

Les spectromètres de physique du solide

Par G. GOBERT*

Résumé :

Les spectromètres actuellement prévus autour du réacteur sont étudiés selon des technologies classiques et par un découpage des ensembles mécaniques correspondant aux fonctions désirées ; les combinaisons et permutations possibles des équipements procurent à ces appareils une grande souplesse d'exploitation dont quelques cas caractéristiques sont ici présentés.

Summary :

The spectrometers at present foreseen around the reactor are designed according to standard technologies and by the choice of a combination of mechanical features corresponding to the desired functions. The possible combinations and permutations of equipment give these instruments a great versatility of use, some typical cases of which are given here.

Zusammenfassung :

Die zur Zeit um den Reaktor geplanten Spektrometer werden nach den konventionellen Technologien und durch eine Zerlegung der den gewünschten Funktionen entsprechenden mechanischen Einheiten untersucht. Die Zusammensetzung und Umsetzungsmöglichkeiten der Einrichtungen vermitteln diesen Apparaten eine grosse Anpassungsfähigkeit in der Ausnutzung, wovon manche charakteristische Fälle in dieser Arbeit erwähnt werden.

L'appareillage adapté aux diverses expériences prévues autour du réacteur comprend des spectromètres où les fonctions de : monochromateur, échantillon, analyseur et détecteur correspondent

- soit à des réalisations indépendantes spécialisées pouvant être couplées mécaniquement entre elles,
- soit à des ensembles complexes où les fonctions sont associées de façon rigide.

Chacune de ces fonctions nécessite des mouvements circulaires, combinés parfois à des mouvements linéaires.

Parmi les appareils en cours de montage, certains sont dans leur ensemble réalisés par les centres de recherches

et l'industrie allemande, d'autres, étudiés par l'Institut, font l'objet de contrats de réalisation en Allemagne et en France.

I. SPECTROMETRES A FONCTIONS INDEPENDANTES

On distingue deux types d'appareils suivant que l'on veut obtenir une longueur d'onde fixe ou variable. Ils se différencient le plus fréquemment en fonction de la position de l'échantillon par rapport au monochromateur. Dans le premier cas, cette position est fixe, dans le second cas elle est :

- soit mobile en rotation autour du monochromateur,
- soit fixe et le monochromateur est alors animé d'un mouvement de translation.

*Institut Max Von Laue-Paul Langevin

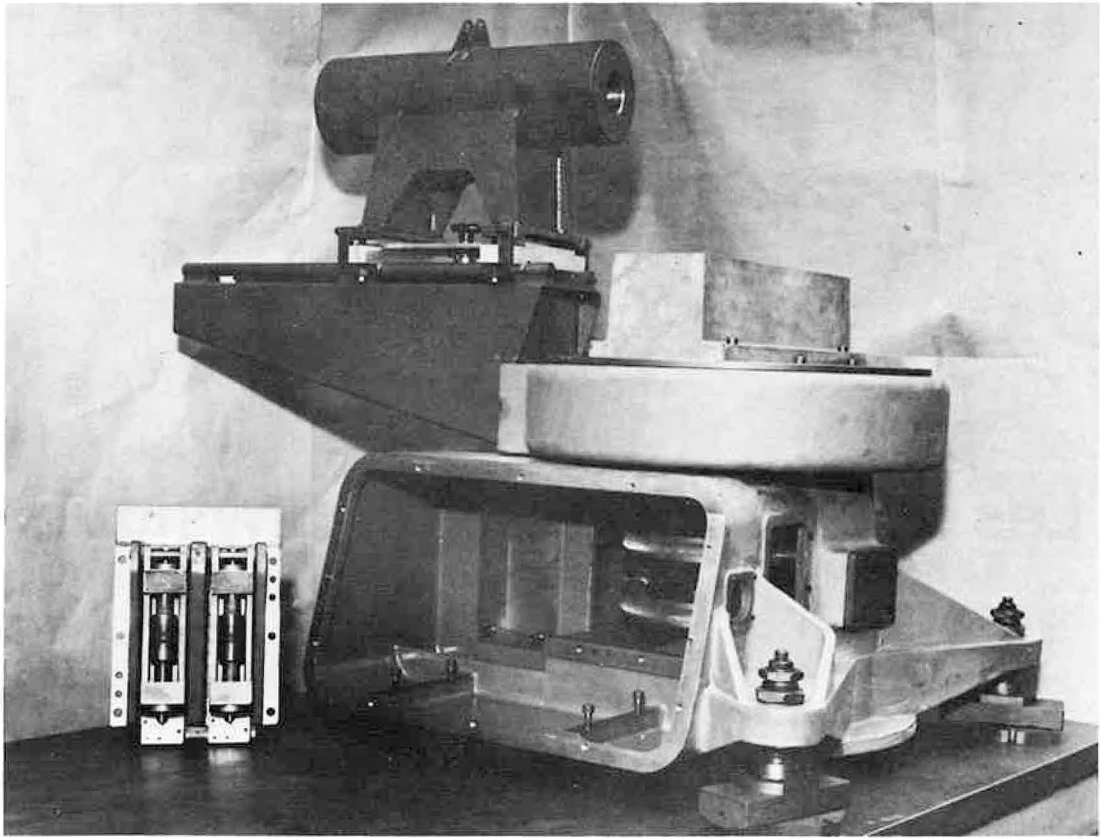


Figure 1 : Spectromètre à double mouvement concentrique

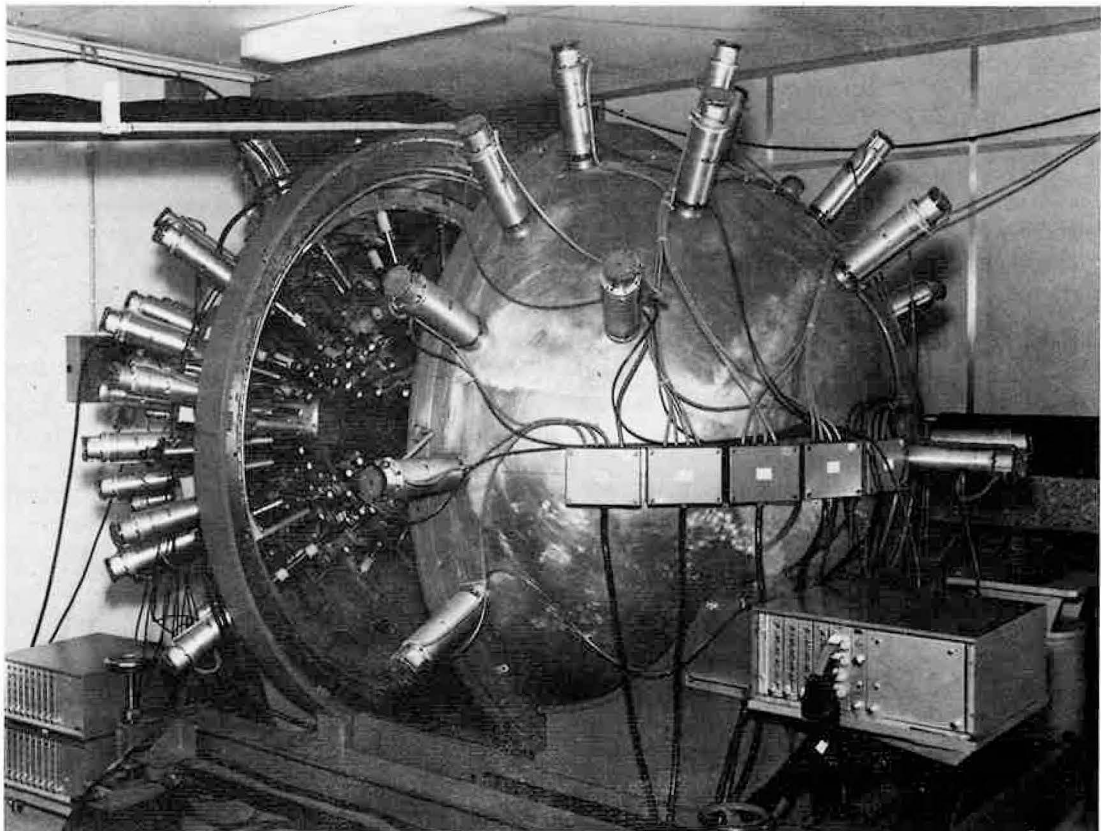


Figure 2 : Montage des multidétecteurs

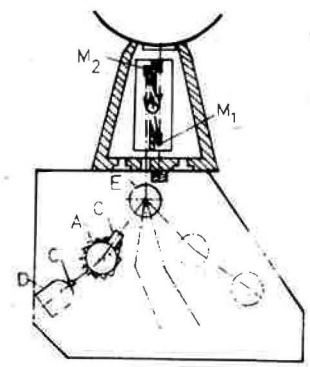
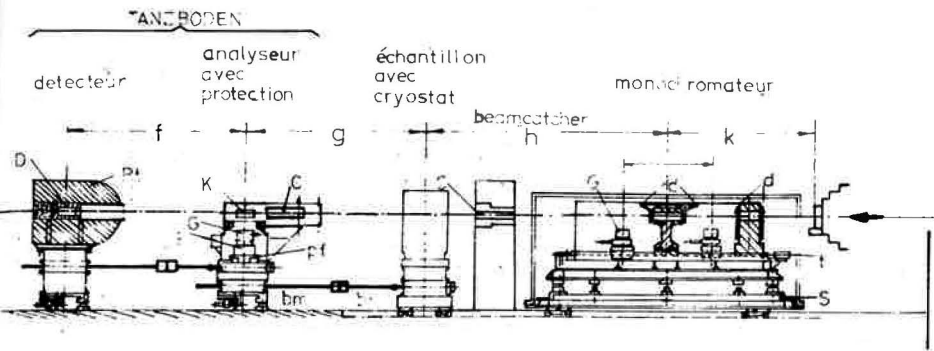


Figure 3 : Schéma du spectromètre à fonctions indépendantes :
Monochromateur double,échantillon,analyseur et détecteur sur tanzboden

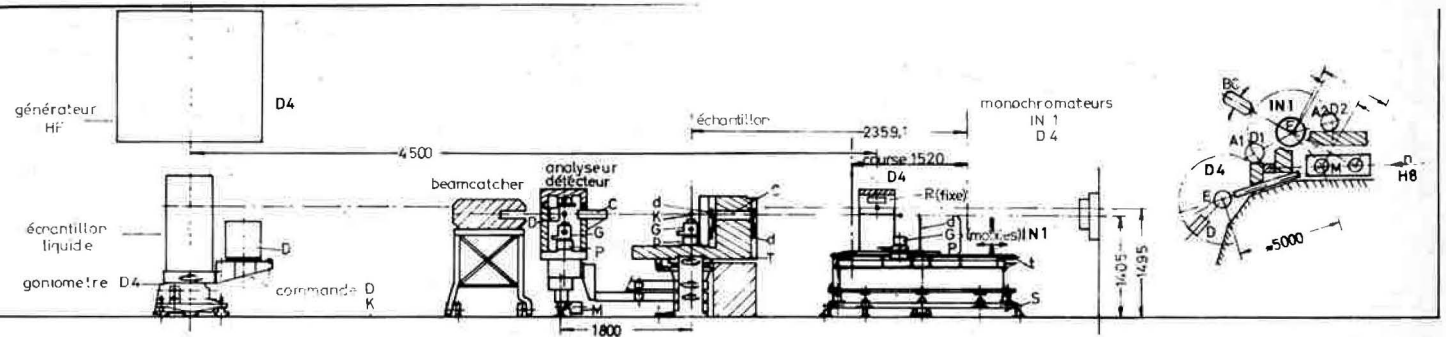


Figure 4 : Schéma du spectromètre avec monochromateur simple et deux ensemble indépendants analyseur-détecteur

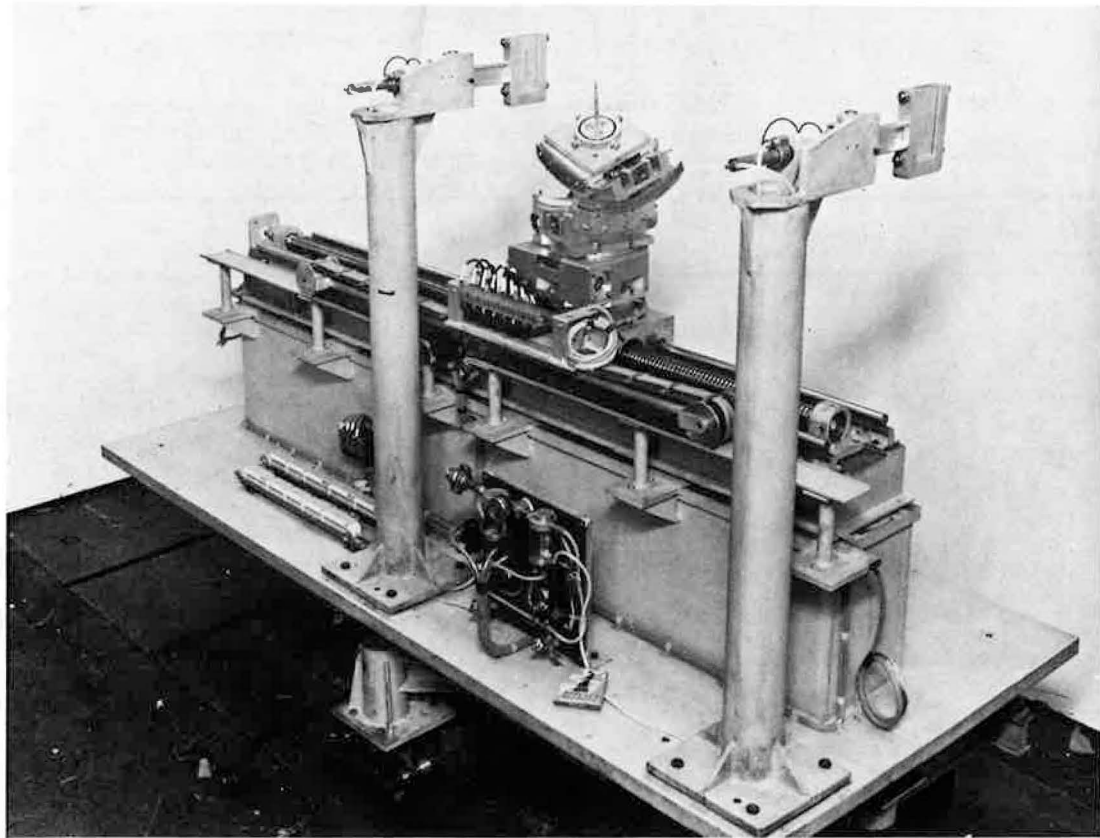


Figure 5 : Montage du monochromateur simple

A. Appareils à longueur d'onde fixe.

Ces appareils sont construits avec des unités capables de recevoir le cristal monochromateur tout en assurant

l'alignement, les réglages angulaires et la reproductibilité lors des changements de cristaux.

L'échantillon est placé par rapport au monochroma-

teur sur un goniomètre dont la position angulaire et la distance ont été prédéterminées. Ce goniomètre, qui est une unité complète, assure également la rotation des détecteurs autour de l'échantillon. La figure 1 montre une telle unité réalisée par la Société Allinquant France.

Dans le cas où la position peut être préétablie on prévoit l'utilisation de batterie de compteurs ou des multidétecteurs compacts développés par le Laboratoire d'Electronique et de Technologie de l'Informatique, au CEN Grenoble. Pour des appareils de diffusion aux petits angles, l'analyse du faisceau est rendue possible par une longue base de vol, réalisée au moyen de conduits de neutrons débouchant sur un multidétecteur. Par ailleurs, pour l'observation des interférences produites par un faisceau de neutrons avec un échantillon cristallin, on utilise un appareil type "Igel ou Hérisson" qui comporte sur une sphère 100 détecteurs réglables angulairement. La Figure 2 présente cette unité réalisée par MAN Allemagne.

B. Appareils à longueur d'onde variable.

La position angulaire de l'échantillon peut être soit fixe, soit variable. Le premier cas peut conduire à des appareils où tous les paramètres, longueurs et angles entre échantillon et détecteurs, sont variables (Figure 3) ou à des appareils comportant plusieurs analyseurs et détecteurs (Figure 4). Pour ces appareils, l'échantillon reste fixe et le changement de longueur d'onde est donné par la translation du monochromateur. Cette translation peut être simple ou double. La figure 5 présente le montage du monochromateur simple réalisé par ACB France.

Les montages réalisés pour les appareils où l'échantillon est mobile angulairement et/ou tous les paramètres, longueurs et angles, sont variables (Figure 6), utilisent des composants normalisés et combinables entre eux. Ces ensembles se déplacent sur le sol au moyen de patins à air (système Tanzboden). Les bras de liaison entre les mobiles servent, après réglages, à maintenir les distances

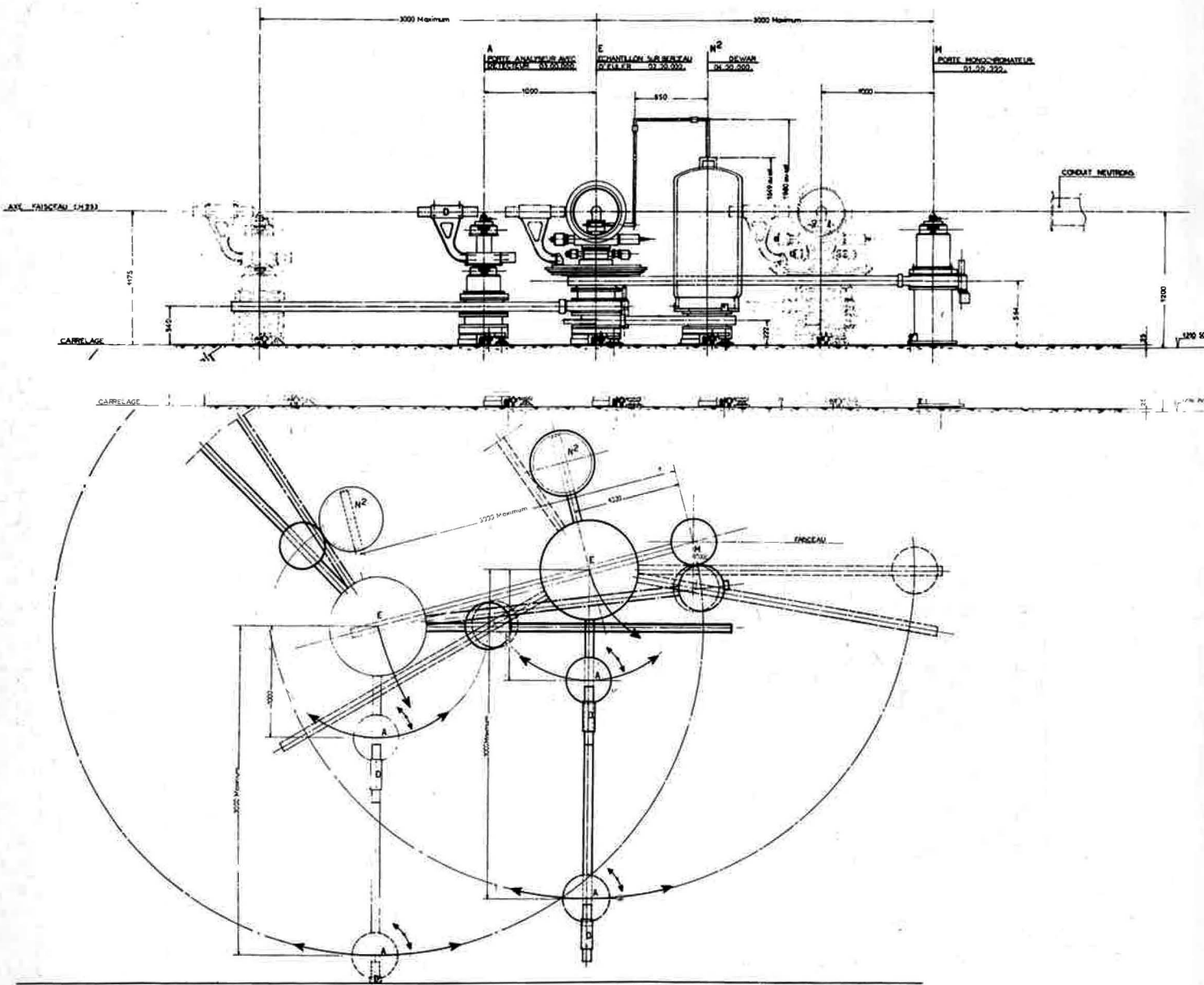


Figure 6 : Exemple complet d'un spectromètre à paramètres variables

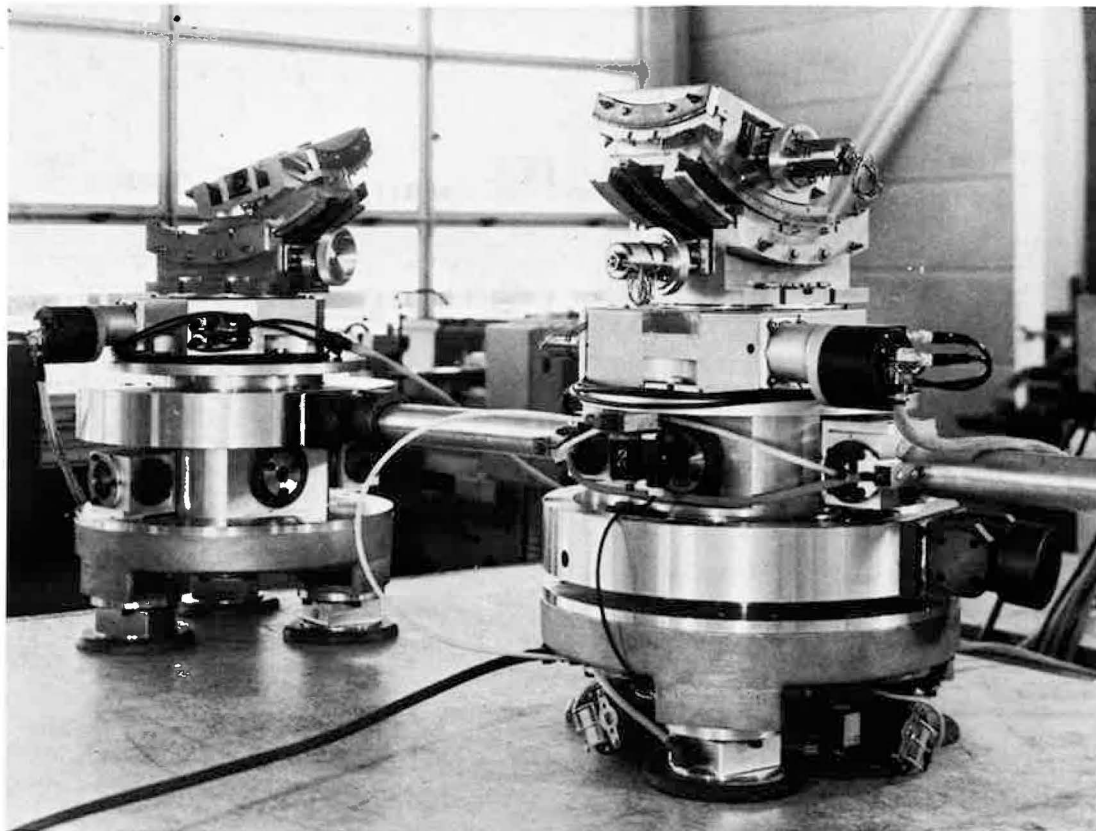


Figure 7 : Montage de deux tables tanzboden munies d'un équipement d'orientation du cristal

fixes pendant l'expérimentation pour les appareils à contrôle optique et peuvent être utilisés comme moyen de transmission aux dispositifs de contrôles angulaires mécaniques et électroniques.

La première application de ce type de construction a été présentée à Genève en septembre 1971 (Figure 7).

II. SPECTROMETRES A FONCTIONS ASSOCIEES DE FACON RIGIDE

Pour ces appareils, les distances sont fixes dans la plupart des cas, seuls les paramètres angulaires sont considérés. La figure 8 représente un spectromètre classique de grande capacité, adapté aux expériences à neutrons polarisés, et qui est en construction en Allemagne.

III. APPAREILS D'ORIENTATION

On utilise pour l'orientation des cristaux monochromateurs ou analyseurs et des échantillons :

- des plateaux angulaires à axe vertical pour lesquels la précision de $1/100^\circ$ de degré est choisie ;

- des plateaux dits de réglage fin où la précision est meilleure que $1/300^\circ$ de degré ;
- des goniomètres pour charges lourdes avec 2 cercles (Figures 5 et 7) ;
- de petits goniomètres à un cercle ;
- des têtes goniométriques commercialisées, STOE par exemple ;
- des berceaux d'Euler à 3 cercles type Hilger-MAN.

IV. MACHINES TOURNANTES

Pour le monochromateur ou le générateur mécanique d'impulsions on utilise :

- des monochromateurs ou les filtres d'harmoniques à tambour tournant sous vide ou à l'air libre.
- Des choppers à disques de performances classiques : 100 à 150 m/s comme vitesse périphérique. Ces machines utilisent des technologies classiques avec, comme absorbeur de neutrons, des dépôts de fluorure de lithium ou d'araldite chargée de B_4C ou d'oxyde de gadolinium sur des disques minces en alliage d'aluminium.

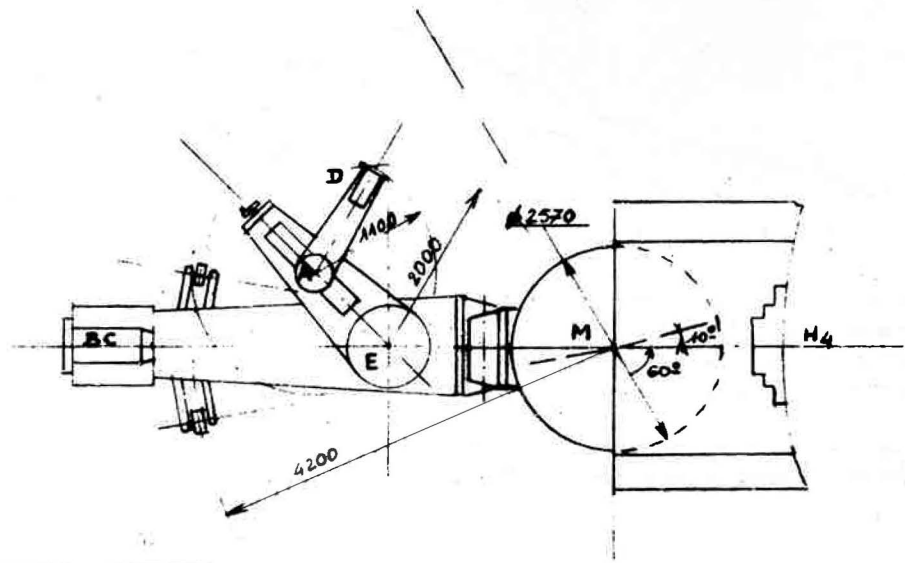
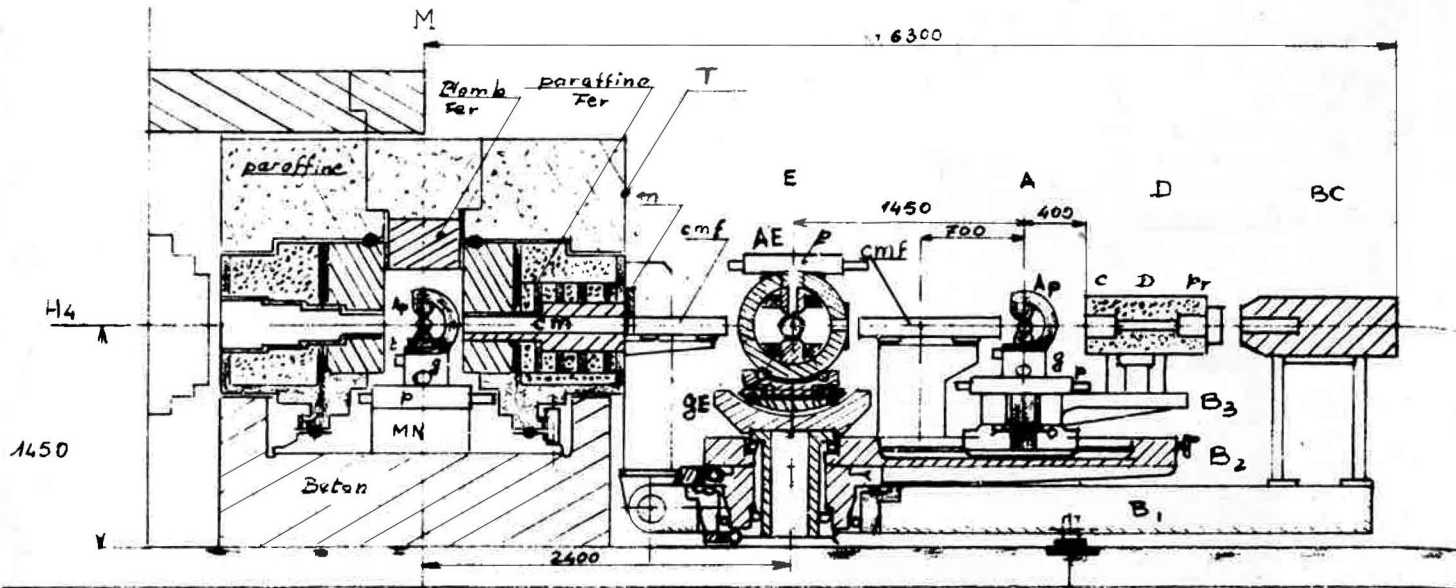


Figure 8 : Spectromètre à liaisons rigides

Un cas particulier concerne le chopper multiple qui est mécaniquement réalisé par la Société Bertin-Paris. Cet appareil est composé de 4 disques couplés électroniquement en phase et en vitesse, dont l'étude a été confiée à l'Euratom (ISPRA). Le disque, usiné par Turboméca ayant reçu le dépôt d'oxyde de gadolinium fait par Tréfimétaux, est placé sous vide dans un carter fabriqué par Merlin Gérin et est entraîné par un moteur synchrone Bertin. (Figures 9 et 10).

Chaque chopper est couplé au guide de neutrons, la vitesse d'utilisation de 20 000 t/mn permet d'obtenir une vitesse périphérique moyenne de 500 m/s au niveau de l'axe du faisceau (Figure 11).

V. APPAREILS DIVERS D'ENVIRONNEMENT DES CRISTAUX ET ECHANTILLONS

- Les électro-aimants et bobines supraconductrices pour les expériences avec les neutrons polarisés. Ces appareils sont précédés d'aimants permanents polariseurs et de canaux magnétiques de couplage.
- Les pressostats à très hautes pressions.
- Les appareils permettant une courbure variable de cristaux par gradient thermique.
- Les cryostats, pour lesquels la collaboration de l'Institut avec les centres de Jülich, Garching, Saclay et Grenoble est très étroite.

COUPE DU DISQUE POUR CHOPPER A ROTORS SYNCHRONISES

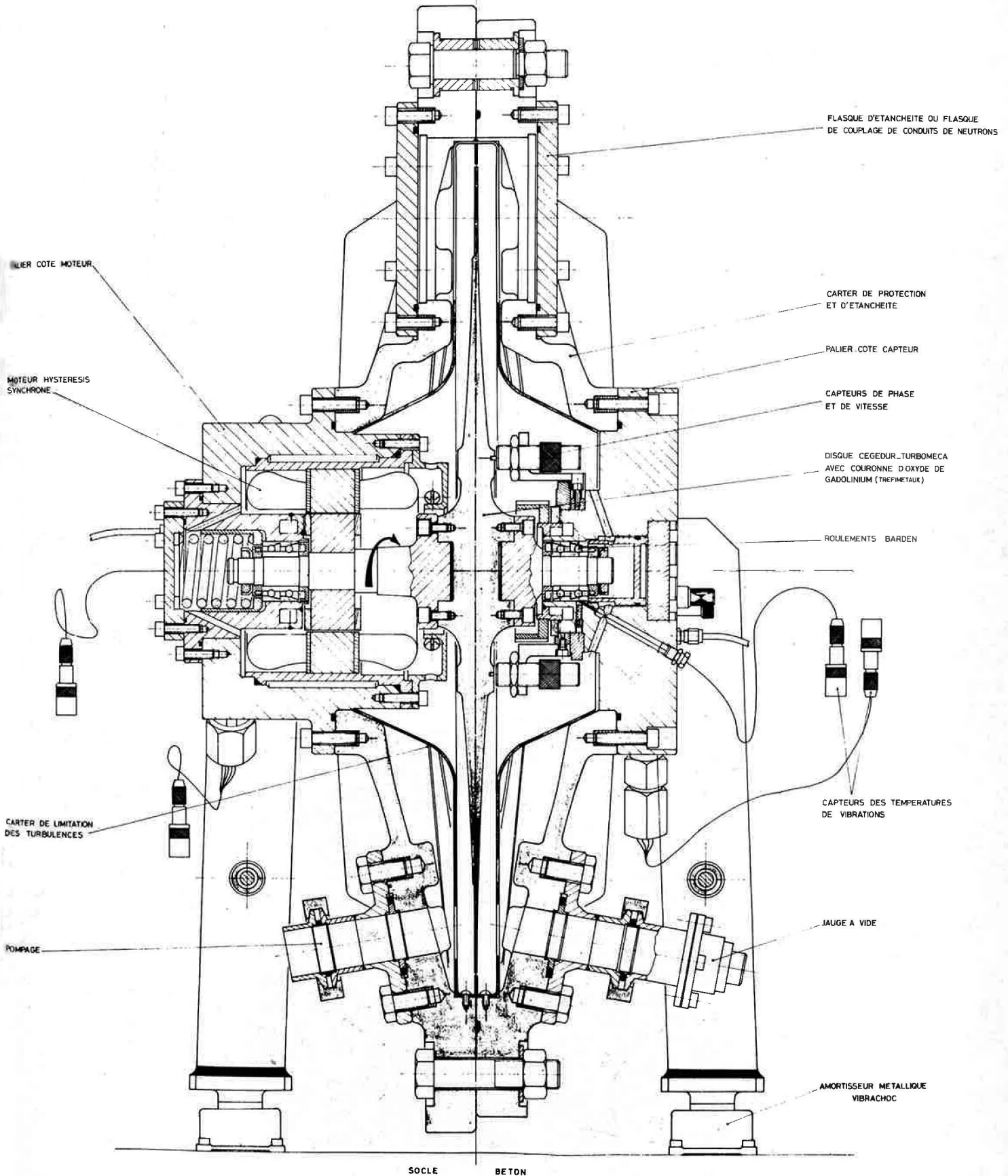


Figure 9 : Représentation du disque du chopper

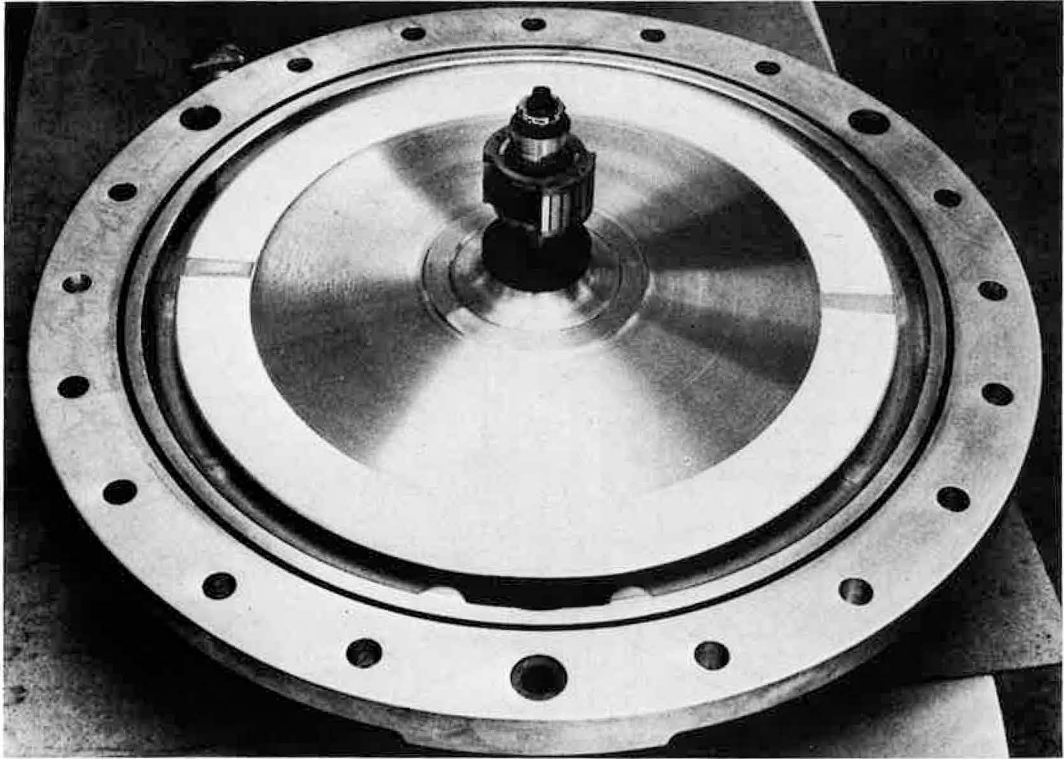


Figure 10 : Montage du disque avec moteur

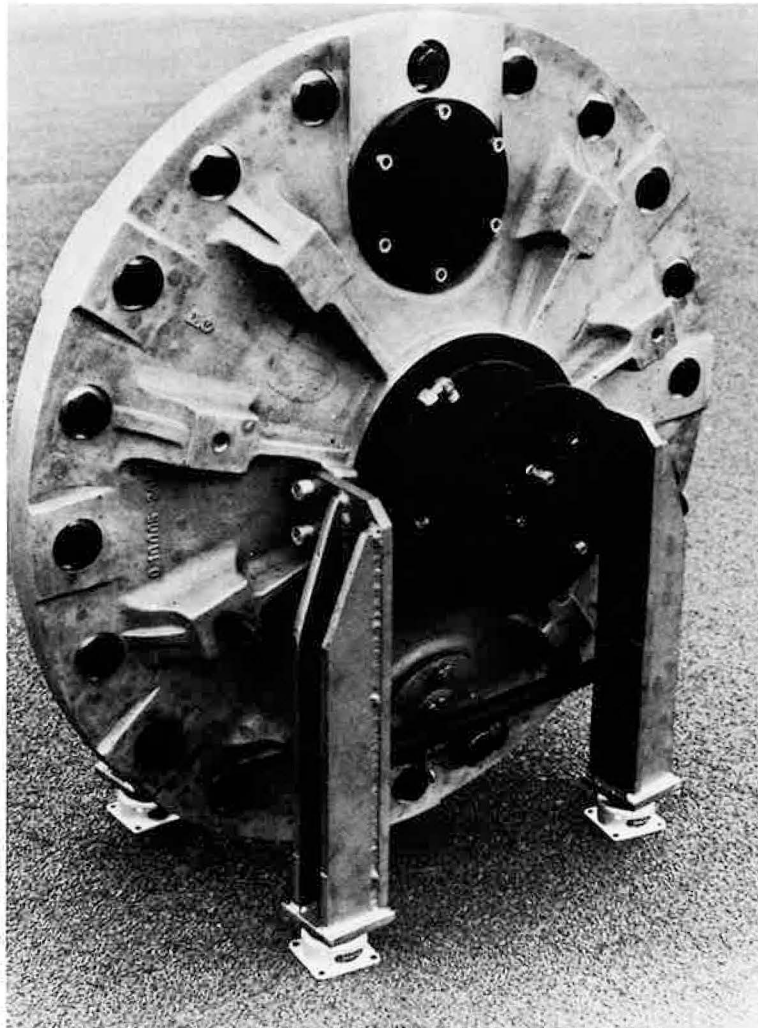


Figure 11 : Montage complet d'un ensemble chopper