

1.2

**Groupe de Travail des Communautés Européennes
" Laboratoires Chauds et Télémanipulation "**

Barnwood. England. 25-26 Juin 1991

MIRABEAU

**Banc automatique de contrôle dimensionnel
d'aiguilles irradiées.**

Th. MARTELLA - JC. PRADINES - S. PIERRISNARD

CEA Cadarache. DRN/DEC

—

1.2.

INTRODUCTION

Le banc MIRABEAU est un banc de technologie évoluée destiné à exécuter à cadence élevée des métrologies d'aiguilles irradiées.

Sa fabrication en a été décidée en 1984 dans le cadre de la jouvence du Laboratoire de Découpage et d'Examens après Irradiation des Assemblages Combustibles (LDAC).

Nous présentons ici un bref historique de sa réalisation, depuis la définition du cahier des charges jusqu'à l'obtention des premiers résultats en cellule chaude.

1. CAHIER DES CHARGES

1.1 Contraintes fonctionnelles

Le banc MIRABEAU est destiné à réaliser des métrologies sur aiguilles irradiées, à savoir :

a : mesures de longueur.

b : mesures de deux diamètres (profilométries) suivant au minimum deux génératrices à 90° l'une de l'autre, mesures conduisant à la détermination de l'augmentation diamétrale moyenne ainsi qu'à l'ovalisation de l'aiguille. (voir figure 1).

c : mesures en continu des flèches de l'aiguille sous une tension donnée, toujours suivant deux génératrices à 90°, menant à la détermination du rayon de vrillage, encore appelé rayon de flexion hélicoïdal (voir figure 2).

d : relevé de la forme de l'aiguille, comme vue en coupe, et permettant de reconstituer la vue dans l'espace de tout ou partie de l'aiguille après traitement informatique.

Les mesures de diamètres et de flèches sont généralement enregistrées tout le long des aiguilles suivant une génératrice quelconque, prédéfinie par l'opérateur (possibilité de multi-génératrices).

De plus, ces mesures pourront être réalisées, si possible, en hélice, de façon à pouvoir traiter des aiguilles toujours équipées de leur fil espaceur. Ce type de mesure en hélicoïdal est intéressant pour certaines aiguilles prévues en réirradiation.

Au contraire, les mesures de relevés de forme ne sont prévues qu'à des cotes axiales bien précises et présélectionnées au vu des résultats des autres mesures.

Du point de vue qualité des mesures, les spécifications sont les suivantes:

. Déplacements axiaux	:	± 0.03 mm
angulaires	:	± 1°
. Fidélité en diamètres	:	± 2 µm
flèches	:	± 10 µm
longueurs	:	± 0.05 mm
. Justesse en diamètres	:	± 5 µm
flèches	:	± 30 µm
longueurs	:	± 0.1 mm

1.2 Contraintes liées aux géométries des aiguilles

Le banc MIRABEAU doit accepter toutes les aiguilles issues de réacteurs de la filière RNR, de Rapsodie-Fortissimo ($\phi \approx 5\text{mm}$, $L \approx 500\text{mm}$) à SuperPhénix ($\phi \approx 8.5\text{mm}$, $L \approx 2800\text{mm}$) en passant par Phénix standard ($\phi \approx 6.55\text{mm}$, $L \approx 1800\text{mm}$) & expérimentaux ($\phi \leq 10\text{mm}$)

Ainsi conçu, le banc doit accepter des diamètres dans la plage 5 à 10 mm et des longueurs pouvant atteindre 2800 mm.

1.3 Contraintes d'implantation

Le banc étant prévu pour entrer dans la grande cellule 2 du LDAC ($L = 6\text{m}$, $P = 3\text{m}$, $H = 3.5\text{m}$), des contraintes importantes sont apparues au niveau du dimensionnement général, en particulier sur les points suivants:

- . Hauteur disponible sous crochet limitée à 3,25 m.
- . Possibilité de levage limitée à 1 T.
- . Largeur de passage limitée à 1,1 m.

Le banc MIRABEAU a donc été fabriqué suivant une conception modulaire, chacune des parties démontables ayant un volume inférieur à $1\text{m} \times 1\text{m} \times 2,9\text{m}$, et un poids inférieur à 1000 Kg.

1.4 Contraintes d'exploitation

Compte tenu des fréquences d'exams exigées à l'époque du lancement du projet (84/85), l'automatisation totale du fonctionnement du banc a été clairement définie comme un objectif prioritaire.

Cet impératif a conduit à concevoir un banc sur lequel on pouvait disposer une dizaine d'aiguilles au moyen du télémanipulateur, après quoi le banc se chargerait automatiquement de tout ce que suppose l'acquisition des mesures, sans aucune autre opération de télémanipulation.

2. REALISATION

Le banc MIRABEAU, schématisé figure 3, a été finalement réalisé suivant une structure verticale en deux parties principales qui peuvent être désolidarisées.

La première partie comporte un barillet (ou noria), permettant de recevoir jusqu'à 12 aiguilles en attente, ainsi qu'un système mobile de préhension assurant le transfert d'une aiguille depuis le barillet vers le banc de mesure et inversement.

La seconde partie est le banc proprement dit, chargé de l'exécution des mesures.

Le banc comporte deux mandrins destinés au maintien de l'aiguille et à sa mise en tension. On notera que le mandrin supérieur est mobile verticalement le long de deux colonnes, par l'intermédiaire d'une vis à bille, mouvement nécessaire au chargement d'aiguilles de longueurs très diverses.

Une table de mesure se déplace verticalement le long de deux colonnes, au moyen d'une seconde vis à bille, de façon à faire défiler les têtes de mesures le long de l'aiguille.

Deux têtes de mesures peuvent équiper le banc :

. La tête de métrologie "classique", qui réalise tour à tour les mesures des diamètres et des flèches (voir figure 4).

. La tête de relevé de forme (voir figure 5).

Les capteurs utilisés pour ces mesures sont tous des capteurs de type inductif à contact mécanique.

La mesure de longueur, quant à elle, est déduite des déplacements du mandrin supérieur pendant le chargement depuis le barillet.

La rotation du barillet, les rotations des mandrins ainsi que les déplacements verticaux du mandrin supérieur et de la table de mesure sont générés par des moteurs pas à pas, permettant une grande souplesse d'utilisation ainsi qu'une grande précision de positionnement et de synchronisation.

Le système de chargement est quant à lui équipé de moteurs à courant continu.

Les diverses fonctions de serrage (pincés, mandrins, ouverture et fermeture des capteurs) sont obtenues au moyen d'un circuit d'air comprimé et d'électrovannes.

3. CONTROLE COMMANDE

Le fonctionnement du banc en mode automatique a nécessité la mise en place de deux systèmes informatiques complémentaires, illustrés en figure 6.

► Un automate type TSX-80, programmable en langage Grafset, prend en charge les mouvements de base des moteurs et donne accès à des séquences complètes de mouvements tels que, par exemple, le chargement d'une aiguille depuis le barillet.

Cet automate s'assure également de la surveillance de la sécurité des mouvements en cours d'exécution.

► Un ordinateur type compatible PC, offre en premier lieu l'interface utilisateur avec toute la convivialité souhaitée en se chargeant du dialogue avec l'automate .

En second lieu, cet ordinateur se charge directement des mesures au moyen d'une carte d'acquisition analogique digitale.

Enfin, l'ordinateur propose à l'opérateur par menus déroulants tout ce qui concerne la gestion des mesures nécessaire au fonctionnement de ce banc :

- . Choix/Identification des aiguilles à mesurer.
- . Réalisation des mesures " brutes ".
- . Interprétation en fonction de l'étalonnage en cours.
- . Présentation graphique des résultats pour validation.
- . Stockage sur disque avant transfert sur la base de données du LDAC via le réseau local.

On notera que cette gestion est d'autant plus importante que le banc ne dispose pas d'étalon " en ligne " avant chaque aiguille: l'étalonnage est réalisé au moyen d'aiguilles étalons disposant de plages parfaitement calibrées. Le logiciel reconnaît ces aiguilles et leur fait subir un traitement particulier : mesure, calibrage puis validation par rapport aux valeurs connues, et enfin stockage en tant qu'étalons " en cours " servant au dépouillement des mesures qui le suivent.

4. PREMIERS RESULTATS

Le banc MIRABEAU a connu une longue période d'essais en cellule maquette, destinée à vérifier la fiabilité, tant du point de vue contrôle-commande que du point de vue acquisition des mesures.

Le banc MIRABEAU a été introduit dans la Cellule 2 du LDAC au tout début de l'année 1991.

Une campagne de mesures sur aiguilles irradiées a aussitôt démarré, portant sur des aiguilles de géométrie diverses : Phénix, Cabri et Super-Phénix (réplique dans ce dernier cas). Les figures 7, 8 et 9 illustrent les résultats.

Les premières mesures obtenues en cellule chaude confirment les bons résultats enregistrés en froid.

En ce qui concerne les diamètres, la fidélité du banc est de l'ordre de $\pm 2 \mu\text{m}$ en moyenne sur toute l'aiguille. Quant à la précision, établie après étalonnage des capteurs, elle s'est avérée être du même ordre de grandeur.

La vitesse de défilement retenue pour la table en phase de mesure est de l'ordre de 5 mm/s, ce qui correspond à un temps de l'ordre de 6 minutes pour une aiguille Phénix.

Compte-tenu des phases de chargement/déchargement des aiguilles depuis le barillet, ainsi que des traitements informatiques allant jusqu'au stockage des résultats interprétés, une mesure complète (longueur, 2 diamètres et 2 flèches) prend ainsi de l'ordre de 40 minutes dans cette première phase d'exploitation du banc.

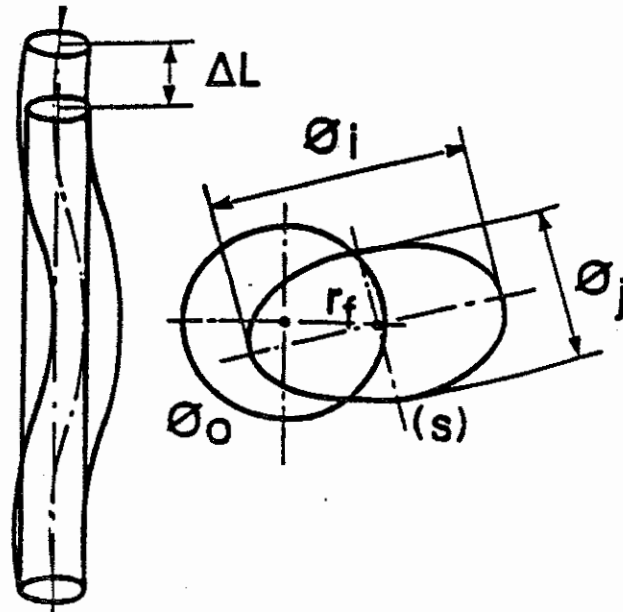
5. CONCLUSION

Le banc MIRABEAU respecte quasiment dès à présent l'ensemble des spécifications du cahier des charges.

De par son automatisation et son logiciel d'acquisition, il se révèle très agréable d'emploi.

Malgré la décroissance des demandes d'examens enregistrées dans le cadre de la filière des Réacteurs Rapides, ce banc répond néanmoins à un certain besoin d'évolution tant pour la technicité que pour les opérateurs : avec MIRABEAU, le personnel de zone avant se trouve libéré des soucis de télémanipulation, et il peut ainsi désormais participer plus pleinement au travail d'interprétation des métrologies.

DEFORMATIONS OBSERVEES SUR LES AIGUILLES IRRADIEES



Allongement

ΔL { mesure directe ou
déduite des valeurs
photogrammétriques

Déformation
diamétrale

{ augmentation
 moyenne de
 diamètre $\frac{\varnothing_i + \varnothing_j}{.2} - \varnothing_0$
 ovalisation $\varnothing_i - \varnothing_j$
 forme de
 section s

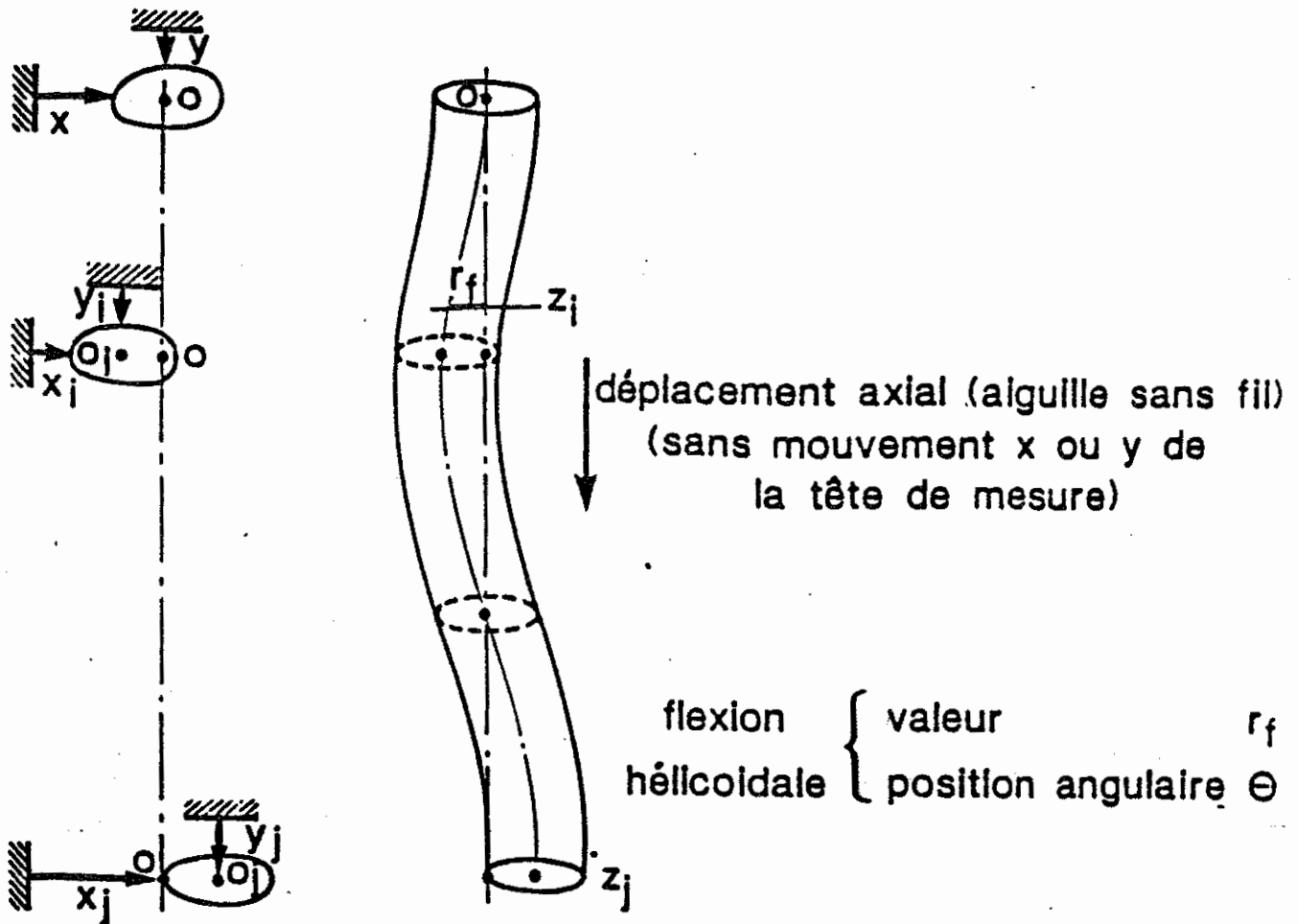
rayon de flexion hélicoïdale

r_f

FIGURE 1

FONCTIONNEMENT DU BANC MIRABEAU PRINCIPE DES MESURES

descente \Rightarrow rayon de flexion hélicoïdale



$$\operatorname{tg} \Theta = \frac{\Delta y}{\Delta x}$$

$$r_f = \sqrt{\Delta x^2 + \Delta y^2}$$

FIGURE 2

VUE SCHEMATIQUE DU BANC "MIRABEAU"

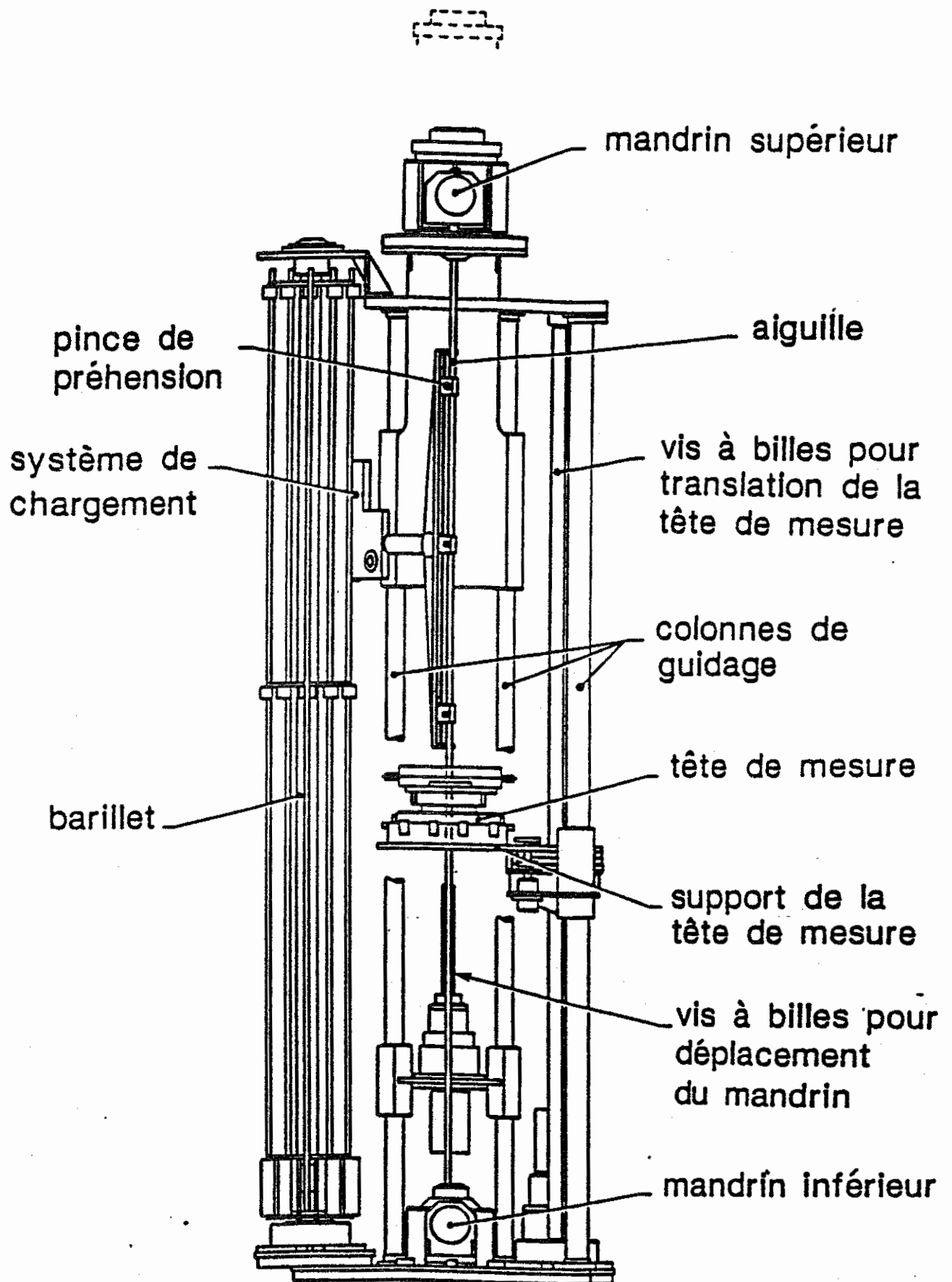


FIGURE 3

BANC "MIRABEAU" PRINCIPE DE L'INSTALLATION

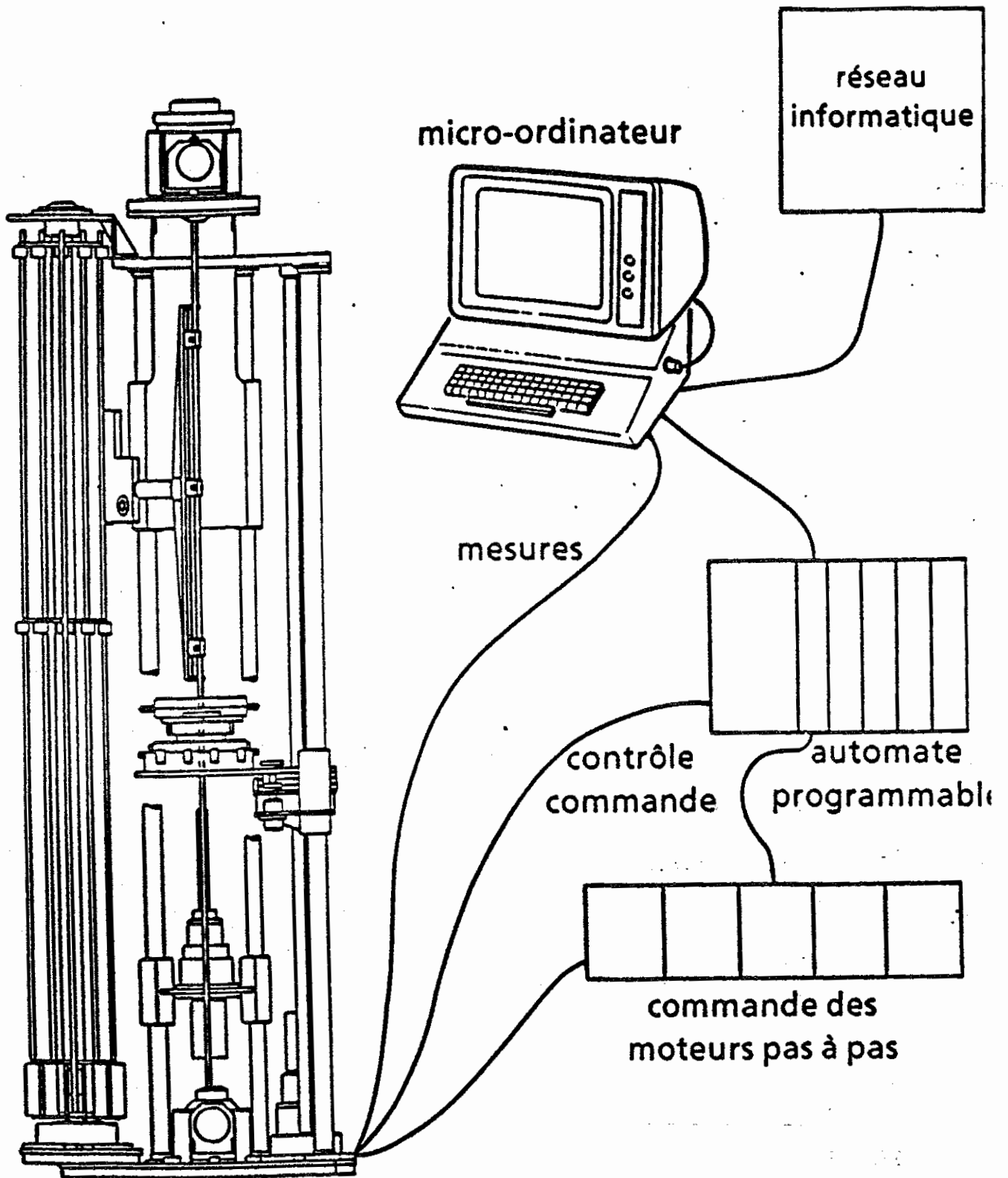
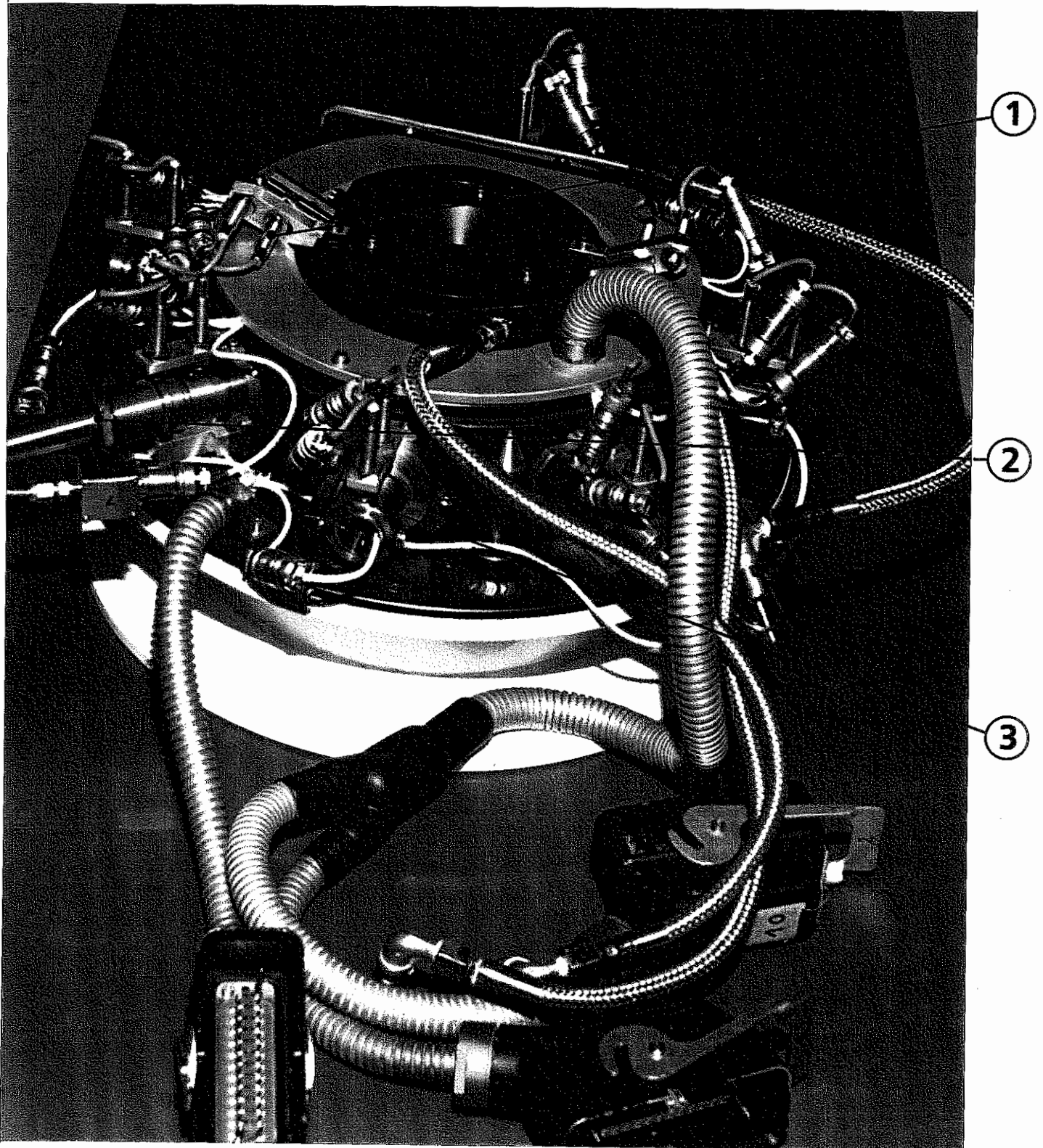


FIGURE 4

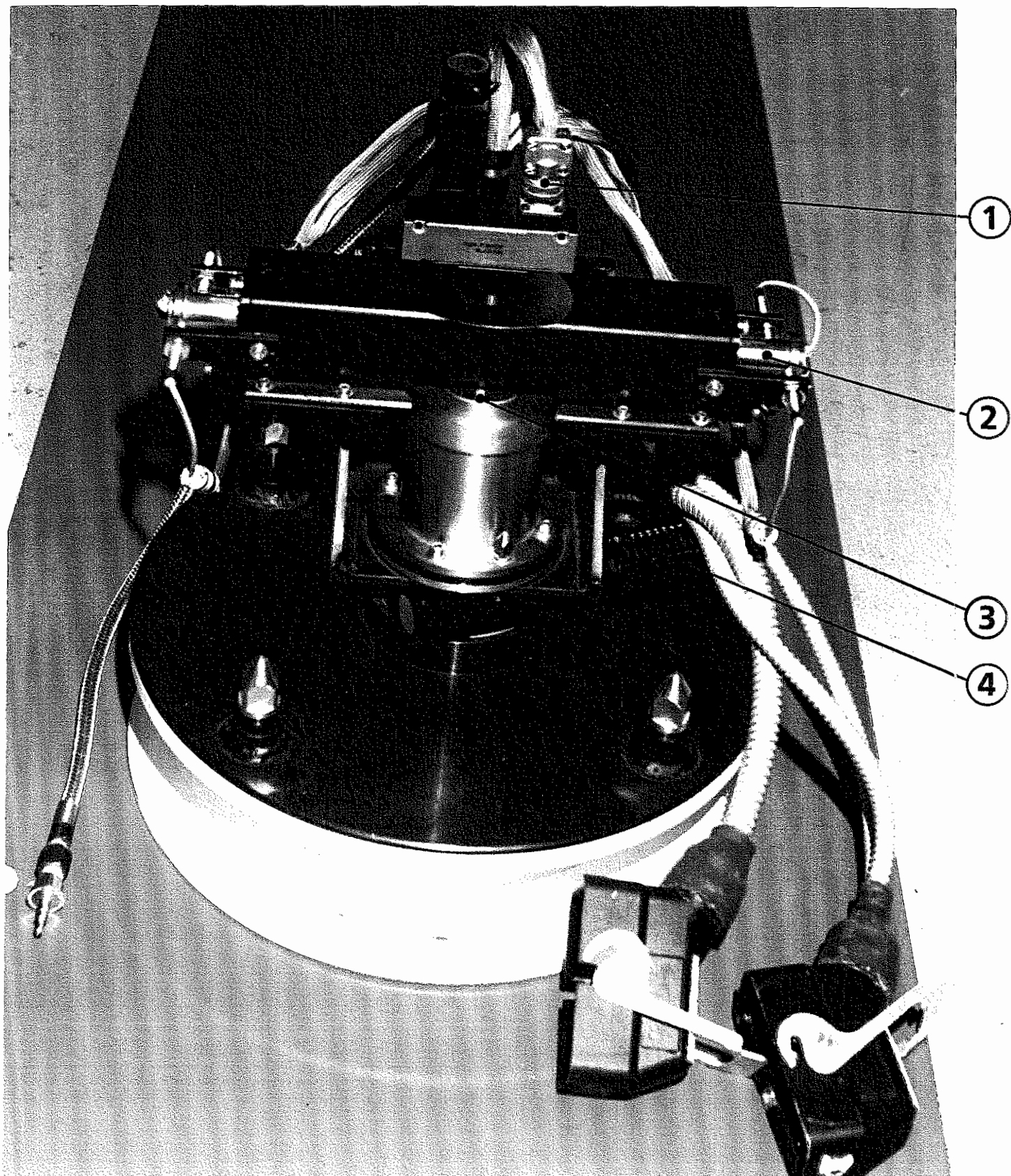
TETE DE MESURE DIAMETRE



- ① Détecteurs ouverture fermeture centreurs
- ② Capteur de flèche
- ③ Capteur de diamètre

Figure 5

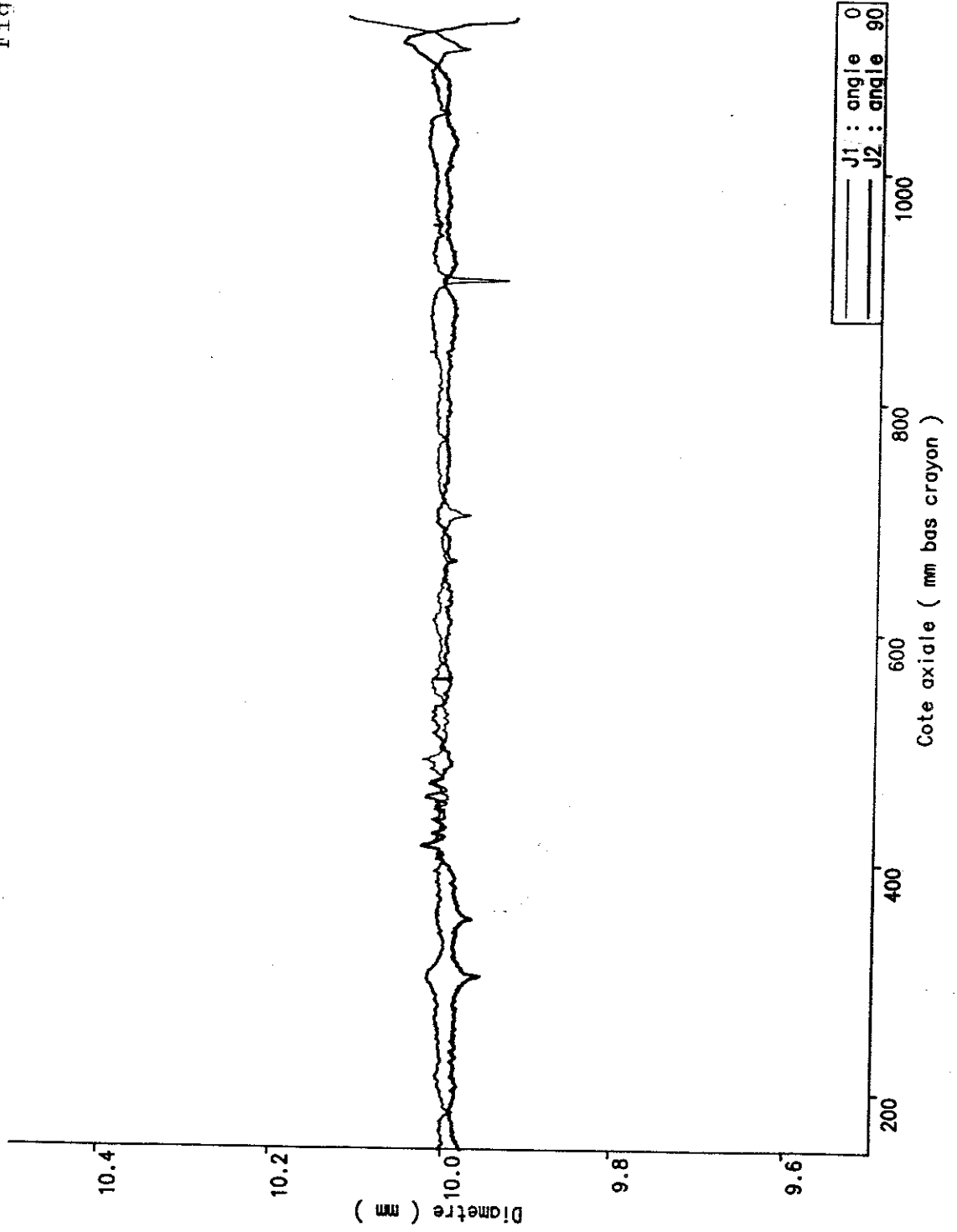
TETE DE MESURE RELEVÉ DE FORME



- ① Moteur montée capteurs de mesure
- ② Capteurs de mesure
- ③ Pince de serrage aiguille
- ④ Moteur rotation 360°

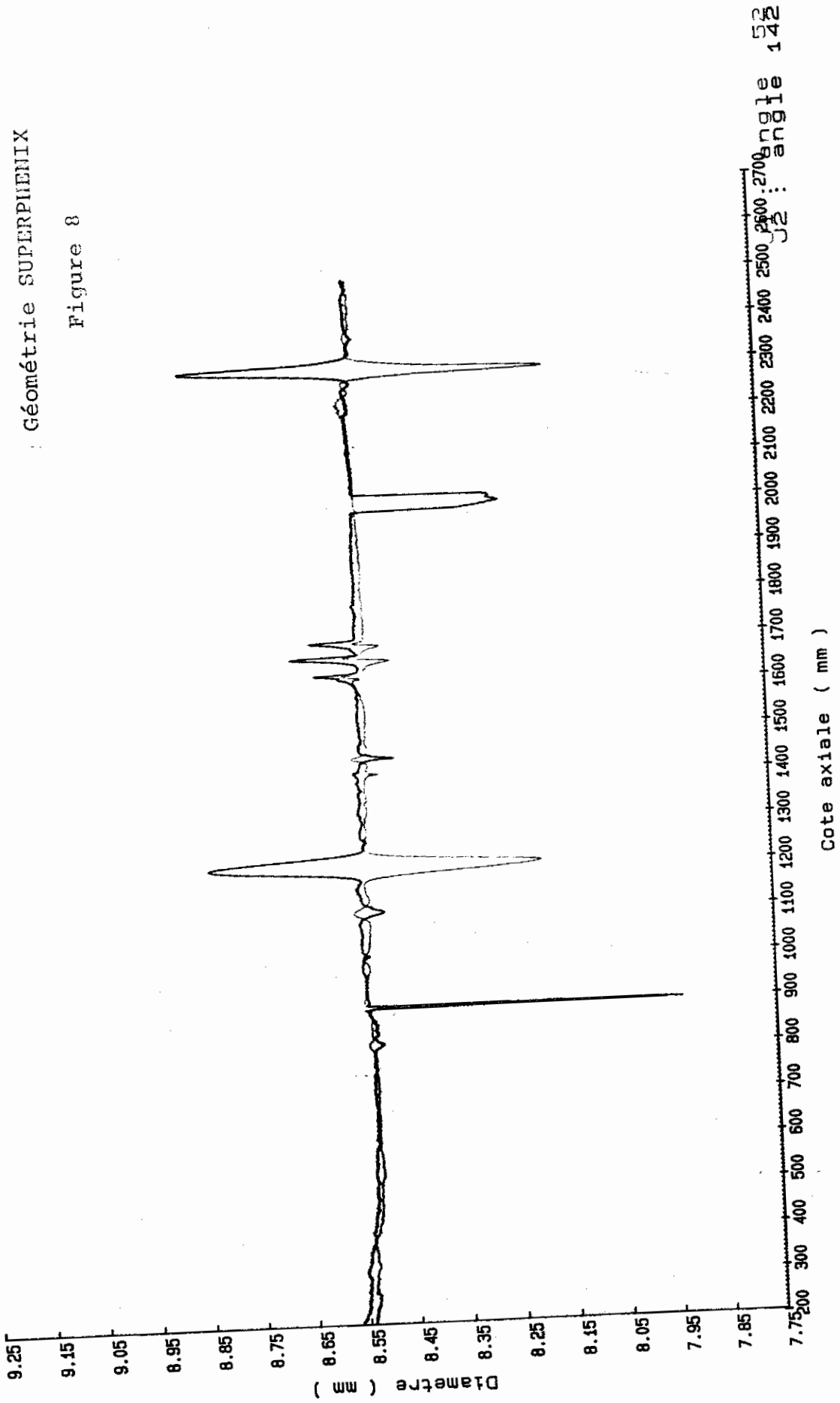
Géométrie CABRI

Figure 7



Géométrie SUPERPHENIX

Figure 8



J2 : angle 52

Cote axiale (mm)

Géométrie PHENIX

Figure 9

