

Session 1999

Code : 9906-DPI STB

## BACCALAUREAT PROFESSIONNEL

### **Définition de Produits Industriels**

**Epreuve : E1B1 - Calculs de vérification.**

Durée : 4 heures

Coefficient : 2

Compétences et connaissances technologiques associées sur lesquelles porte l'épreuve :

- C.13 Isoler des sous-ensembles
- C.14 Décoder les cinématiques
- C1.8 Comparer l'aptitude du produit à l'emploi.
- C2.4 Dimensionner les éléments.
  
- S.1 Analyse fonctionnelle et structurelle des systèmes
- S.4 Calculs de prédétermination et de vérification.
- S.5 Les outils de la communication technique.
- S.8 Hygiène et sécurité. Ergonomie.

Ce sujet comporte :

- Un dossier technique

Pages 1 à 14

- Un dossier travail demandé

Pages 15 à 24

Documents à rendre par le candidat (y compris ceux non exploités par le candidat) : 17 à 24

*Ces documents ne porteront pas l'identité du candidat. Ils seront agrafés à une copie d'examen par le surveillant.*

Calculatrice autorisée ; documents personnels autorisés.

# DOSSIER TECHNIQUE

## PRESENTATION DU MECANISME

### Fonctions de service:

#### Fonctions principales:

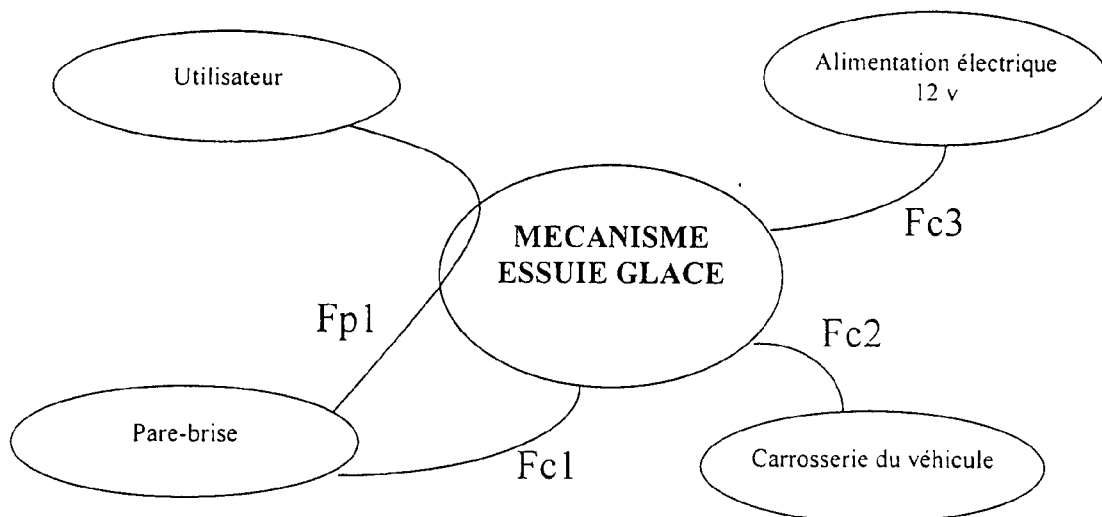
Fp1: Améliorer la visibilité de l'utilisateur au travers du pare brise.

#### Fonctions complémentaires:

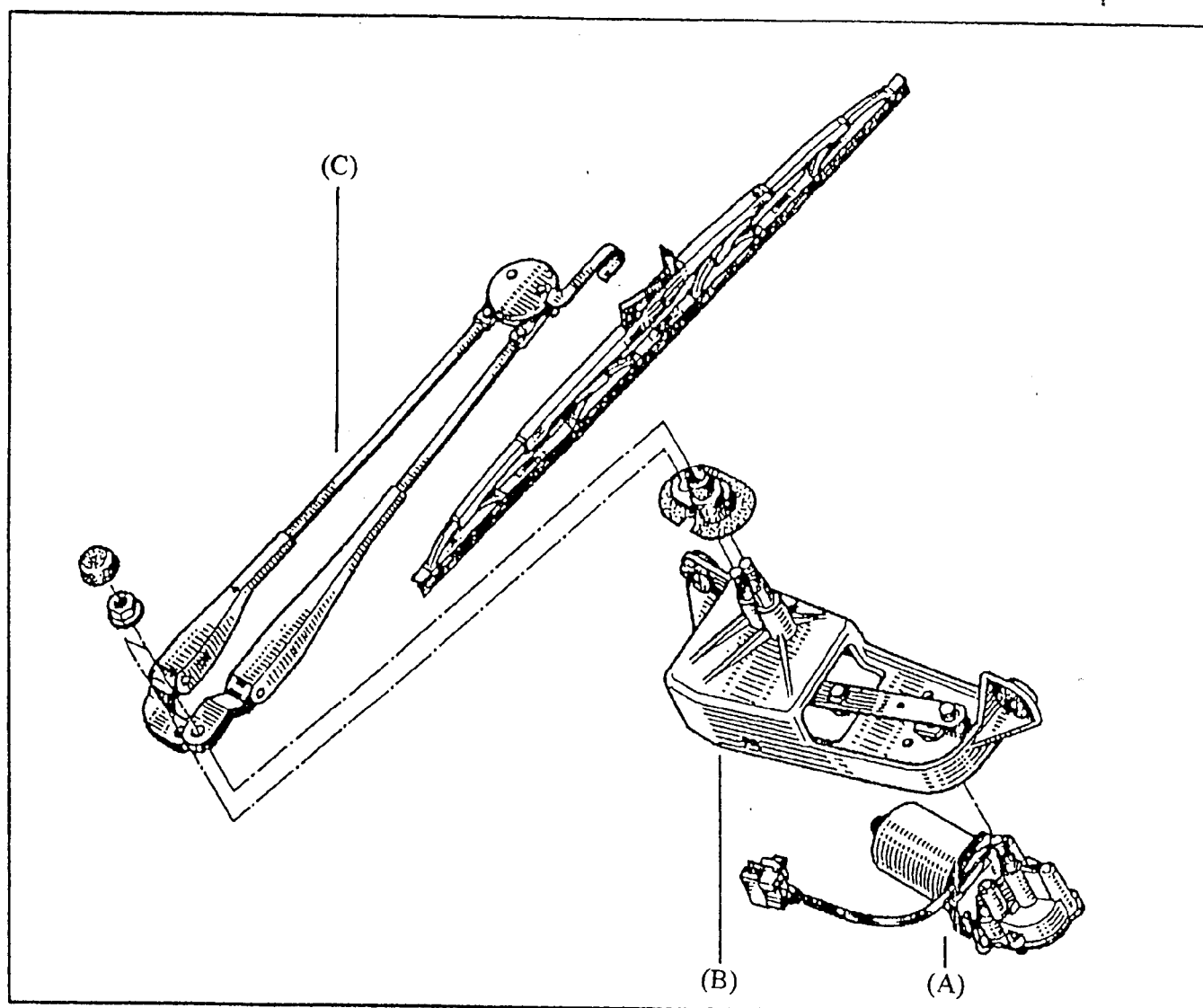
Fc1: Permettre le réglage de la position du porte balai par rapport au pare-brise.

Fc2: S'adapter et se fixer sur la carrosserie.

Fc3: Supporter une alimentation 12 v continu.



PERSPECTIVE DU MECANISME



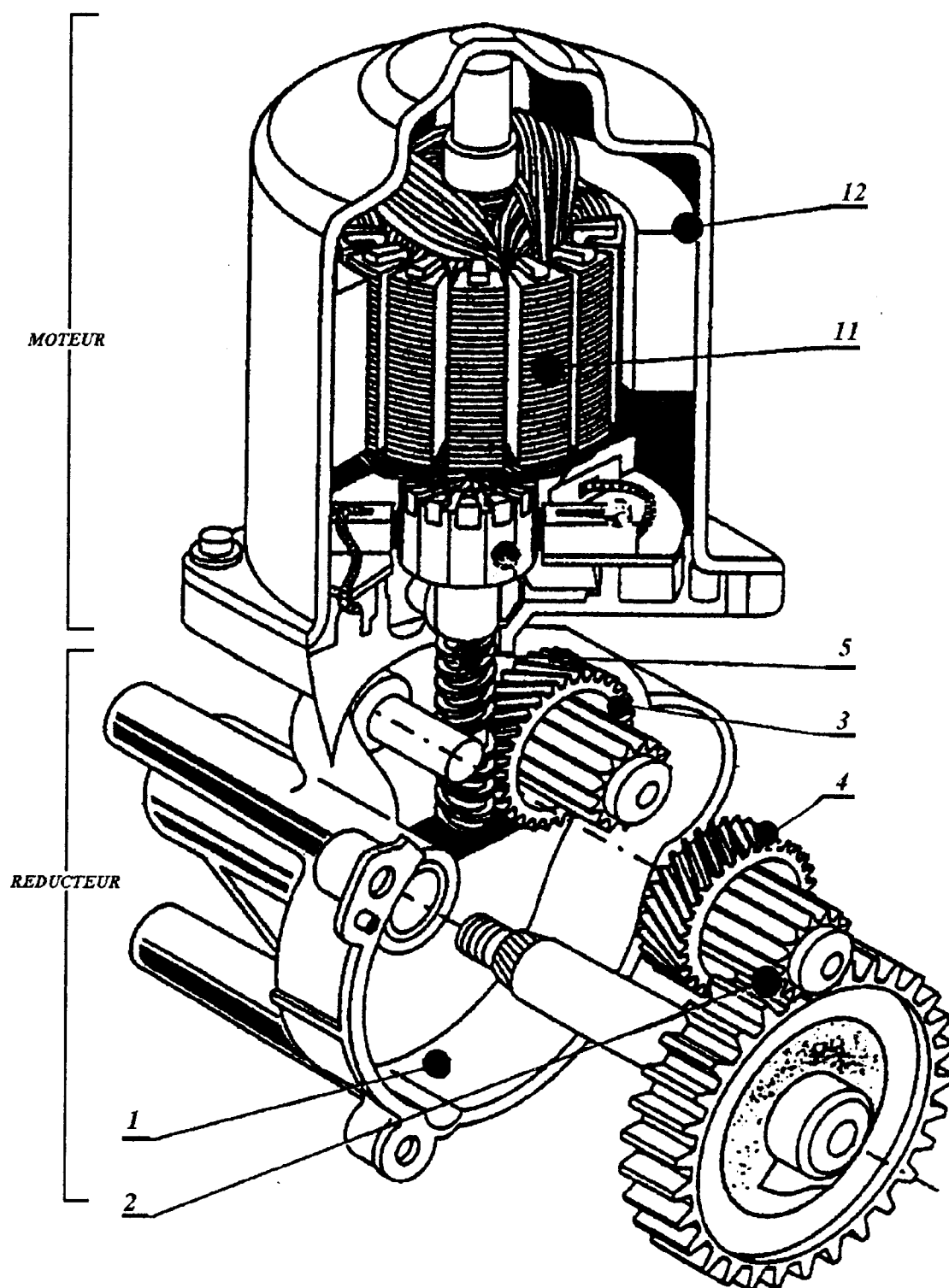
SOUS ENSEMBLES ETUDIES :

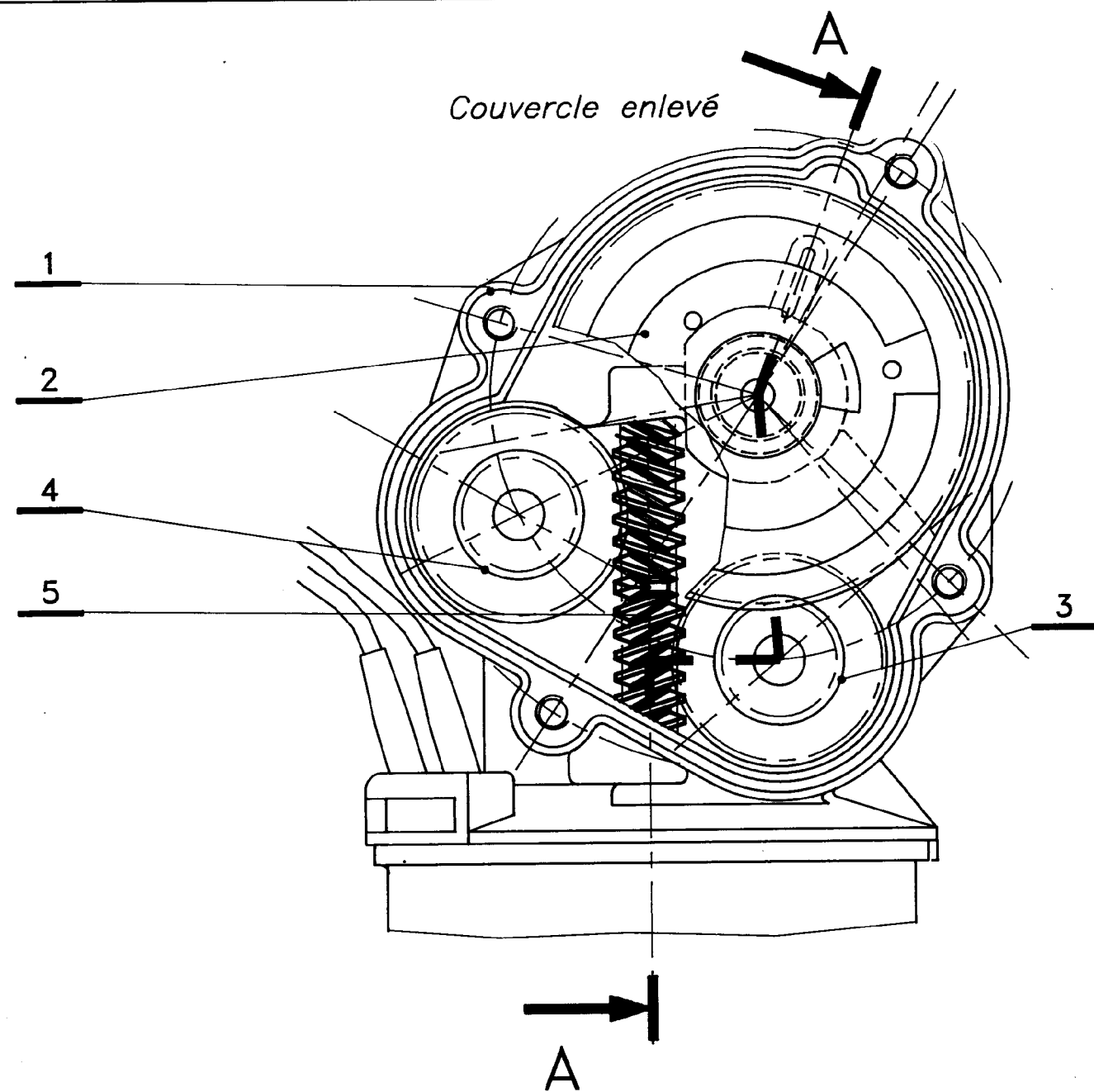
MOTO REDUCTEUR : (A)

TIMONERIE : (B)

BALAI+ PORTE BALAI : (C)

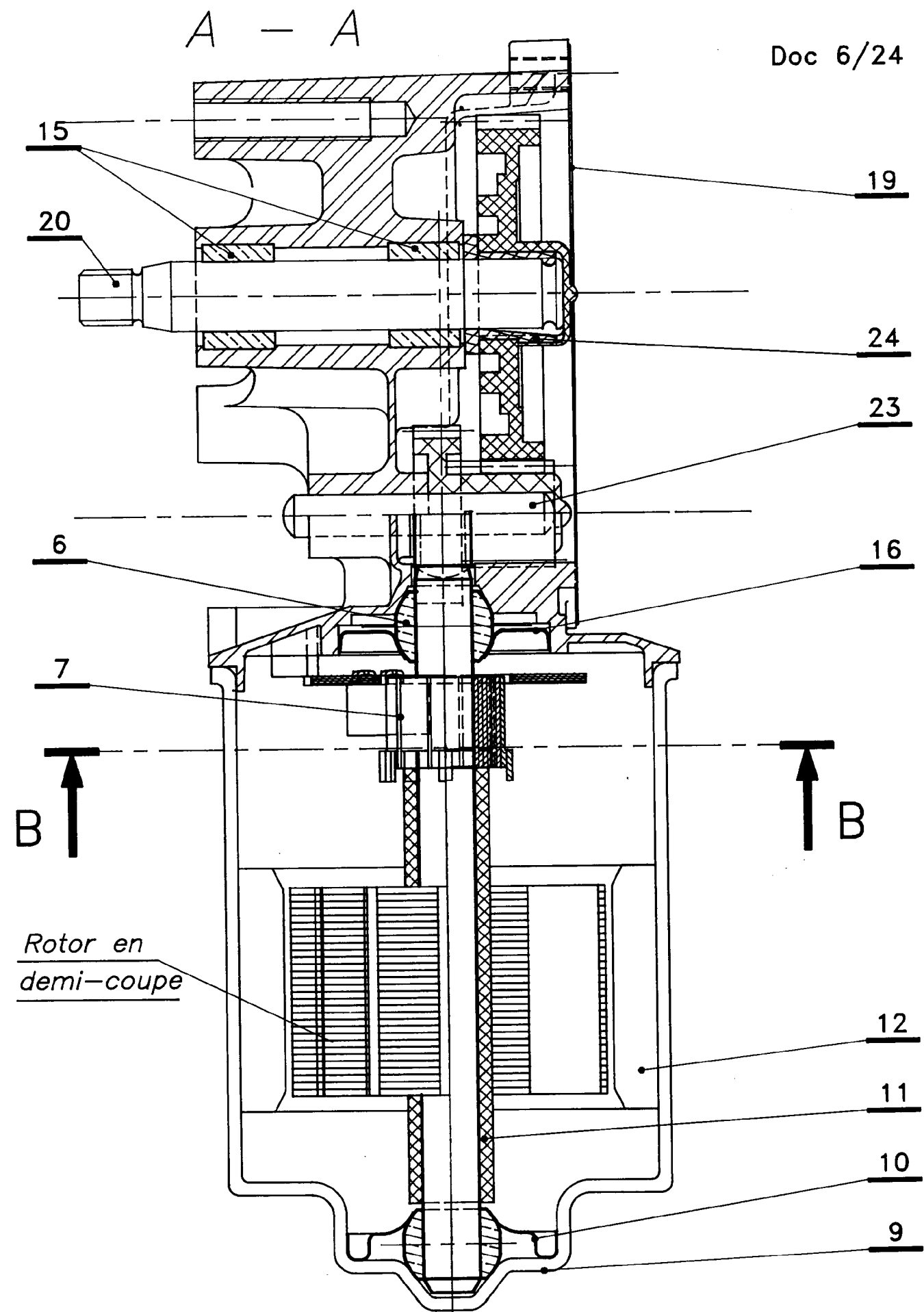
PERSPECTIVE DU MOTOREDUCTEUR





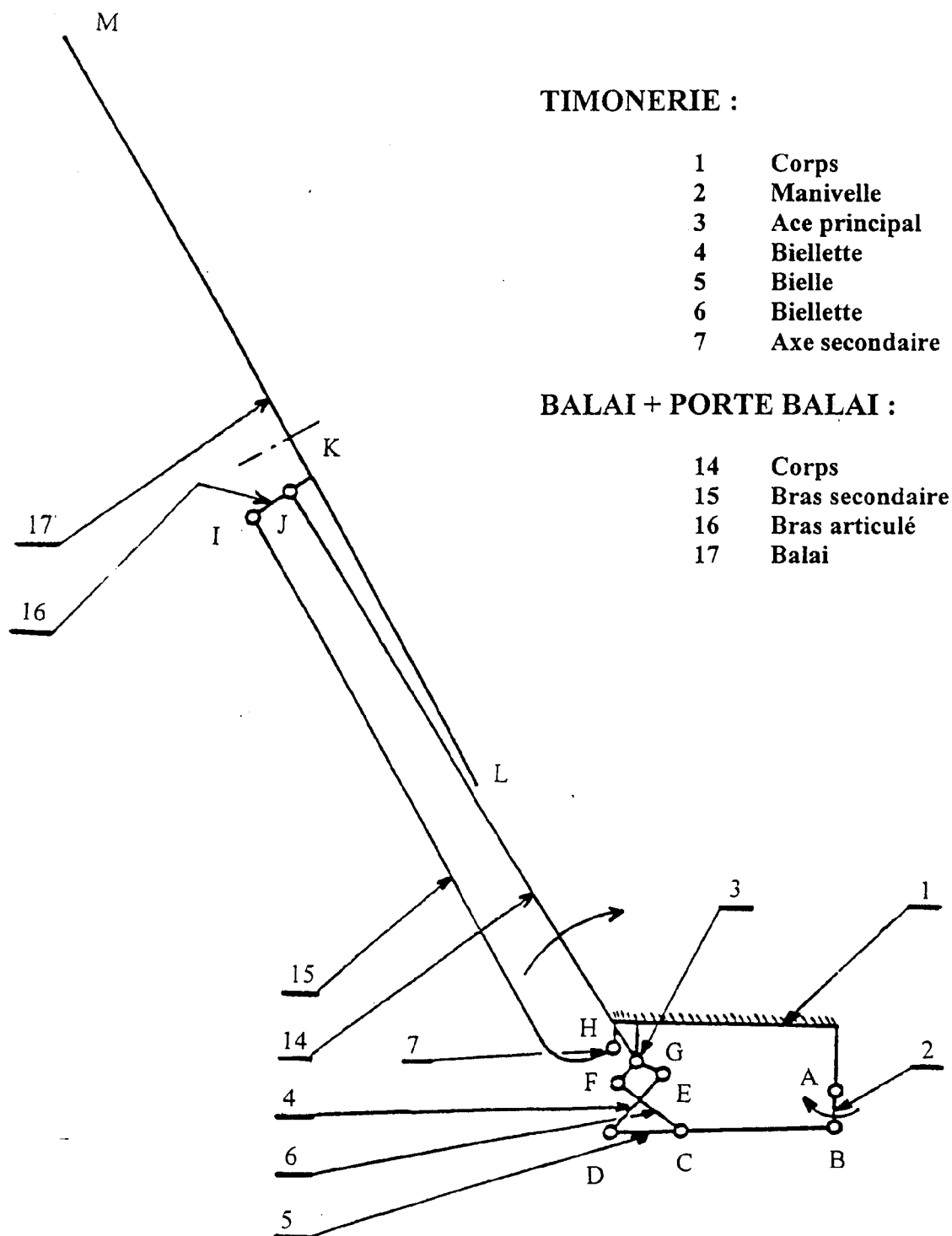
MOTOREDUCTEUR

Echelle non normalisée :  $\sqrt{2} : 1$



24	1	Bague		
23	2	Axe		
22				
21				
20	1	Axe d'entraînement		
19	1	Couvercle		
18				
17				
16	1	Anneau de fixation pour rotule		
15	2	Bague		
14				
13				
12	1	Stator		
11	1	Rotor		
10	1	Anneau de fixation pour rotule		
09	1	Carter moteur		
08				
07	1	Collecteur		
06	2	Rotule		
05	1	Vis sans fin ; 2 filets ; $m_n=0,8$ ; Une partie : filet à droite ; Autre partie : filet à gauche		
04	1	Pignon $Z=15$ ; $m=0,9$ ; Denture droite Roue $Z=29$ ; $m_n=0,8$ ; $\beta=14^\circ$ ; Denture hélicoïdale à droite		Monté glissant sur 23
03	1	Pignon $Z=15$ ; $m=0,9$ ; Denture droite Roue $Z=29$ ; $m_n=0,8$ ; $\beta=14^\circ$ ; Denture hélicoïdale à gauche		Monté glissant sur 23
02	1	Roue $Z=55$ ; $m=0,9$ ; Denture droite	PA6/6-GF30	Nouvelle matière (module à redéfinir)
01	1	Carter réducteur		
Rp	Nb	Désignation	Matière	Observations
<p style="text-align: center;"><b>NOMENCLATURE MOTO-REDUCTEUR</b></p>				

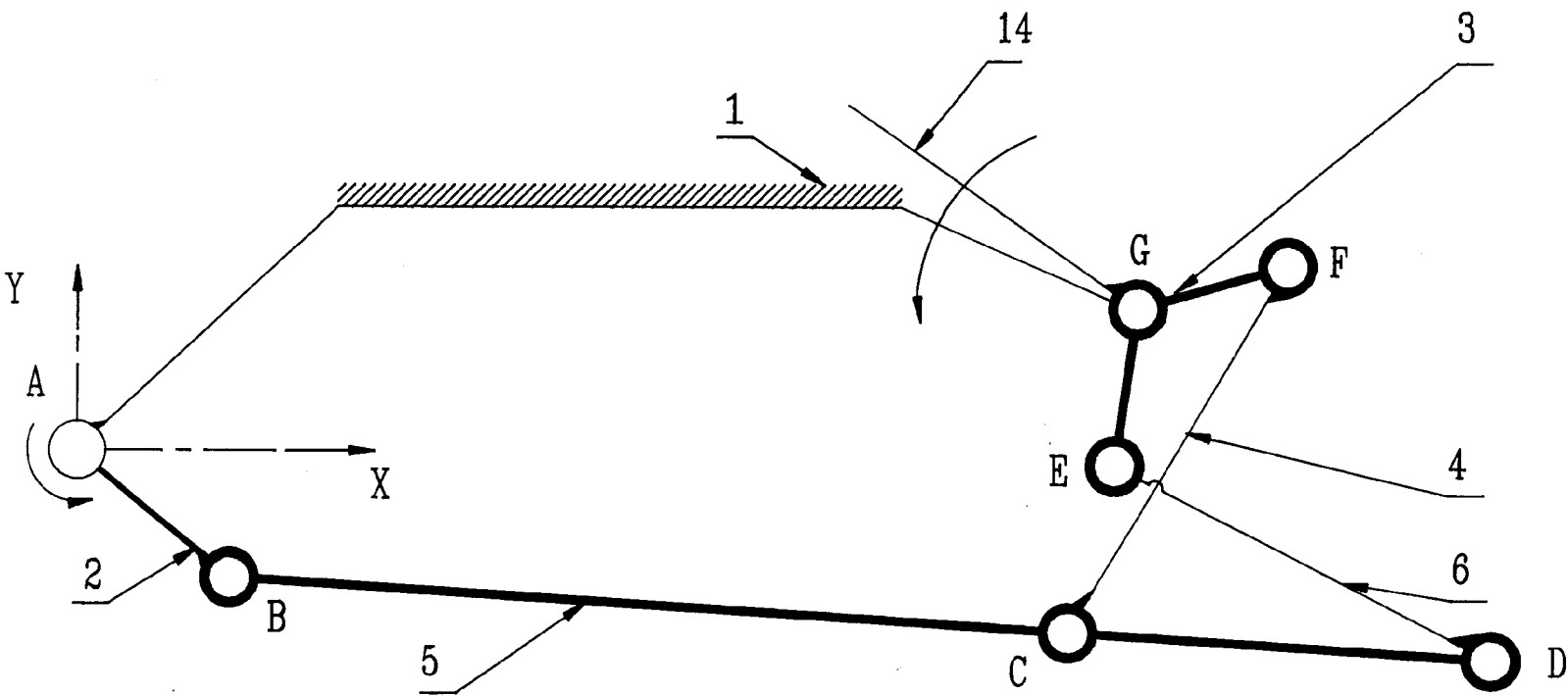
### SCHEMA TIMONERIE + PORTE BALAI + BALAI



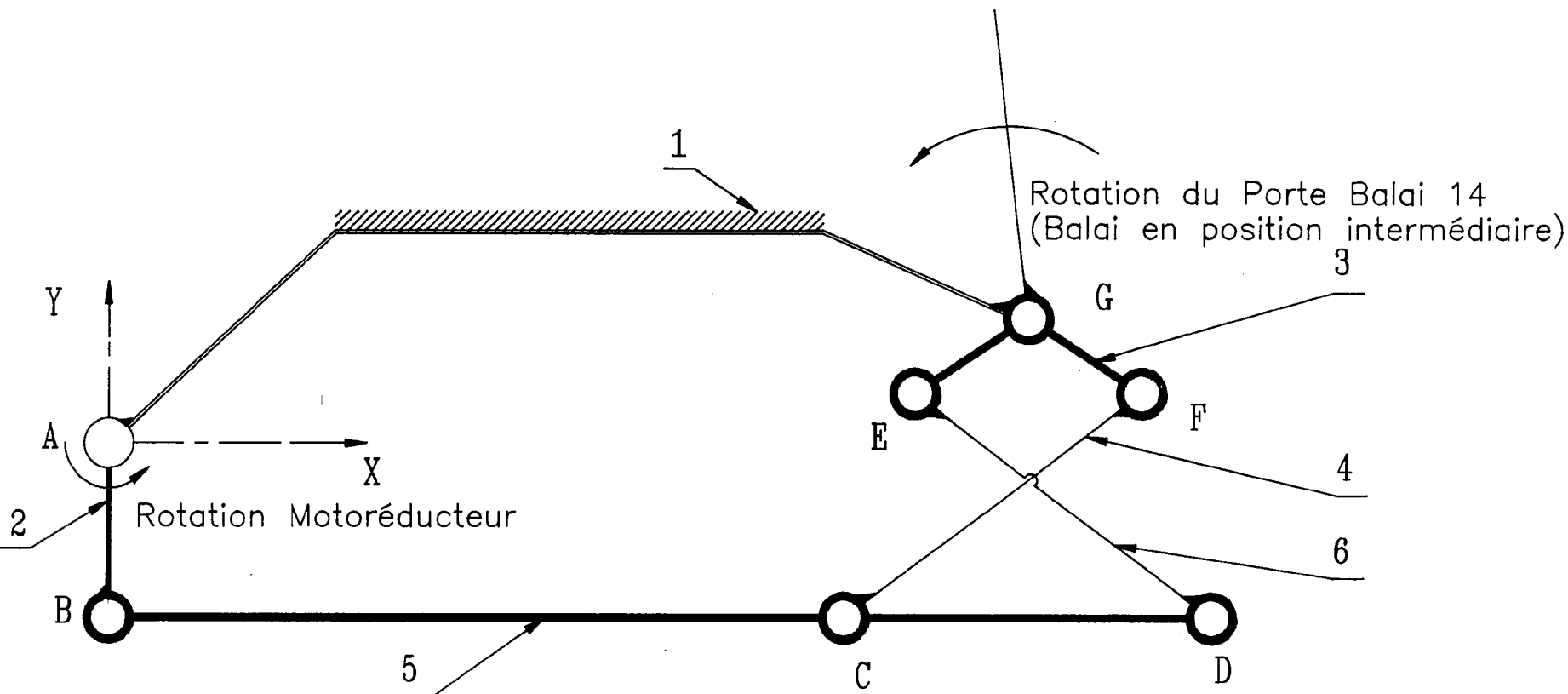
**A, G, H : points liés à 1**

**A: Axe Moto réducteur**





Position 4

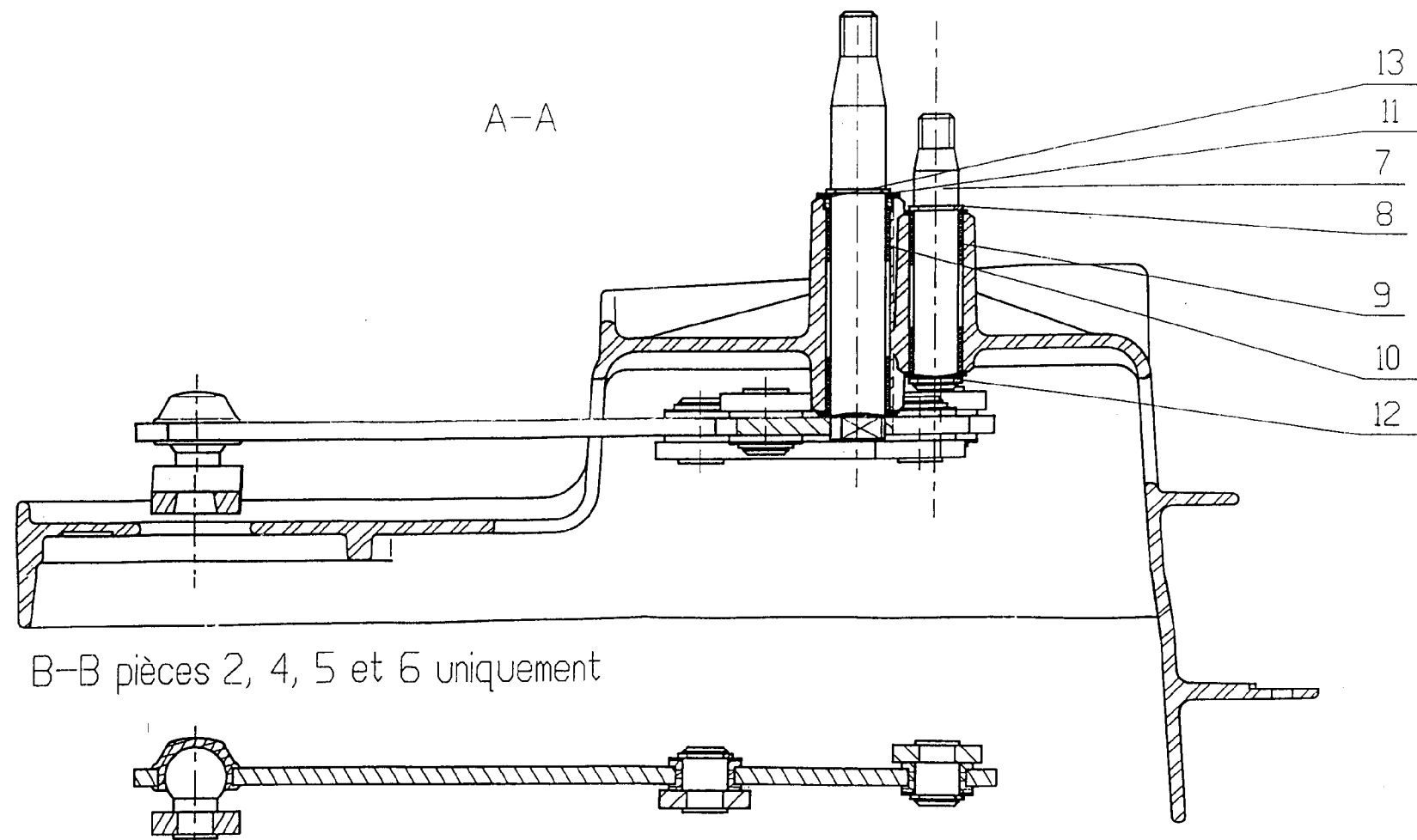
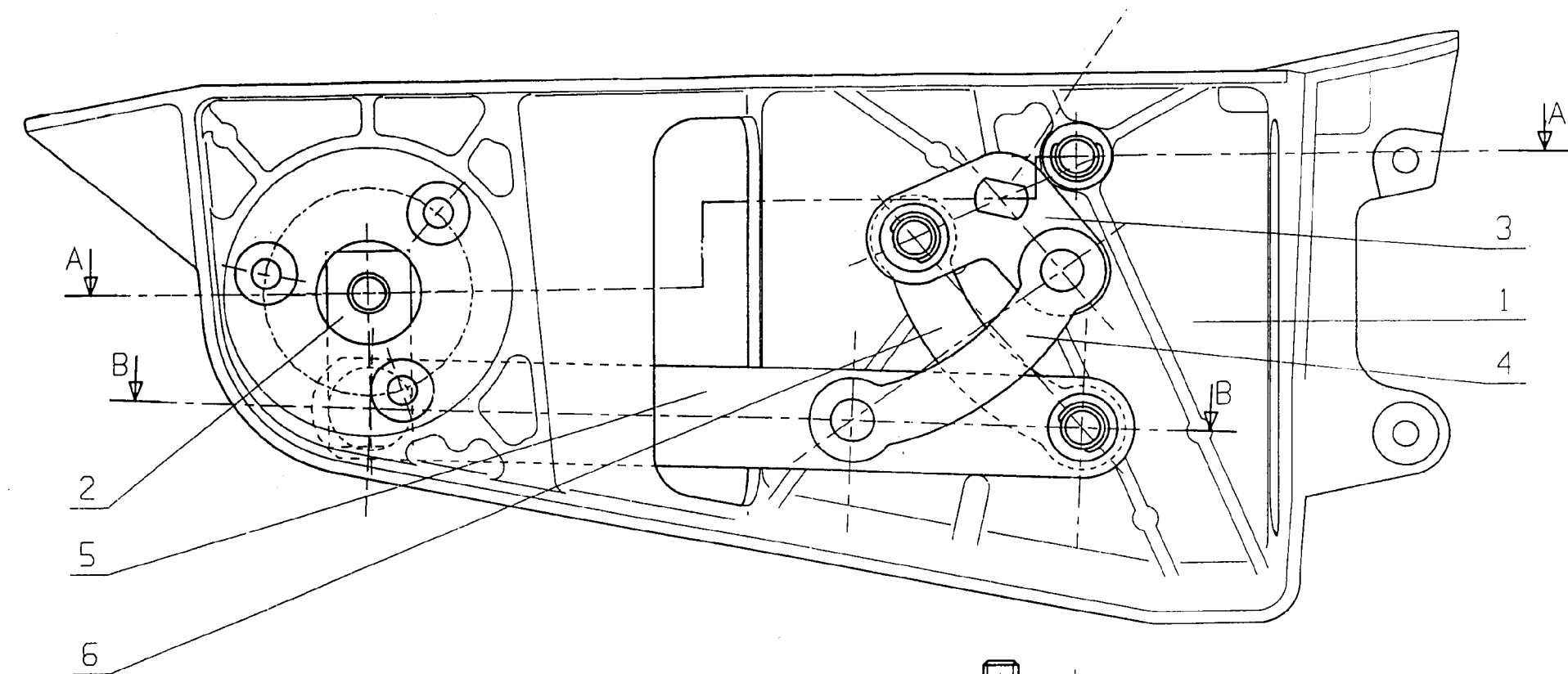


Position 0

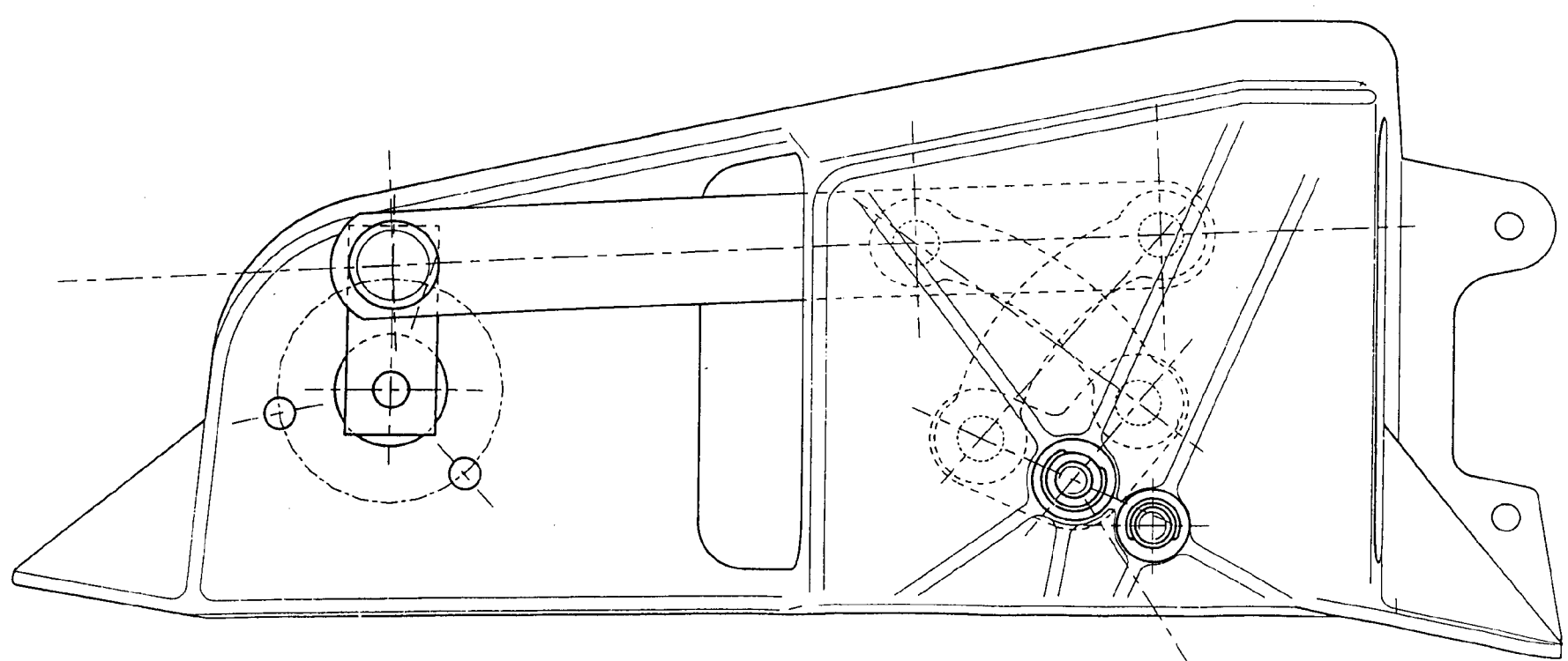
	X	Y
A	0	0
B	0	-28
C	120	-28
D	180	-28
E	131,5	8
F	168,5	8
G	150	20

GE = 23 mm  
GF = 23 mm

TIMONERIE

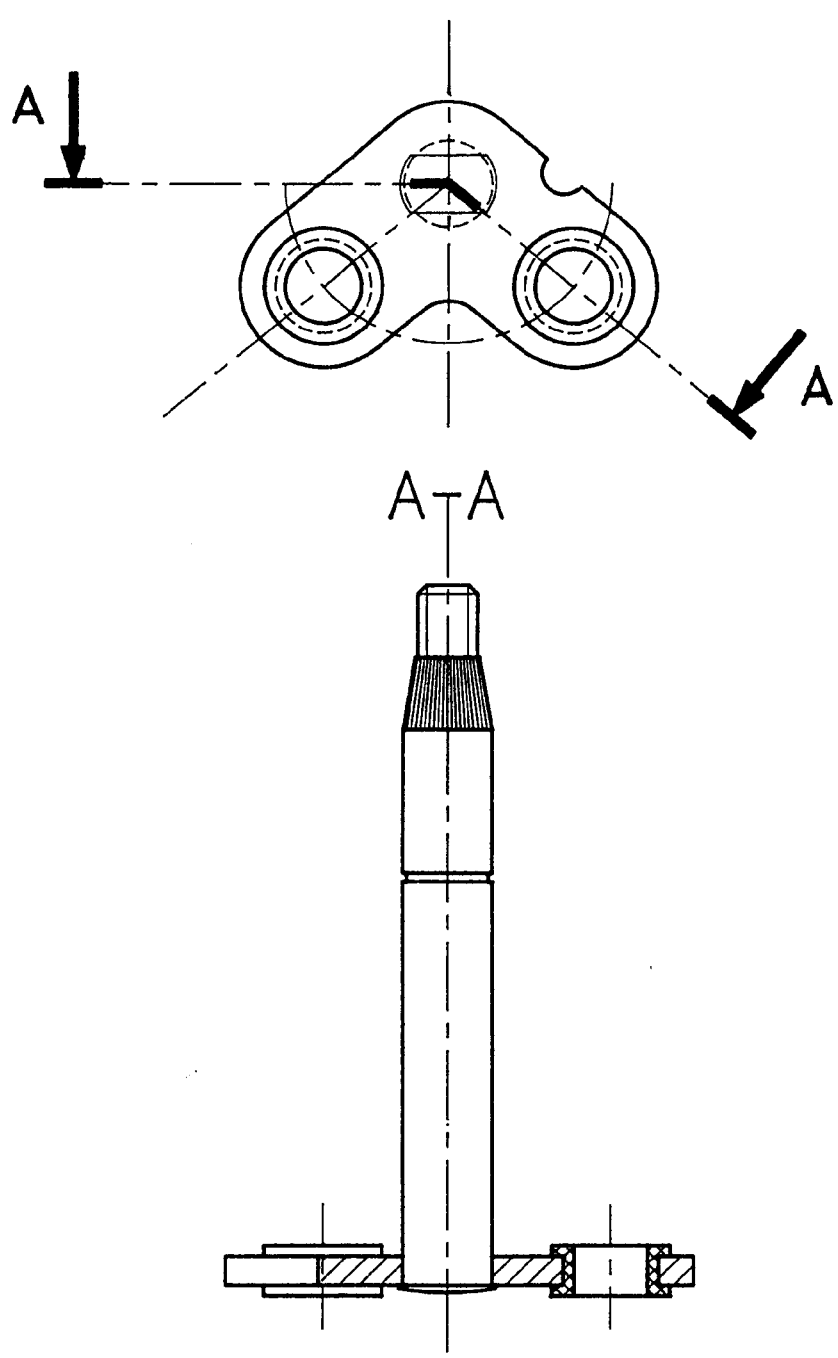


B-B pièces 2, 4, 5 et 6 uniquement



Réduction : Echelle  $\sqrt{2} : 2$

TIMONERIE



ECHELLE 1:1

TIMONERIE

Axe principal Rep 3

13	1	Joint torrique		
12	2	Rondelle		
11	2	Rondelle		
10	2	Bague		
09	2	Bague		
08	2	Anneau élastique		
07	1	Axe secondaire		Lié au Porte balai
06		Biellette	C 45	
05	1	Bielle	C 45	
04	1	Biellette	C 45	
03	1	Axe principal	C 45	Lié au Porte balai et aux Biellettes 4 et 6
02	1	Manivelle	C 45	Liée au Motoréducteur et à la Bielle 5
01	1	Carter		
Rp	Nb	Désignation	Matière	Observations
NOMENCLATURE TIMONERIE				

### ACTIONS SUR (4) AU POINT C DANS 30 POSITIONS

- Une étude statique du mécanisme « Timonerie » a été faite à l'aide d'un logiciel de mécanique.
- La documentation 9/24 montre deux schémas correspondants à deux positions de l'étude.
- Le couple moteur choisi est constant et appliqué à (2) en A :  $C_M = 20 \text{ N.m}$
- Le nombre de positions étudiées sur un tour est : 30
- La vitesse appliquée à (2) est :  $N = 20 \text{ tr/min}$
- Le couple résistant  $C_R$  est lié à (3)

#### Effort dans la liaison ( 5→4) au point C

##### Résultats :

No	Temps(s)	Fxi(N)	Fyi(N)	Mzi(Nm)	Norme(N)	/xi(deg)
000	+0.0000e+000	+4.2857e+002	+3.1811e+002	+0.0000e+000	5.3373e+002	+3.6585e+001
001	+1.0000e-001	+3.6088e+002	+3.2434e+002	+0.0000e+000	4.8521e+002	+4.1947e+001
002	+2.0000e-001	+3.0968e+002	+3.4238e+002	+0.0000e+000	4.6166e+002	+4.7872e+001
003	+3.0000e-001	+2.7742e+002	+3.8063e+002	+0.0000e+000	4.7100e+002	+5.3914e+001
004	+4.0000e-001	+2.6872e+002	+4.5692e+002	+0.0000e+000	5.3008e+002	+5.9539e+001
005	+5.0000e-001	+2.9751e+002	+6.1563e+002	+0.0000e+000	6.8375e+002	+6.4207e+001
006	+6.0000e-001	+4.2447e+002	+1.0192e+003	+0.0000e+000	1.1040e+003	+6.7389e+001
007	+7.0000e-001	+1.2814e+003	+3.2674e+003	+0.0000e+000	3.5097e+003	+6.8587e+001
008	+8.0000e-001	-1.0889e+003	-2.6190e+003	+0.0000e+000	2.8363e+003	-1.1258e+002
009	+9.0000e-001	-4.4891e+002	-9.1387e+002	+0.0000e+000	1.0182e+003	-1.1616e+002
010	+1.0000e+000	-3.3607e+002	-5.4190e+002	+0.0000e+000	6.3765e+002	-1.2181e+002
011	+1.1000e+000	-3.0688e+002	-3.8101e+002	+0.0000e+000	4.8923e+002	-1.2885e+002
012	+1.2000e+000	-3.1068e+002	-2.9411e+002	+0.0000e+000	4.2781e+002	-1.3657e+002
013	+1.3000e+000	-3.3639e+002	-2.4148e+002	+0.0000e+000	4.1409e+002	-1.4433e+002
014	+1.4000e+000	-3.8222e+002	-2.0693e+002	+0.0000e+000	4.3464e+002	-1.5157e+002
015	+1.5000e+000	-4.4922e+002	-1.8321e+002	+0.0000e+000	4.8514e+002	-1.5781e+002
016	+1.6000e+000	-5.4011e+002	-1.6843e+002	+0.0000e+000	5.6576e+002	-1.6268e+002
017	+1.7000e+000	-6.6177e+002	-1.6506e+002	+0.0000e+000	6.8205e+002	-1.6600e+002
018	+1.8000e+000	-8.3190e+002	-1.7954e+002	+0.0000e+000	8.5106e+002	-1.6782e+002
019	+1.9000e+000	-1.0938e+003	-2.2463e+002	+0.0000e+000	1.1166e+003	-1.6839e+002
020	+2.0000e+000	-1.5658e+003	-3.3260e+002	+0.0000e+000	1.6008e+003	-1.6801e+002
021	+2.1000e+000	-2.7128e+003	-6.2908e+002	+0.0000e+000	2.7848e+003	-1.6694e+002
022	+2.2000e+000	-1.0038e+004	-2.6069e+003	+0.0000e+000	1.0371e+004	-1.6544e+002
023	+2.3000e+000	+5.8265e+003	+1.7062e+003	+0.0000e+000	6.0712e+003	+1.6322e+001
024	+2.4000e+000	+2.2368e+003	+7.3741e+002	+0.0000e+000	2.3552e+003	+1.8246e+001
025	+2.5000e+000	+1.3749e+003	+5.0894e+002	+0.0000e+000	1.4660e+003	+2.0313e+001
026	+2.6000e+000	+9.8731e+002	+4.1067e+002	+0.0000e+000	1.0693e+003	+2.2585e+001
027	+2.7000e+000	+7.6577e+002	+3.6005e+002	+0.0000e+000	8.4619e+002	+2.5182e+001
028	+2.8000e+000	+6.1977e+002	+3.3327e+002	+0.0000e+000	7.0369e+002	+2.8268e+001
029	+2.9000e+000	+5.1285e+002	+3.2075e+002	+0.0000e+000	6.0489e+002	+3.2023e+001
030	+3.0000e+000	+4.2857e+002	+3.1811e+002	+0.0000e+000	5.3373e+002	+3.6585e+001

## PROBLEMATIQUE

Dans le cadre de la sortie d'une nouvelle version d'un véhicule, un constructeur par l'intermédiaire de son groupe Recherche et Développement, étudie la possibilité, d'implanter sur ce modèle un mécanisme d'essuie glace qui équipe déjà d'autres véhicules de la même gamme.

Dans le but d'optimiser la surface de balayage, on se propose dans un premier temps, d'étudier la cinématique de l'ensemble « balai + porte balai », puis de tracer la surface du pare brise balayée par l'essuie glace. Ce résultat servira de base à l'étude des solutions technologiques permettant l'optimisation souhaitée.

La vitesse de pointe du nouveau véhicule, auquel est destiné l'essuie glace, est supérieure à celle du modèle précédent. Des déformations plus importantes sont à prévoir dans les pièces constituant la timonerie. Elles risquent de faire varier la surface balayée, et de créer un dysfonctionnement par le chevauchement du balai sur le joint de pare brise. En prenant la condition la plus défavorable donnée par le cahier des charges, il s'agit de calculer l'allongement de la bielle ( 4 ), cela permettra de déterminer la déformation totale et la variation de l'angle de balayage. Ces résultats seront analysés puis interprétés au sein du bureau d'études.

Le cahier des charges du nouvel essuie glace fait apparaître la nécessité d'une diminution du prix de revient. Une analyse des coûts de l'ancien modèle a mis en évidence le prix élevé, au niveau de l'ensemble moto réducteur, de la matière constituant les roues dentées ( alliage de cuivre ). Une nouvelle matière ( PA6/6-GF30 ) étant choisie et il s'agit de calculer les nouveaux modules de roue afin de dimensionner le nouvel ensemble.

# DOSSIER TRAVAIL DEMANDE

## Barème

**MECANISME : BALAI et PORTE BALAI**

**CINEMATIQUE** ..... 6 points

**MECANISME : TIMONERIE**

**STATIQUE** ..... 15 points

**RDM** ..... 7 points

**MECANISME : MOTO REDUCTEUR**

**CALCULS D'ENGRENAGES : Cinématique, Energétique** ..... 7 points

**CALCULS D'ENGRENAGES : RDM** ..... 5 points

**TOTAL** ..... 40 points



**MECANISME : BALAI et PORTE BALAI****CINEMATIQUE** Etude du mécanisme afin de déterminer la surface balayée du pare brise

Voir documents : 4/24, 8/24, 14/24, 18/24

**Données en liaisons avec le document 18/24 :**

- Fonctionnement : L'énergie mécanique du moteur se transmet successivement de (3) à (14) puis au balai (17). L'axe secondaire (7) et le bras (15) ne servent qu'à guider l'extrémité de (16).
- On considère que les positions 1 et 3 sont les positions extrêmes du mécanisme. Soit  $\alpha$  l'angle de GJ (pièce 14), par rapport à l'axe horizontal, dans ces trois positions :
  - Dans la position 3 :  $\alpha = 48^\circ$
  - Dans la position 2 (intermédiaire) :  $\alpha = 96^\circ$
  - Dans la position 1 :  $\alpha = 156^\circ$
- La pièce (14) a un mouvement de rotation par rapport à (1), de centre G.
- La pièce (15) a un mouvement de rotation par rapport à (1), de centre H.
- L'ensemble  $S = \{16, 17\}$  a un mouvement plan par rapport à (1). Dans la position 1 : le CIR de l'ensemble S est H (H = Intersection de JG et IH). On donne :  $HM = 0,880$  m et  $\omega_{S/1} = 7$  rad/s pour cette position.
- Soit M et L les deux points des extrémités du balai (17). Les directions des vitesses instantanées  $\vec{V}_{M17/1}$  et  $\vec{V}_{L17/1}$  sont tracées pour les positions 2 et 3. Pour la position 1 :  $\vec{V}_{L17/1}$  est donnée entièrement.

**Travail demandé :**

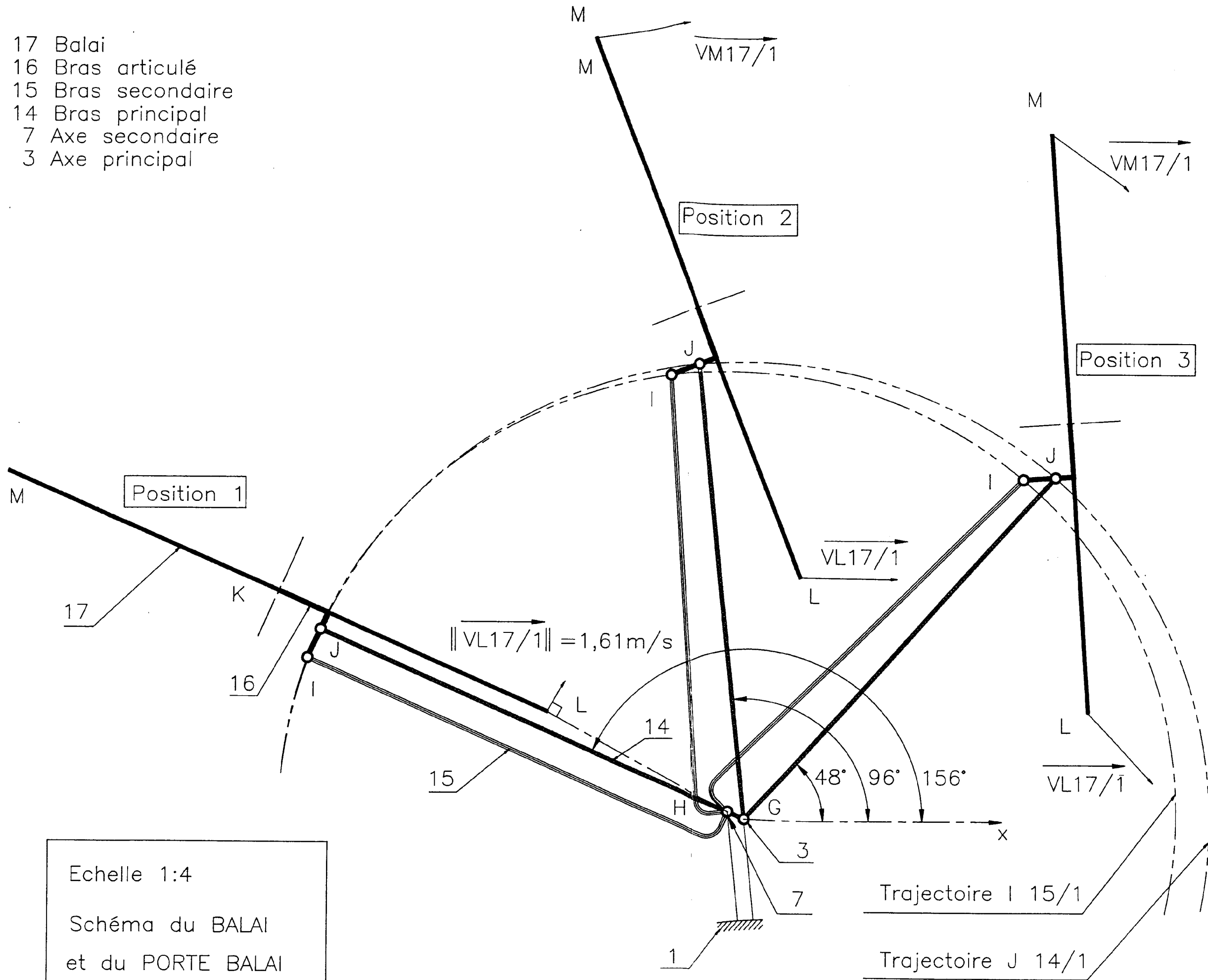
☞ **Question 1 :** Calculer l'angle de balayage de la pièce (14) (angle parcouru par GJ).

☞ **Question 2 :** Pour la position 1 : Calculer  $|\vec{V}_{M17/1}|$ . ( $HM = 0,880$  m et  $\omega_{S/1} = 7$  rad/s pour cette position)

☞ **Question 3 :** Tracer sur le document 18/24 : le rayon HM puis la vitesse instantanée  $\vec{V}_{M17/1}$ , pour la position 1. (Echelle : 5 mm  $\rightarrow$  1 m/s).

☞ **Question 4 :** Tracer, à main levée, les trajectoires  $T_{M17/1}$  et  $T_{L17/1}$  sur le document 18/24 en utilisant les trois positions données. Puis hachurer la surface du parebrise balayée par le balai (17).

- 17 Balai
- 16 Bras articulé
- 15 Bras secondaire
- 14 Bras principal
- 7 Axe secondaire
- 3 Axe principal



**MECANISME : TIMONERIE**

**STATIQUE** Etude du mécanisme dans la position 0 du document 9/24 afin de déterminer les actions sur (4). Voir documents 8/24, 9/24, 10/24, 11/24, 12/24, 14/24, 21/24.

**Données :**

- Supposons les lois de la statique applicables (cas des mouvements à vitesse constante).
- L'étude se fera dans le plan xy.
- Toutes les liaisons sont parfaites et les frottements négligés. Le poids des pièces est négligé.
- $C_M = 20 \text{ N.m}$ .  $C_M$  étant appliqué en A.

**Travail demandé :** (les six questions suivantes sont relatives à la position 0 du document 9/24).

**Question 1 :** La biellette (6) étant isolée, déterminer les directions des actions extérieures :

a) Compléter le tableau bilan des actions extérieures sur 6.		
Actions mécaniques	Liaisons	Torseurs
5 → 6 en D	Pivot	$T_{5 \rightarrow 6} = \begin{Bmatrix} \overrightarrow{D_{5 \rightarrow 6}} \\ D(\vec{0}) \end{Bmatrix}$

b) Donner les conditions d'équilibre:

c) Tracer sur le document 21/24, fig. 1. les directions des actions extérieures sur cette biellette.

**Question 2 :** La biellette (4) étant isolée, déterminer les directions des actions extérieures :

a) Compléter le tableau bilan des actions extérieures sur (4).		
Actions mécaniques	Liaisons	Torseurs

b) Donner les conditions d'équilibre:

c) Tracer sur le document 21/24, fig. 2. les directions des actions extérieures sur cette biellette.

**MECANISME : TIMONERIE : Suite de la STATIQUE**

☞ **Question 3 :** La bielle (5) étant isolée, déterminer les directions des actions extérieures :

a) Compléter le tableau bilan des actions extérieures sur (5)		
Actions mécaniques	Liaisons	Torseurs

b) Ecrire les conditions d'équilibre (en vue d'une résolution graphique) :

c) Tracer sur le document 21/24, fig 3 : les directions des actions extérieures sur cette bielle. Donner la valeur de l'angle  $\alpha$  de la direction de  $\vec{B}_{2/5}$ .

☞ **Question 4 :** La manivelle (2) étant isolée, déterminer  $\vec{B}_{5/2}$ .

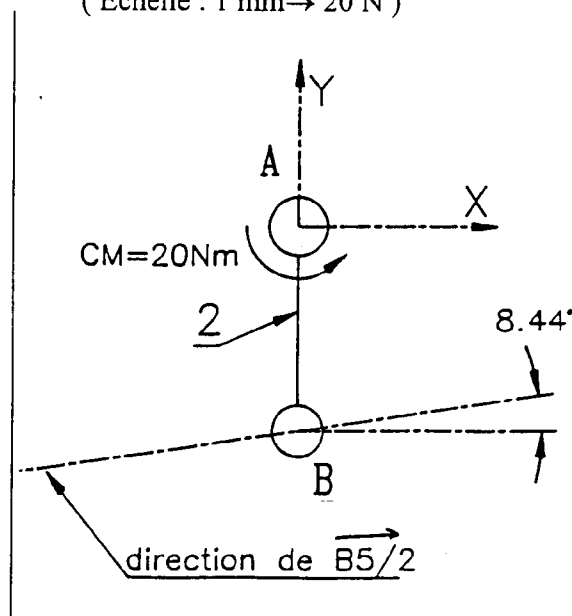
**Donnée :** Bilan des actions extérieures exercées sur (2) :

$$C_M = \begin{Bmatrix} 0 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 20 \end{Bmatrix}_A \quad T_{1 \rightarrow 2} = \begin{Bmatrix} X_A 0 \\ Y_A 0 \\ 0 & 0 \end{Bmatrix}_A \quad T_{5 \rightarrow 2} = \begin{Bmatrix} X_B 0 \\ Y_B 0 \\ 0 & 0 \end{Bmatrix}_B$$

On prendra  $\alpha = 8,44^\circ$  d'où  $\tan 8,44^\circ = Y_B / X_B$

a) Appliquer le théorème du moment résultant au point A (coordonnées données document 9/24) et calculer  $\|\vec{B}_{5/2}\|$  :

b) Tracer sur le schéma ci-dessous  $\vec{B}_{5/2}$  (Echelle : 1 mm  $\rightarrow$  20 N)



☞ **Question 5 :** La bielle (5) étant isolée : Déterminer graphiquement sur la fig 4 du doc 21/24 les actions  $\vec{C}_{4/5}$  et  $\vec{D}_{6/5}$ . On prendra  $\|\vec{B}_{5/2}\| = 720 \text{ N}$ . (Echelle : 1 mm  $\rightarrow$  10 N).

☞ **Question 6 :** La biellette (4) étant isolée : Déterminer sur le doc 21/24, fig 5, l'action en C de (5) sur (4) ( $\vec{C}_{5/4}$ ), en déduire la nature de la sollicitation subie par cette biellette.

Fig 2:  
4 isolée

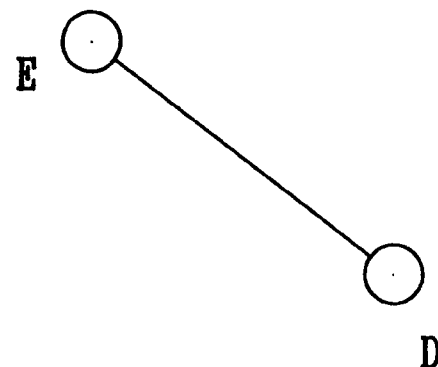
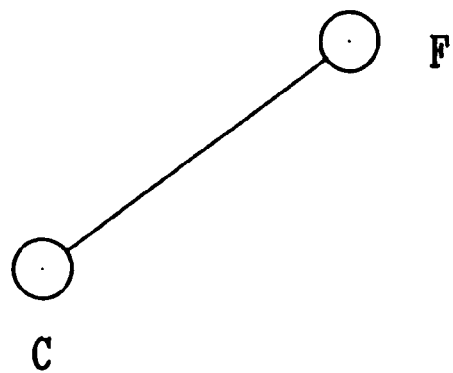


Fig 1:  
6 isolée

Fig 3  
5 isolée

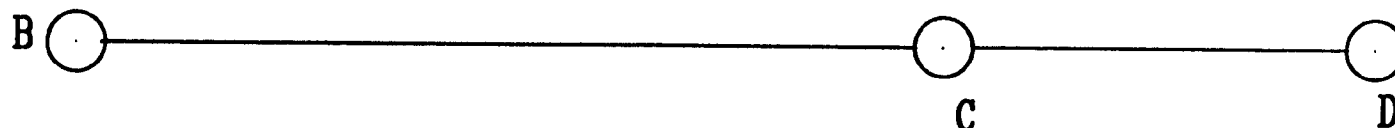


Fig 4  
dynamique

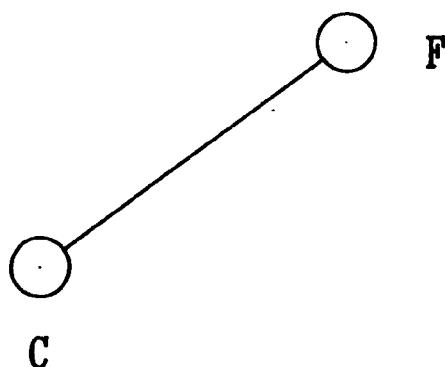
Résultats :

$$\|\vec{C4/5}\| =$$

$$\|\vec{D6/5}\| =$$

Fig 5:  
4 isolée

Tracer  $\vec{C5/4}$



Résultats :

$$\|\vec{C5/4}\| =$$

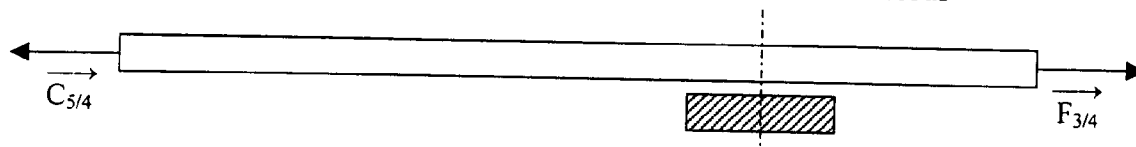
Nature de la sollicitation :

**MECANISME : TIMONERIE****RDM** Etude de la contrainte et de l'allongement de la biellette (4) sous un effort maximum.

Voir documents 9/24, 13/24 et 14/24

**Hypothèses pour les calculs de RDM :**

- La biellette (4), les actions  $\vec{C}_{5/4}$  et  $\vec{F}_{3/4}$ , seront schématisées comme ci-dessous



- $\|\vec{C}_{5/4}\| = \|\vec{F}_{3/4}\|$  (On prendra comme valeur pour  $\|\vec{F}_{3/4}\|$  le résultat de la première question du travail demandé).
- La section de (4) est rectangulaire. Ses dimensions sont  $14 \times 4$  mm.
- La longueur de (4) est : 60 mm.
- Matière C45 et  $R_e = 375$  MPa.
- Coefficient de sécurité = 2
- $E = 200000$  MPa

**Travail demandé :**

**Question 1 :** Rechercher sur le doc. 14/24 la position pour laquelle la biellette (4) subit un effort maximum. Pour cette position, donner la norme de l'effort subi ( en Newton ) et la nature de la contrainte.

**Question 2 :** Calculer la contrainte de traction dans une section de (4). On prendra comme norme de l'effort normal la valeur trouvée à la question précédente.

**Question 3 :** Vérifier la condition de résistance.

**Question 4 :** Calculer l'allongement de (4) pour la longueur de 60 mm.

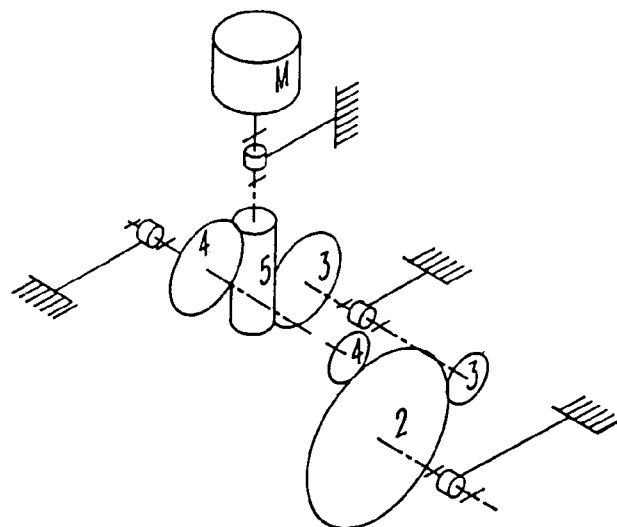
**MECANISME : MOTOREDUCTEUR****CALCULS D'ENGRENAGES**

**Cinématique,**  
**Energétique : Etude des caractéristiques : Puissance,**  
**Couple, Vitesse de rotation à la sortie du réducteur.**

Voir documents 4/24, 5/24, 6/24, 7/24 et 14/24.

**Données :**

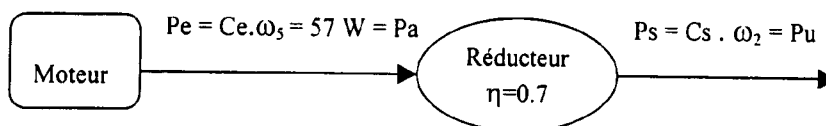
- Vitesse du moteur  $N_5 = 1000 \text{ tr/min}$
- Rendement du réducteur  $\eta = 0,7$
- Puissance absorbée par le réducteur  $P_a = 57 \text{ W}$

**Travail demandé :**

**Question 1 :** Calculer la raison du réducteur (voir les caractéristiques des roues dentées doc 7/24).

**Question 2 :** Calculer la vitesse  $N_2$  (en tr/min) et  $\omega_2$  (en rad/s) à la sortie du réducteur.

**Question 3 :** Calculer la puissance utile  $P_u$  à la sortie du réducteur.



**Question 4 :** Calculer le couple  $C_s$  à la sortie du réducteur.

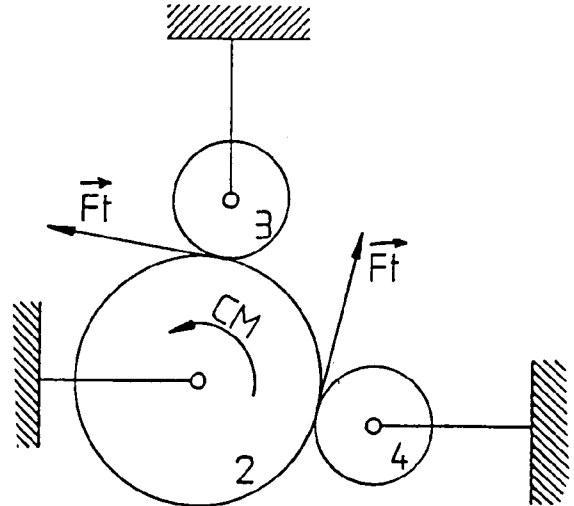
**Nota :** Pour la suite de l'épreuve  $C_s$  sera appelé  $C_M$ .

**MECANISME : MOTO-REDUCTEUR****CALCULS D'ENGRENAGES** RDM : Etude de la roue (2) afin de déterminer son module.**Données :**

- Couple à la sortie du réducteur  $C_M = 20 \text{ Nm}$ .
- Pour la matière PA6/6-GF30 on prendra  $R_{pe} = 110 \text{ MPa}$ .
- On donne la formule à utiliser pour calculer le module (avec  $K=10$ ).

$$m = 2,34 \sqrt{\frac{\|\vec{F}_t\|}{K \cdot R_{pe}}}$$

- Dans ce mécanisme l'action est transmise sur la roue (2) par deux pignons afin de répartir les efforts.
- On donne ci-contre le schéma indiquant les actions tangentielles  $\vec{F}_t$ , identiques, des pignons (3) et (4) sur la roue 2.

**Travail demandé :**

**Question 1 :** Calculer  $\|\vec{F}_t\|$ , l'action tangentielle de (3) sur (2) ( voir les caractéristiques de la roue (2) doc 7/24 ).

**Question 2 :** Calculer le module ( On prendra  $\|\vec{F}_t\| = 400 \text{ N}$  ).

**Question 3 :** D'après le résultat de la question 2 : Peut-on garder le module  $m = 0,9$  ? (justifier la réponse). Si non, quelle valeur de module peut-on prendre ?