

**SESSION de 2003**

**concours externe  
de recrutement de professeurs agrégés**

**section génie mécanique**

**avant-projet de mécanisme**

**durée : 8 heures**

*Aucun document n'est autorisé.*

*Moyens de calculs autorisés : Calculatrice de poche, y compris calculatrice programmable, alphanumérique ou à écran graphique, à fonctionnement autonome, non imprimante, autorisée conformément à la circulaire n° 99-186 du 16 novembre 1999. La calculatrice ne devra pas posséder de données scientifiques et techniques propres au génie mécanique.*

*Dès la distribution du sujet, le candidat s'assurera que l'exemplaire du dossier remis est complet.*

*Le document-réponse sera inséré à plat dans la copie, l'en-tête détachable placé en haut.*

Le sujet comporte :

- des recommandations à l'attention du candidat (page1),
- le texte de l'épreuve (pages numérotées 2 à 13),
- le dossier technique constitué des documents repérés document 1 à document 6,
- un document réponse repéré DR.

**Tournez la page S.V.P.**

## **Recommandations:**

Les quatre parties sont indépendantes.

Il est recommandé au candidat de répartir son temps de travail de la façon suivante:

Lecture du sujet et compréhension du fonctionnement: 30min.

Première partie: 2h30.

Deuxième partie: 1h.

Troisième partie: 3h15.

Quatrième partie: 45min.

### **Le candidat devra obligatoirement rendre:**

- 4 copies séparées intitulées première partie, deuxième partie, troisième partie et quatrième partie;
- le document réponse DR, inséré dans la copie correspondant à la troisième partie.

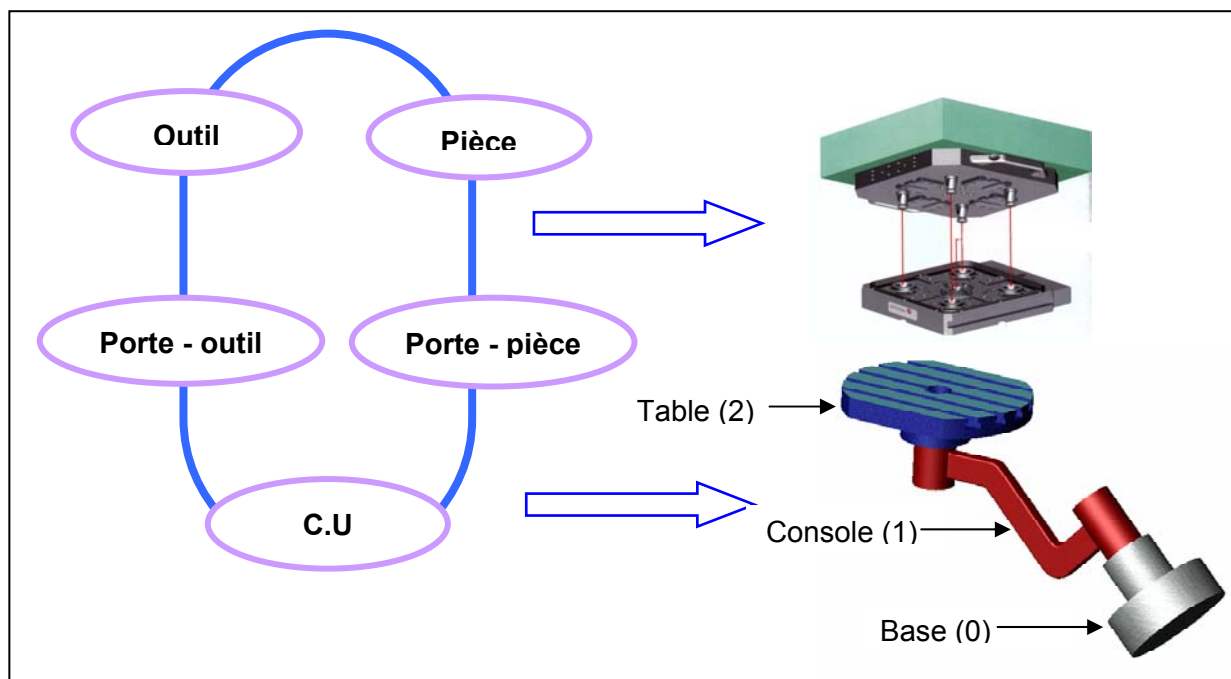
## CENTRE D'USINAGE GRANDE VITESSE « CINQ AXES »

### PRESENTATION GENERALE

L'objet de l'étude est constitué par un centre d'usinage grande vitesse situé dans un contexte de production qui a conduit à standardiser les équipements de préhension et de positionnement des pièces afin de concilier les contraintes de flexibilité et de productivité. La figure ci – dessous situe, au sein de la boucle qui lie la pièce à usiner à l'outillage et à la machine, les éléments sur lesquels portera plus particulièrement l'étude proposée.

La recherche permanente d'une amélioration de la flexibilité et de la productivité de leurs machines a conduit les constructeurs de centres d'usinage à optimiser le couple outil – machine. A l'égal d'un changement d'outil, le positionnement d'une pièce ou d'un lot de pièces se doit désormais d'être rapide et fiable. C'est à partir de ce constat que la société EROWA a conçu une gamme de mandrins et de palettes standardisés adaptables sur les différentes machines constitutives d'un plateau technique de production tout en assurant la précision et la rapidité du positionnement des pièces. Cette gamme, dont l'un des produits (palette UPC) est représenté sur la figure 1 :

- permet la réduction des temps improductifs de la machine par un transfert à l'extérieur des temps de préparation,
- autorise le transfert de machine à machine sans perte de référence et sans réglage pour l'usinage jusqu'à 5 faces de la pièce si celle – ci n'est pas démontée de la palette,
- offre la possibilité de conduire des contrôles hors machine avant finition et en temps masqué.



**figure 1**

Le centre d'usinage qui constitue l'objet de l'étude permet d'ajouter, aux possibilités de mouvement de translation de l'outil par rapport au bâti de la machine-outil selon les axes x, y et z, celles qui résultent (le document 4 définit les repères associés aux différents constituants):

- de la rotation d'une console (1) autour de l'axe  $(H_1, \vec{z}')$  incliné de  $45^\circ$  dans le plan  $(\vec{y}, \vec{z})$ ;
- de la rotation autour de l'axe  $(H_2, \vec{z}_1)$  d'une table (2) par rapport à la console (1).

Ces deux mouvements correspondent respectivement aux 4<sup>ème</sup> et 5<sup>ème</sup> axes du centre d'usinage.

---

## **BUT DE L'ETUDE**

---

L'étude proposée est constituée de quatre parties indépendantes qui peuvent être traitées dans un ordre qui est laissé à l'appréciation du candidat.

La première partie de l'épreuve porte sur l'étude du dimensionnement du moteur d'entraînement de la table ainsi que sur celui de certains composants de guidage.

La deuxième partie de l'épreuve porte sur une étude cinématique de la combinaison des mouvements nécessaires à l'usinage d'une pièce de forme complexe.

La troisième partie de l'épreuve est relative au positionnement assuré par un dispositif de palettisation proposé par la société EROWA et a pour objectifs d'une part d'en évaluer la précision et d'autre part de proposer des solutions constructives permettant d'assurer la répétabilité au sein d'un plateau technique de production.

La quatrième partie de l'épreuve correspond à la recherche de solutions constructives permettant la réalisation d'un mandrin à serrage manuel.

---

### ***PREMIERE PARTIE (à rédiger sur une copie séparée): DIMENSIONNEMENT DU MOTEUR D'ENTRAINEMENT ET DES COMPOSANTS DE GUIDAGE DU CINQUIEME AXE***

---

#### **Architecture du quatrième et du cinquième axe du centre d'usinage.**

L'architecture du quatrième et du cinquième axe du centre d'usinage est définie par les documents 1, 2 et 3 :

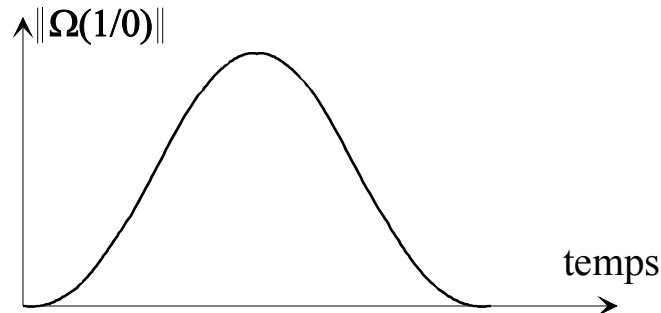
- le document 1 décrit les principales pièces constitutives du quatrième et du cinquième axe.
- le document 2 traduit le développé de la demi chaîne de transmission de puissance du moteur 8 à la table 2. La transmission complète (à l'exception de la roue 14) est décrite en perspective sur le document 3.

La chaîne de transmission de puissance permettant d'assurer la rotation de la console 1, commandée par le moteur 9, n'est pas représentée mais elle est rigoureusement la même que celle permettant au moteur 8 d'assurer la rotation de la table 2. Seuls les nombres de dents des pignons diffèrent.

#### **Problématique**

On se propose d'étudier le dimensionnement du moteur d'entraînement du cinquième axe et des composants de guidage de celui-ci dans une configuration particulièrement contraignante.

Celle-ci correspond au mouvement rapide du quatrième axe permettant d'amener la pièce à usiner d'une position (correspondant à une opération d'usinage donnée) à une autre. Au cours de ce mouvement, le cinquième axe est immobile ( $\vec{\Omega}(2/1) = \vec{0}$ ), dans la position  $\theta_{21} = 0$  et le quatrième axe effectue une rotation de  $90^\circ$  à partir de la position  $\theta_{10} = 0$ . Pour cela, le moteur d'entraînement de la console (1) suit une loi d'évolution sinusoïdale:



### Notations

On notera **S2** le système matériel constitué de la console (1), de la table (2) ainsi que de la palette et de la pièce à usiner qui lui sont liées, du moteur (8) et des éléments participant au guidage et à l'entraînement de la table (2).

On notera  $[I_O(S_2)]$  la matrice d'inertie du système matériel **S2**,  $G_2$  son centre de gravité et  $M_2$  sa masse.

$$[I_O(S_2)] = \begin{bmatrix} A_2 & 0 & 0 \\ 0 & B_2 & -D_2 \\ 0 & -D_2 & C_2 \end{bmatrix}_{O\vec{x}_2\vec{y}_2\vec{z}_2}$$

$A_2 = 1,524 \text{ kg.m}^2$	$D_2 = 0,112 \text{ kg.m}^2$
$B_2 = 1,118 \text{ kg.m}^2$	
$C_2 = 2,362 \text{ kg.m}^2$	$M_2 = 109 \text{ kg}$

Les autres grandeurs nécessaires sont définies sur le document 4.

#### **Question 1**

Exprimer littéralement les éléments de réduction du torseur cinétique associé au mouvement du système matériel S2 par rapport au référentiel galiléen B. En déduire les éléments de réduction du torseur dynamique correspondant.

#### **Question 2**

En utilisant les résultats de la question précédente, donner littéralement l'expression du moment exercé, suivant l'axe  $O\vec{z}_2$ , par les pignons arbrés 21 et 21' (Cf document 3) sur la roue dentée 14.

#### **Question 3**

Sur le document 6 figurent les résultats, obtenus à l'aide d'un logiciel de simulation dynamique, de l'action exercée par la console sur la table dans le cas où  $\theta_{10}$  varie de  $0$  à  $90^\circ$  durant un laps de temps d'une seconde,  $\omega_{10}$  suivant la loi d'évolution sinusoïdale précédemment définie.

Indiquer le couple que doit exercer le moteur 8 d'entraînement de la table après avoir précisé, si nécessaire, les hypothèses faites puis conclure quant aux caractéristiques que doit présenter le moteur d'entraînement de la table dans le cas du mouvement rapide du quatrième axe étudié.

#### **Question 4**

La table 4 est liée à la console 1 par une liaison pivot. Afin de minimiser l'usure et les pertes énergétiques dues au frottement, l'emploi de butées à aiguilles 16 et 20 et d'une douille à aiguilles 19 a été choisi (se référer au document 1).

**Proposer une méthode permettant de procéder à un pré-dimensionnement de ces composants de guidage.**

Aucun calcul n'est demandé, mais on précisera, notamment, la modélisation retenue (ou, le cas échéant, les modélisations successivement retenues) ainsi que les éléments de réduction des actions mécaniques correspondantes. On indiquera le (ou les) système(s) isolé(s) et les principes mécaniques appliqués.

#### **Question 5**

La précision du centre d'usinage est conditionnée par l'absence de jeu dans les organes de guidage et dans les chaînes de transmission de puissance des cinq axes.

Les organes de guidage du cinquième axe sont principalement composés des butées à aiguilles 16 et 20, de la douille 19, et des pièces connexes (se référer au document 1). La transmission de puissance du moteur 8 à la table 2 est détaillée sur les documents 2 et 3.

Indiquer quelle solution technologique a pu être retenue pour annuler le jeu:

- dans la liaison pivot entre la table 2 et la console 1;
- dans la transmission de puissance du moteur 8 à la table 2.

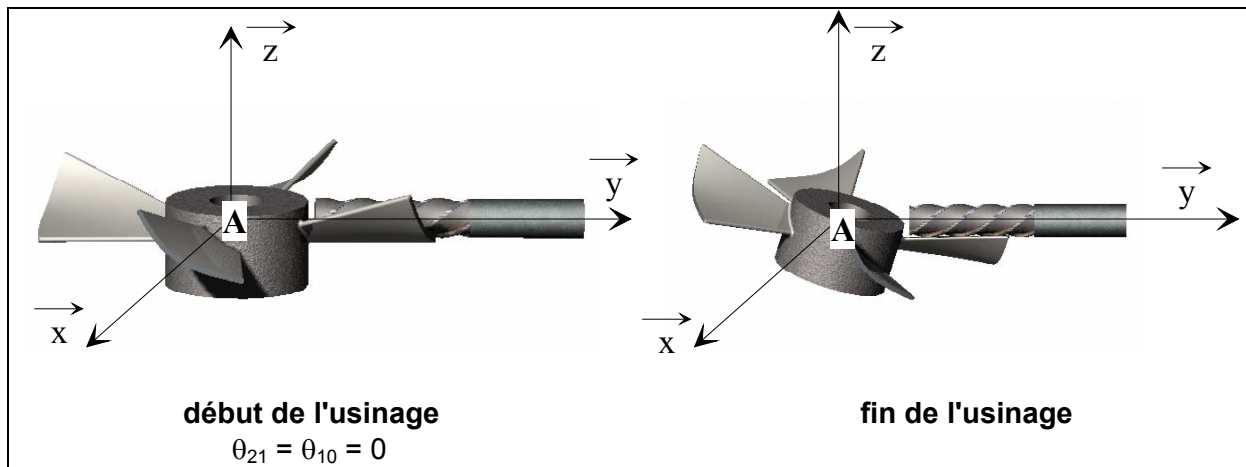
Si une procédure particulière de réglage ou de montage doit être adoptée, détailler celle-ci.

Justifier la présence d'un lien souple (courroie crantée 24) dans la chaîne de transmission de puissance.

**DEUXIEME PARTIE (à rédiger sur une copie séparée):**  
**ETUDE DE L'USINAGE D'UNE FORME COMPLEXE**

L'ensemble précédemment étudié peut être monté sur des centres d'usinage à axe de broche vertical ou horizontal. Bien que l'usinage étudié dans la seconde partie s'effectue sur un centre horizontal, nous conserverons la base  $(\vec{x}, \vec{y}, \vec{z})$  précédemment définie. A  $\vec{y}$  correspond donc, en l'occurrence, à l'axe de la broche.

On se propose de déterminer les lois de mouvement des cinq axes du centre d'usinage horizontal permettant de réaliser le surfacage d'une ailette du prototype du rotor, représenté ci dessous, d'un compresseur axial.



**figure 2**

Le point A, correspondant à l'intersection de l'axe du rotor et de celui de la fraise, doit être fixe dans le mouvement relatif du rotor par rapport à la fraise.

Outre le mouvement de coupe (correspondant à la rotation de la fraise autour de son axe, parallèle à  $\vec{y}$ ), les mouvements nécessaires, sont les suivants :

- rotation de la pièce à usiner autour de l'axe  $(A, \vec{x})$  ;
- rotation de la pièce à usiner autour de l'axe  $(A, \vec{z})$ .

On se propose de montrer que ces mouvements peuvent être obtenus en combinant les rotations autour de  $O\vec{z}'$  (quatrième axe) et  $O\vec{z}_1$  (cinquième axe).

Le point A est défini par  $\vec{OA} = -d.\vec{z}_2$  ( $d = \text{cte}$ ).

**Question 6** Etablissement du modèle direct.

**Notation:**  $\vec{\Delta\theta}$  correspond au vecteur rotation du rotor par rapport au bâti de la machine-outil et  $\vec{\Delta A}$  au vecteur déplacement du point A par rapport à ce même bâti lorsque les angles de rotation des axes 4 et 5 varient de 0 à, respectivement,  $\theta_{10}$  et  $\theta_{21}$ .

Déterminer  $\vec{\Delta\theta}$  et  $\vec{\Delta A}$  en fonction de  $\theta_{21}$ ,  $\theta_{10}$ ,  $d$  et  $\alpha$  (exprimer les résultats dans la base  $(\vec{x}, \vec{y}, \vec{z})$ ).

**Question 7** Etablissement du modèle inverse.

$\vec{\Delta\theta}$  comporte trois composantes: les rotations autour de  $\vec{x}$ ,  $\vec{y}$  et  $\vec{z}$ , que nous noterons  $\Delta\theta_x(t)$ ,  $\Delta\theta_y(t)$  et  $\Delta\theta_z(t)$ . L'usinage de l'ailette impose les lois d'évolution temporelle de  $\Delta\theta_x(t)$  et  $\Delta\theta_z(t)$ . Etablir le *modèle inverse* consiste à déterminer les évolutions temporelles de  $\theta_{21}(t)$  et  $\theta_{10}(t)$  en fonction de  $\Delta\theta_x(t)$  et  $\Delta\theta_z(t)$ .

→ Exprimer, en utilisant le résultat obtenu à la question 6 pour  $\vec{\Delta\theta}$ ,  $\Delta\theta_x(t)$  et  $\Delta\theta_z(t)$  en fonction de  $\theta_{21}(t)$  et  $\theta_{10}(t)$ .

La résolution de ce système d'équations non linéaires n'est évidemment pas demandée.

→ Exprimer, en utilisant le résultat obtenu à la question 6 pour  $\vec{\Delta\theta}$ ,  $\Delta\theta_y(t)$  en fonction de  $\theta_{21}(t)$  et  $\theta_{10}(t)$ .

Les évolutions temporelles de  $\theta_{21}(t)$  et  $\theta_{10}(t)$  étant définies par la résolution du système d'équations non linéaires précédemment obtenu,  $\Delta\theta_y(t)$  est donc définie.

→ Montrer, sans faire de calcul, que ce mouvement n'affecte en rien la forme à obtenir et préciser son éventuelle influence sur la coupe.

**Question 8**

On souhaite que le point A soit immobile dans le mouvement relatif du rotor par rapport à la fraise au cours de l'usinage ; or nous avons établi, à la question 6, que  $\vec{\Delta A}$  est fonction de  $\theta_{10}$  et  $\theta_{21}$ . Comment doit-on procéder (au niveau de la commande du centre d'usinage) pour que A soit effectivement immobile ?



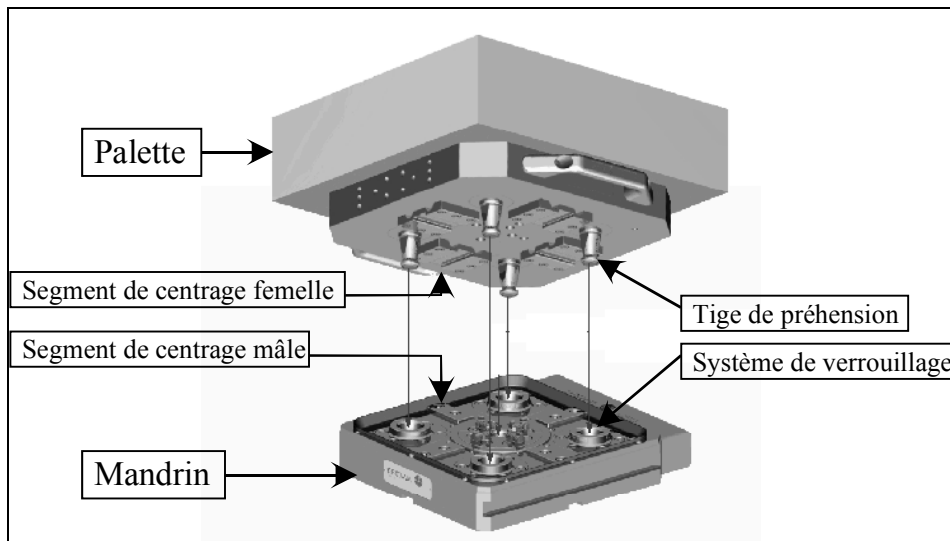
---

**TROISIEME PARTIE (à rédiger sur une copie séparée):**  
**DISPOSITIF DE PALETTISATION EROWA UPC**

---

**Architecture du dispositif de palettisation**

Le dispositif EROWA UPC (voir figure ci-dessous) permet d'assurer le positionnement rapide et le bridage de pièces sur machines. Il est constitué d'un mandrin lié à la machine et d'une palette sur laquelle est fixée la pièce à usiner. Il appartient à une gamme de mandrins et de palettes standardisés adaptables sur les différentes machines d'un plateau technique de production. La palette n'étant plus alors dédiée à une machine mais à une pièce ou à un montage d'usinage, il en résulte une solution à la fois rapide et fiable de transfert de poste à poste. Les caractéristiques techniques annoncées par le constructeur font état d'une « *précision de répétabilité* » de 0,002 mm.



**figure 3**

La palette UPC est constituée d'un plateau, de quatre tiges de préhension montées à demeure qui servent également de supports dans le magasin à palettes et de quatre segments de centrage en appui plan sur le plateau et fixés chacun par six vis. L'utilisateur a la possibilité d'acquiescer indépendamment du plateau, les tiges de préhension et les segments de centrage afin d'assurer sa propre fabrication de palettes.

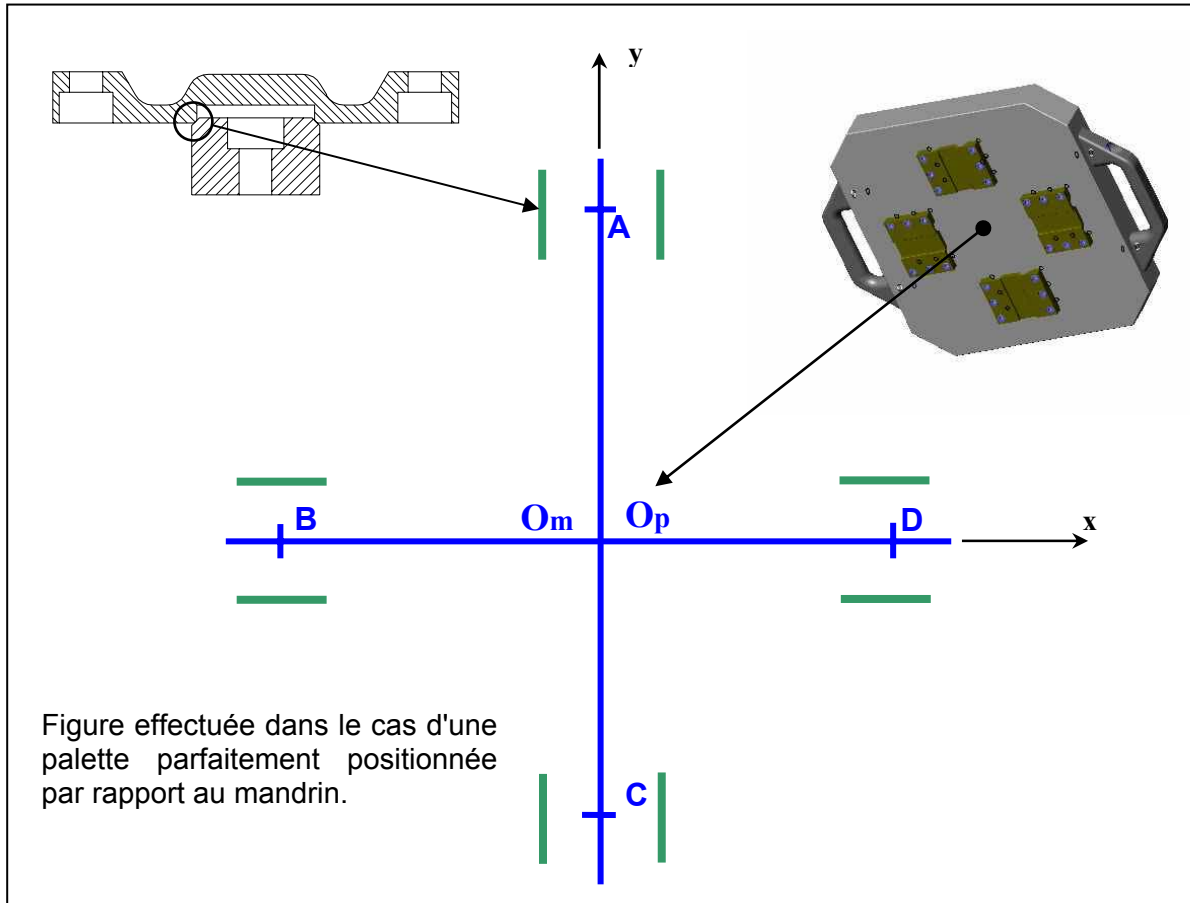
Le positionnement préliminaire de la palette sur le mandrin s'effectue au moyen des tiges de préhension. Les quatre segments de centrage liés à la palette permettent d'assurer le positionnement précis par contact avec ceux montés sur le mandrin. Un système de verrouillage à billes fonctionnant par dépressurisation d'une unité pneumatique agit sur chacune des quatre tiges de préhension. Ce système permet d'assurer, par un effort de verrouillage de 50000N, le maintien en position du couple palette - pièce sur le mandrin lié à la machine.

**Modèle d'étude adopté**

L'assemblage de chacun des quatre segments de centrage femelle sur la palette résulte d'un appui plan et d'une fixation par six vis. L'objectif de cette partie de l'épreuve est d'évaluer la précision du positionnement de la palette ainsi obtenu. On adoptera pour cela, dans une première approche, le modèle d'étude défini ci – après sur lequel :

- $O_p$  représente le centre de la palette et  $O_m$  le centre du mandrin ( $O_p$  et  $O_m$  sont confondus dans le cas d'une palette parfaitement positionnée par rapport au mandrin);
- $(O_m, \vec{x}, \vec{y})$  est un repère lié au mandrin;

- A, B, C et D représentent les centres des segments de centrage femelle avec  $O_P A = O_P B = O_P C = O_P D = e$
- les traces dans le plan  $(O_m, \vec{x}, \vec{y})$  des surfaces de contact entre les éléments mâles et femelles des segments de centrage sont représentées par quatre paires de segments de droite.



**figure 4**

### Objet de l'étude

Nous allons, dans un premier temps (questions 9, 10 et 11), déterminer le défaut de mise en position de la palette, par rapport à la position de référence définie figure 4, du fait de l'imprécision de mise en position des segments de centrage femelles (rappelons que ceux-ci font l'objet d'une seule liaison appui plan avec la palette et qu'ils sont immobilisés à l'aide de six vis). On supposera, afin de ne pas alourdir les calculs, les segments mâles parfaitement positionnés.

### Hypothèses

Les résultats obtenus à l'aide d'un logiciel d'étude du comportement sous charge des segments de centrage femelles, dans le cadre de petites déformations, conduisent à admettre une relation de proportionnalité entre déplacement et effort ou entre rotation et moment. On admettra donc que les liaisons entre les segments de centrage mâles et femelles sont de type élastique. On notera respectivement  $k$  et  $\mu$  les raideurs transversale et torsionnelle des segments de centrage femelles.

L'étude de la précision du positionnement obtenue après assemblage de la palette sur le mandrin sera conduite dans le plan  $(O_m, \vec{x}, \vec{y})$ . Le cadre de l'étude permet de retenir dans ce plan l'hypothèse de petits déplacements de la palette.

### Notations

Le défaut de mise en position de la palette sera illustré par le torseur des petits déplacements  $\left\{ \begin{matrix} \delta\theta \cdot \vec{z} \\ \delta x \cdot \vec{x} + \delta y \cdot \vec{y} \end{matrix} \right\}_{O_p}$

Les défauts de mise en position du segment de centrage femelle par rapport à la palette seront notés en A :  $\left\{ \begin{matrix} \alpha_A \vec{z} \\ u_A \vec{x} \end{matrix} \right\}_A$ , en B :  $\left\{ \begin{matrix} \alpha_B \vec{z} \\ v_B \vec{y} \end{matrix} \right\}_B$ , en C :  $\left\{ \begin{matrix} \alpha_C \vec{z} \\ u_C \vec{x} \end{matrix} \right\}_C$  et en D :  $\left\{ \begin{matrix} \alpha_D \vec{z} \\ v_D \vec{y} \end{matrix} \right\}_D$ .

Nous allons déterminer (questions 9, 10 et 11) l'influence de la dispersion de mise en position des segments de centrage femelles sur la précision de mise en position de la palette sur le mandrin.

#### Question 9

Exprimer le torseur des petits déplacements de la palette en A et en déduire l'expression littérale de l'énergie élastique emmagasinée par le segment de centrage femelle en A du fait du déplacement de la palette et du défaut de mise en position du segment de centrage femelle. Procéder de même pour les trois autres segments de centrage et en déduire l'expression littérale de l'énergie élastique totale emmagasinée.

#### Question 10

En minimisant, par rapport aux variables  $\delta\theta$ ,  $\delta x$  et  $\delta y$ , l'énergie élastique totale emmagasinée, déterminer la position relative de la palette obtenue après assemblage sur le mandrin en fonction des défauts de positionnement des segments de centrage femelles. Pour cela on exprimera sous forme littérale les relations liant respectivement  $\delta\theta$ ,  $\delta x$  et  $\delta y$  aux défauts de mise en position notés  $\alpha_A$ ,  $\alpha_B$ ,  $\alpha_C$ ,  $\alpha_D$ ,  $u_A$ ,  $v_B$ ,  $u_C$ , et  $v_D$ .

#### Question 11

Caractériser sous forme numérique les défauts maximums de positionnement des segments de centrage femelles par rapport à la palette que l'on peut admettre pour respecter la caractéristique annoncée par le constructeur quant à une « *précision de répétabilité* » de 0,002 mm (la palette a pour dimensions 320 x 320 mm).

Données complémentaires :  $e = 93 \text{ mm}$   $k = 6,4 \cdot 10^5 \text{ N/mm}$   $\mu = 180 \text{ N.m/rad}$

Nous allons maintenant déterminer (questions 12 et 13) l'influence des efforts de coupe sur le déplacement du mandrin dû à l'élasticité des segments de centrage femelles.

Lors d'une opération d'usinage particulière, le torseur des actions mécaniques exercées par

l'outil sur la pièce usinée est le suivant:  $\{T_{outil \rightarrow pièce}\} = \begin{Bmatrix} F_x & C_x \\ F_y & C_y \\ F_z & C_z \end{Bmatrix}_{O_p}$ .

*Afin de limiter les calculs, on supposera les segments mâles parfaitement positionnés par rapport aux segments femelles avant l'application des efforts de coupe.*

### **Question 12**

Soumise aux efforts de coupe, la palette se déplace en rotation de  $\Delta\theta \vec{z}$  et le point  $O_p$  de celle-ci se déplace en translation de  $\Delta x \vec{x} + \Delta y \vec{y}$ .

Calculer l'énergie stockée, sous forme d'énergie potentielle élastique, par la déformation des segments de centrage.

### **Question 13**

En déduire les expressions de  $\Delta x$ ,  $\Delta y$  et  $\Delta\theta$  en fonction de  $F_x$ ,  $F_y$  et  $C_z$ , ainsi que des raideurs  $k$  et  $\mu$  et de  $e$  en faisant l'hypothèse que  $\Delta x$  ne dépend que de  $F_x$ ,  $\Delta y$  de  $F_y$  et  $\Delta\theta$  de  $C_z$ . *Cette propriété est aisément démontrable en étudiant l'équilibre de la palette par le principe fondamental de la statique (étude non demandée).*

Faire une application numérique pour  $F_x = 17.000$  N,  $F_y = 5.000$  N et  $C_z = 1,38$  N.m. On reprendra, pour  $k$ ,  $\mu$  et  $e$ , les valeurs indiquées à la question 11.

Critiquer les valeurs obtenues.

---

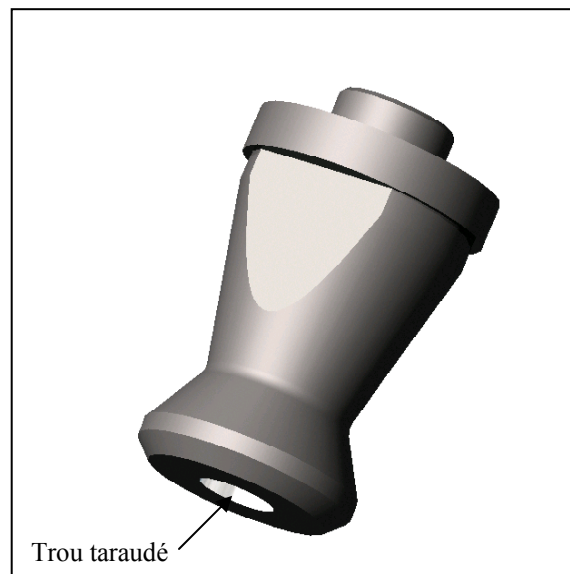
### **Question 14**

Justifier le choix de liaisons de type élastique pour assurer le positionnement de la palette sur le mandrin.

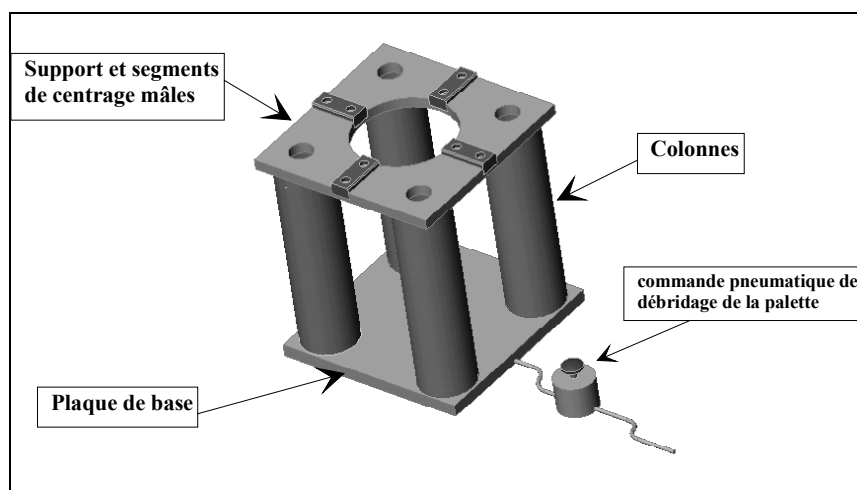
Critiquer les valeurs élevées des raideurs  $k$  et  $\mu$  induites par le dimensionnement des segments de centrage femelles.

### Question 15

Les utilisateurs ont la possibilité, pour assurer leur propre fabrication de palettes, d'acquérir seulement les tiges de préhension (la forme générale de celles-ci est indiquée sur la figure 5) et les segments de centrage femelles. Dans cette situation le constructeur préconise d'adopter une unité de montage permettant la mise en position des segments de centrage femelles avant serrage des vis à partir de la face inférieure de la palette.



**figure 5**



**figure 6**

Le croquis ci – dessus traduit les principes techniques retenus par le constructeur.

L'unité de montage des segments de centrage femelles est similaire au mandrin UPC (voir figure 3) pour ce qui concerne :

- la disposition des segments de centrale mâles,
- le positionnement préliminaire de la palette par les tiges de préhension,
- le verrouillage à billes des quatre tiges de préhension fonctionnant par dépressurisation d'une unité pneumatique.

L'accessibilité par le dessous des segments de centrage femelles aux fins de serrage en position sur la palette est assurée par un montage sur quatre colonnes. Ces quatre colonnes sont encastrées sur une plaque de base et liées à un support qui reçoit les quatre segments de centrage mâles. Les dispositifs de verrouillage à billes des quatre tiges de préhension sont insérés au sein de chacune de ces colonnes.

### **Travail demandé:**

Représenter à l'échelle 0,75 sur le document réponse DR (calque pré-imprimé) les différentes dispositions constructives relatives à cette unité de montage, en particulier (liste non exhaustive):

- la mise et le maintien en position des segments mâles sur le support,
- la réalisation d'un positionnement préliminaire de la palette,
- la génération de l'effort de bridage,
- le mécanisme de débridage par air comprimé.

On ne représentera qu'un seul sous ensemble *colonne - tige de préhension – dispositif de verrouillage à billes*.

Cette représentation pourra être effectuée à main levée en y associant, si nécessaire, des croquis et des commentaires sous forme littérale.

---

### **QUATRIEME PARTIE (à rédiger sur une copie séparée):** **MANDRIN A SERRAGE MANUEL**

---

Afin de répondre à la diversité des besoins des utilisateurs, la gamme EROWA offre également la possibilité d'intégrer sur différentes machines de production des mandrins à serrage manuel dans une version différente du système UPC.

Pour le mandrin à serrage manuel (système ITS), un centrage préliminaire grossier est assuré par la tige de préhension (se reporter au document 5). Les prismes de centrage du mandrin prennent place dans les logements réalisés dans la plaque déformable de la palette. Un effort de traction est ensuite exercé, par l'intermédiaire de la manette, sur la tige de préhension. La plaque se déforme alors jusqu'à ce que les plots prennent appui sur les surfaces correspondantes de la palette.

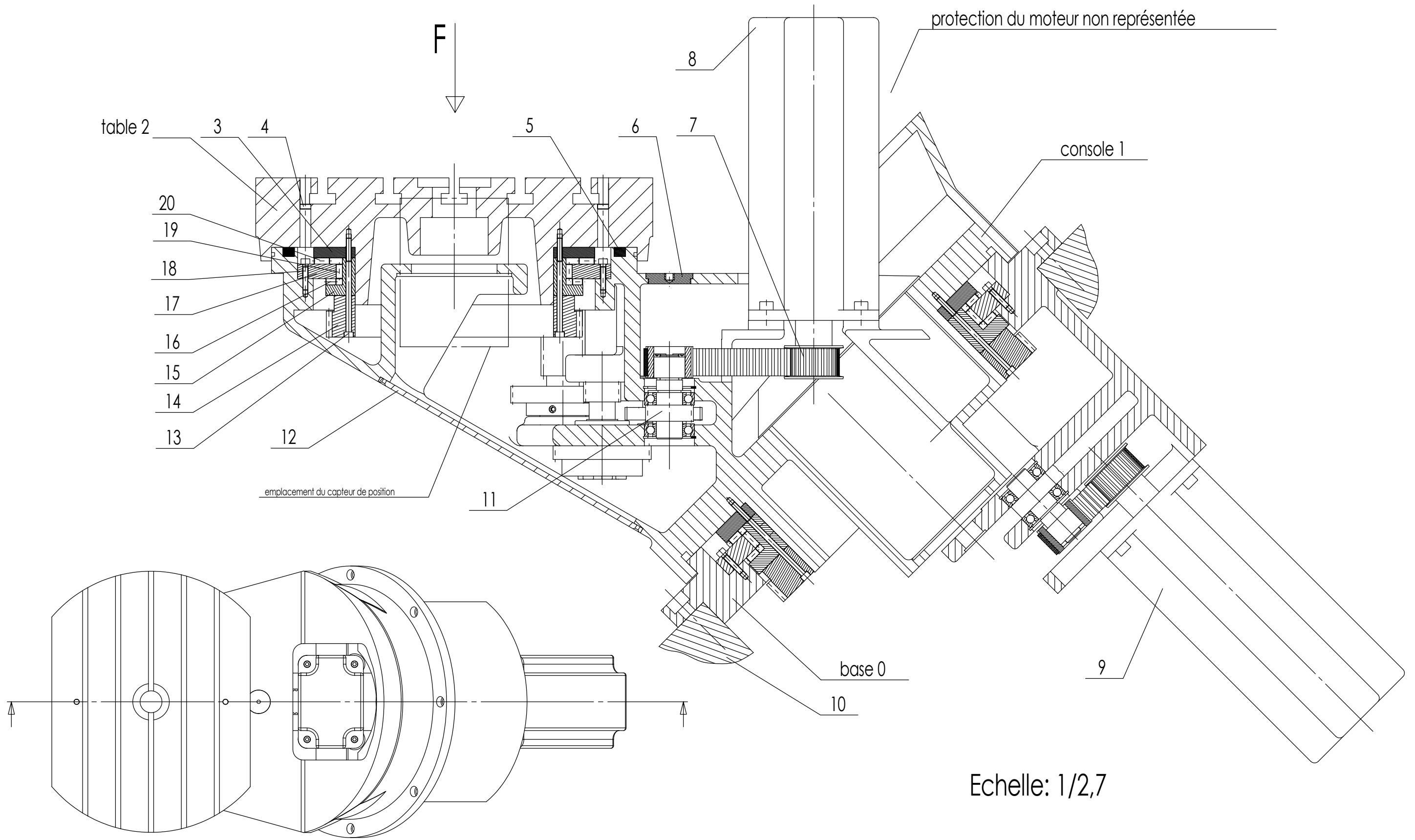
#### **Question 16**

Proposer, en utilisant les outils de description qui vous semble les mieux adaptés (FAST, perspectives à main levée...), une solution technique permettant d'assurer, à partir de la manœuvre par l'utilisateur de la manette de serrage (rotation de 90°), le maintien en position de la palette sur le mandrin par l'intermédiaire de la tige de préhension centrale.

# Dossier Technique

Ce dossier contient 6 documents:

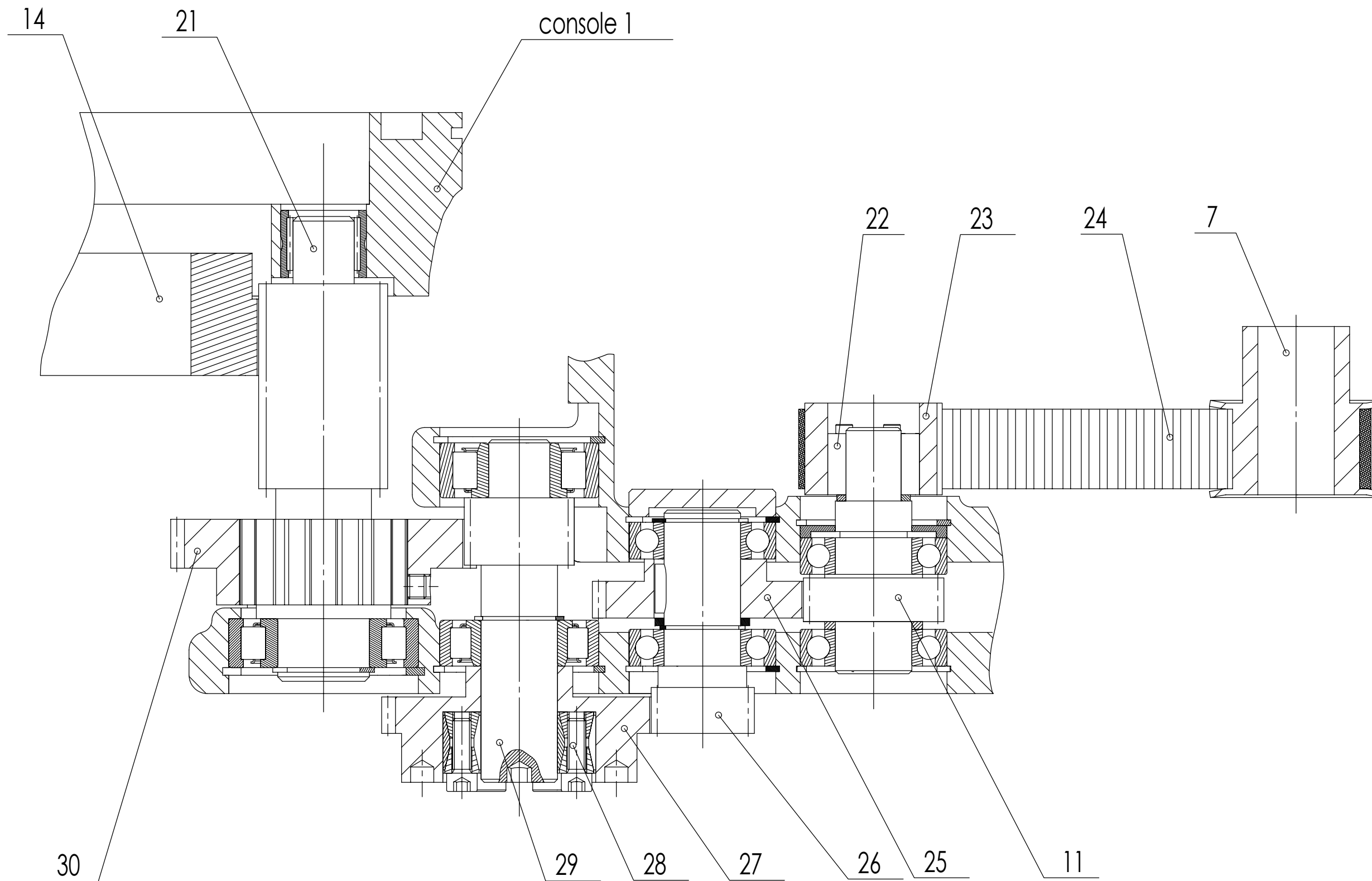
- Document 1: vue en coupe des axes 4 et 5 (format A2).
- Document 2: demi chaîne de transmission de puissance de l'axe 5 (format A3).
- Document 3: perspective partielle de la chaîne de transmission de puissance et nomenclature (format A4).
- Document 4: schématisation et paramétrage des axes 4 et 5 (format A3).
- Document 5: mandrin à serrage manuel (système ITS) (format A4).
- Document 6: résultats issus d'une simulation dynamique (format A4).



DOCUMENT 1

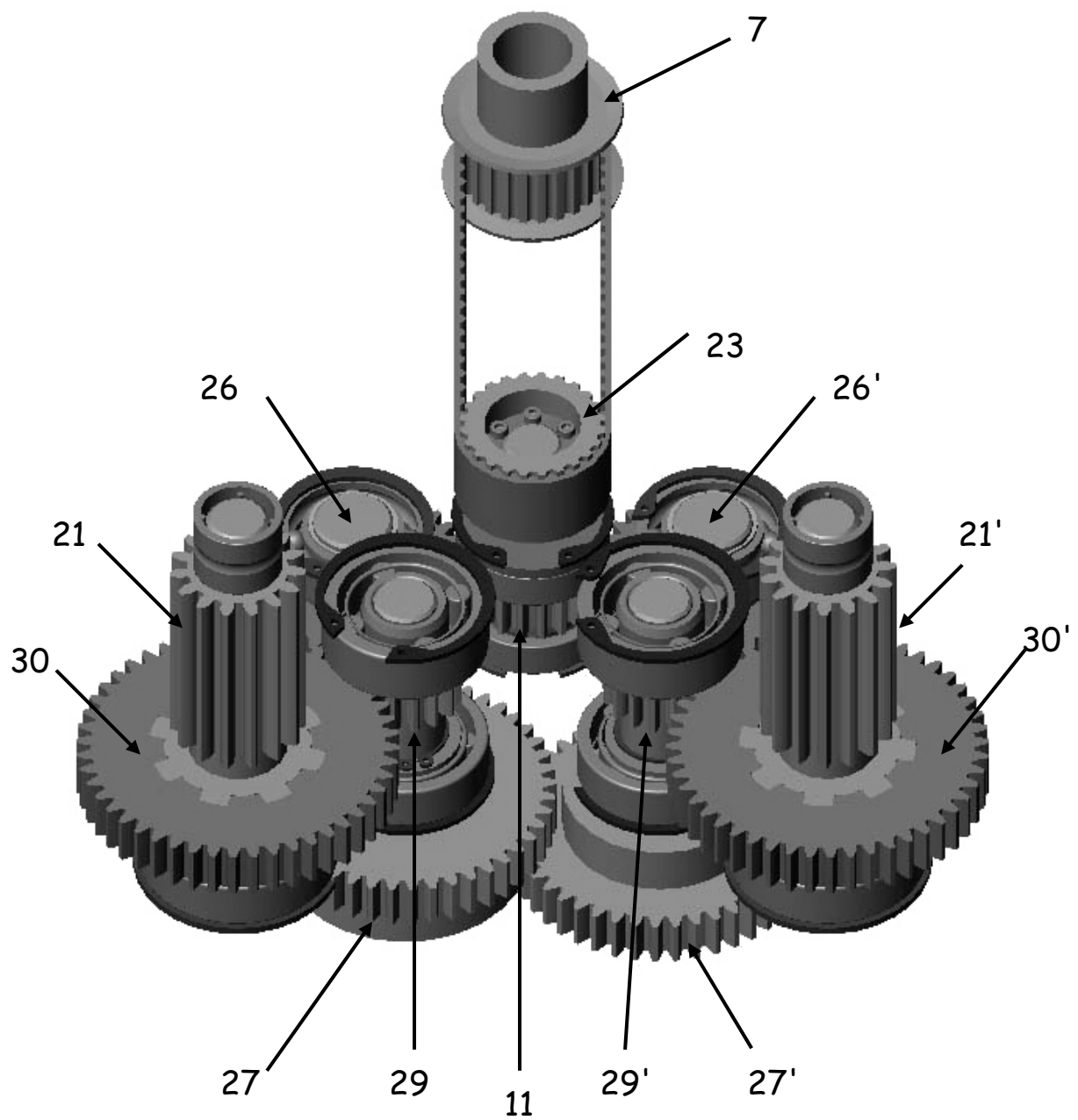
Format A2





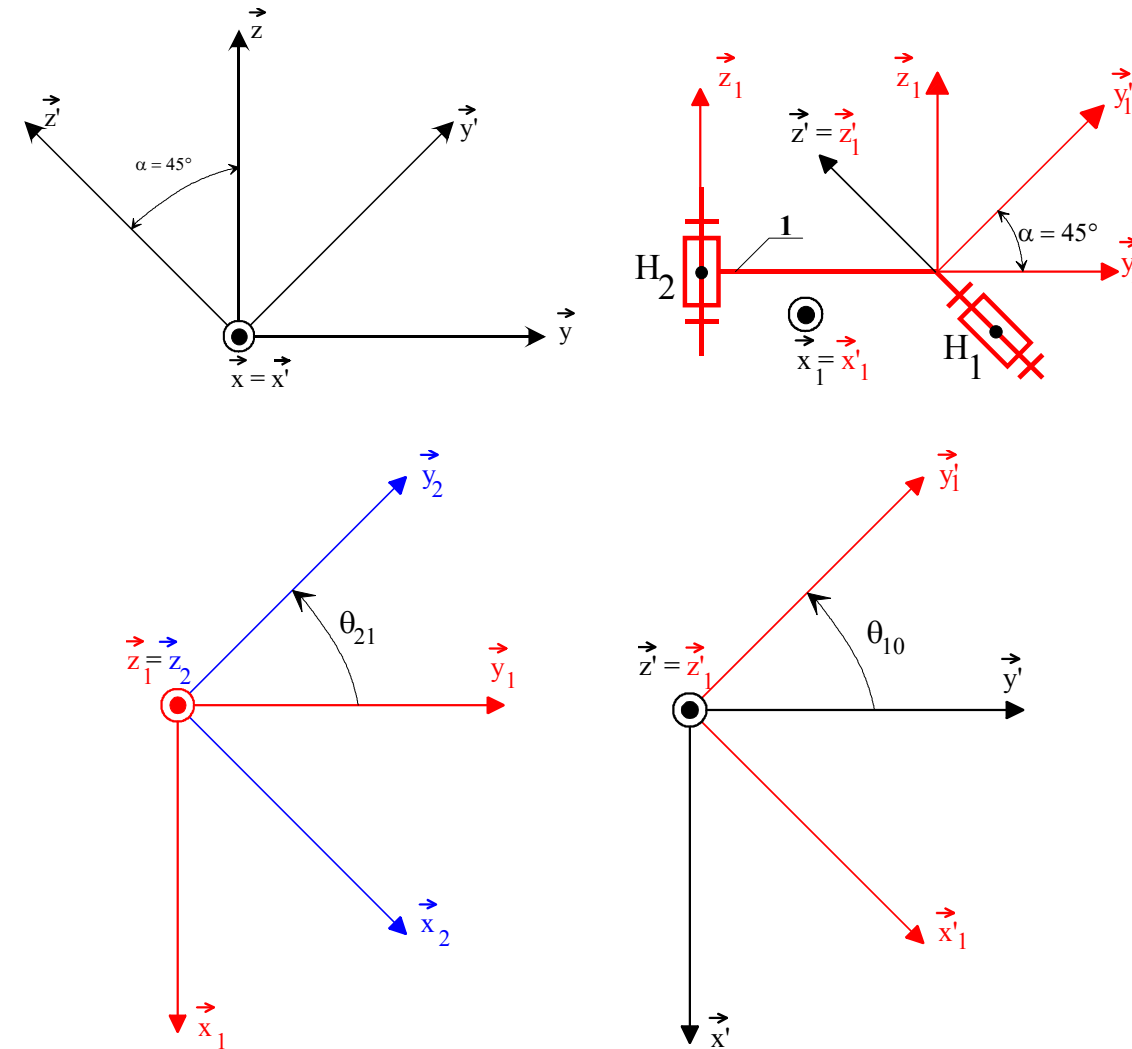
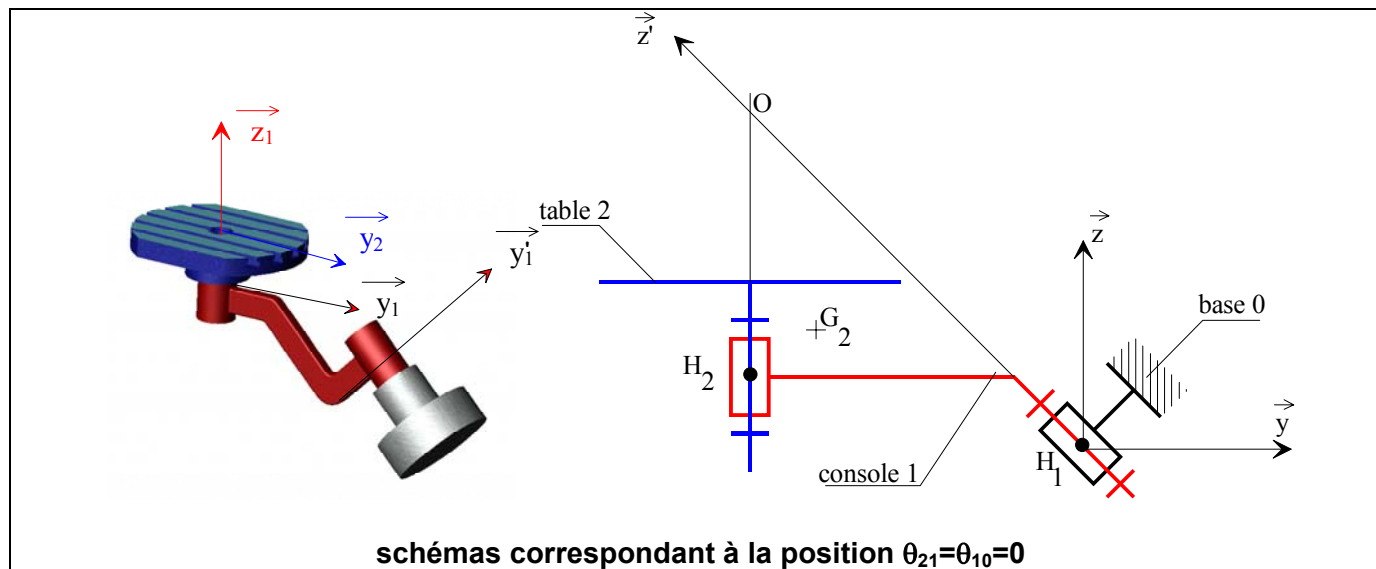
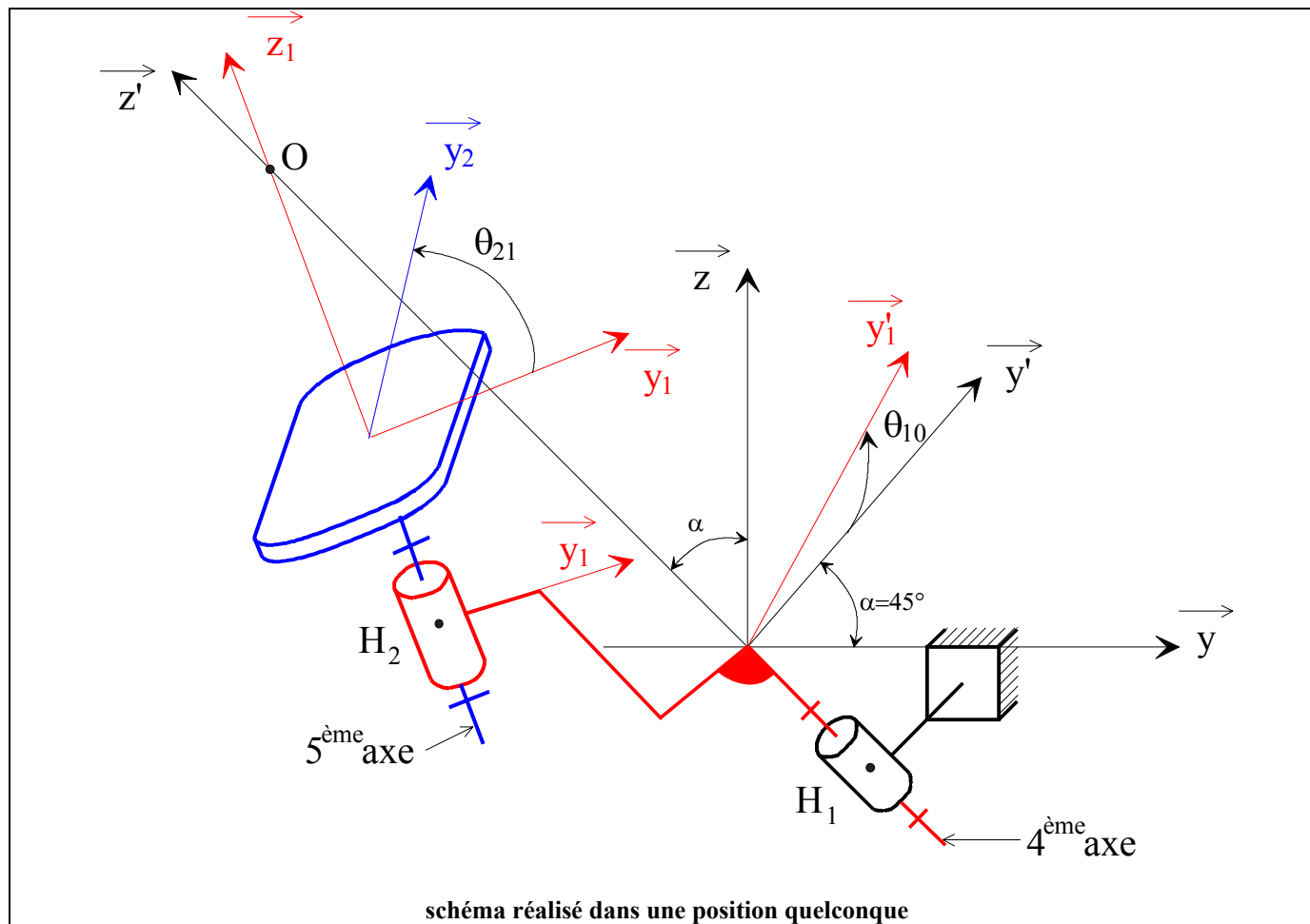
1/2 chaîne de transmission de puissance

DOCUMENT 2



0: base	10: carter du centre	20: butée à aiguilles
1: console	11: pignon arbré Z=21	21: pignon arbré Z=15
2: table	12: couvercle	22: manchon expansible
3: rondelle	13: vis d'assemblage	23: poulie crantée Z=25
4: bouchon	14: roue dentée Z=108	24: courroie crantée
5: joint	15: bague	25: roue dentée Z=35
6: obturateur	16: butée à aiguilles	26: pignon arbré Z=15
7: poulie crantée Z=25	17: rondelle	27: roue dentée Z=45
8: moteur de la table	18: vis d'assemblage	28: manchon expansible
9: moteur de la console	19: douille à aiguilles	29: pignon arbré Z=16
		30: roue dentée Z=48

### Document 3



$\theta_{10}$  correspond au paramètre de position du solide 1 par rapport au solide 0.

$\vec{\Omega}(1/0) = \omega_{10} \vec{z}' = \frac{d\theta_{10}}{dt} \vec{z}'$  est le vecteur vitesse de rotation du solide 1 par rapport au solide 0.

$\theta_{21}$  correspond au paramètre de position du solide 2 par rapport au solide 1.

$\vec{\Omega}(2/1) = \omega_{21} \vec{z}_1 = \frac{d\theta_{21}}{dt} \vec{z}_1$  est le vecteur vitesse de rotation du solide 2 par rapport au solide 1.

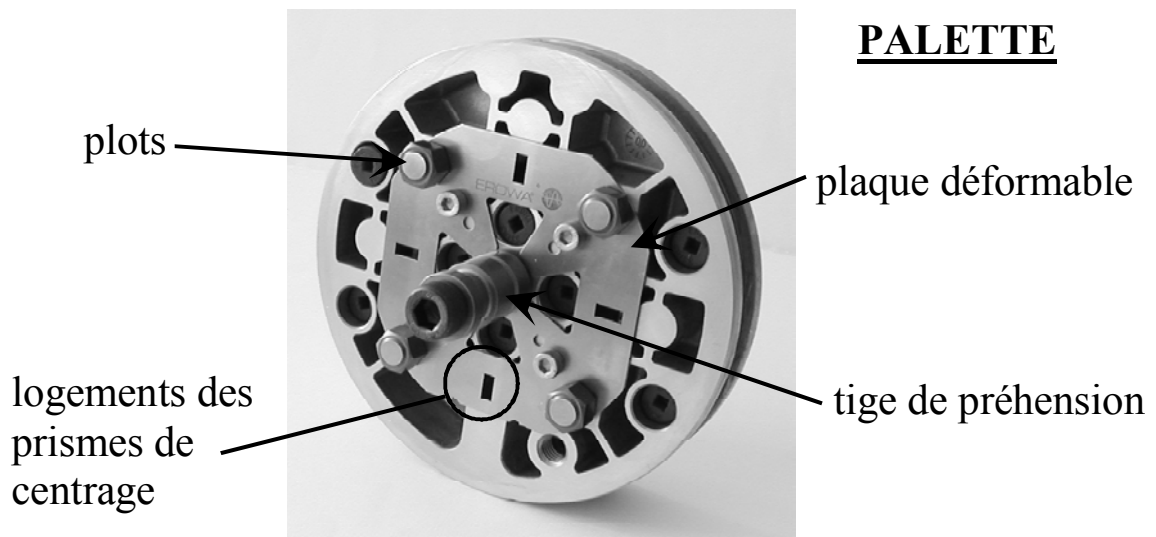
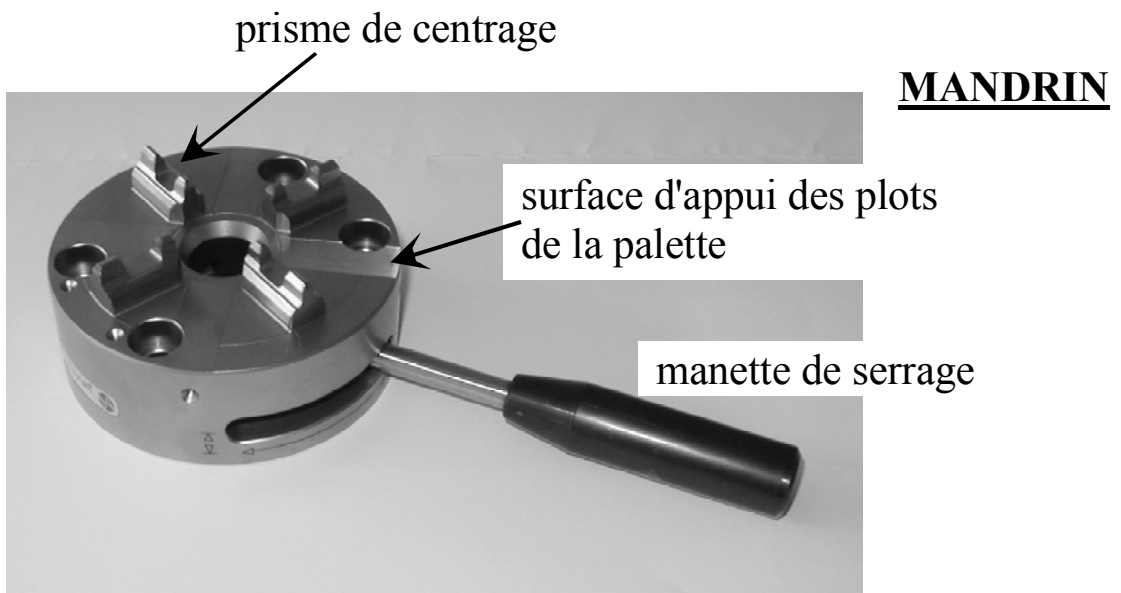
$B = (\vec{x}, \vec{y}, \vec{z})$  et  $B' = (\vec{x}', \vec{y}', \vec{z}')$  sont des bases liées au solide 0.

$B_1 = (\vec{x}_1, \vec{y}_1, \vec{z}_1)$  et  $B'_1 = (\vec{x}'_1, \vec{y}'_1, \vec{z}'_1)$  sont des bases liées au solide 1.

$B_2 = (\vec{x}_2, \vec{y}_2, \vec{z}_2)$  est une base liée au solide 2.

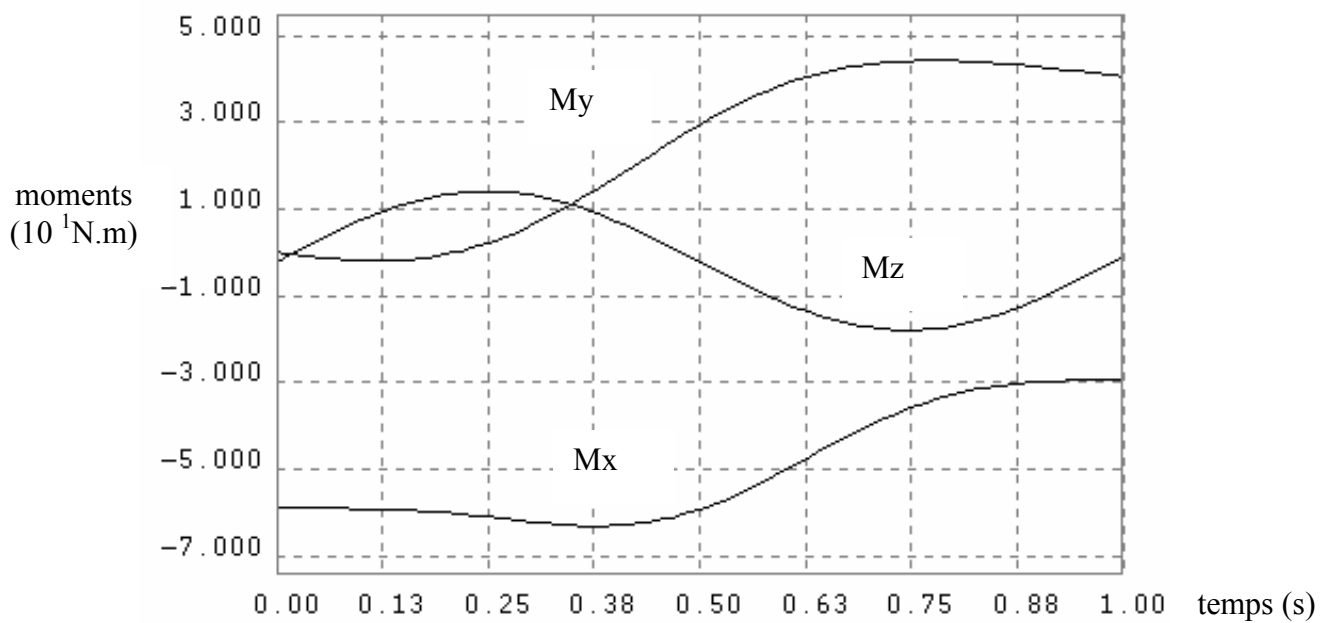
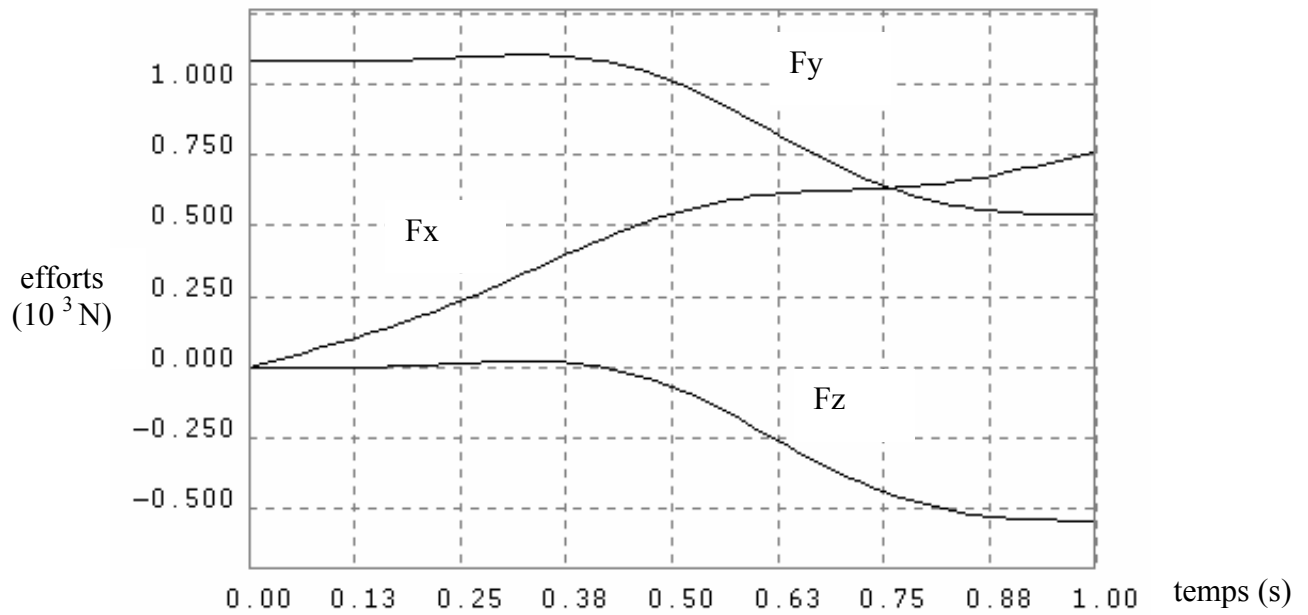
$$\vec{OG}_2 = b \vec{y}_2 - a \vec{z}_2 \quad \vec{OH}_2 = -c \vec{z}_2$$

$a = 160 \text{ mm}, b = 27 \text{ mm}, c = 250 \text{ mm}.$



**Document 5**

Composantes, au point  $H_2$ , dans la base  $B_1$ , du torseur correspondant à l'action mécanique exercée par la console sur la table.



Vis ramenées dans le plan de coupe

