

# TRAITEMENT DE SURFACE

## ROTATIF

Le sujet comporte 5 dossiers:

Dossier A: Présentation de la machine

Dossier B: Etude Mécanique

Dossier C: Analyse fonctionnelle

Dossier D: Asservissements

Dossier E: Motorisation

Barème de notation proposé (note /20)

Durée conseillée (8h)

Questions:

QB12, QB22, QB23:	/7	2 h 30 min
QC1, QC2, QC3:	/3	1h
QD11, QD12, QD13:	/1,5	30 min
QD21, QD22:	/2,5	1h
QD31:	/1,5	45 min
QD41/ DRD4:	/1,5	30 min
QE11, QE12, QE13:	/3	1h 45 min

(Coast Méca)

elect.

DCJ 5

SESSION 1995

Durée : 8 H - Coefficient : 2

# **DOSSIER A**

## **Présentation de la machine**

**Texte: 3 pages A 1/3 à A 3/3**

**Doc A1**

# A. PRÉSENTATION DE LA MACHINE

## A 1. MISE EN SITUATION

La plupart des traitements de surface a pour objet d'améliorer la tenue des pièces à diverses corrosions en les recouvrant d'un revêtement métallique isolant la pièce du milieu ambiant.

Les procédés couramment utilisés comprennent principalement :

- les revêtements métalliques par déplacement chimique (cuivrage, argentage...)
- les revêtements électrolytiques (nickelage, chromage, étamage, cadmiage...)
- les revêtements par immersion dans les métaux fondus (galvanisation...)
- la métallisation par projection au pistolet de métaux (zinc...)
- les traitements par revêtements non métalliques à base de peintures, vernis, émaux, caoutchouc...

Le système présenté dans ce dossier concerne un site d'oxydation anodique organisé pour traiter des pièces en aluminium.

## A 2. PRÉSENTATION DE LA MACHINE

Voir le document **Doc.A1**.

## A 3. DESCRIPTION DE L'INSTALLATION (Cf Doc.A1)

Les différents bacs de traitement ou de rinçage sont disposés radialement autour d'un fût supportant un manipulateur destiné au transport des pièces à traiter.

Les pièces à traiter, préalablement dégraissées, sont suspendues sur une balancelle par l'opérateur. L'ensemble pièces-balancelle constitue une grappe G. (Cf Fig 2)

L'opérateur, au poste de conduite, dispose suivant un ordre déterminé, les grappes sur le convoyeur d'entrée CE. (Cf Fig 1). Celles-ci sont translattées par le manipulateur du poste d'entrée Pe vers le poste de décapage (décap).

La grappe sera ensuite transportée de bain en bain suivant une procédure établie lors de la saisie des paramètres de traitement (temps d'immersion, intensité du courant).

La mise en référence des grappes au dessus des bacs est obtenue par les supports K avec 5 positionnements en v par bac.

Le traitement de la grappe étant terminé, le manipulateur la pose au poste de sortie Ps pour qu'elle soit évacuée sur le convoyeur de sortie CS.

## A 4. PARTIE OPÉRATIVE:

- F** Fût central : fixé au sol , il supporte l'ensemble du manipulateur.
- Mr** Motovariateur : par l'intermédiaire de poulies et de la courroie crantée Cr, il assure la mise en rotation du manipulateur. Le mouvement de rotation est contrôlé par un capteur rotatif incrémental ci.r.
- A** Arbre principal : en liaison pivot par rapport au fût, il supporte le bras B.
- B** Bras constitué de deux tubes rectangulaires, il assure le guidage en translation du chariot C.
- Mt** Motovariateur : il commande le mouvement du chariot par l'intermédiaire de la courroie crantée Ct. Le mouvement de translation du chariot est contrôlé par un capteur rotatif incrémental ci.t accouplé à la poulie non motrice.
- V** Vérin solidaire du chariot C, il permet la préhension et la dépose des grappes. La forme ovale de son piston assure l'anti-rotation de sa tige . Ce vérin est équipé de 2 capteurs pour détecter les positions haute et basse du préhenseur.
- P** Préhenseur: il est constitué de 2 crochets et il est solidaire de la tige du vérin V. L'axe du préhenseur est défini dans le repère fixe  $0, x0, y0, z0$  par les paramètres de position  $\alpha$  et  $r$  (cf. Doc A1 / fig. 4)

## A 5. PARTIE COMMANDE :

Positions successives des grappes (cf. Doc. A1 / fig 1)

1. Pose de la grappe sur le convoyeur d'entrée CE par l'opérateur.
2. Grappe en position au poste d'entrée Pe.
3. Décapage.
4. Rinçage 1 (r1)
5. Rinçage 2 (r2)
6. Neutralisation
7. Anodisation (dans l'un des 3 bacs i1, i2, i3 suivant l'intensité choisie).
8. Rinçage 3 (r3).
9. Rinçage 4 (r4).
10. Coloration

11. Rinçage 5 (r5).
12. Rinçage 6 (r6)
13. Colmatage (dans l'un des 3 bacs suivant la disponibilité).
14. Pose de la grappe sur le poste de sortie Ps par le manipulateur.
15. Evacuation de la grappe par le convoyeur CS.

La gestion de la partie commande est assurée par un automate programmable industriel (A.P.I) assisté d'un opérateur aux postes d'entrée et de sortie pour la saisie des différents paramètres de traitement.

En fonction de l'épaisseur de la couche d'alumine désirée (5 à 25  $\mu\text{m}$ ), l'opérateur choisit l'intensité et le temps de traitement. Le temps total de traitement peut varier de 1 à 2 heures.

Les 3 bacs d'anodisation sont caractérisés par l'intensité du courant installé ( $i_1$ ,  $i_2$  ou  $i_3$ ), ces valeurs sont choisies et peuvent être modifiées par l'opérateur selon les séries de pièces à traiter.

Pour l'anodisation, on considère un courant constant par balancelle dans chacun des bacs.

Lors de la pose d'une balancelle dans le bac  $i_1$ , l'A.P.I délivre une information correspondante  $i_1$  et démarre le temps  $t_1$  d'immersion choisi par l'opérateur.

Si une seconde balancelle est déposée dans le même bac  $i_1$ , l'A.P.I délivre une information  $2i_1$  et démarre le temps  $t_2$ ...etc jusqu'à 5 balancelles par bac ( $5i_1$ ).

Pour une série de pièces identiques les temps de traitement sont égaux  $t_1=t_2=t_3=t_4=t_5$ .

Les temps d'anodisation et de colmatage étant les plus longs, le nombre de bacs correspondants à ces opérations ont été triplés pour permettre un flux de production plus important.

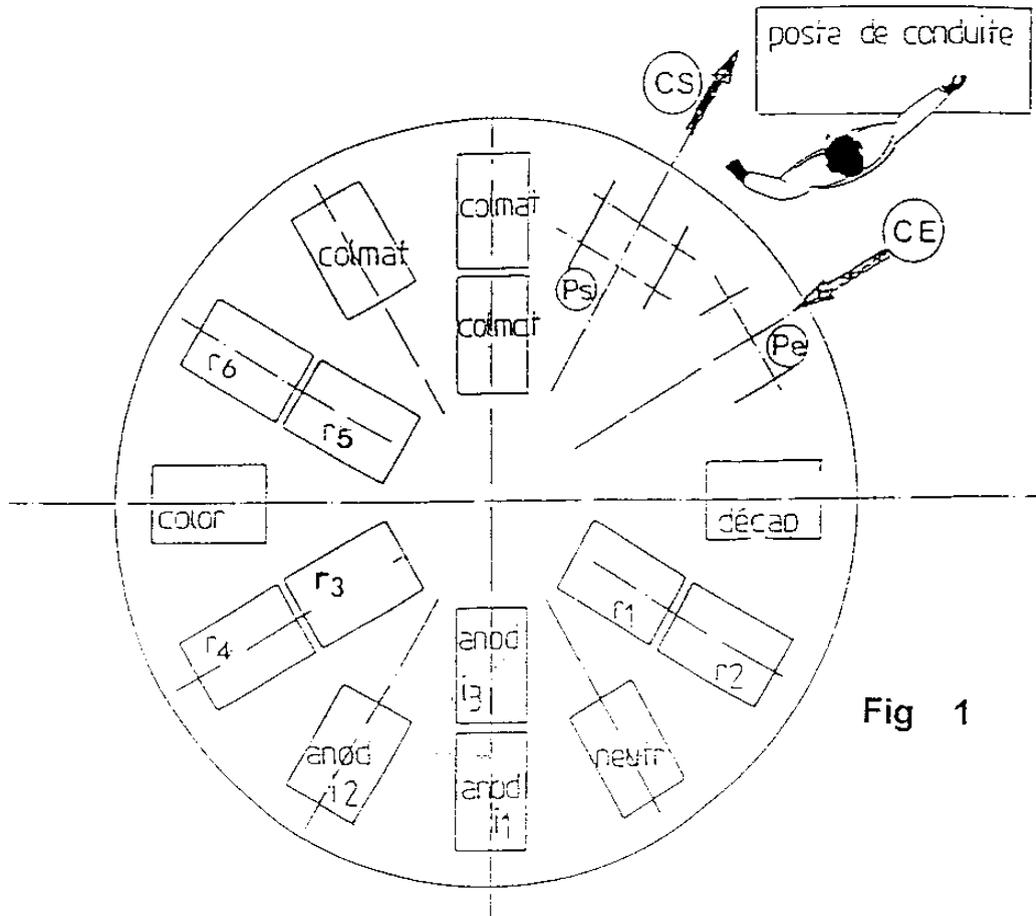


Fig 1

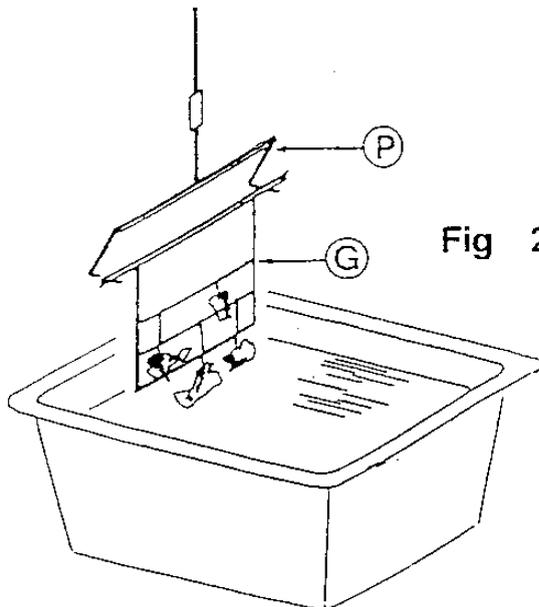


Fig 2

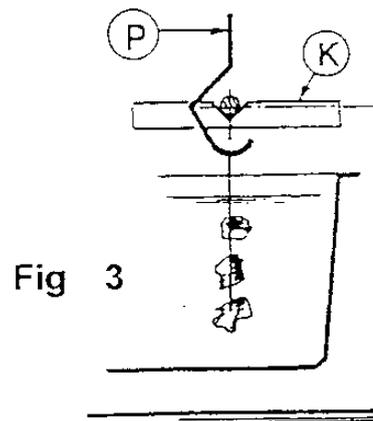


Fig 3

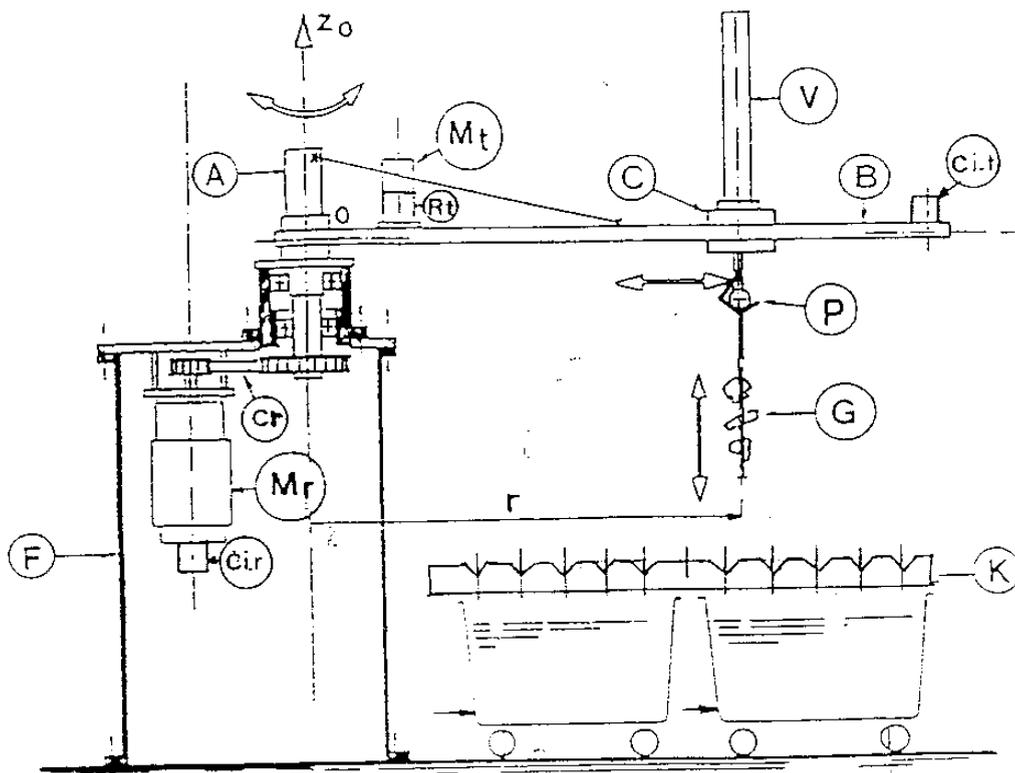
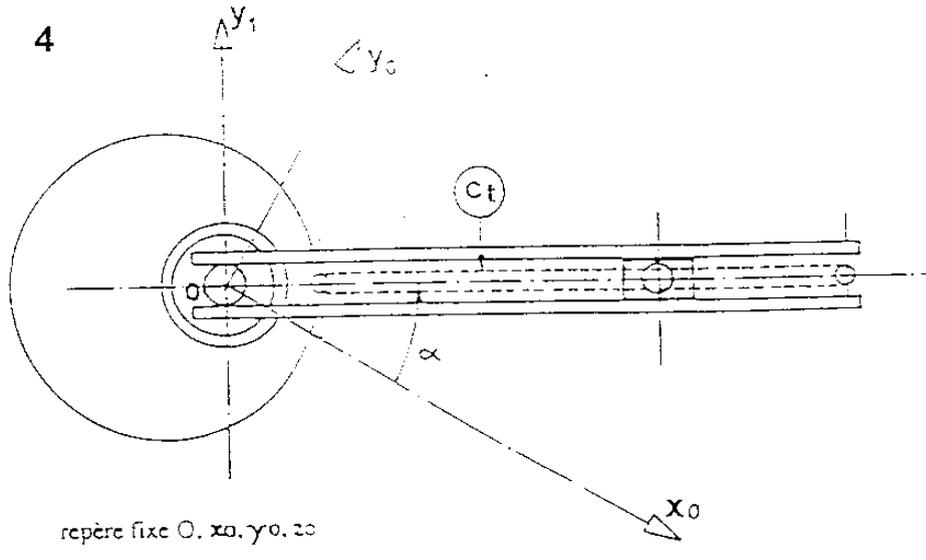


Fig 4



DOC A1

# **DOSSIER B**

## **Etude Mécanique**

**Texte: 4 pages B 1/4 à B 4/4**

**Doc B1**

## B. ÉTUDE MÉCANIQUE

### B 1. ÉTUDE DU SYSTÈME DE TRANSLATION

#### B 11. DONNÉES

##### B 111. Notation des éléments du système :

<b>Mt</b>	Moteur du système de translation
<b>Rt</b>	Réducteur du système de translation
<b>Ct</b>	Courroie crantée du système de translation (Type T 10)
<b>Pt1</b>	Poulie crantée motrice du système de translation
<b>Pt2</b>	Poulie crantée réceptrice du système de translation

##### B 112. Notation et valeurs des grandeurs utilisées :

<b>V<sub>M</sub></b>	Vitesse maxi du chariot sur le bras.	
<b>C<sub>M</sub></b>	Course maxi du chariot :	1,05 m
<b>C<sub>a</sub></b>	Course d'accélération.	
<b>C<sub>c</sub></b>	Course à vitesse constante.	
<b>C<sub>d</sub></b>	Course de décélération.	
<b>t<sub>M</sub></b>	Temps pour la course maxi :	8 s
<b>t<sub>a</sub></b>	Temps d'accélération :	1 s
<b>t<sub>c</sub></b>	Temps à vitesse constante.	
<b>t<sub>d</sub></b>	Temps de décélération :	1 s
<b>Z<sub>t</sub></b>	Nombre de dents des poulies crantées de translation	15
<b>P<sub>c</sub></b>	Pas des dents de la courroie du système de translation :	10 mm
<b>ω<sub>t</sub></b>	Vitesse angulaire de la poulie motrice du système de translation.	
<b>K<sub>t</sub></b>	Rapport de réduction du réducteur de translation.	
<b>N<sub>t</sub></b>	Fréquence de rotation du moteur de translation :	3000 min <sup>-1</sup>

#### B 12 QUESTIONS

**QB 121:** Déterminer l'accélération et la vitesse maxi du chariot pour effectuer la course totale  $C_M$  dans le temps  $t_M$ .

**QB 122:** On désire qu'à la vitesse de translation maxi  $V_M$ , le moteur de translation ait une fréquence de rotation voisine de la fréquence nominale  $N_t$ .  
Quel rapport de réduction  $K_t$  est nécessaire ?  
Quel réducteur choisiriez vous, sachant que les rapports de réduction disponibles sont:  
4 - 20 - 48 - 60 - 80 - 100 - 125 - 144 - 180 - 192 - 240 - 300 - 400.

## B 2. ÉTUDE DU SYSTÈME DE ROTATION DU BRAS

### B 21. DONNÉES

#### B 211. Notation des éléments du système :

<b>B</b>	Bras supportant le chariot
<b>C</b>	Chariot
<b>V</b>	Vérin de descente des grappes
<b>P</b>	Préhenseur des balancelles
<b>G</b>	Grappe avec balancelle
<b>A</b>	Arbre de guidage du bras
<b>Pr1</b>	Poulie de rotation motrice
<b>Pr2</b>	Poulie de rotation réceptrice
<b>Cr</b>	Courroie crantée de rotation (Type T10)
<b>Rr</b>	Réducteur de rotation
<b>Mr</b>	Moteur de rotation
<b>Fr</b>	Frein de rotation
<b>Mt</b>	Motoréducteur de translation
<b>E</b>	Ensemble mobile constitué de { <b>B,C,V,P,G,Mt,A,Pr2</b> }

#### B 212. Notations et valeurs des grandeurs utilisées :

<b>d</b>	Déplacement latéral de $G_1$ par rapport à la verticale en $G_2$	25 mm
<b>h</b>	Distance entre le centre de gravité des grappes et le point de suspension des balancelles	280 mm
$\beta_{M1}$	Angle d'inclinaison maximale des grappes	
$\omega_{BM}$	Vitesse angulaire maximale du bras	
$\omega'_B$	Accélération angulaire du bras	
$\gamma_n$	Accélération normale des grappes pendant la rotation	
$C_{fp}$	Couple de frottement dans le palier du bras	8 Nm
$C_{fr}$	Couple de frottement du réducteur	
$C_{pr1}$	Couple sur la poulie <b>Pr1</b>	
$C_{pr2}$	Couple sur la poulie <b>Pr2</b>	
$C_{mot}$	Couple moteur de rotation	
$C_R$	Couple disponible à l'entrée du réducteur	
$x_M$	Position extrême du chariot sur le bras	1,470 m
$J_{EOz}$	Moment d'inertie par rapport à l'axe $oz$ de l'ensemble mobile E	
$K_r$	Coefficient de réduction du réducteur de rotation	
$J_{Mr}$	Moment d'inertie du moteur frein de rotation par rapport à son axe (Ensemble { <b>Mr + Fr + ci.r</b> })	$6,5 \cdot 10^{-3} \text{ kg.m}^2$
$J_{Rz}$	Moment d'inertie du réducteur ramené sur l'arbre d'entrée	$1,2 \cdot 10^{-3} \text{ kg.m}^2$
$Z_1$	Nombre de dents de la poulie crantée de rotation motrice	20
$Z_2$	Nombre de dents de la poulie crantée de rotation réceptrice	40
$\eta$	Rendement du réducteur	0,9
$N_r$	Fréquence de rotation nominale du moteur de rotation	$1440 \text{ min}^{-1}$
$\omega'_M$	Accélération angulaire du moteur	
<b>g</b>	Accélération de la pesanteur	$9,81 \text{ m.s}^{-2}$

**B 213. Caractéristiques d'inertie des éléments de l'ensemble mobile E.**

Élément	Masse (kg)	Centre de gravité	Position du centre de gravité		Moment d'inertie /oz (kg.m <sup>2</sup> )
			x (mm)	z (mm)	
Grappe + Balancelle (G)	16	G <sub>1</sub>	1470	-480	
Ensemble (C+V+P)	6	G <sub>2</sub>	1470	60	
Bras (B)	8	G <sub>3</sub>	800	0	
Motoréducteur (Mt)	4	G <sub>4</sub>	250	80	
Arbre (A+Pr2)	6	G <sub>5</sub>	0	-40	1,8 10 <sup>-3</sup>

**B 22. MOUVEMENT DE ROTATION DU BRAS**

Pendant la phase de descente des grappes qui suit la rotation du bras, les balancelles ne doivent pas osciller avec une amplitude trop importante. En effet il ne faut pas que des pièces viennent en contact avec celles qui sont déjà immergées dans la cuve.

Pour cela on limite à 25 mm, le déplacement latéral, d du centre de gravité des grappes par rapport à la verticale du point de suspension.

QB 221: Déterminer la valeur de  $\beta_M$ .

QB 222: Quelle valeur de l'accélération normale  $\gamma_n$  des grappes produit l'angle  $\beta_M$  ?

QB 223: En déduire la valeur de la vitesse angulaire maximale  $\omega_{BM}$  que le bras peut atteindre.

QB 224: Pour le passage d'une cuve à une autre, contiguë (rotation de  $\alpha = 30^\circ$ ), on désire utiliser un cycle de vitesse triangulaire qui atteigne la vitesse angulaire maxi  $\omega_{BM}$ . Déterminer l'accélération angulaire du bras,  $\omega'_B$  dans le cas d'un tel cycle.

**B 23. MOTORÉDUCTEUR DE ROTATION**

QB 231: Quel doit être le rapport de réduction du réducteur si on désire que le moteur fonctionne à fréquence nominale  $N_r$  quand on est à la vitesse angulaire maxi  $\omega_{BM}$  (0,8 rad/s)  
 Quel réducteur choisiriez-vous, sachant que les rapports disponibles sont:  
 1,6 - 2 - 2,5 - 3,2 - 4 - 5 - 6,3 - 8 - 10 - 12,5 - 16 - 20 - 25 - 32 - 40 - 50 - 63 - 80 - 100 - 125 - 160.

QB 232: Calculer le moment d'inertie  $J_{Eoz}$  de l'ensemble mobile E.

Rappel : Le moment d'inertie  $I_{Oz}$  d'une barre OA, d'axe OX, de masse M, de longueur L, par rapport à un axe Oz, est donné par la relation :

$$I_{Oz} = \frac{ML^2}{3}$$

B 3/4

**QB233** : Calculer le moment d'inertie de l'ensemble mobile **E** ramené sur l'arbre du moteur.  
Il sera noté : **J E / mot**

**QB234** : Calculer le moment d'inertie total **JT / mot** ramené sur l'arbre du moteur électrique.

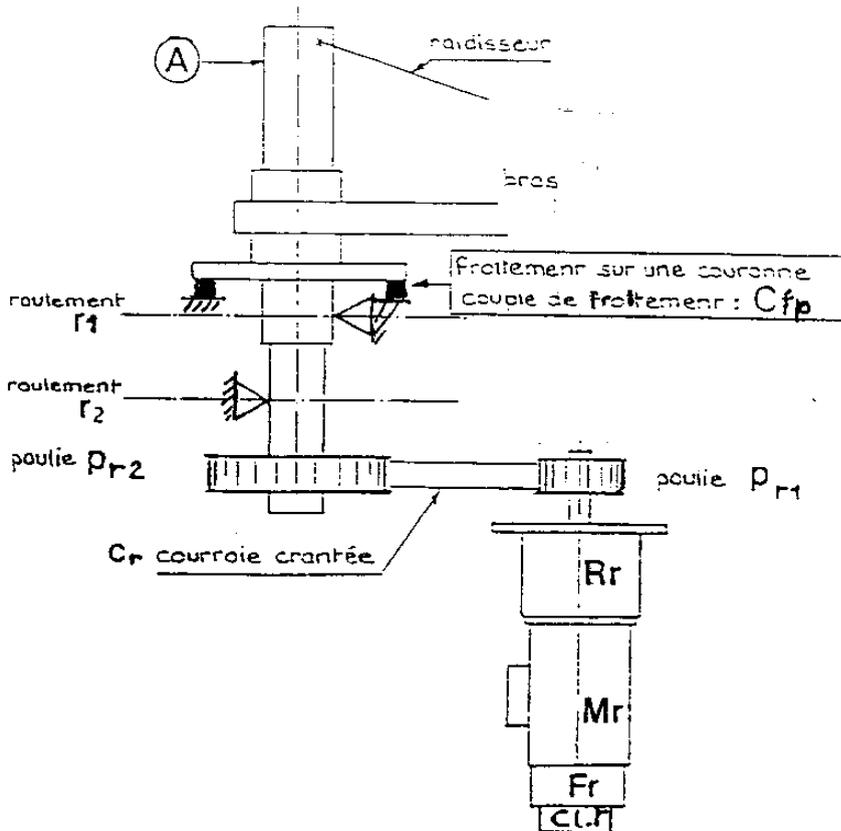
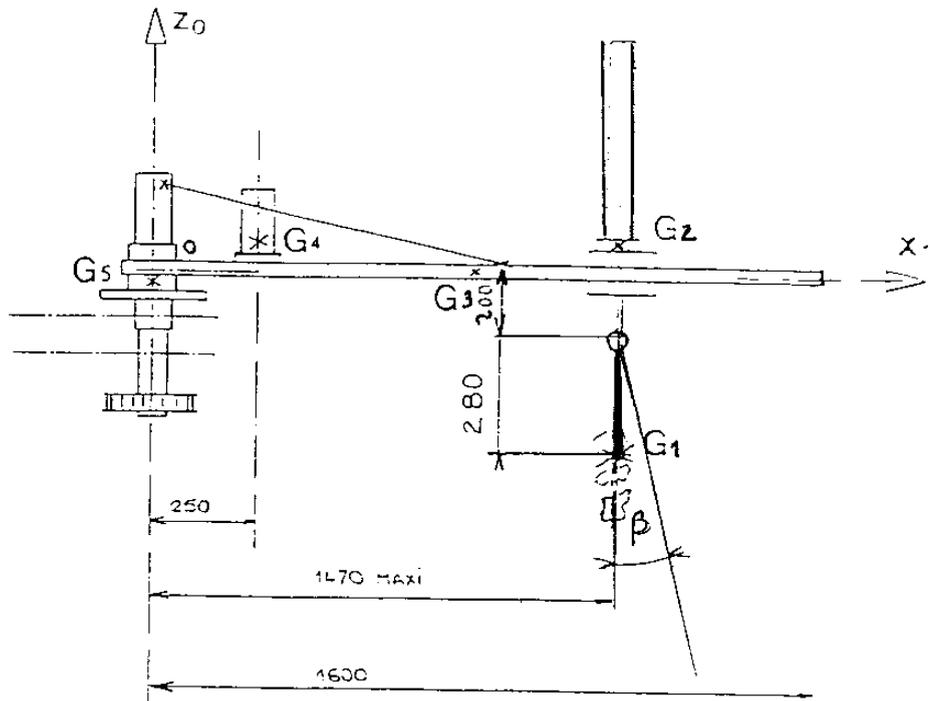
**QB235** : Calculer le moment de frottement **Cfr / mot** ramené sur l'arbre du moteur .

**QB236** : Calculer l'accélération angulaire du moteur électrique sachant que l'accélération du bras est fixé à **1 rd/s<sup>2</sup>** .

**QB237** : Calculer le moment de démarrage du moteur **Md** en appliquant le théorème du moment dynamique d'un solide en rotation autour d'un axe .

**QB238** : Calculer la puissance **Pd** de démarrage du moteur .

$\Gamma_{\text{Total}} = 55 \text{ kg.m}^2$   
03



DOC B1