

Devoir de contrôle du premier semestre Automatique

Date : 22/10/2021. Durée : 1h.

Documents, Calculatrice et GSM non autorisés. Tables de Laplace fournies au verso.

Enoncé :

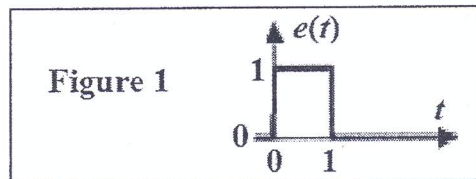
Un processus est décrit par l'équation différentielle suivante :

$$4\dot{s}(t) + s(t) = e(t - 0.2), \quad s(0) = 0.$$

d'entrée $e(t)$ et de sortie $s(t)$.

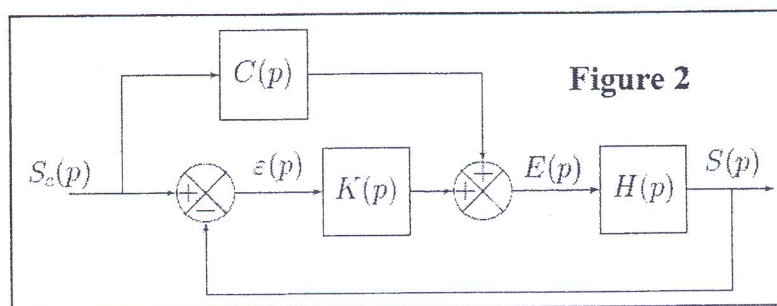
- Ce processus est-il continu, dynamique, linéaire, stationnaire, causal et initialement au repos ? Justifier.
- Calculer sa fonction de transfert $H(p)$. Quels sont l'ordre, la classe, le gain statique, le polynôme caractéristique, l'équation caractéristique, les pôles, les zéros et le retard pur du processus.
- Calculer sa réponse impulsionnelle $h(t)$.

Dans le cas où ce processus est excité par l'entrée causale $e(t)$ donnée à la figure 1.



- Calculer sa transformée de Laplace $E(p)$.
- Déterminer l'expression de $S(p)$, la transformée de $s(t)$.
- Déduire la valeur finale de $s(t)$.

On souhaite garantir que la sortie du processus $s(t)$ suive une consigne $s_c(t)$. On effectue alors une structure de correction en boucle fermée, comme indiquée dans la figure 2 :



- Calculer la fonction de transfert entre S_c et S .

Table de la transformée de Laplace

$f(t)$ pour $t > 0$	$F(p)$
$\delta(t)$	1
$E u(t)$	$\frac{E}{p}$
$a t u(t)$	$\frac{a}{p^2}$
$\frac{t^{n-1}}{(n-1)!} u(t)$	$\frac{1}{p^n}$
$e^{-at} u(t)$	$\frac{1}{p+a}$
$t.e^{-at} u(t)$	$\frac{1}{(p+a)^2}$
$\cos(\omega t) u(t)$	$\frac{p}{p^2 + \omega^2}$
$\sin(\omega t) u(t)$	$\frac{\omega}{p^2 + \omega^2}$
$e^{-at} \cdot \cos(\omega t) u(t)$	$\frac{p+a}{(p+a)^2 + \omega^2}$
$e^{-at} \cdot \sin(\omega t) u(t)$	$\frac{\omega}{(p+a)^2 + \omega^2}$

Propriétés de la transformée de Laplace

<u>linéarité</u>	$f_1(t) + k f_2(t) \xrightarrow{\mathcal{L}} F_1(p) + k F_2(p)$
<u>dérivation</u>	$\dot{f}(t) \xrightarrow{\mathcal{L}} pF(p) - f(0)$ $\ddot{f}(t) \xrightarrow{\mathcal{L}} p^2 F(p) - pf(0) - \dot{f}(0)$
<u>intégration</u>	$\bullet \int_0^{t \geq 0} f(\tau) d\tau \xrightarrow{\mathcal{L}} \frac{F(p)}{p}$
<u>retard</u>	$\bullet f(t - \theta) \xrightarrow{\mathcal{L}} e^{-\theta p} F(p)$
<u>valeur initiale</u>	$\bullet \lim_{t \rightarrow 0} f(t) = \lim_{p \rightarrow \infty} pF(p)$
<u>valeur finale</u>	$\bullet \lim_{t \rightarrow \infty} f(t) = \lim_{p \rightarrow 0} pF(p)$
<u>fonction périodique de période T</u>	$f(t) \mapsto F(p) = \frac{1}{1 - e^{-pT}} \int_0^T f(t) e^{-pt} dt$

$u(t)$: Echelon unitaire

Année : 2021 / 2022

Classe : PT2

Épreuve : DC

Semestre : 1

Matière : CFM

Partie : Technologie de Fabrication

Nom et Prénom :

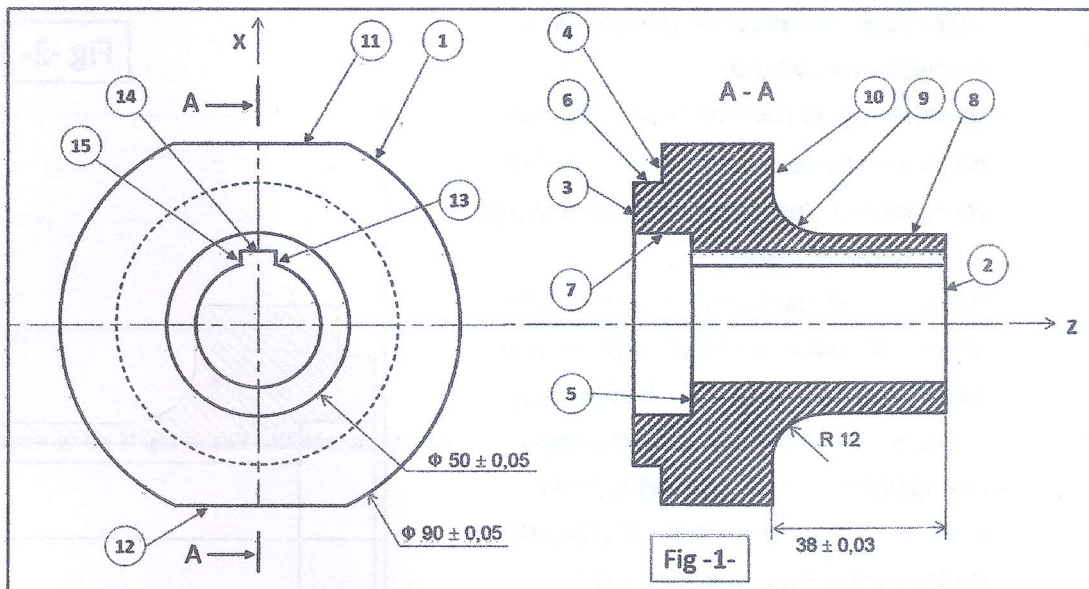
Groupe :

Soigner la présentation! Écrire dans les espaces prévus uniquement !

Procédés d'usinage

La pièce montrée à la figure (1) ci-dessus est fabriquée en petite série par usinage d'un brut moulé en C22. Toutes les surfaces (1 à 15) sont usinées. Les surfaces (11 à 15) ont été usinées en dernier lieu.

1- Compléter le tableau suivant :



Surf.	Machine-outil	Opération	Outil (monobloc)			Direction du m ^{vt} d'avance
			Nom	F/E *	U/M **	
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
11						
13,14,15						
Notes : [* : Forme (F) ou enveloppe (E)] [** : tranchant unique (U) ou tranchants multiples (M)]						

2- A-t-on besoin d'une machine à commande numérique pour la réalisation de cette pièce ?

Rep : Justif. :

3- Quel serait l'équipement de montage de pièce nécessaire à l'usinage des surfaces (11) et (12) ?

Rep : Justif. :

Ne rien écrire dans cet espace

Étude de la coupe et programmation CNC

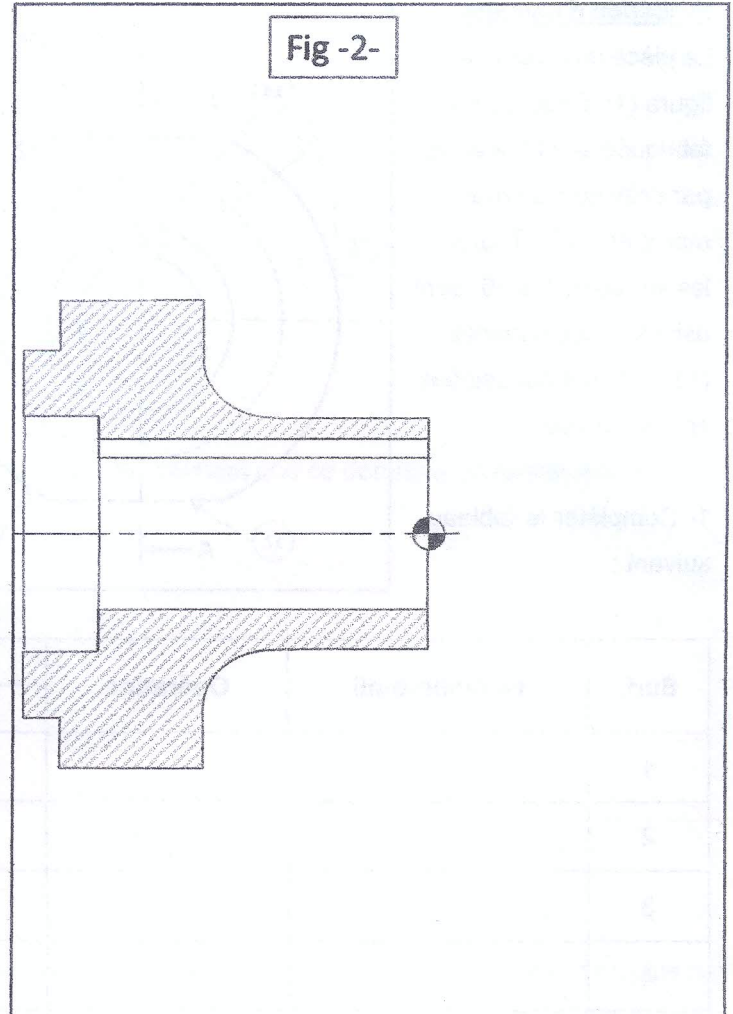
On se propose d'usiner en finition les surfaces (8), (9) et (10) sur un tour à commande numérique à tourelle avant.

On supposera que les surfaces (11 à 15) ne sont pas encore usinées. On donne :

- Outil utilisé : à contourner (à plaquettes amovibles en carbure)
- Durée de vie de l'outil en finition : 22 min
- Angle de face de l'outil : $\alpha = 15^\circ$ $\beta = 70^\circ$
- Surépaisseur d'usinage du brut de moulage : 3 mm (faces et rayons)
- Profondeur de passe en finition : 0,5 mm
- Vitesse de coupe en finition : 400 m / min
- Avance par tour en finition : 0,05 mm / tr
- Engagement : 2 mm (faces et rayons)
- Dégagement : 2 mm (faces et rayons)
- Point de changement d'outil : N (120,50)
- Pression spécifique de l'acier C22 : 220 daN/mm²

4- Sur la figure (2) ci-contre, installer les axes, représenter l'outil au point N et représenter la trajectoire de l'outil partant du point N vers les surfaces (8), (9) et (10) [dans cet ordre] et revenant au point N.

Remarque : la position du point N sera représentée de façon approchée



5- Écrire les lignes de code (CNC - ISO) correspondant à la trajectoire demandée

....						
N0040	.....	.....	.....	.....	.....	.....
N0050	.....	.....	.....	.....	.....	.....
N0060	.....	.....	.....	.....	.....	.....
N0070	.....	.....	.....	.....	.....	.....
N0080	.....	.....	.....	.....	.....	.....
....						

6- Quelle ligne du programme ci-dessus devrait être modifiée si on l'exécute sur un tour à commande numérique à tourelle arrière ?

Rep : Justif. :

Ne rien écrire dans cet espace

7- Trouvez la plage de variation (min / max) de la fréquence de rotation N pendant la séquence d'usinage demandée ?

N_{min} = unité :

N_{max} = unité :

Remarque : C'est la valeur moyenne de N qui serait utilisée en cas de besoin dans le restant de l'épreuve.

8- Trouvez le temps effectif (utile) d'usinage pour la séquence demandée !

t_e = unité :

9- Combien d'arêtes de coupe seraient nécessaires pour l'usinage des surfaces (8), (9) et (10) sur une série de 700 pièces ?

N_{arêtes} =

Ne rien écrire dans cet espace

10- Trouvez l'effort tangentiel de coupe !

$F_c =$ unité :

11- Quel devrait être (au minimum) la puissance du moteur du tour, sachant que ce dernier a un rendement de 0,9 ?

$P =$ unité :

12- Par rapport aux valeurs correspondant à la finition, les quantités suivantes seraient-elles plus grandes ou plus petites en ébauche ?

Temps d'usinage : Justif. :

Effort de coupe : Justif. :

Fréquence moyenne de rotation : Justif. :

Bon travail !

DEVOIR DE CONTROLE DU PREMIER SEMESTRE
CONCEPTION ET FABRICATION MECANIKES
PREPARATION EN TECHNOLOGIE

Unité de dosage de produits alimentaires

Date : 23 Octobre 2021

Durée: 4 Heures

(Aucun document n'est autorisé)

Partie A: Conception Mécanique

Partie B: Fabrication Mécanique

N.B. Les deux parties sont indépendantes et doivent être rédigées sur les documents réponses.

MISE EN SITUATION

La figure 1 représente une « unité de dosage de produits alimentaires » permettant le dosage et le conditionnement des produits à l'état pâteux pouvant contenir des particules solides. La pompe est entraînée par un groupe de motorisation associant un moto-réducteur et un variateur de vitesse mécanique. Le même groupe de motorisation assure, par l'intermédiaire d'une transmission par pignons et chaîne, l'entraînement du convoyeur des récipients.

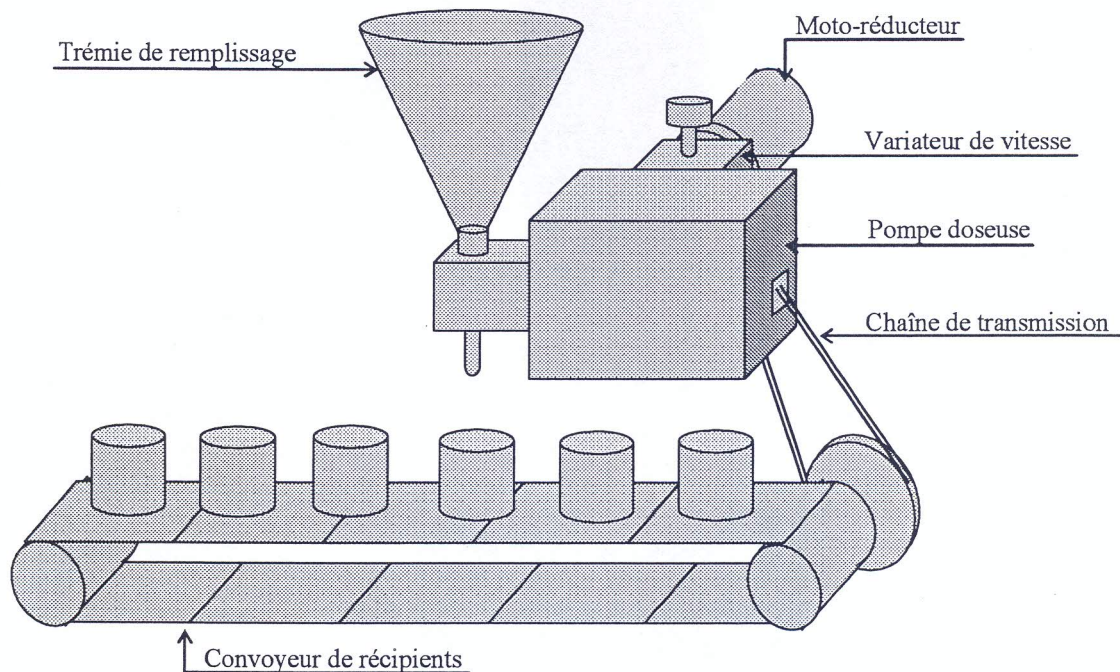


Figure 1 : Schéma de l'unité de dosage de produits alimentaires

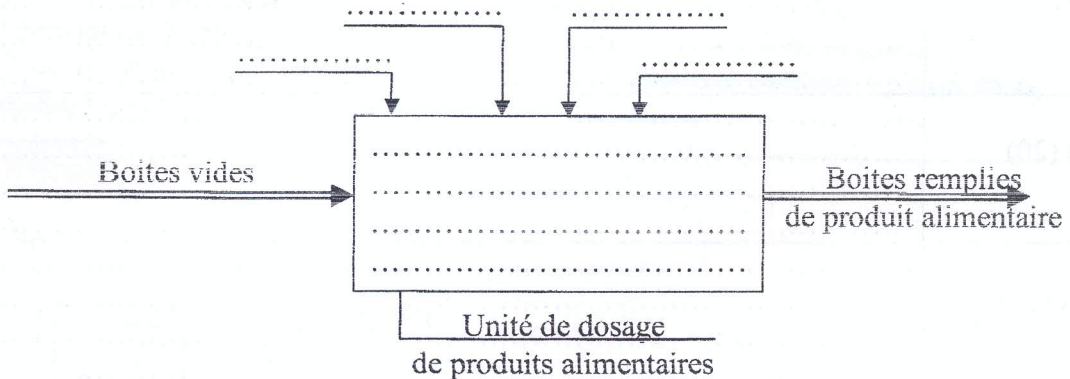
Partie A : Conception Mécanique

A-1) Analyse fonctionnelle

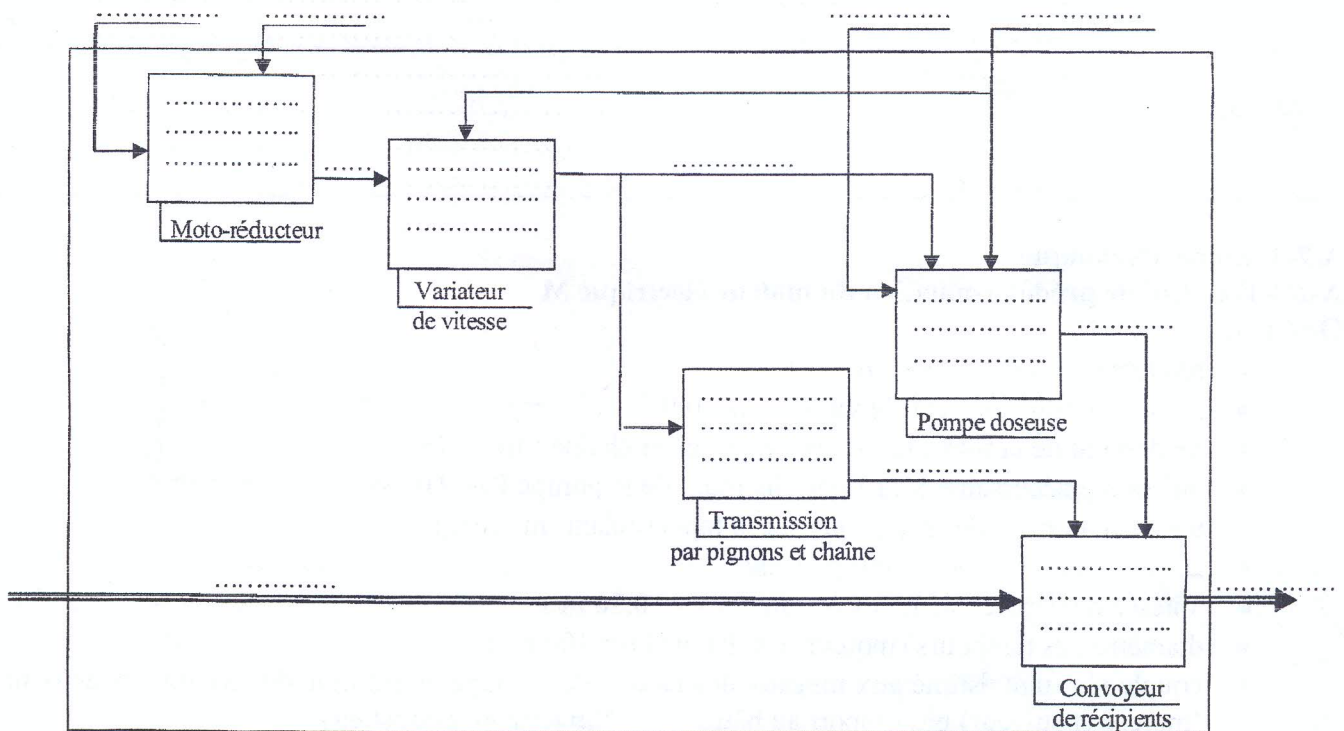
On s'intéresse dans cette partie à l'étude de la partie opérative de « l'unité de dosage de produits alimentaires » représentée par le schéma de la figure 1 et constituée par :

- un moto-réducteur,
- un variateur de vitesse,
- une pompe doseuse,
- une transmission par pignons et chaîne,
- un convoyeur de récipients.

A-1-1) Compléter l'actigramme A-0



A-1-2) Compléter l'actigramme A0



A-2) Etude de la partie opérative pompe doseuse

Le dessin d'ensemble de la page (6/6) représente la pompe doseuse utilisée dans « l'unité de dosage de produits alimentaires ». Le principe de fonctionnement, schématisé sur la figure 2, est basé sur la combinaison :

- du mouvement de translation alternatif du piston (7) (obtenu par transformation de l'énergie mécanique de rotation en énergie mécanique de translation grâce à un système bielle manivelle),
- du mouvement de rotation continue de la chambre tournante (14) (obtenu par renvoi d'angle à pignons coniques).

La chambre tournante (14) comporte une lumière passant successivement devant l'orifice d'admission (A) lorsque le piston recule et devant l'orifice de refoulement (R) lorsque le piston avance.

Le volume dosé est réglé en agissant sur l'excentricité (e) du système bielle manivelle au moyen de la pièce (23). Cette pièce commande un système vis-écrou (24)-(25) dont le blocage en position après réglage est réalisé par le serrage de l'écrou (31).

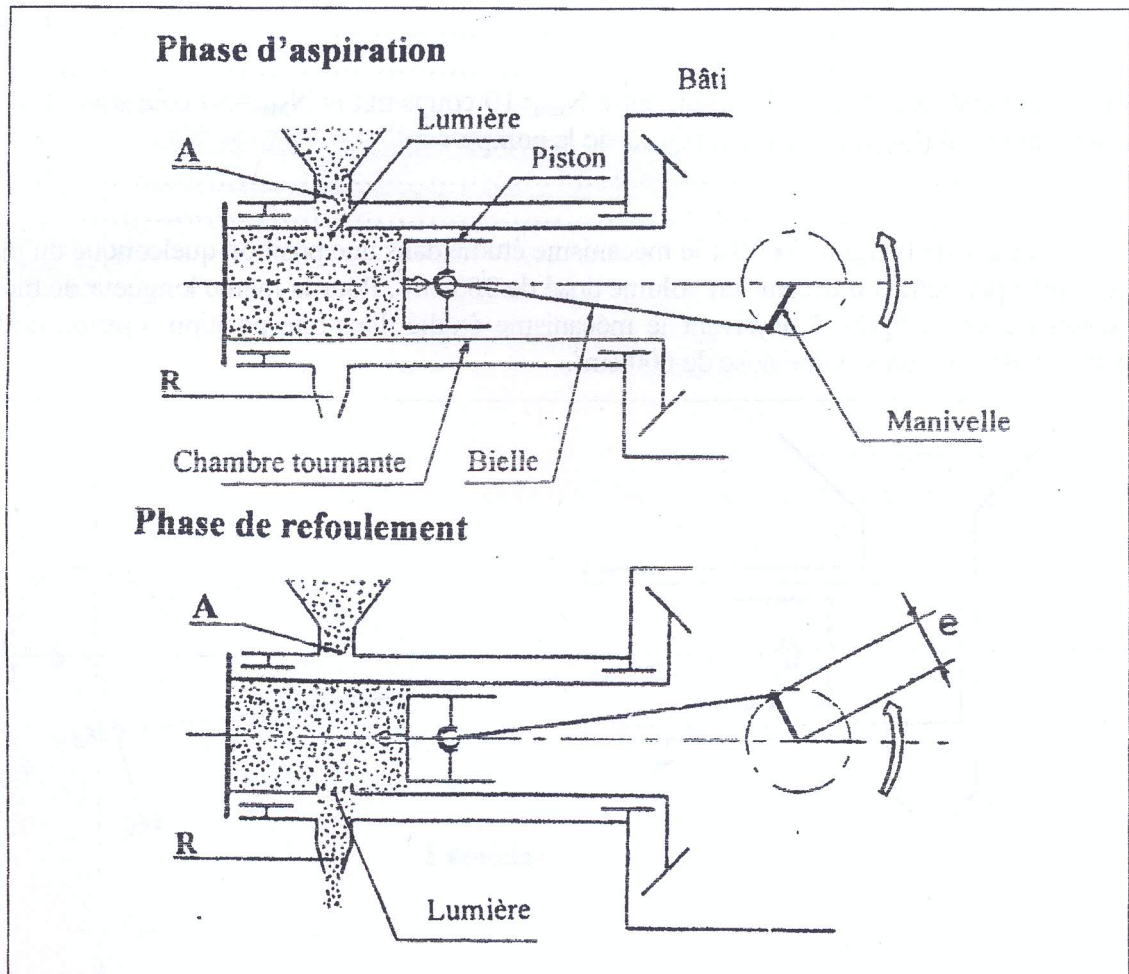


Figure 2 : Principe de fonctionnement de la pompe doseuse

A-2-1) Etude cinématique

A-2-1-1) Pour chacun des couples de pièces indiqués dans les tableaux suivants, identifier la nature de la liaison mécanique :

Phase de fonctionnement de la pompe :

pièces	Nature de la liaison
(4-14)	
(14-17)	
(7-14)	
(19-7)	
(21-30)	

Phase de réglage de la course :

pièces	Nature de la liaison
(23-24)	
(24-25)	
(3-24)	
(3-25)	

Nom : Prénom :
 Classe : N° :

A-2-1-2) Exprimer la course (C) du piston en fonction de l'excentricité (e).

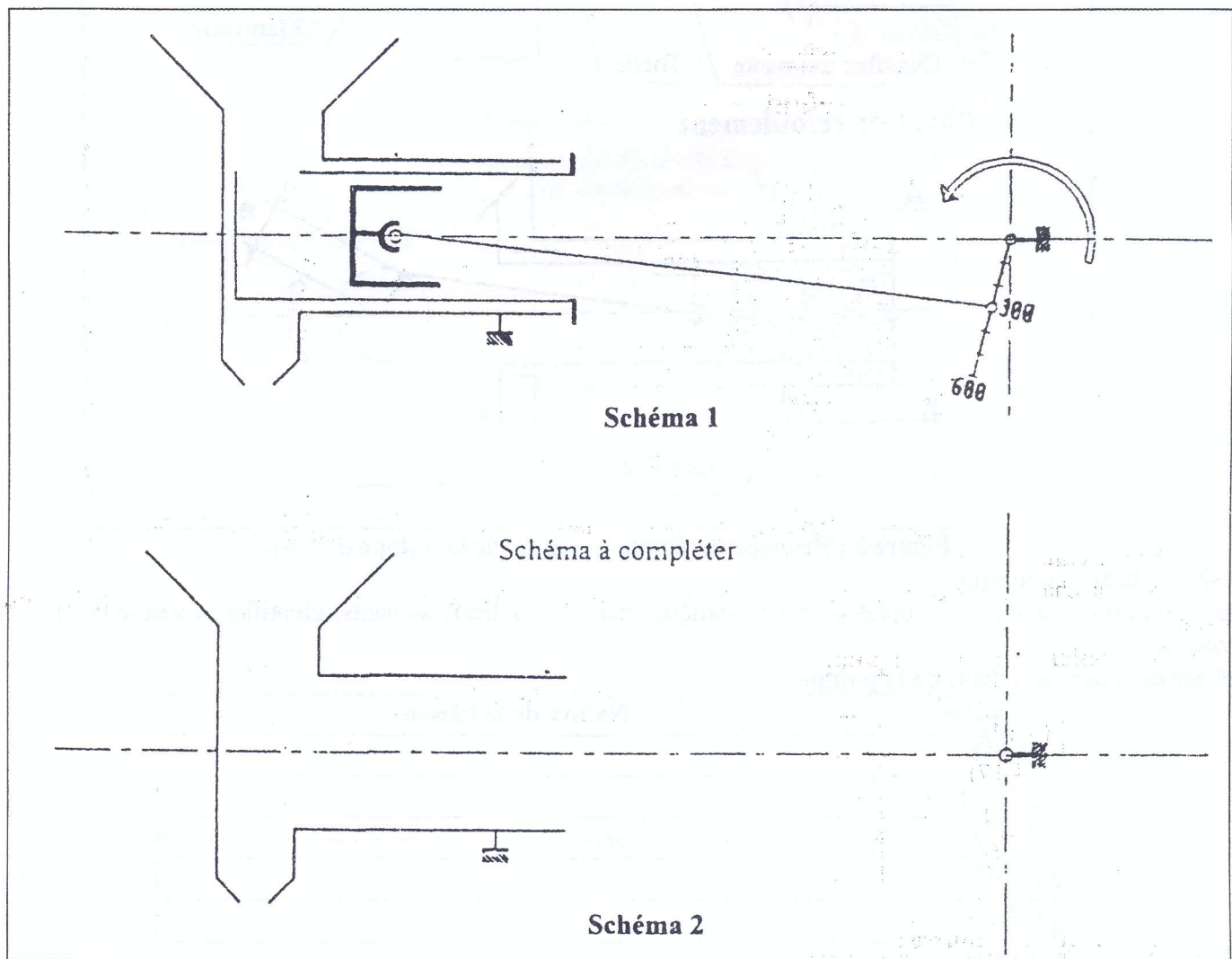
A-2-1-3) Exprimer puis calculer la cylindrée de la pompe (le volume (V) du produit refoulé par cycle).

N.B. * Un cycle (un coup) correspond à un aller-retour du piston (7).

* Mesurer les cotes utiles sur le dessin d'ensemble.

A-2-1-4) Pour une cadence de travail variant entre $N_{\min}=10$ coups/mn et $N_{\max}=50$ coups/mn. Calculer en litre par minute le débit minimal ($Q_{\min}$) et maximal ($Q_{\max}$) de la pompe.

A-2-1-5) Le schéma 1 de la figure 3 décrit le mécanisme étudié dans une position quelconque du piston et pour une longueur de bielle permettant d'obtenir un volume dosé de 300 cm^3 . Pour la même longueur de bielle, compléter le tracé du schéma 2 de la figure 3 décrivant le mécanisme étudié dans une position « piston en fin de phase de refoulement » et assurant un volume dosé de 600 cm^3 .



-Figure 3-

La longueur de la bielle utilisée pour le dosage de 300 cm^3 est elle convenable pour le dosage de 600 cm^3 ? Justifier votre réponse ?

A-2-1-6) Décrire le mode opératoire à suivre pour procéder au réglage de la longueur de la bielle (19+21)**A-2-2) Etude Technologique**

Donner la fonction de chacune des pièces indiquées dans le tableau suivant

Pièces	Fonctions
Pièce (29)	
Pièce (20)	
Pièce (11) et (11')	
Pièce (8) et (9)	
Pièce (13)	

A-2-3) Etude Mécanique**A-2-3-1) Calcul de prédétermination du moteur électrique M**

On donne :

- rendement du réducteur : $\eta_1=0,9$,
- rendement du variateur de vitesse : $\eta_2=0,9$,
- rendement de la transmission par pignons et chaîne : $\eta_3=0,95$,
- puissance nécessaire pour l'entraînement de la pompe $P_P=210\text{ W}$
- masse maximale des récipients sur le tapis roulant: $m=10\text{ Kg}$,
- accélération de la pesanteur $g=10\text{ m/s}^2$,
- Vitesse de déplacement des récipients $V_T=0,26\text{ m/s}$
- diamètre des tambours (moteur et suiveur) $D_T=100\text{ mm}$,
- couple résistant estimé aux niveaux des paliers de guidage en rotation de chacun des deux tambours (moteur et suiveur) par rapport au bâti : $C_f=2\text{ Nm}$ (supposé constant).

Calculer la puissance mécanique nominale P_n du moteur électrique M.

Nom : Prénom :
Classe : N° :

A-2-3-2) Calcul de vérification de la résistance de la clavette (33)

On donne :

- désignation de la clavette (33) : clavette parallèle B 10x8x55 ($a=10\text{mm}$, $b=8\text{mm}$, $l=55\text{mm}$)
- diamètre de l'arbre (34) : $d=35\text{mm}$,
- cote normalisée de l'arbre (34) au niveau de la rainure de clavetage : $j=d-5$,
- puissance mécanique utile (maximale) du moteur électrique M : $P_u=300\text{ W}$,
- fréquence de rotation de l'arbre (34) : $N_{34}=N_{\min}=10\text{tr/mn}$,
- pression de matage du matériau de la clavette (33) : $p_{\text{adm}}=90\text{MPa}$,
- résistance au cisaillement du matériau de la clavette (33) : $R_{\text{pg}}=70\text{MPa}$.

A-2-3-2-1) Calculer le couple maximal C_{34} agissant sur l'arbre (34).

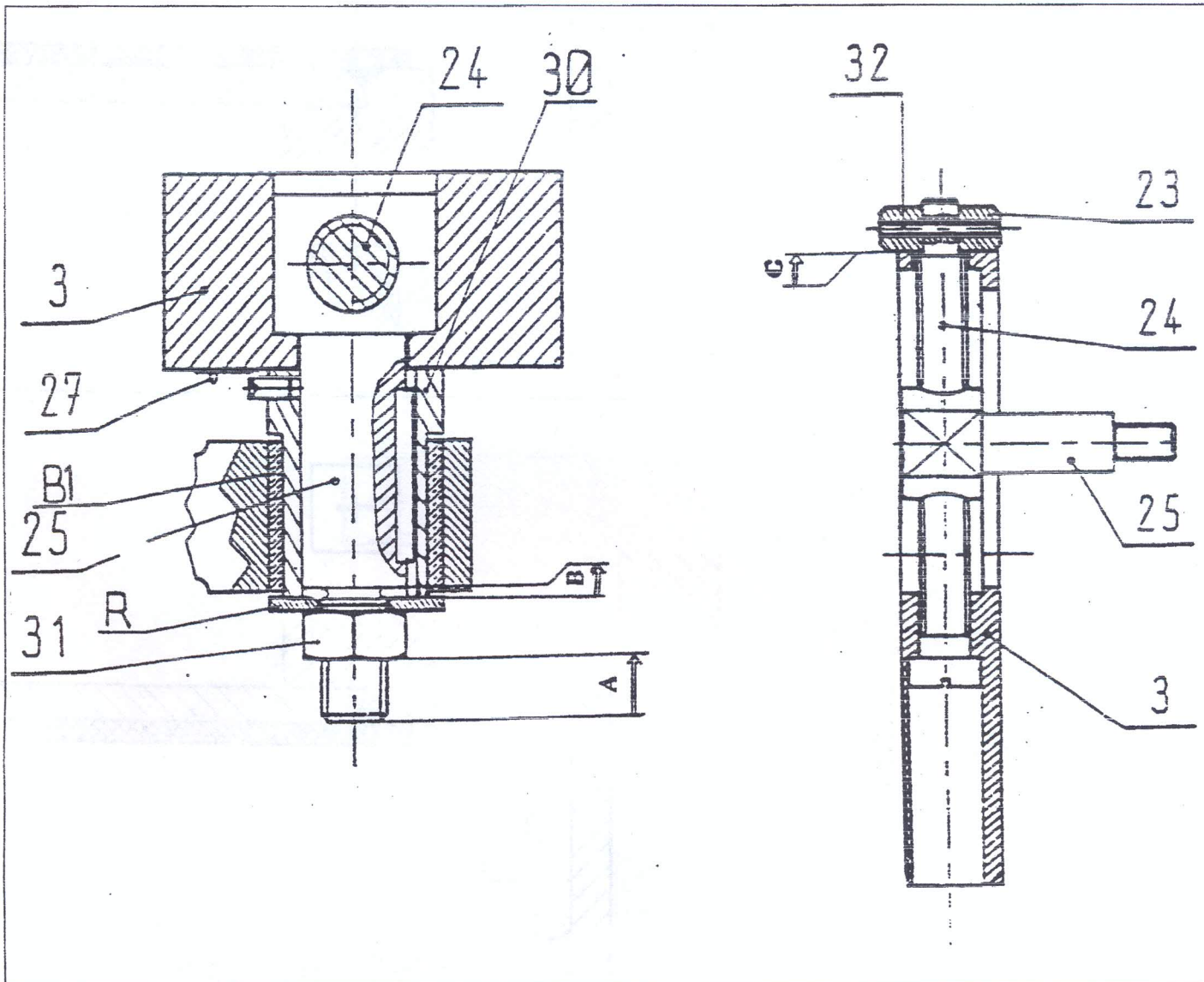
A-2-3-2-2) Vérifier la résistance de la clavette (33).

A-2-4) Cotation fonctionnelle

A-2-4-1) Indiquer les ajustements des assemblages mentionnés dans le tableau ci-dessous

Assemblage	Ajustement
(6) et (7)	
(4) et (14)	
(25) et ((30)	
(30) et (B1)	
(21) et (B1)	

A-2-3-2) Tracer sur les dessins ci-dessous les chaînes de cotes relatives aux conditions A, B et C (entre (3) et (23)).



A-2-4-2) justifier l'utilité de chacune de ces conditions :

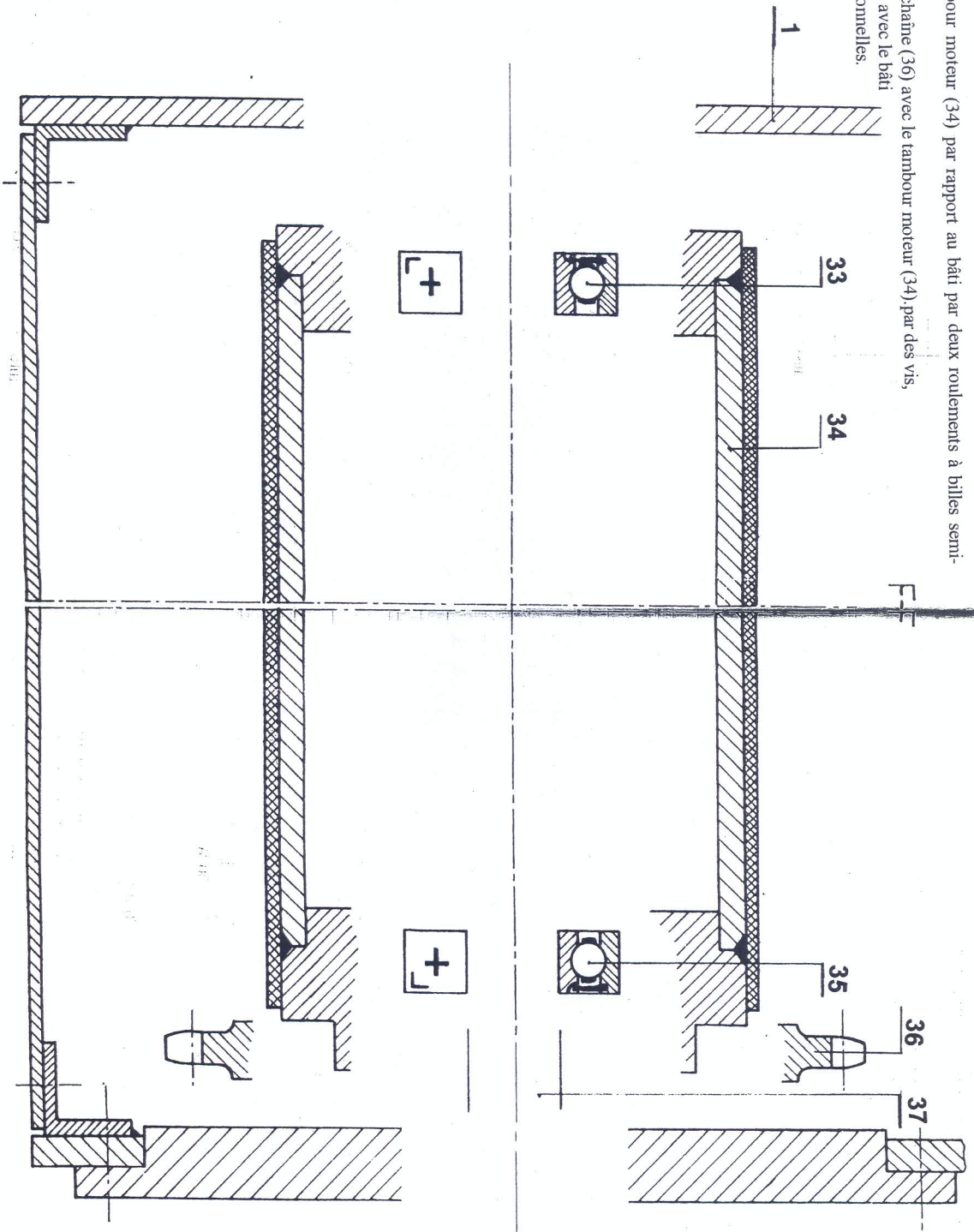
- Condition A.....
- Condition B.....
- Condition C.....

A-2-5) Etude de conception

Compléter le dessin d'ensemble ci-dessous, à l'échelle 1:1, en coupe F-F relatif au tambour moteur du tapis convoyeur de réceptiers en assurant :

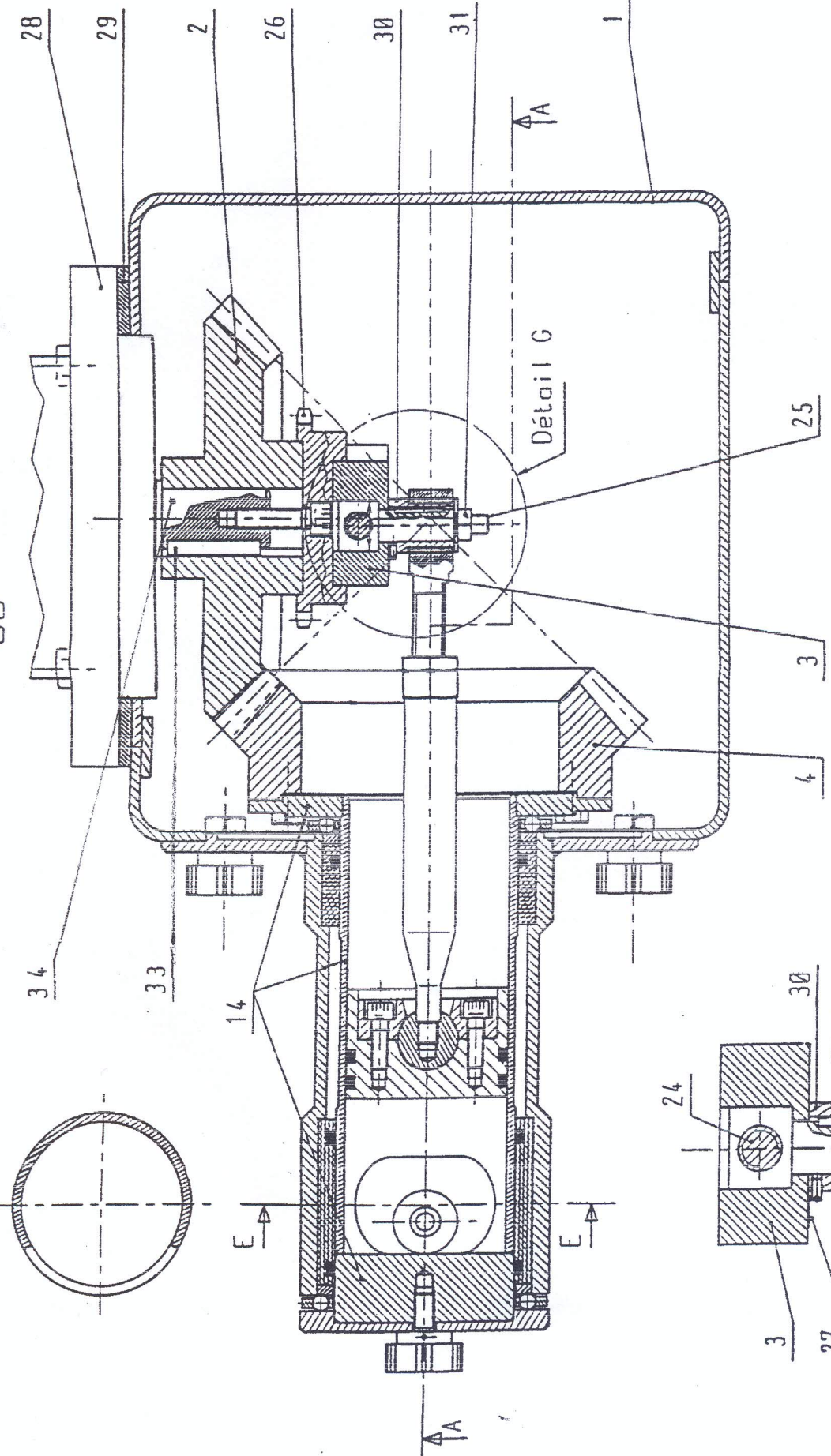
- le guidage en rotation du tambour moteur (34) par rapport au bâti par deux roulements à billes semi-étanches (33) et (35),
- la liaison complète de la roue à chaîne (36) avec le tambour moteur (34) par des vis,
- la liaison complète de l'axe (37) avec le bâti

Indiquer les ajustements des cotes fonctionnelles.



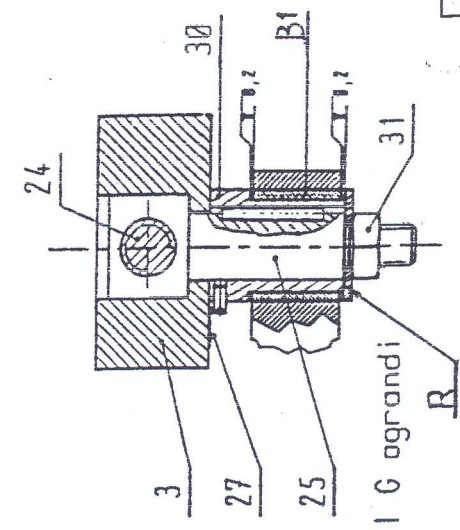
EE de 14

BB



Détail C

Détail C agrandi



INSTITUT PREPARATOIRE AUX ETUDES D'INGENIEURS DE SFAX

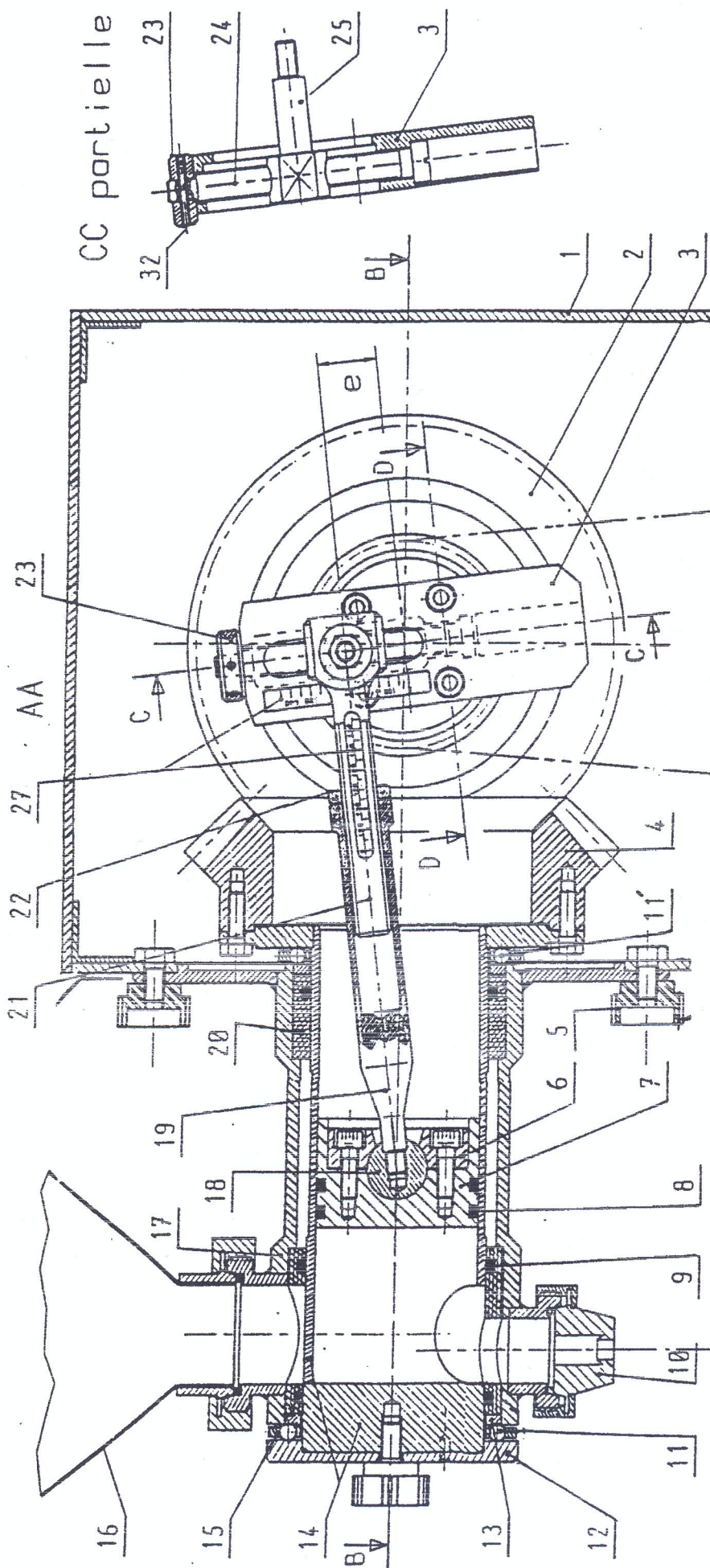
EPREUVE DE CFM

Feuille 6/6

Unité de dosage de produits alimentaires
[Pompe doseuse]



Ech 1:3



CC partielle

DD partielle

Tapis d'amenée des récipients

Tambour