

BACCALAUREAT TECHNOLOGIQUE

*SERIE SCIENCES ET TECHNIQUES INDUSTRIELLES
GENIE MECANIQUE option Microtechniques*

SESSION 2004

EPREUVE : ETUDE DES CONSTRUCTIONS

**Durée : 6 heures + 1/2 heure de repas pris sur place
Coefficient : 8**

PROGRAMMATEUR DE PRISE DE COURANT

AUCUN DOCUMENT N' EST AUTORISE

MOYENS DE CALCUL AUTORISES :

L'emploi de toutes les calculatrices programmables, alphanumériques ou à écran graphique est autorisé à condition que leur fonctionnement soit autonome et qu'il ne soit pas fait usage d'imprimante (circulaire n°99-186 du 16-11-1999).

Ce sujet comprend 3 dossiers :

- ❖ **Dossier technique (DT1 à DT10)**
- ❖ **Dossier Travail demandé (pages1/10 à 10/10)**
- ❖ **Dossier des « Documents réponses » (DR 1 à DR5)**

Les candidats rédigeront les réponses aux questions posées sur feuille de copie ou, lorsque cela est indiqué dans le sujet, sur les « documents réponses » prévus à cet effet

Tous les documents réponses même vierges sont à remettre en fin d'épreuve.

DOSSIER TECHNIQUE

Ce dossier comporte 10 documents numérotés de DT1 à DT10

DT1	Mise en situation
DT2	Mise en œuvre du produit
DT3	Fonctionnement
DT4	Organisation fonctionnelle du produit
DT5	Eclaté du programmeur
DT6	Plan du moteur et du réducteur (seuls)
DT7	Eclaté du motoréducteur
DT8	Descriptif du réducteur, caractéristiques
DT9	Nomenclature
DT10	Extrait du cahier des charges relatif à la mécanique du programmeur.

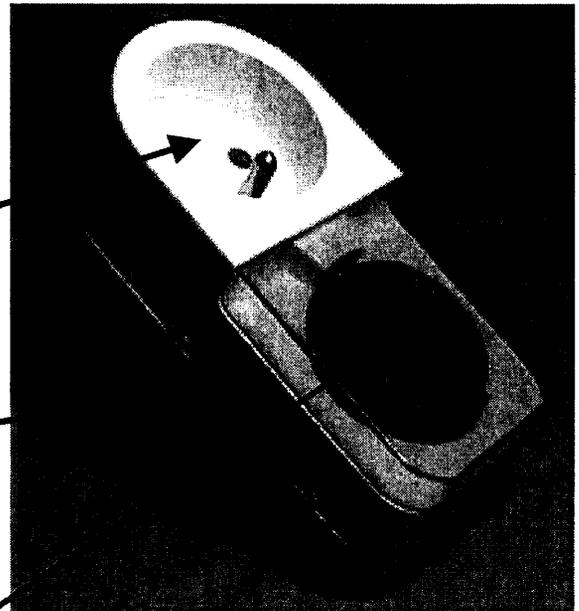
Mise en situation

Le produit à l'étude est un **programmeur de prise de courant**.

Ce programmeur permet de commander automatiquement un appareil ménager ou domestique en rendant programmable la prise de courant sur laquelle il est branché .

Le programmeur est équipé :

- D'une prise de courant avec terre de 16 ampères – 250 volts.
- D'un bouton de sélection de mode de marche, permanente ou programmée.
- D'un cadran journalier de programmation.



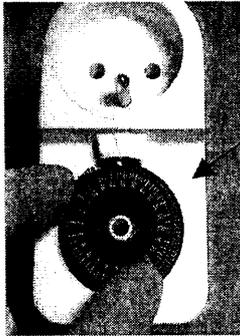
L'appareil est programmable par tranche de 15 minutes, la répétition du programme se fait chaque jour sans nouveau réglage.

Après l'avoir connecté à la prise choisie, on branche l'appareil à commander sur le programmeur puis on procède à la mise en marche de l'appareil.

Le constructeur préconise quelques suggestions d'utilisation :

Produit à commander	Convecteur électrique	Lave - linge	Eclairage
Puissance maximale en 230 V~	3680 W	2300 W	1000 W

Mise en œuvre du produit (en six étapes)

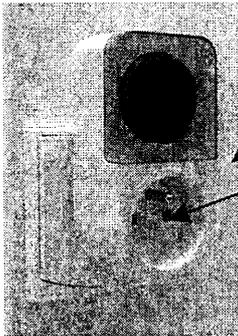
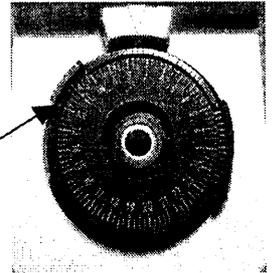


1. On procède à la **mise à l'heure**

2. Puis à la **programmation** choisie en poussant les picots correspondant sur le cadran.

Exemple :

l'appareil fonctionnera de 10h à 12h.



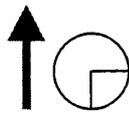
3. On branche le **programmeur** à la prise choisie.

4. On branche l'**appareil à commander** sur le programmeur

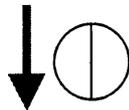
5. On procède à la **mise en marche** de l'appareil à commander (bouton marche / arrêt sur l'appareil à commander).



6. On choisit son **mode de marche** :



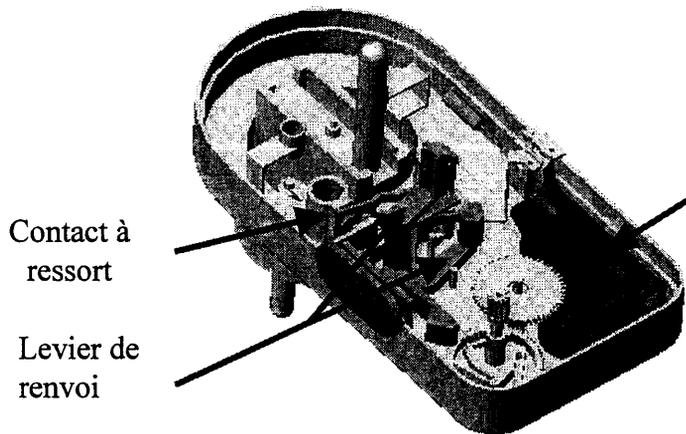
❖ Marche permanente : l'appareil branché sur le programmeur reste en fonctionnement indépendamment de la programmation.



❖ Marche programmée : l'appareil branché sur le programmeur fonctionne suivant la programmation réalisée sur le cadran.

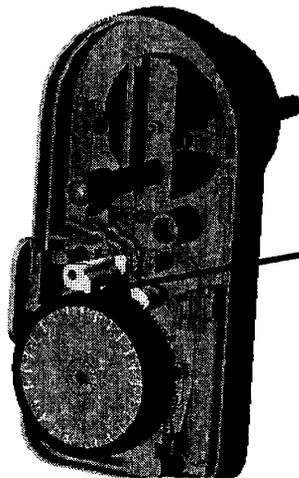
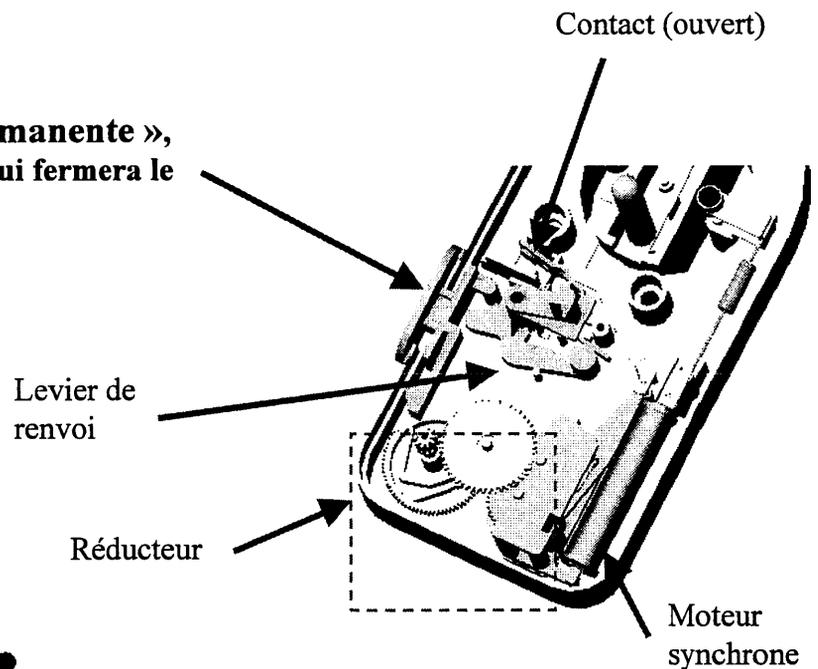
Fonctionnement

Dès que le programmeur est branché à une prise de courant, quel que soit le mode de marche, le moteur synchrone est alimenté.



La transmission de l'énergie électrique du secteur à l'appareil branché sur le programmeur se fait grâce à un contact à ressort commandé par un levier de renvoi :

- ❖ **En mode de « marche permanente », c'est le bouton de commande qui fermera le contact.**

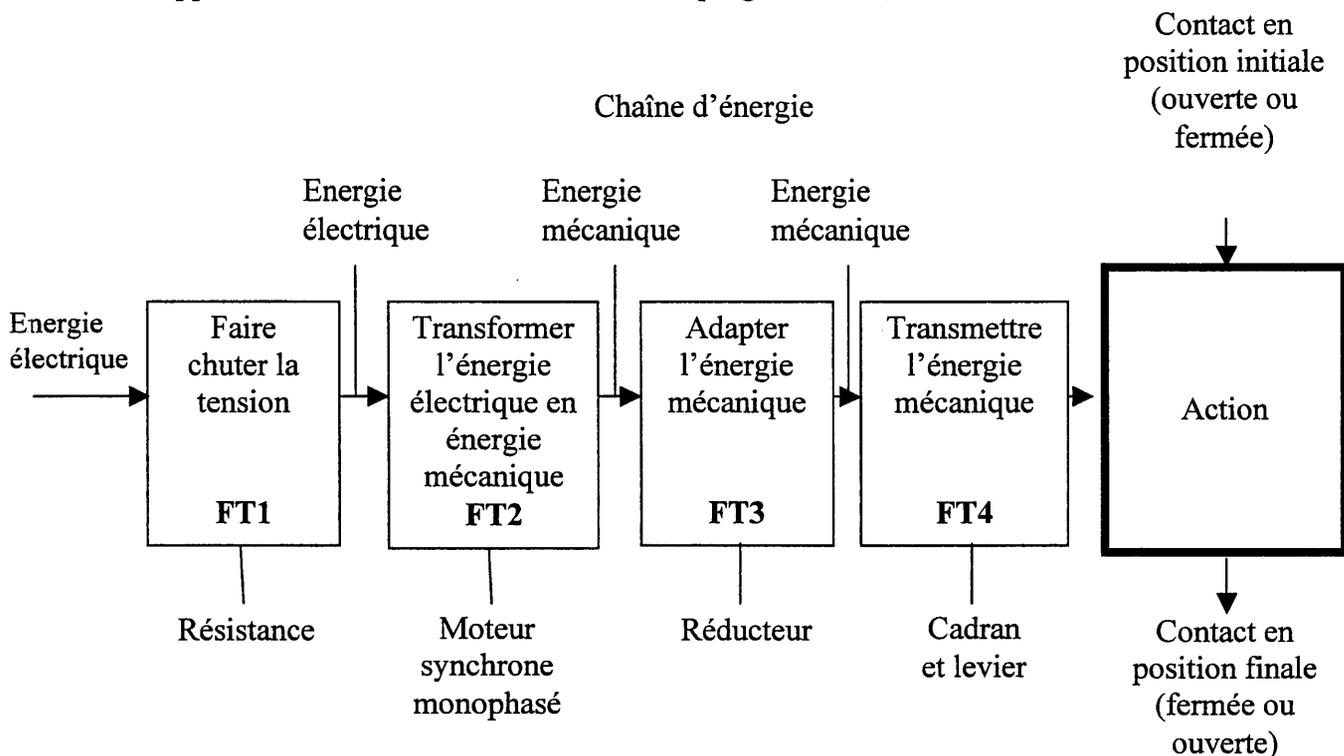


- ❖ **En mode de « marche programmée », c'est le cadran (avec ses picots) qui actionnera le levier de renvoi et fermera le contact.**

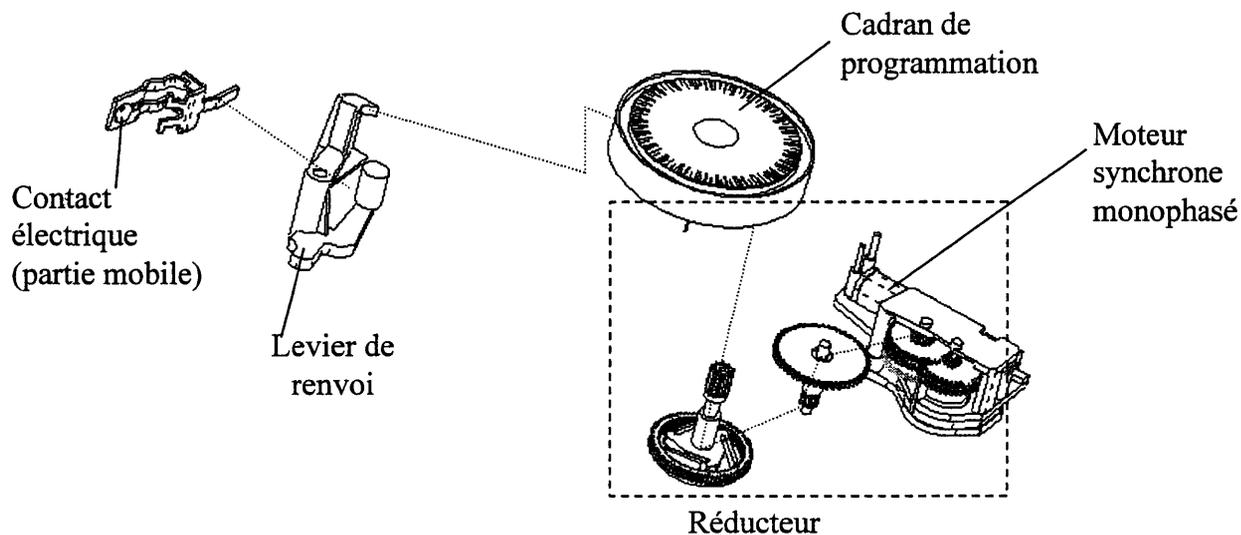
Le mouvement du cadran est généré par le moteur synchrone.

Organisation fonctionnelle du produit

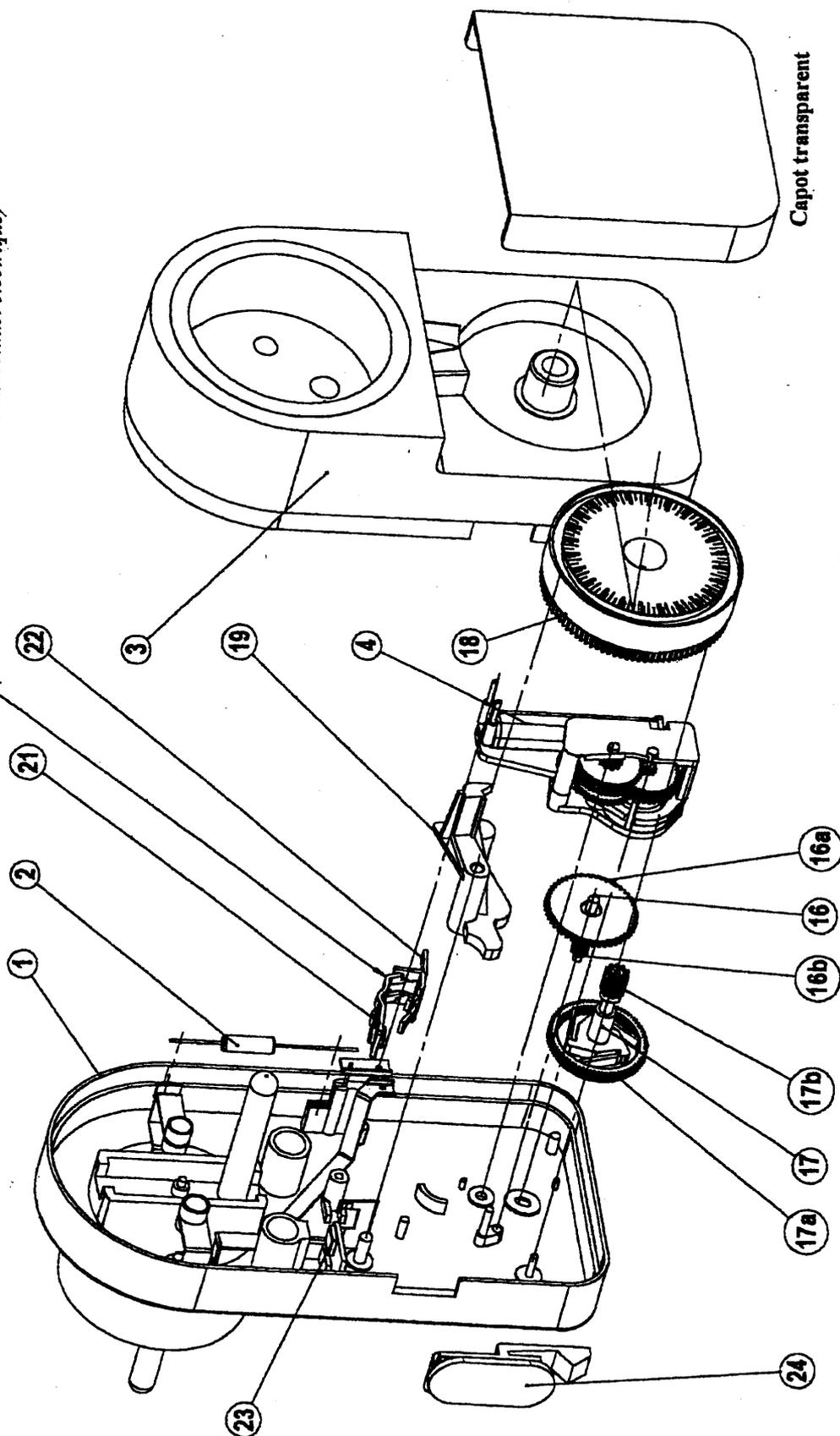
L'appareil fonctionnant en mode « marche programmée »,



Eclaté de la chaîne d'énergie



(sans le ressort de basculement du contact électrique)



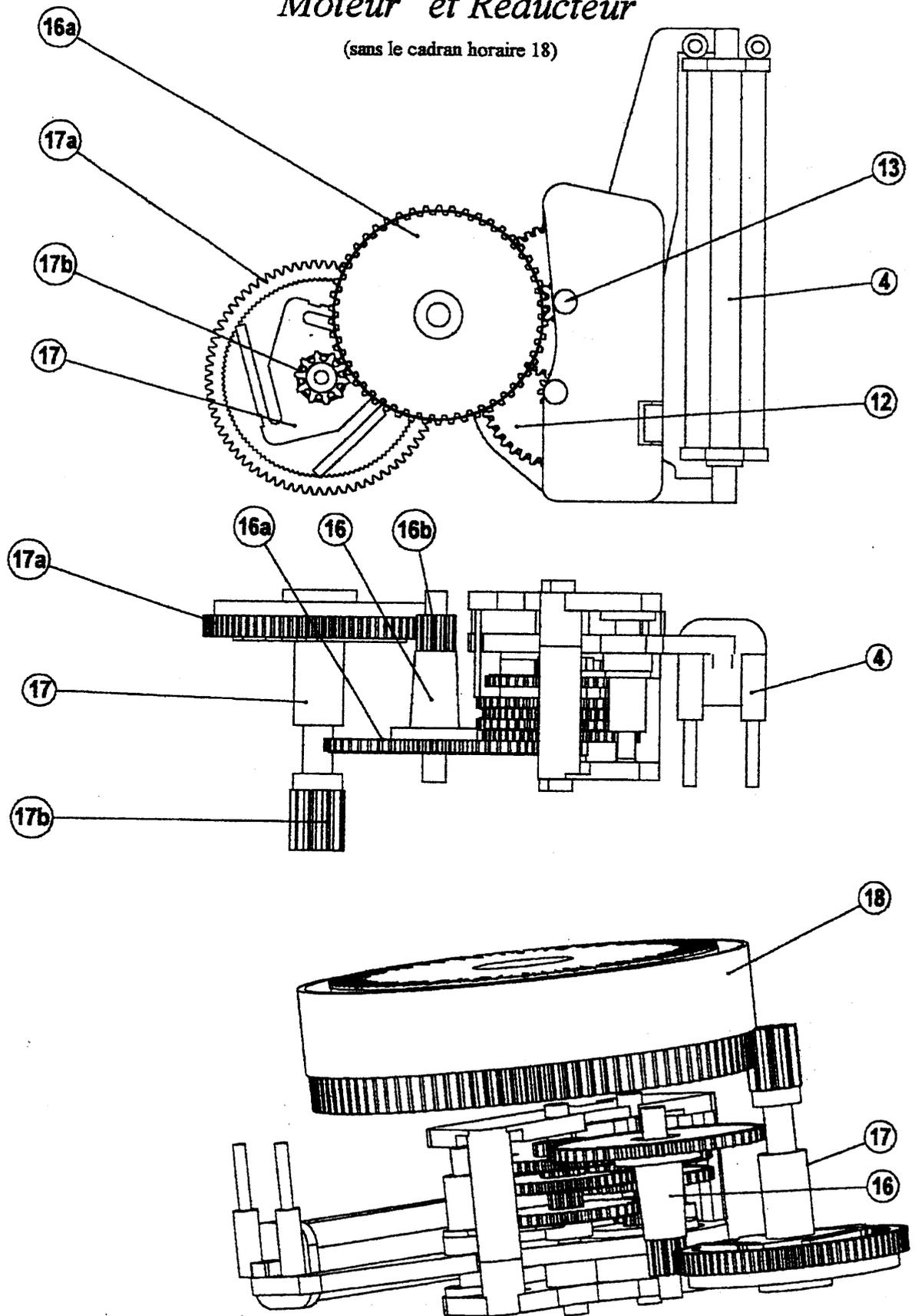
DT5

Eclaté du programmateur

STI Génie Mécanique option : « Microtechniques » - Etude des constructions
Repère : 4 ECMF ME2

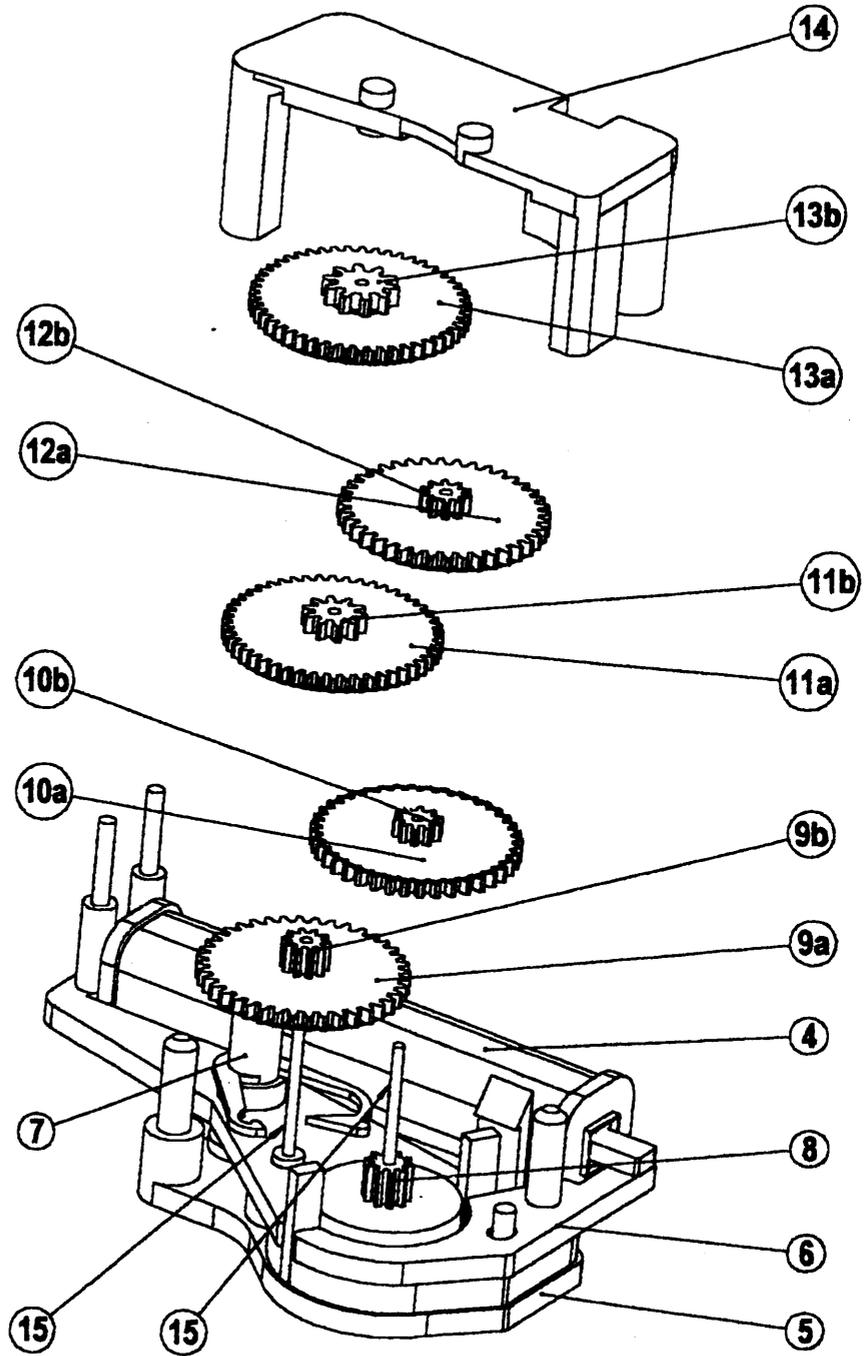
Moteur et Réducteur

(sans le cadran horaire 18)



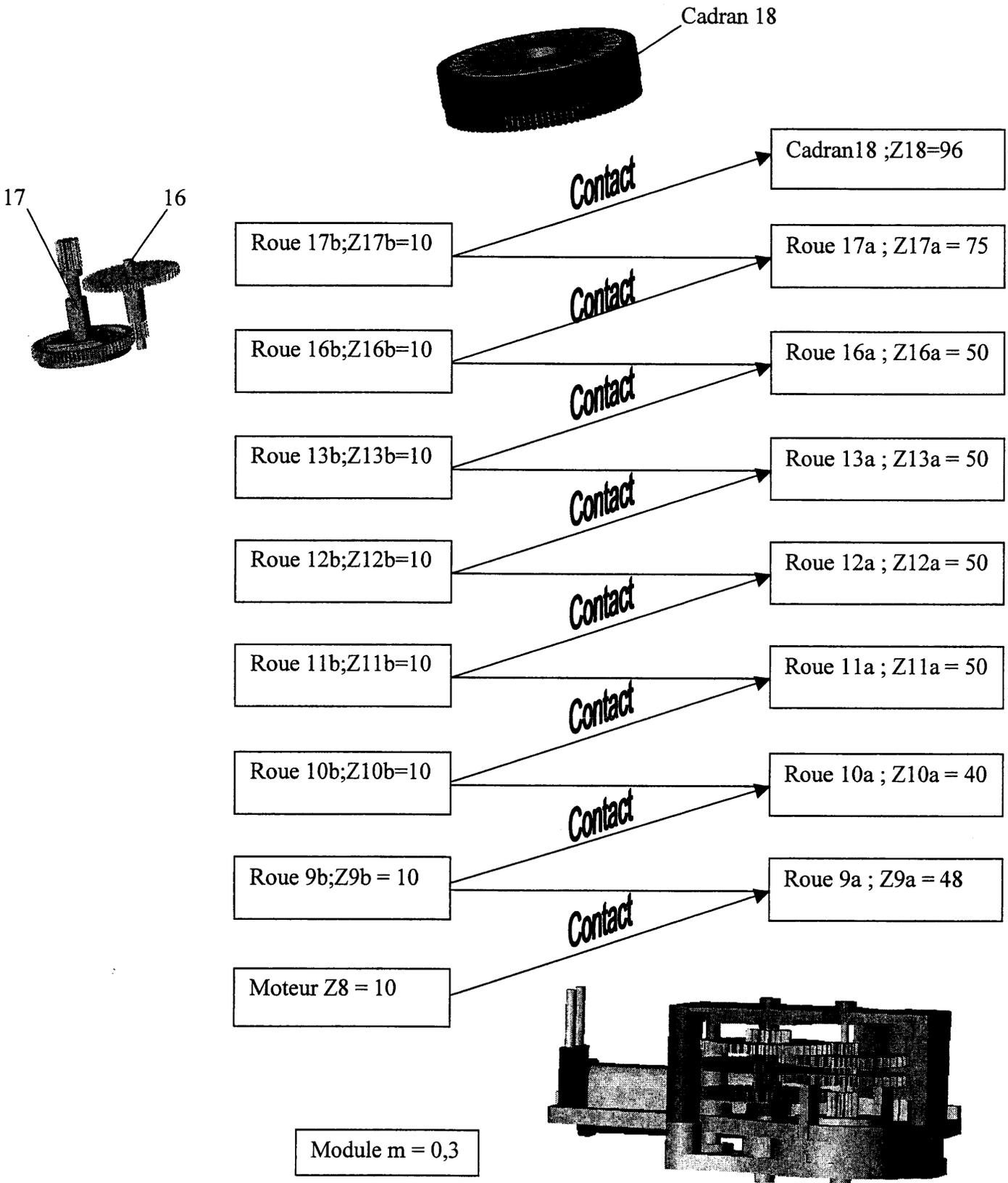
DT6

Eclaté du motoréducteur



DT7

Descriptif du réducteur, caractéristiques



Nomenclature partielle (voir documents DT5, DT6, DT7)

24	1	Interrupteur	PA6/6	
23	1	Lame de contact fixe	CW612N	
22	1	Segment mobile	CW612N	
21	1	Lame de contact mobile	CW101C	
20	1	Ressort de basculement	C65	
19	1	Levier de renvoi	PA6/6	
18	1	Cadran horaire	PA6/6	Z18 = 96, m = 0,3
17	1	Antidériveur (cliquet et rochet)	POM	Z17a=75 ;Z17b=10 ;m=0,3
16	1	Mobile intermédiaire	POM	Z16a=50 ;Z16b=10 ;m=0,3
15	2	Axe	C65	
14	1	Carter supérieur du motoréducteur	PA6/6	
13	1	Mobile	POM	Z13a=50 ;Z13b=10 ;m=0,3
12	1	Mobile	POM	Z12a=50 ;Z12b=10 ;m=0,3
11	1	Mobile	POM	Z11a=50 ;Z11b=10 ;m=0,3
10	1	Mobile	POM	Z10a=40 ;Z10b=10 ;m=0,3
9	1	Mobile	POM	Z9a=48 ;Z9b=10 ;m=0,3
8	1	Rotor aimanté		Z8=10 ;m=0,3
7	1	Levier anti-retour		
6	1	Support de bobinage	CR004A	
5	1	Carter du motoréducteur	PA6/6	
4	1	Bobinage du moteur	CR004A	
3	1	Boîtier supérieur	ABS	
2	1	Résistance		
1	1	Boîtier inférieur	ABS	
REP.	NB.	DESIGNATION	MATIERE	OBSERVATIONS

Extrait du cahier des charges relatif à la partie mécanique du programmateur

Fonctions techniques	Critères d'appréciations	Niveaux d'appréciations
FT2 : Transformer l'énergie électrique en énergie mécanique	Valeur du couple moteur Valeur de la fréquence de rotation du moteur	$C_m = 3 \times 10^{-4} \text{Nmm}$ $N_m = 600 \text{tr/min}$
FT3 : Adapter l'énergie mécanique	Valeur du rapport de transmission Valeur du rendement global de la transmission	$i = 1,157 \times 10^{-6}$ $\eta_g = 0,06$

Durant l'étude, on se propose de valider l'une après l'autre la solution constructive réalisant ces deux fonctions techniques.

DOSSIER DE TRAVAIL

Ce dossier comporte 10 feuilles numérotées de 1/10 à 10/10

Il est conseillé de consacrer à chacune des parties la durée suivante :

Lecture du dossier et des documents techniques 0h 30 min

VALIDATION DE LA FONCTION TECHNIQUE FT2

Détermination de l'action mécanique exercée par le ressort de basculement sur la lame de contact mobile 0h 40 min

Détermination de l'action mécanique du levier de renvoi 19 sur le segment mobile 22 du contact électrique de puissance. 0h 30 min

Détermination de l'action mécanique du cadran horaire 18 sur le levier de renvoi 19 0h 30 min

Détermination des caractéristiques du moteur 0h 30 min

VALIDATION DE LA FONCTION TECHNIQUE FT3

Etude du réducteur de vitesse 0h 30 min

VALIDATION DU CHOIX DU MATERIAU DE L'ANTI-DERIVEUR 17 0h 40 min

ETUDE GRAPHIQUE

Définition d'une pièce 0h 45min

Modification de formes du levier, recherche de solutions 0h 35 min

VALIDATION DE LA FONCTION TECHNIQUE FT2

Enoncé du problème

Afin de déterminer le niveau de la fonction technique FT2, il faut évaluer le couple du moteur synchrone.

Démarche proposée

Elle se fera de la manière suivante :

- Etude du contact électrique de puissance
 - 1) Détermination de l'action mécanique exercée par le ressort de basculement sur la lame de contact mobile.
 - 2) Détermination de l'action mécanique du segment mobile sur la lame de contact mobile.
 - 3) Détermination de l'action mécanique du levier de renvoi sur le segment mobile.

- Etude du levier de renvoi
 - 4) Détermination de l'action mécanique du cadran horaire sur le levier de renvoi.

- Etude du Moteur synchrone monophasé
 - 6) Détermination du moment du couple moteur

Etude du contact électrique de puissance

1) Détermination de l'action mécanique exercée par le ressort de basculement sur la lame de contact mobile

Données du problème :

- L'étude est réalisée en phase de fermeture du contact de puissance.
- Le ressort de basculement est accroché en F sur le bâti fixe et en E sur la lame de contact mobile 21. (Voir document réponse DR1)
- La longueur libre du ressort $l_0 = 6.75 \text{ mm}$, la raideur du ressort $k = 0.26 \text{ N / mm}$
- Le contact de puissance est représenté en position « ouverte » sur le document réponse DR1

Questions

Remarques :

Répondre sur le document réponse DR1

Les justifications demandées seront rédigées sur feuille de copie

1.1) Sachant que le segment mobile 22 est animé d'un mouvement de rotation autour de l'axe (A, \vec{z}) par rapport au repère fixe, lié au solide 1 :

⇒ Tracer la trajectoire du point $B \in 22 / 1$, repérée $\tau (B \in 22 / 1)$.

1.2) Pour la position contact fermé sachant que l'amplitude du mouvement du levier 22, par rapport au bâti fixe 1, est de 10° :

⇒ Tracer la nouvelle position du point B, sur sa trajectoire, elle sera repérée B' .

1.3) Sachant que la lame de contact mobile 21 est animée d'un mouvement de rotation autour de l'axe (B, \vec{z}) par rapport au repère lié au solide 22 :

⇒ La nouvelle position du point $D \in 21$ est repérée D' , construire la nouvelle position du point E, repérée E' et relever la nouvelle longueur du ressort de basculement.

1.4) A partir des tracés précédents :

⇒ Déterminer la flèche ou la déformée du ressort, notée δl

⇒ En déduire l'intensité de l'action mécanique du ressort 20 sur la lame 21.

$$\| \xrightarrow{E(20 \rightarrow 21)} \|$$

2) Détermination de l'action mécanique du segment mobile 22 sur la lame de contact mobile. (voir document DR2)

Hypothèses et données du problème :

- Soit $R(O, \vec{x}, \vec{y}, \vec{z})$ le repère d'étude.
- Le mécanisme présente un plan de symétrie géométrique (O, \vec{x}, \vec{y}) .
- Toutes les actions mécaniques peuvent être représentées dans ce plan.
- Le contact électrique de puissance est fermé, le mécanisme est en équilibre.
- Le poids des pièces est négligé.
- Les liaisons sont parfaites.
- L'intensité de l'action mécanique du ressort 20 sur la lame 21, en E, à une valeur de 1 N.

Question

Remarques :

La résolution doit être graphique, les tracés seront réalisés sur le document réponse DR2.

Les justifications seront présentées sur feuilles de copie.

2.1) Etude de l'équilibre de la lame de contact mobile 21

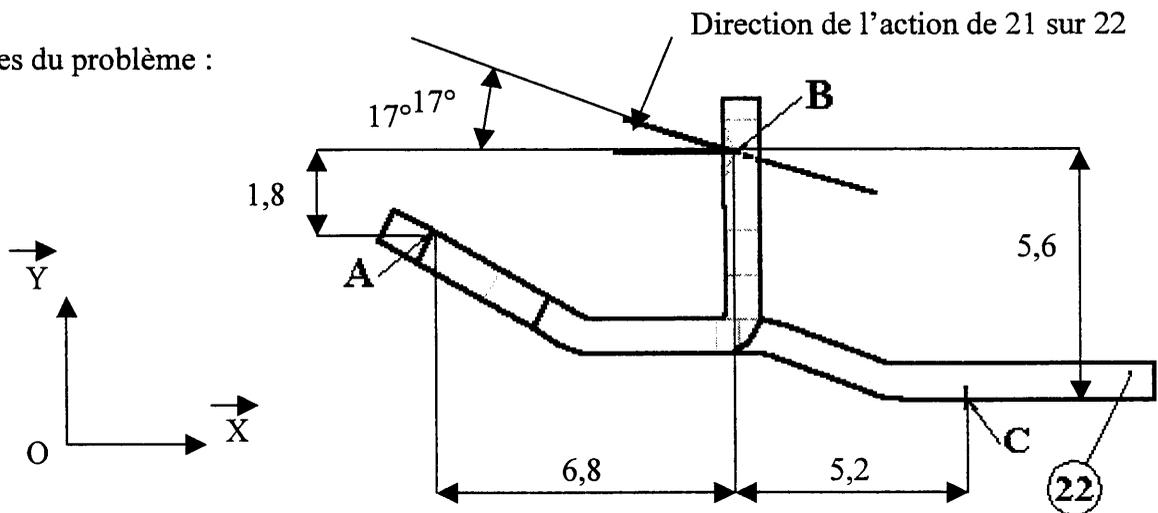
- ⇒ Réaliser l'inventaire des actions mécaniques extérieures agissant sur le solide.
- ⇒ Déterminer complètement les actions mécaniques agissant sur 21.
- ⇒ Enoncer la loi utilisée.

3) Détermination de l'action mécanique du levier de renvoi 19 sur le segment mobile 22 du contact électrique de puissance. (voir document DR3)

Hypothèses et données du problème :

- Soit $R(O, \vec{x}, \vec{y}, \vec{z})$ le repère d'étude.
- Le mécanisme présente un plan de symétrie (O, \vec{x}, \vec{y}) .
- Le mécanisme est en équilibre.
- Toutes les actions mécaniques sont modélisables par des glisseurs.
- Les liaisons sont parfaites.
- Le poids des pièces est négligé.

Données du problème :



- Les composantes de l'action mécanique de la lame de contact mobile 21 sur le segment mobile 22, dans le plan (O, \bar{x}, \bar{y}) sont :

$$\begin{Bmatrix} 0,94 \\ -0,28 \\ 0 \end{Bmatrix} \text{ en N}$$

Questions

Remarque : Répondre sur feuille de copie

- 3.1) Le levier de renvoi 19 est en liaison linéaire rectiligne de normale \bar{y} et de droite de contact (C, \bar{z}) avec 22 :

⇒ Quelles sont les actions extérieures qui s'exercent sur le segment mobile 22 ?

- 3.2) 22 étant en équilibre :

⇒ Ecrire l'équation des moments au point A. En déduire l'intensité de l'action du levier 19 sur le segment 22.

Etude du levier de renvoi 19

4) Détermination de l'action mécanique du cadran horaire 18 sur le levier de renvoi 19 (voir document DR 3)

Hypothèses et données du problème :

- La norme de l'action mécanique du segment 22 sur le levier 19 vaut : $\| \vec{C}(22 \rightarrow 19) \| = 0,3 \text{ N}$
- Le levier de renvoi est en équilibre.
- Les liaisons en C et H sont supposées parfaites.
- Le facteur d'adhérence au contact en G de 19 avec 18 vaut $f = \tan\varphi = \mu = 0,25$
- Le levier 19 est en liaison pivot d'axe (H, \vec{z}) avec le corps 1.

Questions

Remarque : Répondre sur le document réponse DR3

4.1) En faisant l'hypothèse que le contact de 18 avec 19 soit à la limite du glissement :

⇒ Tracer la direction de $\vec{G}(18 \rightarrow 19)$.

4.2) Etude de l'équilibre du levier 19 :

⇒ En appliquant le principe fondamental de la statique, déterminer le moment $\| \overline{M_H \vec{G}(18 \rightarrow 19)} \|$ en fonction de $\| \vec{C}(22 \rightarrow 18) \|$ et de la géométrie du levier.

⇒ En déduire l'intensité de $\vec{G}(18 \rightarrow 19)$.

4.3) A l'aide des valeurs relevées sur le document DR3, déterminer : le moment de la force $\vec{G}(18 \rightarrow 19)$ par rapport l'axe de rotation du cadran 18.

VALIDATION DE LA FONCTION TECHNIQUE FT3

Enoncé du problème

Afin de déterminer les niveaux des critères d'appréciation de la fonction technique FT3, il faut définir les caractéristiques du réducteur.

Etude du réducteur de vitesse (voir les documents techniques DT5, DT6, DT7 et DT8).

5) Détermination des caractéristiques du réducteur

Données et hypothèses du problème :

- Le réducteur est défini par l'ensemble des pièces (8, 9, 10, 11, 12, 13, 16, 17 et 18)
- Les caractéristiques principales du réducteur sont définies sur le document technique DT8.
- On considère le rendement d'un engrenage à denture droite $\eta = 0,7$

Questions

Remarque : Répondre sur feuille de copie

A partir des documents techniques DT5, DT6, DT7 et DT8,

- 5.1) Donner l'expression du rapport de transmission du réducteur et calculer sa valeur.
- 5.2) Déterminer le rendement global du réducteur.
- 5.3) Les niveaux d'appréciations de la fonction technique FT3, définis sur le document technique DT10, sont-ils respectés ?

VALIDATION DE LA FONCTION TECHNIQUE FT3

Etude du Moteur synchrone monophasé

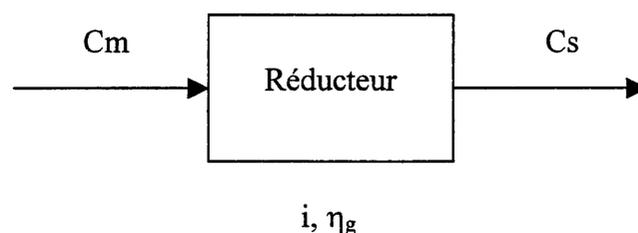
6) Détermination des caractéristiques du moteur

Questions

Remarque : Répondre sur feuille de copie

Quels que soient les résultats obtenus aux questions précédentes, on prendra comme valeur :

- pour le moment du couple en sortie du réducteur $C_s = 15 \cdot 10^{-3} \text{ N.m}$
- pour le rapport de transmission $i = 1.157 \cdot 10^{-6}$
- pour le rendement global $\eta_g = 0.058$



6.1) Le cadran 18 ayant une fréquence de rotation égale à 1 tour pour 24 heures :

- ⇒ Déterminer la vitesse angulaire du cadran dans son mouvement par rapport au bâti fixe.
- ⇒ Déterminer la puissance nécessaire pour le faire tourner.

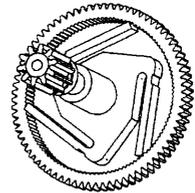
6.2) Déterminer la vitesse du moteur et sa puissance. En déduire le moment du couple moteur

6.3) Les niveaux d'appréciations de la fonction technique FT2, définis sur le document technique DT10, sont-ils respectés ?

VALIDATION DU CHOIX DU MATERIAU DE L'ANTI-DERIVEUR 17

Questions

Remarque : Répondre sur feuille de copie



7.1) Quel que soit le mode de marche du programmeur, « permanente » ou « programmée », le moteur synchrone est alimenté :

- ⇒ Quelles sont les fonctions assurées par l'anti-dériveur ?

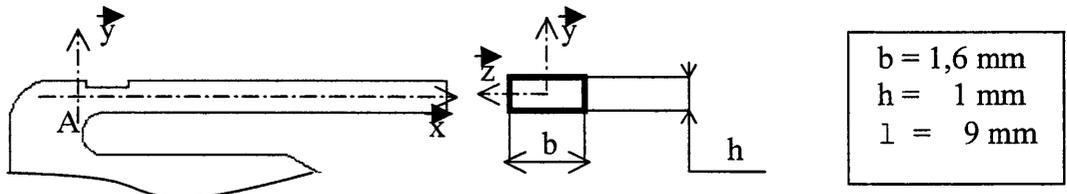
7.2) L'étude est réalisée lors de la mise à l'heure du programmeur

Données et hypothèses du problème :

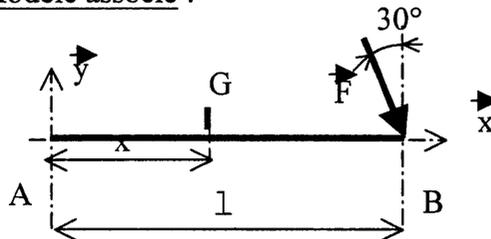
- La lame de l'anti-dériveur est assimilée à une poutre de section constante encastree à son extrémité A
- La poutre est soumise, à son extrémité libre, à une action mécanique (due à l'opérateur lors de la mise à l'heure du programmeur) dont le modèle associé est un glisseur avec une résultante définie sur la figure donnée page 9/10 :

$$\| \vec{F} \| = 0,6 \text{ N}$$

- Soit $R = (A, \vec{x}, \vec{y}, \vec{z})$ le repère lié à la poutre, tel que l'axe (A, \vec{x}) soit confondu avec la ligne moyenne.



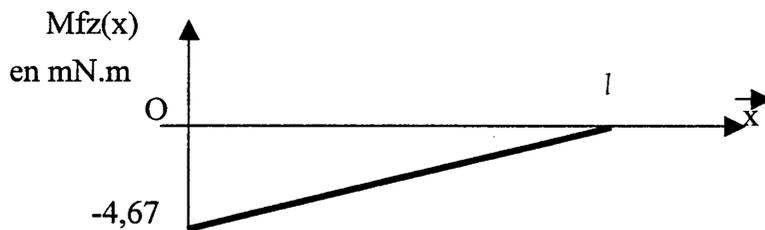
Modèle associé :



Remarque : Répondre sur feuille de copie

7.2.1) Déterminer les composantes algébriques, en G, du torseur des efforts de cohésion dans la section droite d'abscisse x.

7.2.2) A partir du diagramme fourni donner la valeur maximale du moment fléchissant :



7.2.3) Le matériau constituant l'anti-dériveur 17 est désigné commercialement par :

POM avec comme caractéristique $Re = 100 \text{ Mpa}$

on donne
$$\sigma = \frac{|M_{fz}| \max i}{I(G, \bar{z})} \quad \text{avec} \quad I(G, \bar{z}) = \frac{bh^3}{12} \quad \text{et} \quad v = \frac{h}{2}$$

On veut un coefficient de sécurité $s \geq 3$

- ⇒ Calculer la valeur de la contrainte normale maximale.
- ⇒ Indiquer la condition de résistance.
- ⇒ Le choix du matériau par le constructeur est-il validé ? Justifier.

ETUDE DU LEVIER DE RENVOI

8) Définition d'une pièce

Les tracés seront effectués sur le document réponse DR4

Les descriptions écrites seront réalisées sur feuille de copie.

8.1) A partir du dessin de définition du levier de renvoi 19:

⇒ Colorier, en rouge, sur les différentes vues du dessin de définition les surfaces qui participent à la fonction « guidage en rotation » du levier 19 avec le corps fixe 1.

8.2) En consultant le document technique DT5, expliquer en quelques lignes comment est réalisé le guidage en rotation du levier de renvoi 19 par rapport au corps 1

8.3) Porter sur les vues en plan les spécifications fonctionnelles, non chiffrées, qui assure la fonction guidage du levier.

9) Modification de formes du levier, recherche de solutions

Les tracés seront effectués sur le document réponse DR5.

Afin de réduire les coûts de production, une analyse en reconception montre la complexité du levier de renvoi 19.

On se propose de modifier les formes du levier, en les simplifiant.

Contraintes :

- Le contact électrique de puissance reste inchangé dans sa forme et sa position
- Le cadran reste inchangé dans sa forme et sa position
- Le bouton de commande 24 pour sa partie interne au mécanisme afin d'entraîner le levier 19 pourra être modifier en fonction des formes du nouveau levier 19.
- Le levier 19 sera guidé en rotation suivant l'axe (H, \bar{z})
- Le levier est réalisé en matière plastique et sera moulé.
- Le levier sera d'une conception plus simple que l'existant.

Le carter supérieur pourra être modifié pour permettre le mouvement de rotation du nouveau levier, cette étude liée au carter n'est pas à traiter

⇒ A main levée, proposer une solution de modification de formes du levier 19. Commenter votre conception.

DOSSIER « DOCUMENTS REPONSES »

Ce dossier comporte 5 documents numérotés de DR1 à DR5

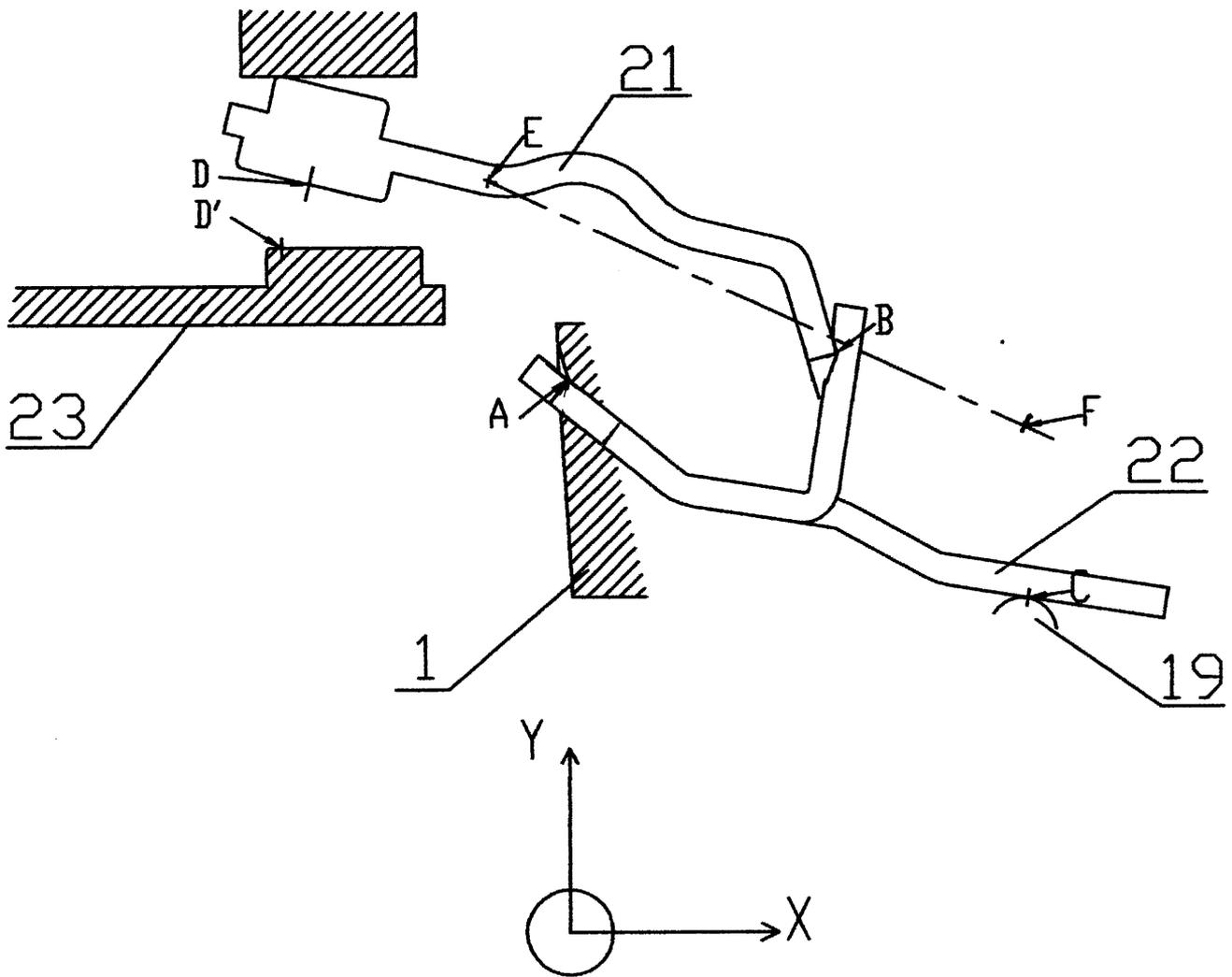
DR1 Etude du contact électrique de puissance.

DR2 Etude de l'équilibre de la lame 21.

DR3 Etude du levier de renvoi.

DR4 Dessin de définition, le levier de renvoi

DR5 Recherche de solution.

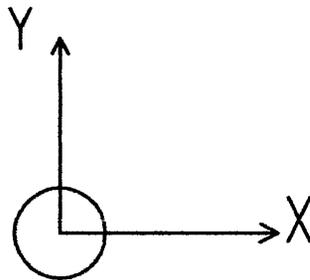
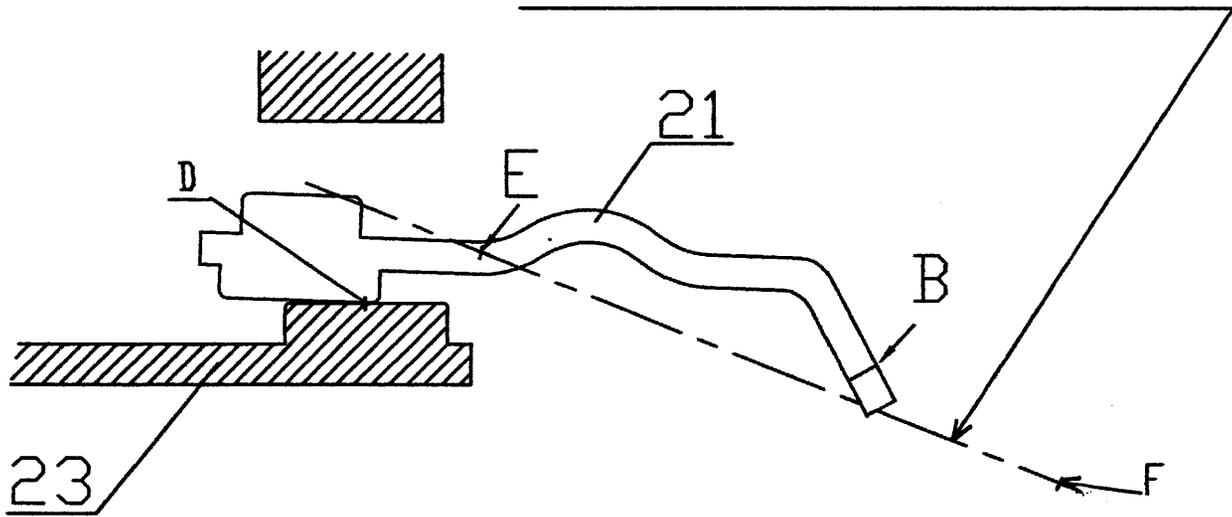


Echelle: 8 : 1

$E'F =$ $\delta l =$ $\overrightarrow{\ E(20 \rightarrow 21)\ } =$
--

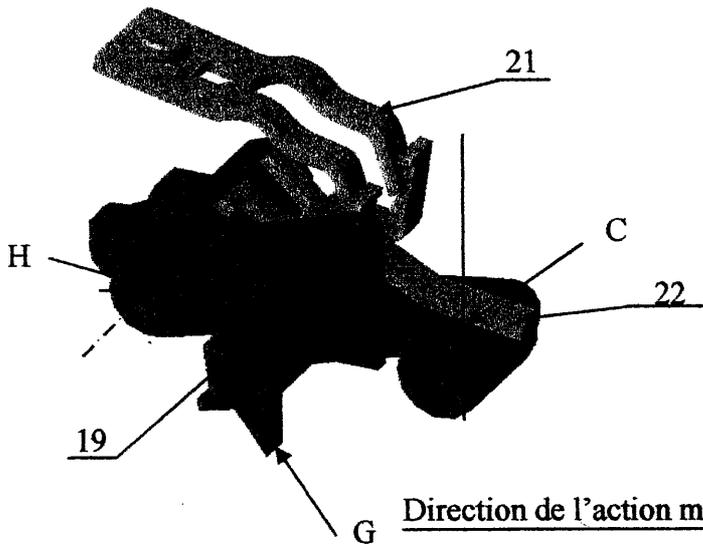
DR1

Support de l'action mécanique du ressort 20 sur
la lame de contact mobile 21



Echelle: 8 : 1
1N \triangleq 100 mm

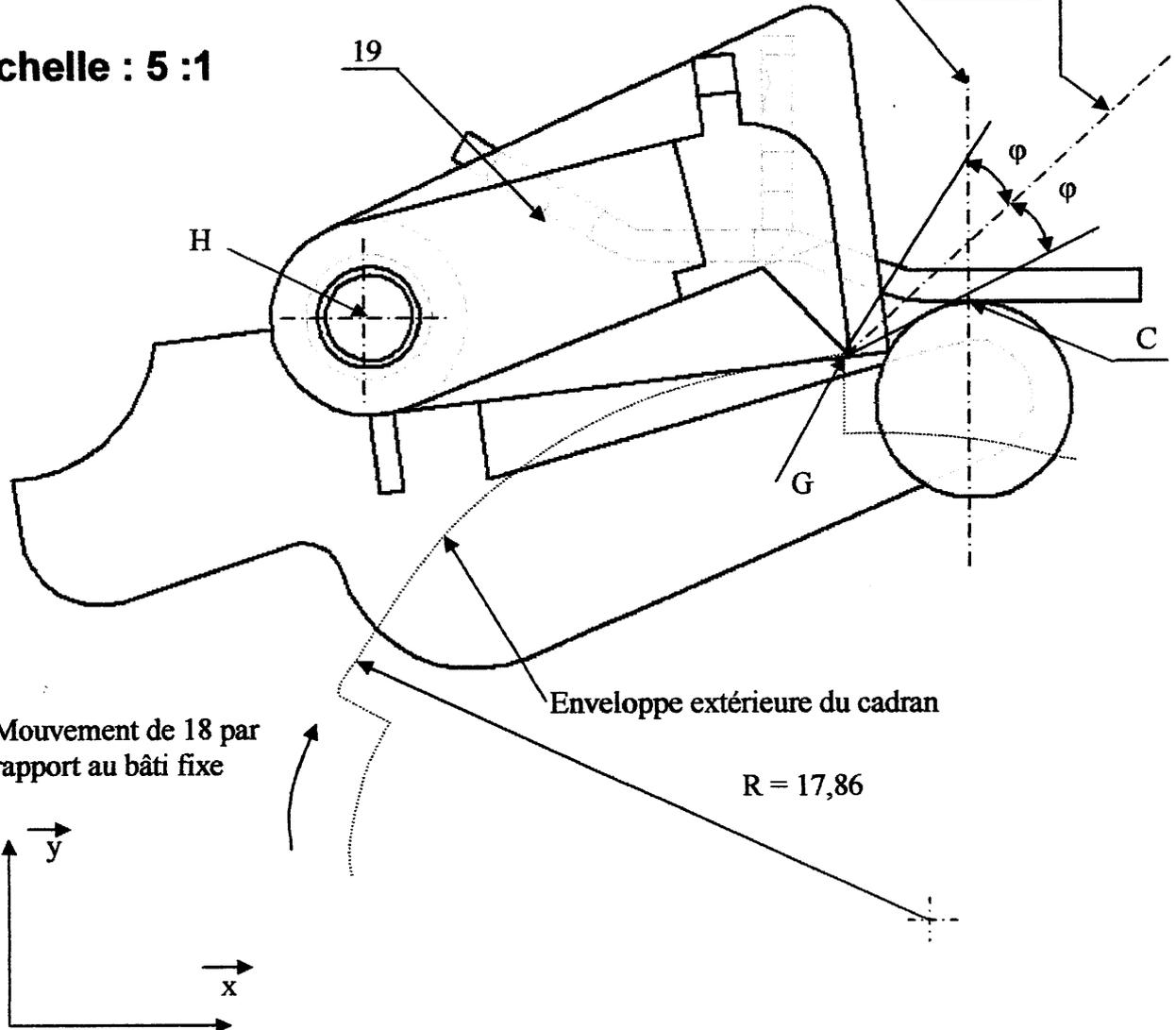
DR2



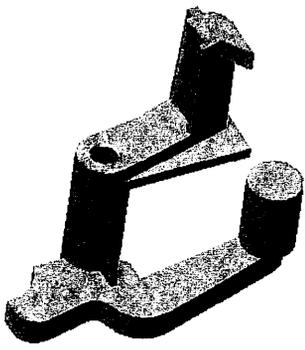
$$f = \tan \varphi = 0,25$$

Echelle : 5 : 1

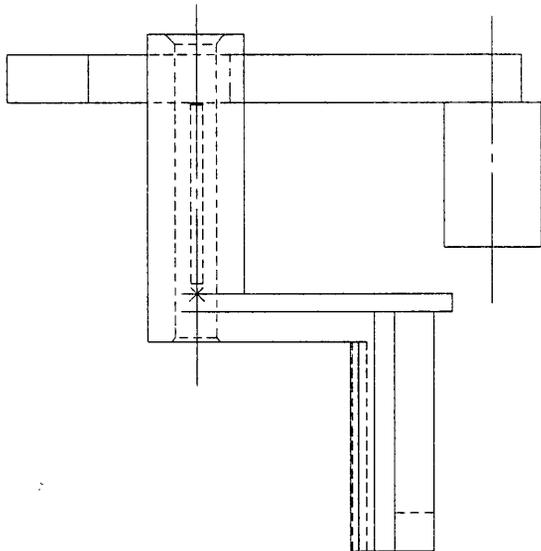
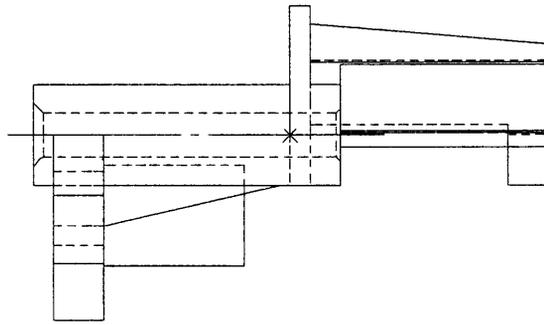
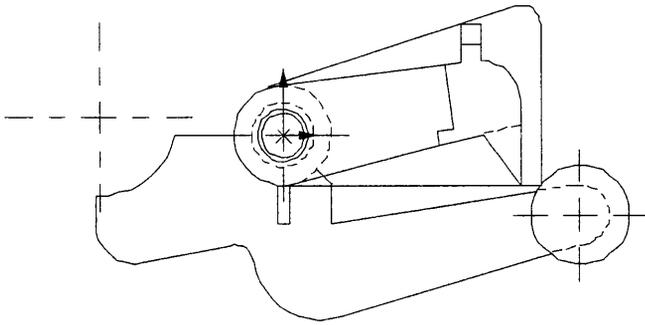
Normale au contact en G



DR3



S



ECHELLE 3 : 1

LEVIER DE RENVOI

DR4

RECHERCHE DE SOLUTIONS

DR5

STI Génie Mécanique option : « Microtechniques » - Etude des constructions
Repère : 4 ECMF ME2