 32 kHz, cycle : 30 à 70 %, élevé : 3,5 à 13,2 V, basse : 0,0 à 0,8 V, impédance d'entrée : 3 kΩ
	+V	Alimentation d'entrée analogique	±10,5 V (courant maxi. autorisé de 20 mA)
	A1	Entrée analogique multifonction 1	0 à +10 Vc.c. (20 kΩ) résolution : 1/1000
	A2	Entrée analogique multifonction 2	0/4 à 20 mA (250 Ω) résolution : 1/500 (A2 uniquement)
	AC	Commun de référence de fréquence	0 V
Entrées de désactivation de sécurité	HC	Commun d'entrée de désactivation de sécurité	+24 V (10 mA maxi autorisés)
	H1	Entrées de désactivation de sécurité 1	Une ou les deux ouvertes : Sortie de variateur désactivée (temps de l'entrée ouverte à la coupure de la sortie variateur est inf. à 1 ms.)
	H2	Entrées de désactivation de sécurité 2	Les deux fermés : Fonctionnement normal
Sortie relais multifonction	MA	N.O. (défaut)	Sortie de relais numérique 30 Vc.c., 10 mA à 1 A 250 Vc.a., 10 mA à 1 A
	MB	Sortie N. F. (défaut)	
	MC	Commun, sortie numérique	
Sortie PHC multifonction	P1	Sortie d'optocoupleur 1	Sortie optocoupleur numérique 48 Vc.c., 0 à 50 mA
	P2	Sortie d'optocoupleur 2	
	PC	Commun sortie de l'optocoupleur	
Sortie de surveillance	MP	Sortie de train d'impulsions	32 kHz (maxi.)
	AM	Sortie surveillance analogique	0 à 10 Vc.c. (2 mA ou moins), résolution : 1/1000 (10 bits)
	AC	Commun de surveillance	0 V
MEMOBUS / Communication	R+	Entrée de communication (+)	Communications MEMOBUS/MODBUS : RS-485 ou RS-422, 115,2 kb/s (maxi.)
	R-	Entrée de communication (-)	
	S+	Sortie de communication (+)	
	S-	Sortie de communication (-)	

## ■ Bornes du circuit principal

Borne	Type	Fonction
R/L1, S/L2, T/L3	Entrée d'alimentation circuit principal	Relie l'alimentation de ligne au variateur. Variateurs avec alimentation d'entrée monophasée 200 V, utilisez les bornes R/L1 et S/L2 uniquement (T/L3 n'est pas utilisée).
U/T1, V/T2, W/T3	Sortie de variateur	Connexion au moteur
B1, B2	Résistance de freinage	Pour raccorder une résistance de freinage ou une unité de résistance de freinage, en option.
+1, +2	Connexion de bobine de réactance c.c.	Attaché pendant le transport. Enlevez la fixation pour installer une inductance de protection c.c.
+1, -	Entrée d'alimentation c.c.	Pour raccorder une alimentation c.c.
 (2 bornes)	Connecteur terre	Pour les variateurs 200 V : Masse avec 100 Ω ou moins Pour les variateurs 400 V : Masse avec 10 Ω ou moins

# Bus de terrain : le MODBUS : réseau orienté dialogue inter automates par échange de messages

## • Caractéristiques

Le protocole **Modbus** (marque déposée par **MODICON**) est un protocole de dialogue basé sur une structure hiérarchisée entre un maître et plusieurs esclaves. Une **liaison multipoints** (RS-485) relie maître et esclaves. La longueur maximale du réseau est de 1200m.

## • Transfert des Données :

Vitesse de transmission : 9 600 ou 19 200 bits/seconde

Trame : 8 bits sans parité, 1 stop

Mode de communication : **half-duplex**. (2 fils ou 4 fils) :

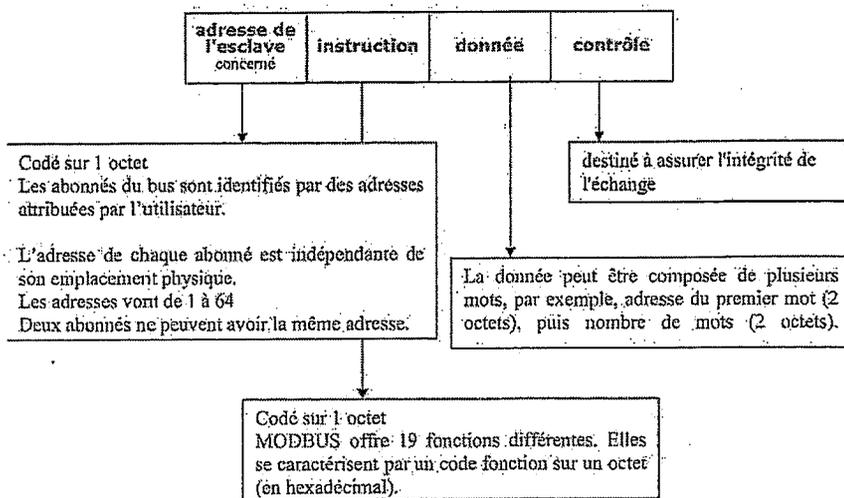
- le maître parle à un esclave et attend sa réponse,

- le maître parle à l'ensemble des esclaves, sans attente de réponse (diffusion générale).

Il ne peut y avoir sur la ligne qu'un seul équipement en train d'émettre. Aucun esclave ne peut envoyer un message sans une demande préalable du maître.

## Structure de la trame :

Le maître envoie un message constitué de la façon suivante:



La détection de fin de message est réalisée sur un silence de plus de 2 caractères.

L'esclave répond par un message du même type.

### Exemple de trame :

Lecture par le maître des mots W450 à W456 sur un ATV-28 (esclave n°2). Cette requête comporte 8 octets:

02	03	01 C2	00 07	XX XX
n° de l'esclave	instruction de lecture de N mots	450 est converti en code hexadécimal	7 mots	Valeur du CRC

Le protocole Modbus est très utilisé pour les communications des automates programmables industriels et des variateurs de vitesse des moteurs électriques.

## Code Nature des fonctions MODBUS

- O1 Lecture de n bits de sortie consécutifs
- O2 Lecture de n bits de sortie consécutifs
- O3 Lecture de n mots de sortie consécutifs
- O4 Lecture de n mots consécutifs d'entrée
- O5 Ecriture de 1 bit de sortie
- O6 Ecriture de 1 mot de sortie
- O7 Lecture du statut d'exception
- O8 Accès aux compteurs de diagnostic
- O9 Téléchargement, télé déchargement et mode de marche
- OA Demande de CR de fonctionnement
- OB Lecture du compteur d'événements
- OC Lecture des événements de connexion
- OD Téléchargement, télé-déchargement et mode de marche
- OE Demande de CR de fonctionnement
- OF Ecriture de n bits de sortie
- 10 Ecriture de n mots de sortie
- 11 Lecture d'identification
- 12 Téléchargement, télé-déchargement et mode de marche
- 13 Reset de l'esclave après erreur non recouverte

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.

## Sous – Epreuve U42

Vérifications des performances mécaniques et électriques d'un système pluritechnologique

## DOSSIER REPONSE

# LIGNE DE CONDITIONNEMENT DE FLACONS DE PARFUM

Ce dossier comprend les documents DR1 à DR19

	Temps conseillé
Lecture du sujet :	10 min
Partie A :	45 min
Partie B :	55 min
Partie C :	40 min
Partie D :	30 min

**NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE**

## **PRESENTATION DE L'ETUDE**

L'entreprise de conditionnement de flacons de parfum souhaite améliorer les performances mécaniques et électriques de sa ligne de conditionnement.

L'étude portera sur :

### **Partie A : Performances de la remplisseuse / boucheuse**

- DR2 : Présentation de la remplisseuse / boucheuse*  
*DR3, DR4 : Caractéristiques de la remplisseuse / boucheuse*  
*DR5 : Proposition d'une nouvelle configuration*  
*DR6 à DR8 : Dimensionnement d'un moteur*

### **Partie B : Etude de la motorisation des convoyeurs**

- DR 09 : Exploitation des données constructeur*  
*DR 10 : Caractéristique des moteurs*  
*DR 11 : Variation de vitesse des moteurs*  
*DR 12 : Câblage des variateurs*

### **Partie C : Vérification des performances d'une pompe doseuse**

- DR 13 : Présentation de la pompe doseuse*  
*DR 14, DR15 : Cinématique de la pompe doseuse*  
*DR 16, DR 17: Vérification des performances de la pompe doseuse*  
*DR 18 : Choix d'un embout à rotule*

### **Partie D : Mise en place d'un bus de terrain**

- DR 18 : Choix et configuration d'un bus de terrain*  
*DR 19 : Etude du protocole de communication*

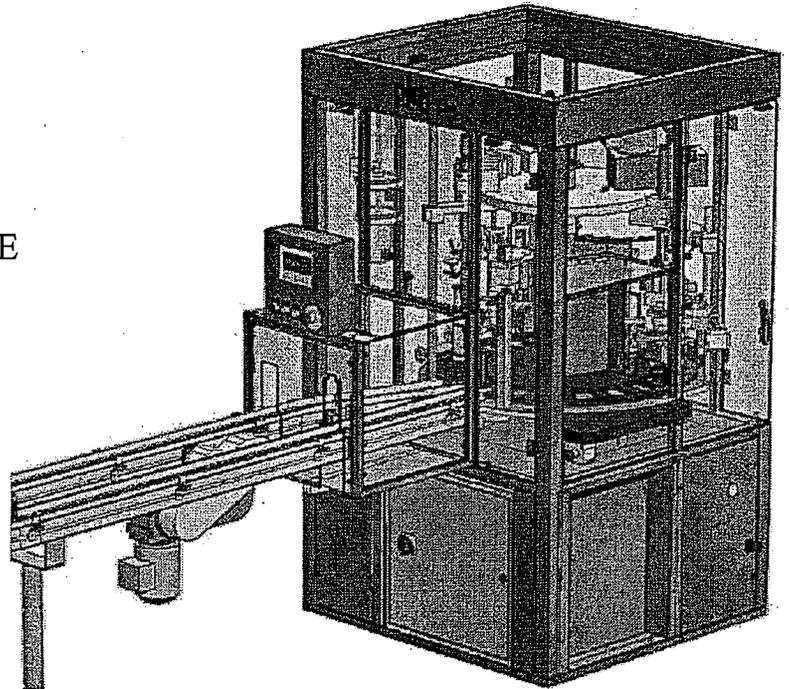
# NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

## Partie A- PERFORMANCES DE LA REMPLISSEUSE / BOUCHEUSE

Documents techniques : DT2, 3, 4, 5 et 6

Afin de diminuer les coûts de production, l'entreprise souhaite augmenter la cadence de la remplisseuse / boucheuse.

### REMP LISSEUSE / BOUCHEUSE FLACONS PARFUMS



#### Le besoin

Pour augmenter la qualité (cadence, hygiène, régularité de dosage...) et dans un but de productivité, les PME utilisent des remplisseuses / boucheuses automatisées.

#### Le produit

Le cycle de conditionnement est constitué de différentes étapes. DT2, DT3, DT4 et DT5

- Dépoussiérage flacon
- Remplissage
- Pose d'éléments à visser ou à sertir
- Pose d'éléments à enfoncer

#### Cycle de fonctionnement de la remplisseuse / boucheuse

Le plateau tournant possède 20 emplacements permettant de recevoir chacun un flacon.

A chaque 1/20 de tour (un pas) du plateau, un flacon est introduit sur le plateau rotatif, un flacon conditionné est évacué.

Tous les postes travaillent simultanément.

BTS Assistance Technique d'Ingénieur	Code : 14-ATVPMME1	Session 2014	SUJET
EPREUVE U42	Durée : 3 h	Coefficient : 3	Page DR2/19

# NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

## Principe de fonctionnement du plateau tournant

Le plateau tournant permet de positionner le flacon sous les différents postes. Il est constitué des éléments suivants :

- un moteur électrique
- un réducteur de vitesse
- un boîtier SOPAP (came tambour avec réducteur)

La came tambour permet de transformer le mouvement de rotation continue de la came en un mouvement de rotation saccadé du plateau.

Pour un tour de la came, il y a une rotation de  $1/20$  de tour du plateau.

Avant de modifier le système, on désire vérifier les performances actuelles de la remplisseuse / boucheuse. La cadence actuelle de production est de 20 flacons par minute.

### Question A-1

Déterminer le temps (en seconde) qu'il faut pour évacuer un flacon du plateau.

t =

Une opératrice positionne manuellement les capuchons des flacons sur la chaîne à la sortie de la remplisseuse / boucheuse. Sa cadence maximale de pose pour travailler dans de bonnes conditions est de 1600 capuchons par heure.

### Question A-2

Travaille-t-elle dans de bonnes conditions actuellement ? Justifiez votre réponse.

BTS Assistance Technique d'Ingénieur	Code 14-ATVPMME1	Session 2014	SUJET
EPREUVE U42	Durée : 3 h	Coefficient : 3	Page DR3/19

## NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

L'entreprise utilisatrice de la remplisseuse / boucheuse souhaite augmenter sa cadence de production de façon à s'adapter à de nouvelles demandes. Elle fixe donc un nouveau cahier des charges au constructeur en imposant une augmentation de la cadence de production d'environ 10%. La solution envisagée par le constructeur consiste à **agir uniquement sur le temps de rotation du plateau tournant** tout en respectant le temps imparti aux différentes opérations.

### Question A-3

Avec la nouvelle configuration envisagée, l'opératrice pourra-t-elle assurer sa tâche dans de bonnes conditions ? Justifiez votre réponse.

Les temps alloués aux opérations de dépeussierage, remplissage des flacons, pose d'éléments à visser ou à sertir et la pose d'éléments à enfoncer ne peuvent être modifiés.

Le constructeur a donc décidé d'agir uniquement sur le temps de rotation du plateau, les caractéristiques cinématiques (vitesse et accélération) de celui-ci sont donc modifiées. Il s'agit de vérifier que l'accélération subie par le flacon plein non fermé n'entraîne pas une éjection de son contenu lors de la rotation du plateau.

L'accélération maximale pouvant être supportée par le liquide contenu dans le flacon est de  $A_{\max} = 5 \text{ m/s}^2$ .

#### Rappel :

Dans un mouvement de rotation, l'accélération subie par un point situé à une distance  $R$  de l'axe de rotation est :

$$A = \sqrt{A_n^2 + A_t^2} \quad (\text{en m/s}^2)$$

- Accélération normale :  $A_n = \omega^2 \times R$  (en  $\text{m/s}^2$ )
  - $\omega$  : vitesse angulaire en  $\text{rad/s}$
  - $R$  : distance en  $\text{m}$  du point à l'axe de rotation
  
- Accélération tangentielle :  $A_t = \omega' \times R$  (en  $\text{m/s}^2$ )
  - $\omega'$  : accélération angulaire en  $\text{rad/s}^2$

BTS Assistance Technique d'Ingénieur	Code : 14-ATVPMME1	Session 2014	SUJET
EPREUVE U42	Durée : 3 h	Coefficient : 3	Page DR4/19

## NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

Une étude du système avec un logiciel de calcul a permis de déterminer dans les nouvelles conditions de fonctionnement les courbes de vitesse et d'accélération angulaire du plateau supportant les flacons (voir DT6). Les flacons sont situés à une distance moyenne de 400 mm de l'axe de rotation.

### Question A-4

Relever à l'aide des courbes du document DT6 à quel instant  $t$  l'accélération angulaire  $\omega'$  du plateau dans la phase 1 est maximale. En déduire l'accélération angulaire  $\omega'$  et la vitesse angulaire  $\omega$  du plateau correspondante.

$t =$  (maximum de la courbe d'accélération)  $\rightarrow \omega' =$

vitesse angulaire du plateau correspondante  $\omega =$

### Question A-5

Déterminer dans ces conditions, l'accélération normale  $A_n$  et l'accélération tangentielle  $A_t$  du liquide dans le flacon. En déduire l'accélération maximale  $A$  du liquide. Est-elle acceptable ?

$A_n =$  m/s<sup>2</sup>

$A_t =$  m/s<sup>2</sup>

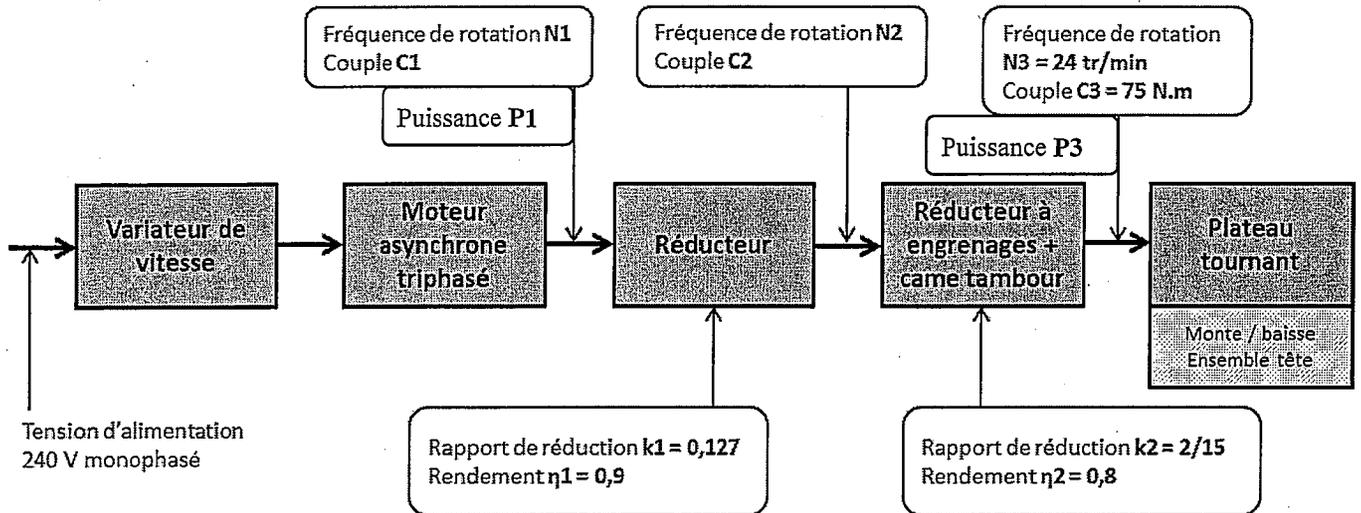
$A =$  m/s<sup>2</sup>

Conclusion

# NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

## Etude du comportement énergétique d'une chaîne cinématique - Choix d'un actionneur

Schéma de la chaîne d'énergie de la transmission de puissance du plateau tournant



### Question A-6

Exprimer et calculer le rapport de réduction global  $k$  de la transmission et le rendement général  $\eta_g$  de la transmission de puissance.

$k =$

$\eta_g =$

### Question A-7

Déterminer la fréquence de rotation du moteur N1.

N1=

**NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE**

**Question A-8**

Déterminer la puissance  $P_3$  disponible en sortie du réducteur + came tambour puis déterminer la puissance  $P_1$  disponible sur l'arbre moteur.

$P_3 =$

$P_1 =$

**Question A-9**

Déterminer le couple moteur  $C_1$ .

$C_1 =$

Choix du moteur

**Question A-10**

Pour la suite du problème, on prendra  $P_1 = 300W$ . Effectuer le choix du moteur le mieux adapté à partir de la documentation constructeur DT7 tout en indiquant ses caractéristiques principales ( $P_1$ ,  $N_1$ ,  $C_1$ ).

# NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

## Question A-11

Compléter le tableau « nouvelle configuration » en :

- relevant sur le document DT6, le temps  $t$  de rotation du plateau pour un pas dans la nouvelle configuration puis en déduisant le temps total pour un flacon.
- calculant la cadence de production de flacons/heure dans la nouvelle configuration. Justifier vos calculs.

Calculer le pourcentage d'augmentation de la cadence ? Que peut-on en conclure ?

Pour un pas de rotation du plateau :

Ancienne configuration			
Temps de rotation	Temps d'une opération	Temps total pour 1 flacon	Cadence (flacons/heure)
1s	2s	3s	1 200 flacons / heure

Nouvelle configuration			
Temps de rotation	Temps d'une opération	Temps total pour 1 flacon	Cadence (flacons/heure)
..... s	2s	..... s	..... flacons/heure

1 opération =

- dépoussiérage
- ou
- remplissage
- ou
- éléments à visser ou à sertir
- ou
- pose éléments à enfoncer

Augmentation de la cadence :            %

Conclusion :

# NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

## Partie B- ETUDE DE LA MOTORISATION DES CONVOYEURS



Documents techniques : DT7, 9, 10, 11

Les 4 convoyeurs sont équipés chacun d'un moteur LS90S de 1.1 kW dont les caractéristiques se trouvent dans le DT9.

Question B-1 En vous aidant du document DT7 :

⇒ calculer le glissement à la vitesse nominale :

$g =$

⇒ relever le courant nominal  $I_{NY}$  pour un couplage en étoile

$I_{NY} =$

⇒ calculer le courant nominal  $I_{NA}$  pour un couplage en triangle. *Rappel :  $I_{NA} = \sqrt{3} \cdot I_{NY}$*

$I_{NA} =$

⇒ Relever le couple nominal  $C_N$ , puis calculer le couple de démarrage  $C_D$  et le couple maximal  $C_M$ .

$C_N =$

$C_D =$

$C_M =$

⇒ le courant de démarrage  $I_{Yd}$  en étoile et le courant de démarrage  $I_{Ad}$  en triangle

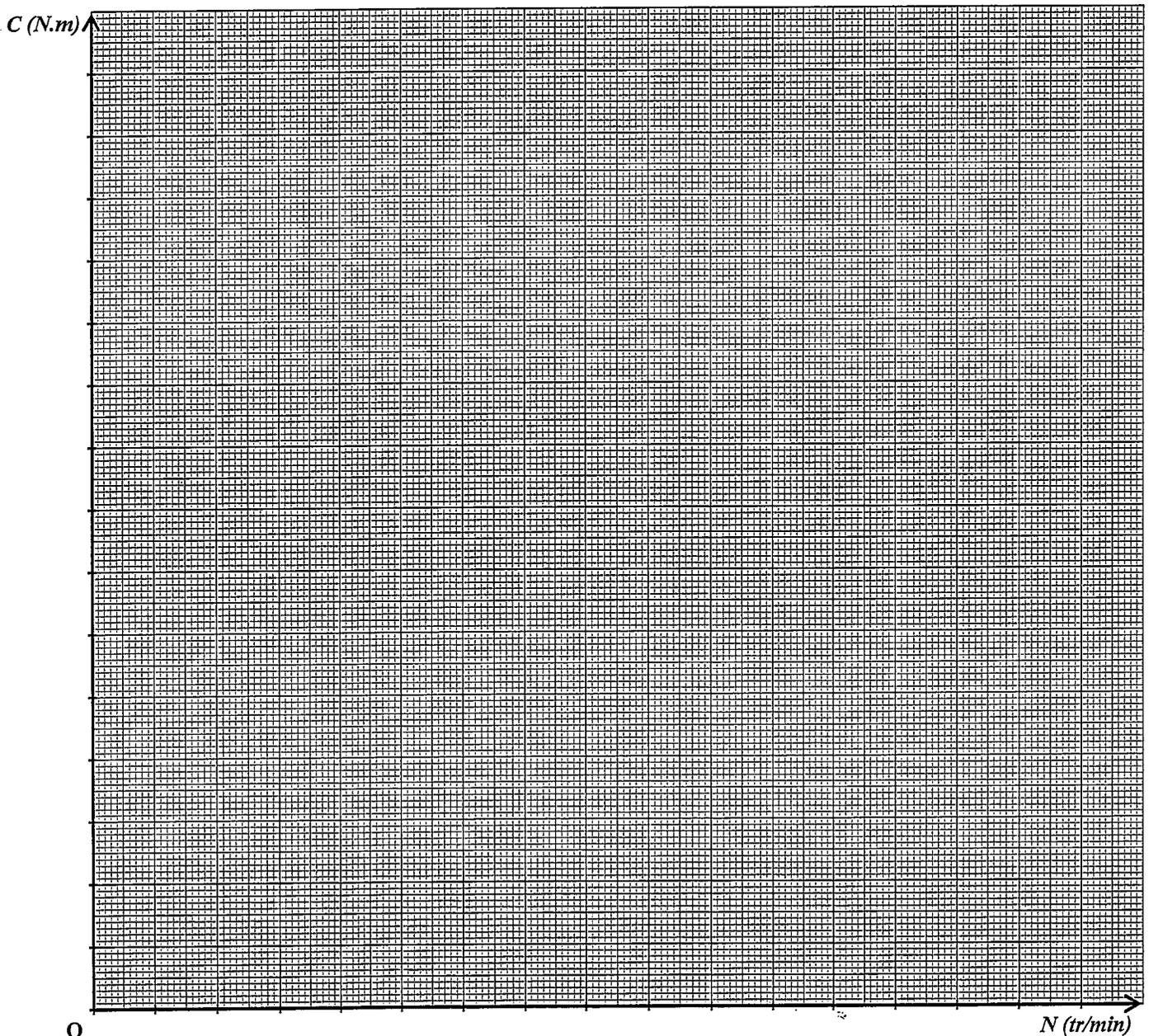
# NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

**Question B-2** Complétez le tableau suivant avec les valeurs numériques calculées à la question B-1

	Couple (N.m)	Fréquence de rotation (tr/min)	Point
Fonctionnement au synchronisme			A
Démarrage à vitesse nulle		0	B
Couple maximum		1 100	C
Point de fonctionnement nominal			D
Point bas en phase de démarrage	11	400	E

**Question B-3** Placer les 5 points du tableau de la question B-2 sur la feuille de papier millimétré ci-dessous en respectant les échelles suivantes :

Vitesse de rotation  $N$  : 1 cm  $\rightarrow$  100 tr/min    Couple  $C$  : 1 cm  $\rightarrow$  1 N.m



## NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

**Question B-4** Relier ces points en respectant la forme classique de la caractéristique  $C = f(N)$  d'un moteur asynchrone. La courbe sera une droite entre les points A et D.

**Question B-5** La caractéristique de couple des convoyeurs est une droite passant par l'origine et par le point F (1 500 tr/min ; 6 N.m). Tracer cette droite sur la feuille de papier millimétré de la question B3

**Question B-6** Quelle(s) grandeur(s) électrique(s) doit-on faire varier pour faire évoluer la vitesse du moteur tout en conservant la forme de sa caractéristique ?

**Question B-7** Sous certaines conditions (notamment lorsque  $U/f = \text{cste}$ ), la caractéristique  $C = f(N)$  est obtenue par la translation de la courbe dans la zone du point de fonctionnement (droite AD). En déduire graphiquement la vitesse de synchronisme  $N_{S1}$  qui permet d'obtenir 5 N.m pour la charge et calculer la fréquence associée.

$N_{S1} =$

$f =$

**Question B-8** Quels sont le ou les quadrants de fonctionnement qui seront utilisés par le variateur sachant que l'arrêt du convoyeur se fera de façon naturelle et qu'il ne fonctionne que dans un seul sens (sens avant, vitesse positive) ?

**Question B-9** Choisir le variateur adapté (voir DT 9) et donner sa référence sachant les spécificités suivantes :

- l'alimentation sera monophasée 230 V, on prendra une gamme standard
- le variateur fonctionnera en mode ND
- le boîtier sera IP20 avec capot

Référence :

**Question B-10** L'alimentation se faisant par une ligne monophasée 230 V, quelle sera la tension maximale délivrée par le variateur entre deux phases du moteur ? En déduire le couplage du moteur LS90S en le **justifiant**.

Tension maximale entre 2 phases :

Couplage :

BTS Assistance Technique d'Ingénieur	Code : 14-ATVPMME1	Session 2014	SUJET
EPREUVE U42	Durée : 3 h	Coefficient : 3	Page DR11/19

# NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

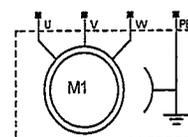
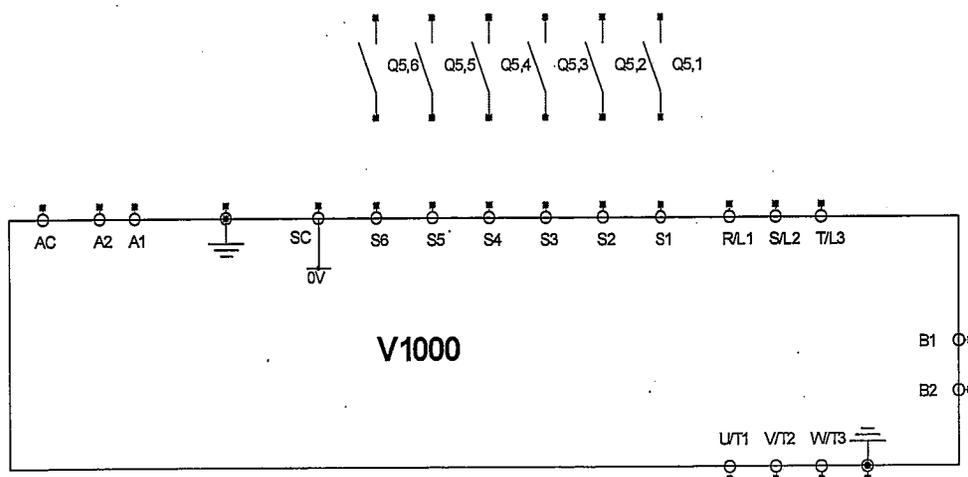
## Question B-11 Raccordement du variateur

Compléter le schéma électrique ci-dessous en vous aidant des documents DT10 et DT11. Vous respecterez les consignes suivantes :

- relier le variateur à l'alimentation monophasée par l'intermédiaire d'une protection magnétothermique adaptée
- relier le moteur au variateur
- les 2 entrées d'impulsions analogiques multifonctions seront mises à 0 (borne AC)
- il n'y aura pas de module de freinage (freinage naturel)
- le variateur recevra les consignes par l'intermédiaire des entrées numériques multifonctions qui lui seront transmises par les sorties de l'automate selon les affectations suivantes :

Sortie Automate	Désignation	Entrée variateur
Q5,1	Marche avant	S1
Q5,2	Marche arrière	S2
Q5,3	Défaut externe	S3
Q5,4	Réinitialisation défaut	S4
Q5,5	Consigne Vitesse 1	S5
Q5,6	Consigne Vitesse 2	S6

N



# NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

## Partie C- VÉRIFICATION DES PERFORMANCES D'UNE POMPE DOSEUSE – Pompe n°1

Documents techniques : DT2, 3, 4, 5 et 8

Le remplissage du flacon au poste 1 est effectué à l'aide de quatre pompes doseuses :

- pompe n°1 : remplissage à 60 % du flacon ;
- pompe n°2 : remplissage à 20 % du flacon ;
- pompe n°3 : remplissage à 15 % du flacon ;
- pompe n°4 : remplissage à 5 % du flacon.

L'étude portera sur la pompe doseuse n°1.

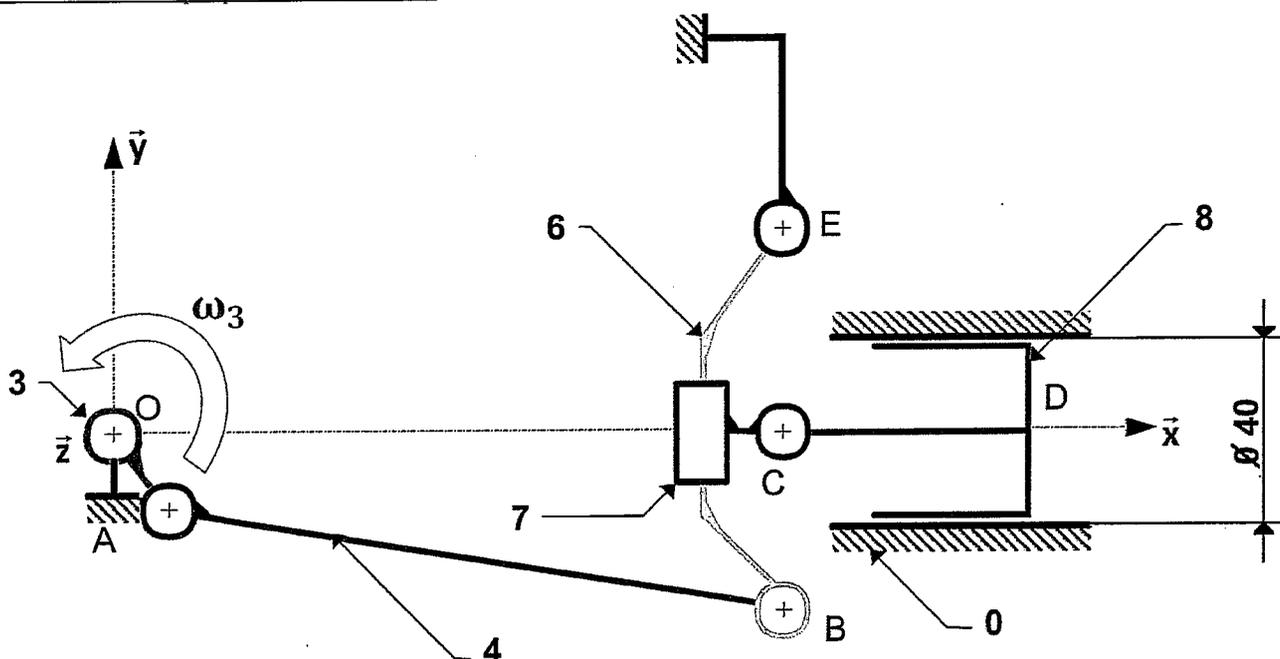
La pompe doseuse (voir schéma ci-dessous) est à la fois une pompe et un doseur. Elle transfère le liquide dans le flacon et le dose en même temps. Le mouvement de la pompe est transmis et synchronisé par le moteur de la remplisseuse / boucheuse. La pompe doseuse se compose de trois parties :

- un ensemble hydraulique ou doseur, composé d'un piston plongeur (repère 8 sur le schéma ci-dessous) et d'une boîte à clapets (non représentée sur le schéma cinématique)
- un ensemble mécanique, objet de cette étude, assurant le déplacement du piston plongeur
- un dispositif de réglage manuel permettant la variation du débit de la pompe doseuse (non représenté sur le schéma cinématique).

### Principe de fonctionnement :

L'arbre à excentrique (repère 3) commande la bielle (repère 4). Le mouvement de celle-ci provoque l'oscillation autour de l'axe (E, z) du balancier (repère 6) qui assure le déplacement alternatif suivant l'axe (C, x) du porte piston (repère 7) par rapport au bâti (repère 0). Le dispositif de réglage **non représenté** permet de faire varier la position du point E suivant l'axe (E, y) ce qui modifie la course du piston (repère 8), d'où une modification du volume de liquide transféré dans le flacon.

### Schéma cinématique plan du mécanisme



BTS Assistance Technique d'Ingénieur	Code : 14-ATVPMME1	Session 2014	SUJET
EPREUVE U42	Durée : 3 h	Coefficient : 3	Page DR13/19

# NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

## Analyse des mouvements

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

### Question C-1

Analyser et déterminer les mouvements suivants :

Mouvement de 3/0 :

Mouvement de 6/0 :

Mouvement de 4/0 :

Mouvement de 7/0 :

Mouvement de 8/0 :

### Question C-2

Quelle particularité doivent avoir les points O, A et B en positions extrêmes du piston (fin de course) ?

La course du piston (repère 8) est:  $c = 32 \text{ mm}$

### Question C-3

Déterminer la cylindrée en  $\text{cm}^3$  de la pompe dans la configuration de réglage actuel (volume de fluide déplacé).  
Exprimer le volume  $V$  en ml transféré dans le flacon par la pompe n°1 pour 1 tour de l'excentrique (repère 3).

Cylindrée =  $\quad \text{cm}^3$

Rappel :  $1 \text{ cm}^3 = 1 \text{ ml}$

$V = \quad \text{ml}$

# NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

La contenance du flacon est de 100 ml.

Le remplissage du flacon par la pompe n°1 doit être de 60 %. Ce remplissage s'effectue pour un tour de l'excentrique 3 de la pompe.

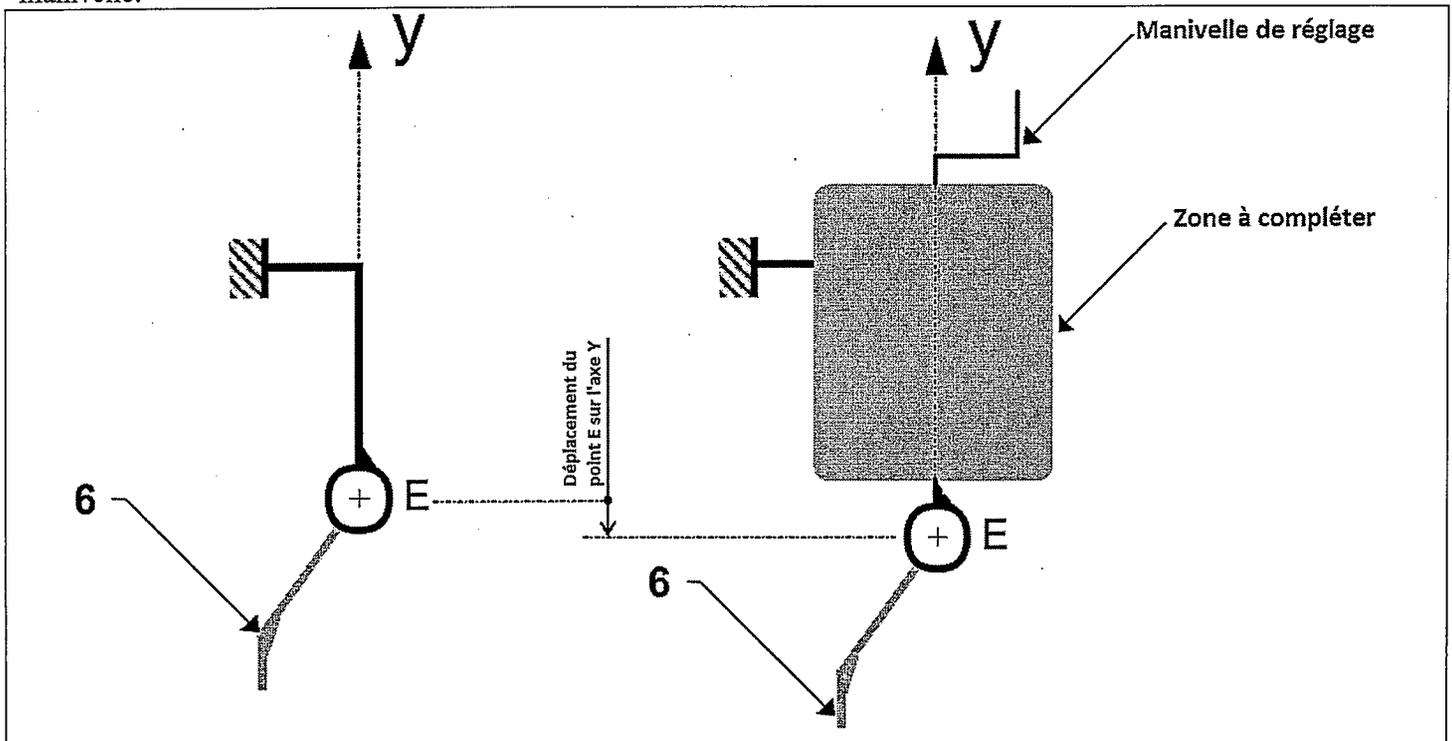
## Question C-4

Le réglage de la pompe n°1 est-il correct ? Justifiez votre réponse. Que faut-il faire afin d'obtenir le volume désiré ?

Afin d'avoir un volume correct de produit dans le flacon au poste 1, un réglage manuel de la cylindrée de la pompe est nécessaire par un déplacement du point E suivant l'axe (E, y).

## Question C-5

Proposer sous forme schématique, une solution de réglage suivant l'axe (E, y) de la position du point E à l'aide d'une manivelle.



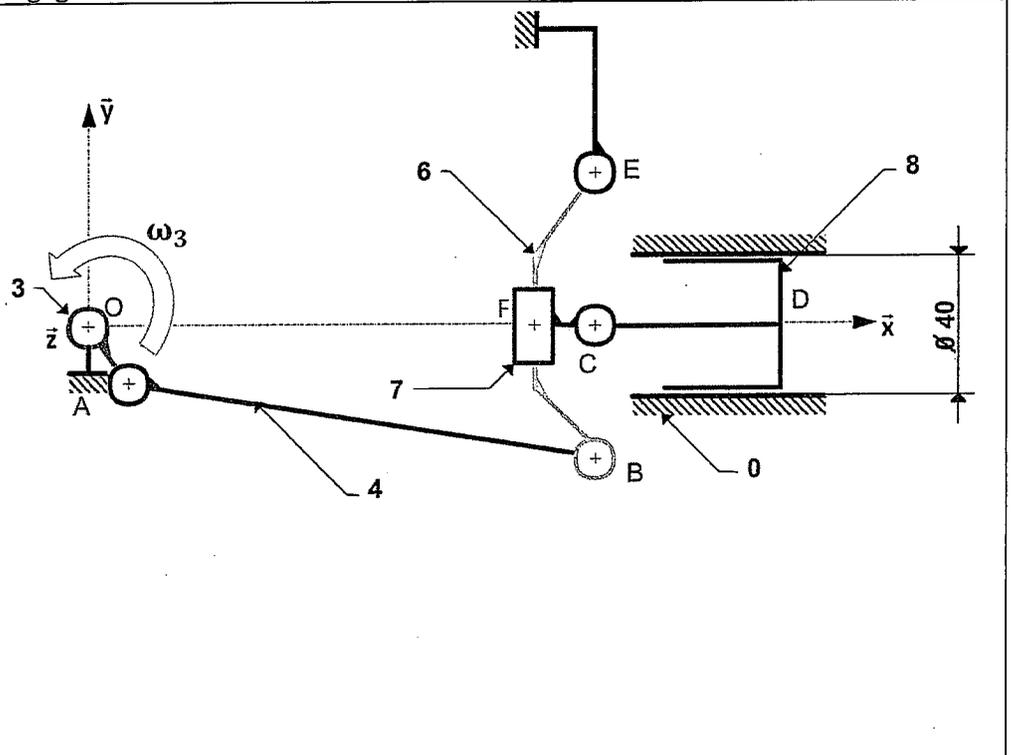
## NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

Modification d'une solution constructive, choix d'un élément standard :

Afin d'améliorer les conditions de fonctionnement de la pompe (diminuer l'hyperstaticité du mécanisme), le constructeur souhaite monter des embouts à rotule réglables sur la bielle 4 en A et en B (remplacement des liaisons pivot par des liaisons rotule (voir DT8)). Il faut dans un premier temps déterminer les efforts s'exerçant en A et en B en répondant aux questions C-6, C-7, C-8, C-9.

Hypothèses :

- le système peut être considéré comme plan
- les frottements sont négligés dans toutes les liaisons
- le poids des pièces est négligé



### Question C-6

La pression du liquide dans la pompe :  $p = 2 \text{ bars (0,2 MPa)}$

Déterminer la force  $\vec{D}$  (liquide → piston) exercée par la pression du liquide sur le piston.

$$\|\vec{D} \text{ (liquide} \rightarrow \text{piston)}\| =$$

BTS Assistance Technique d'Ingénieur	Code : 14-ATVPMME1	Session 2014	SUJET
EPREUVE U42	Durée : 3 h	Coefficient : 3	Page DR16/19

# NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

## Question C-7

Effectuer l'équilibre de la bielle (repère 4) et en déduire le support de  $\vec{A}$  (3 → 4) et  $\vec{B}$  (6 → 4).

a/ Bilan des Actions Mécaniques Extérieures appliquées sur 4 :

Action	Point d'Application P.A.	Direction	Sens	Norme (N)

b/ Conditions d'équilibre :

c/ Conclusion :

## Question C-8

Effectuer l'équilibre du balancier 6 et déterminer entièrement  $\vec{B}$  (4 → 6). La résolution graphique est à effectuer directement sur le schéma cinématique (page précédente).

Quel que soit le résultat trouvé à la question C-8, on prendra  $\|\vec{D}$  (liquide → piston)  $\| = 250 \text{ N}$

Cette force se répercute directement sur le balancier 6 en F donc  $\vec{F}$  (7 → 6) = - 250  $\vec{x}$

a/ Bilan des Actions Mécaniques Extérieures appliquées sur 6 :

Action	P. A.	Direction	Sens	Norme (N)

b/ Conditions d'équilibre :

c/ Résultat :  $\|\vec{B}$  (4 → 6)  $\| =$

# NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE

## Question C-9

On sait que le constructeur désire un dimensionnement minimal de ses éléments.

Quel que soit le résultat trouvé précédemment, on prendra  $\|\bar{B}(4 \rightarrow 6)\| = 135 \text{ N}$

A l'aide du document constructeur DT8, choisir l'embout à rotule le mieux adapté. Donner et justifier sa référence.

Réf:

## Partie D- MISE EN PLACE D'UN BUS DE TERRAIN



Document technique : DT12

Lors des changements de production ou de cadence de production, il faut changer les programmes des automates qui commandent notamment les variateurs des convoyeurs. Pour des raisons de productivité (diminution du temps de préparation / réglage / paramétrage lors des changements de production), l'entreprise désire pouvoir modifier les paramètres de tous les variateurs (au nombre de 6) ainsi que les programmes des automates (au nombre de 5+1 maître) par l'intermédiaire d'un bus de terrain qui couvrira tout l'atelier qui mesure 60 m de long sur 45 m de large.

**Question D-1** À l'aide du DT12, montrer qu'un bus de terrain de type MODBUS convient.

**Question D-2** Choisir les adresses des éléments du bus de terrain en utilisant les premières disponibles. DT 12

Appareil	Adresse
Automate Poste de remplissage	
Automate Convoyeur 1	
Automate Convoyeur 2	
Automate Convoyeur 3	
Automate Convoyeur 4	
Variateur Poste de remplissage	
Variateur Convoyeur 1	
Variateur Convoyeur 2	
Variateur Convoyeur 3	
Variateur Convoyeur 4	

**NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE**

**Question D-3** Dans le protocole de communication utilisé, les consignes de vitesse pour les variateurs sont codées sur 8 bits. En déduire le nombre de consignes de vitesse différentes (et donc de flacons) possibles. Sachant que l'entreprise a une vingtaine de marque en production chacune avec 3 tailles de flacons, cela est-il compatible ?

**Question D-4** Donner la trame de la commande permettant de faire fonctionner le convoyeur 2 à la vitesse n°25. La donnée est codée sur 1 mot.

			<b>0001</b>	<b>XX XX</b>
--	--	--	-------------	--------------