

**UTILISATION D'UN MICROPROCESSEUR POUR
AUTOMATISER UN SPECTROMETRE AUGER**

par

*Michel SAPIN, Dominique GHALEB,
Bernard PERNOT*

DIVISION DE METALLURGIE
ET D'ETUDE DES COMBUSTIBLES NUCLEAIRES

Centre d'Etudes Nucléaires de Saclay

Notice Technique CEA-NT-58

Mai 1982

CEA-NT-58 - Michel SAPIN - Dominique GHALEB - Bernard PERNOT.

UTILISATION D'UN MICROPROCESSEUR POUR AUTOMATISER UN SPECTROMÈTRE AUGER.

Sommaire. - On décrit les avantages que procure l'utilisation d'un microprocesseur associé à un spectromètre Auger au cours d'une expérience d'hétérodiffusion superficielle. Cette assistance par micro-ordinateur libère l'expérimentateur, et en assurant la conduite de l'analyse, améliore la qualité des résultats et facilite le dépouillement.

1982

9 p.

Commissariat à l'Energie Atomique - France.

CEA-NT-58 - Michel SAPIN - Dominique GHALEB - Bernard PERNOT.

MICROPROCESSOR MONITORED AUGER SPECTROMETER

Summary. - The operation of an Auger spectrometer, used for studying surface impurity diffusion, has been fully automatized with the help of a microprocessor. The characteristics, performance and practical use of the system are described together with the main advantages for the experimenter.

1982

9 p.

Commissariat à l'Energie Atomique France.

- Notice Technique CEA-NT-58 -

**Centre d'Etudes Nucléaires de Saclay
Division de Métallurgie et d'Etude des Combustibles Nucléaires
Département de Technologie
Section de Recherches de Métallurgie Physique**

**UTILISATION D'UN MICROPROCESSEUR
POUR AUTOMATISER UN SPECTROMETRE AUGER**

par

Michel SAPIN, Dominique GHALEB, Bernard PERNOT

- Mai 1982 -

UTILISATION D'UN MICROPROCESSEUR POUR AUTOMATISER UN SPECTROMÈTRE AUGER

I - INTRODUCTION

Les expériences en métallurgie physique aboutissent à l'exploitation de nombreuses données fournies le plus souvent sous forme analogique. Certains paramètres sont ajustés en cours d'expérience et nécessitent la présence permanente d'un expérimentateur. La logique câblée avait déjà apporté quelques améliorations mais nécessitait une mise en oeuvre technique importante, de plus elle ne pouvait être réutilisée pour une nouvelle étude. C'est ce qui nous a conduit à gérer ce type d'expérience avec des microprocesseurs qui augmentent la fiabilité, la précision des mesures et la souplesse des systèmes.

II - CHOIX DU MICROPROCESSEUR

Après une étude des différents produits proposés sur le marché notre choix s'est fixé sur le microprocesseur MC 6809 Efcis Thomson licence Motorola pour les raisons suivantes :

a) C'est un produit fabriqué en France par Efcis, récent mais fiable et facile à approvisionner. Tous les composants sont disponibles sur le marché français.

b) Les entrées et les sorties sont programmables et correspondent bien au type d'utilisation souhaitée.

c) Pour une exploitation plus facile du 6800 ou 6809, Motorola a commercialisé un système de développement "l'exorset" d'un très bon rapport qualité prix (moins de 30 KF).

III - DESCRIPTION DU MATÉRIEL (FIG. 1)

L'exorset 30 est construit autour du microprocesseur MC 6809 disposant de 8 bits de data et de 16 bits d'adresse; le cycle d'horloge est de 1 microseconde.

La mémoire vive (RAM) utilisable est de 48 K octets; une extension est possible jusqu'à 56 K octets. Une mémoire morte (EPROM - ROM) de 24 K octets est accessible au système. Un clavier QWERTY - ASCII avec 16 touches de fonctions permet le dialogue avec le MPU et les registres d'entrée et de sortie.

L'affichage se fait sur un écran de visualisation de 23 cm de diagonale. Une mémoire de masse constituée par deux mini-disques souples d'une capacité de 80 K octets par unité, est gérée par le microprocesseur.

Une horloge en temps réel est disponible.

Trois entrées et sorties sont accessibles : 1°) interface d'information parallèle type PIA. 2°) Interface audio-cassette 1200 bauds. 3°) Interface série RS 232/V24 standard fréquemment utilisée par la plupart des imprimantes, télétype lectrice perforatrice ASCII, traceur de courbe etc...

Le basic M est utilisé comme compilateur et interpréteur du langage Basic. Il offre des possibilités supplémentaires par l'adjonction de nouvelles instructions, tout en restant compatible avec le basic standard. Les améliorations remarquables sont : les accès aux registres d'entrée sortie, bit par bit ou octet par octet, par exemple pour initialiser les circuits d'interface, pour le traitement des interruptions (ON IRQ THEN) pour la programmation des touches de fonction (ON KEY THEN).

C'est un outil précieux pour préparer un programme destiné à une expérience et faire fonctionner la partie hardware nécessaire; les informations issues de capteurs transitent au travers d'un convertisseur analogique/digital ce qui permet de prendre en compte des tensions, courants, fréquence etc.., de traiter ces données (opérations mathématiques, temporisation etc...) et éventuellement d'agir en sortie sur des organes de commande (moteur électro-vanne four etc...).

IV - EXEMPLE D'UTILISATION

Nous allons vous décrire l'automatisation d'une expérience d'hétérodifusion superficielle avec un spectromètre Auger sans aucune modification de cet analyseur. Cette application permet de démontrer qu'avec un investissement minimum, on peut libérer l'expérimentateur, en assurant la conduite de l'analyse, améliorer la qualité des résultats et faciliter le dépouillement.

V - PRÉSENTATION DE L'EXPÉRIENCE (FIG. 2)

Elle consiste à tracer des profils d'hétérodifusion par spectrométrie Auger sur des surfaces très propres et dont la structure est bien définie; le

matériau (monocristal de Cu préalablement orienté) subit une série de traitements de purification. Ensuite il est introduit dans l'enceinte ultra-vide, sur un four situé à l'extrémité d'un télémanipulateur. Il est alors soumis aux traitements suivants :

- 1) Oxydation à chaud
- 2) Bombardement ionique
- 3) Recuit de restructuration de la surface.

On vérifie alors qu'aucune trace d'impureté n'est décelée par le spectromètre Auger; la structure de la surface est alors vérifiée par diffraction d'électrons lents. Quand toutes ces conditions sont réunies l'on introduit à l'aide d'une cane de transfert un copeau d'une substance diffusante dans la nacelle de l'évaporateur. Compte tenu des directions de diffusion choisies un positionnement précis est nécessaire. Par effet Joule on obtient un dépôt en épitaxie d'environ 10 monocouches. Ensuite l'on procède à un recuit de diffusion.

AUTOMATISATION DE L'EXPÉRIENCE (FIG. 3)

Le spectromètre Auger dispose d'un faisceau d'électrons primaires d'environ 5 μm de diamètre. A l'aide des vis micrométriques du télémanipulateur l'on peut déplacer selon des coordonnées x y , le monocristal devant ce faisceau et l'on obtient sa composition chimique avec une précision ponctuelle de 5 μm . L'échantillon est placé de telle sorte que les directions de diffusion à étudier correspondent aux déplacements ox et oy du télémanipulateur. Jusqu'alors les données étaient acquises manuellement point par point en effectuant une mesure Auger entre chaque déplacement; les énergies étaient observées sur un enregistreur.

Pour automatiser le système nous avons couplé des moteurs pas à pas sur les vis micrométriques. La précision angulaire de ces moteurs commandés par le microprocesseur est supérieure à la mécanique de translation. La rampe de tension qui permet l'exploration en énergie de 30 à 1000 eV du spectre Auger est également contrôlée par l'exorset. Quand les pics caractéristiques du diffusant et du substrat se présentent le microprocesseur déclenche une prise de données dont il définira la concentration superficielle; ces résultats seront stockés sur disque souple en vue d'un traitement ultérieur. Lorsque ces données sont sauvegardées, le calculateur agit sur l'un ou l'autre des moteurs pas à pas selon la direction ox ou oy choisie, ce qui déplace le point d'analyse d'une distance Δx (Δy) préalablement définie dans la direction du profil descendant. Ces différents cycles de mesure et de positionnement sont répétés jusqu'à ce que la concentration du diffusant ne soit plus détectable ($\ll 10^{-2}$ monocouche).

Les paramètres définissant une expérience : nombre de mesure par énergie (précision de la mesure), nombre et grandeur du pas (précision de la définition de la surface à analyser), peuvent être changés après un cycle de mesure par simple modification du programme sur le clavier écran.

SORTIE DES RESULTATS

L'exorset disposant d'un logiciel graphique l'on peut traiter ces résultats stockés sur diskettes et les visualiser sous forme de courbes. Ces graphiques peuvent être représentés soit par photographie du tube cathodique, soit sur imprimante ou sur traceur de courbes, selon la méthode d'archivage choisie.

CONCLUSION

Nous venons de décrire un exemple simple d'utilisation d'un microordinateur; il est possible d'augmenter le nombre d'interventions du microprocesseur et ainsi perfectionner ou modifier l'expérience. Il est à noter que l'exorset dont la configuration est modulaire peut être muni d'un programmeur de PROM ce qui permet de graver des programmes spécifiques pour une utilisation figée, et de ce fait s'affranchir de l'exorset. Nous pensons ainsi rénover l'électronique des passeurs automatiques d'échantillons pour la détection des rayonnements β ou γ , ou pour la diffraction des rayons X. Une autonomie est possible quand les tâches sont répétitives et ne nécessitent pas de changement important du programme.

En conclusion le but de cette note n'étant pas de développer des détails du logiciel ou de l'électronique d'interface, nous pensons avoir retenu l'attention des expérimentateurs sur les possibilités qu'offre le microordinateur au service du laboratoire.

Manuscrit reçu le 30 mars 1982

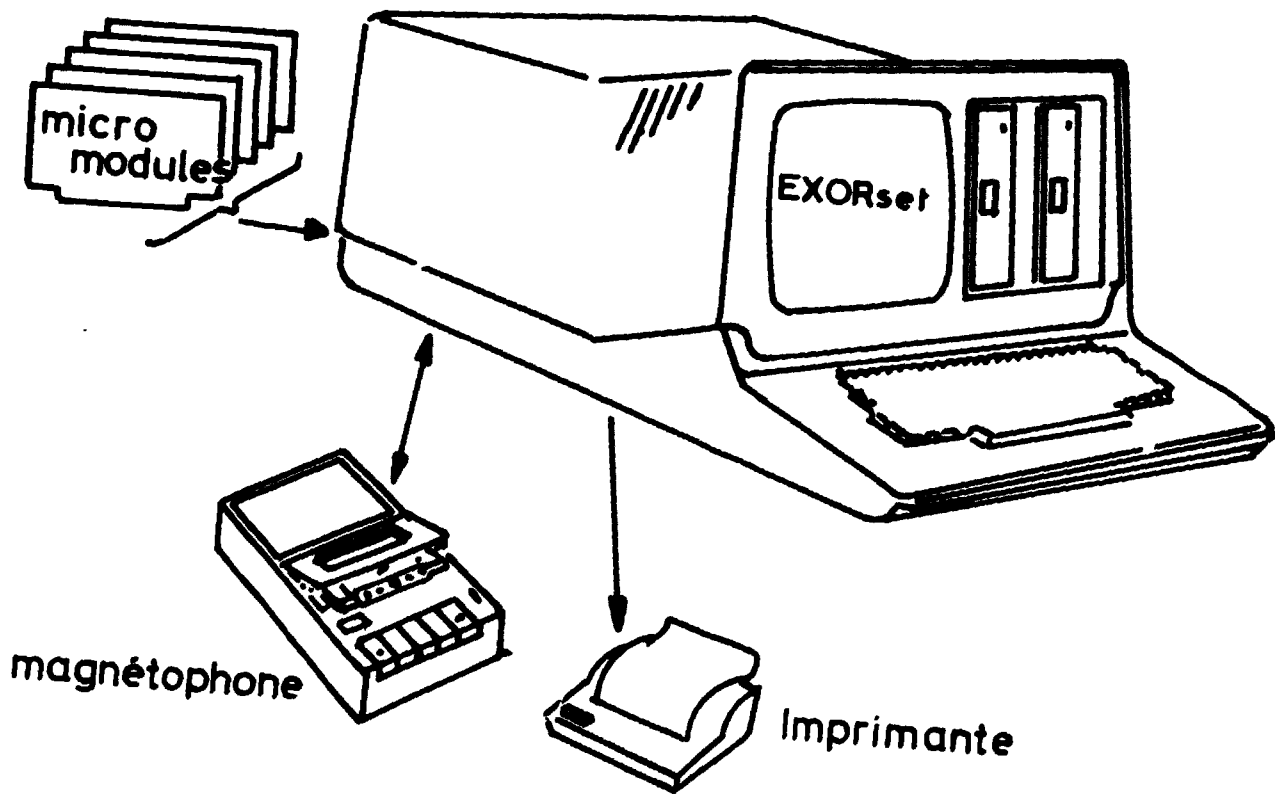
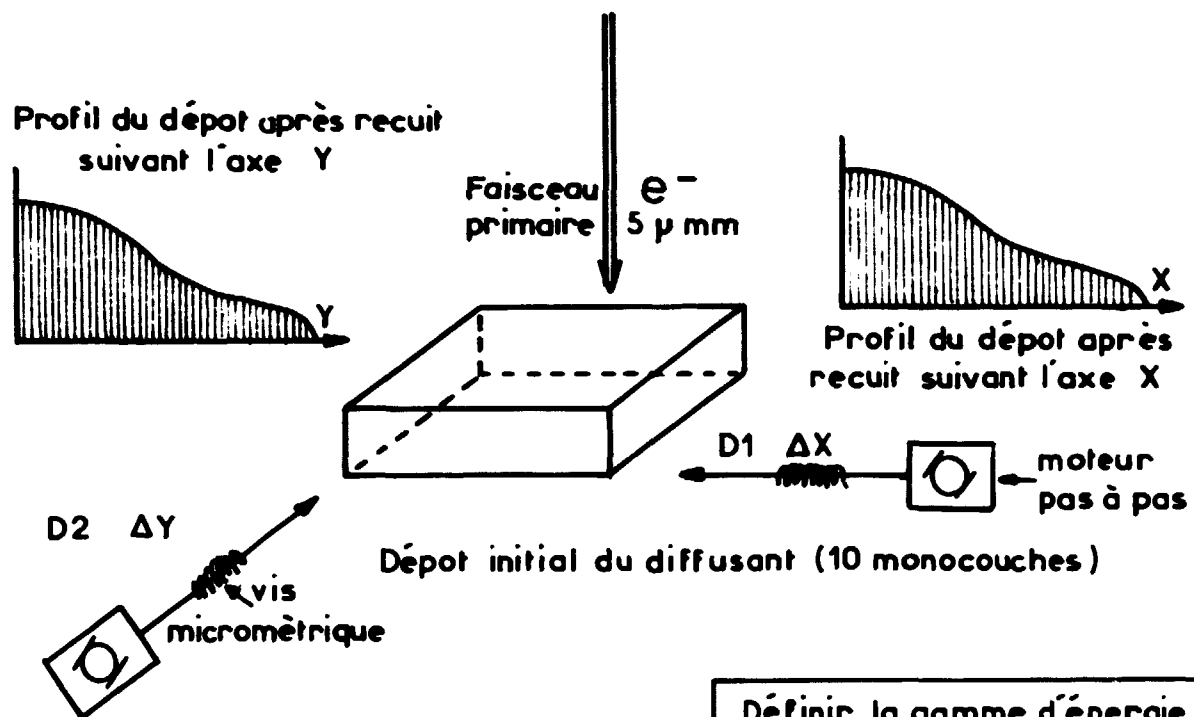


Fig. 1



Positionner l'échantillon en D1 (x, y_0)

Définir la gamme d'énergie correspondante aux prises de données.
choix du pas du déplacement

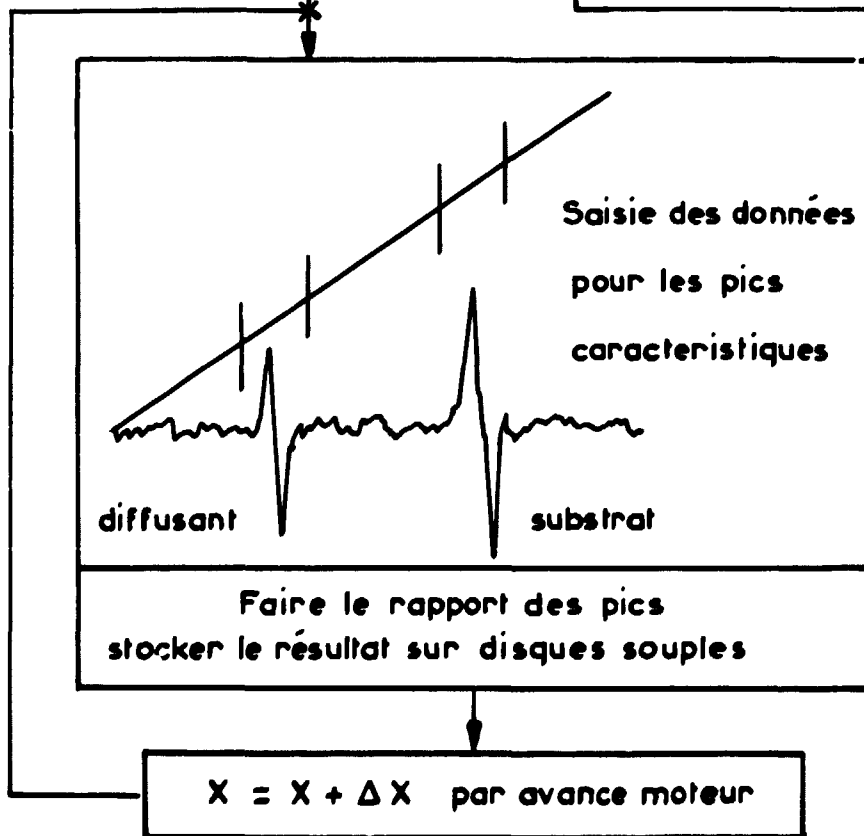


Fig 2

SYNOPTIQUE du MONTAGE

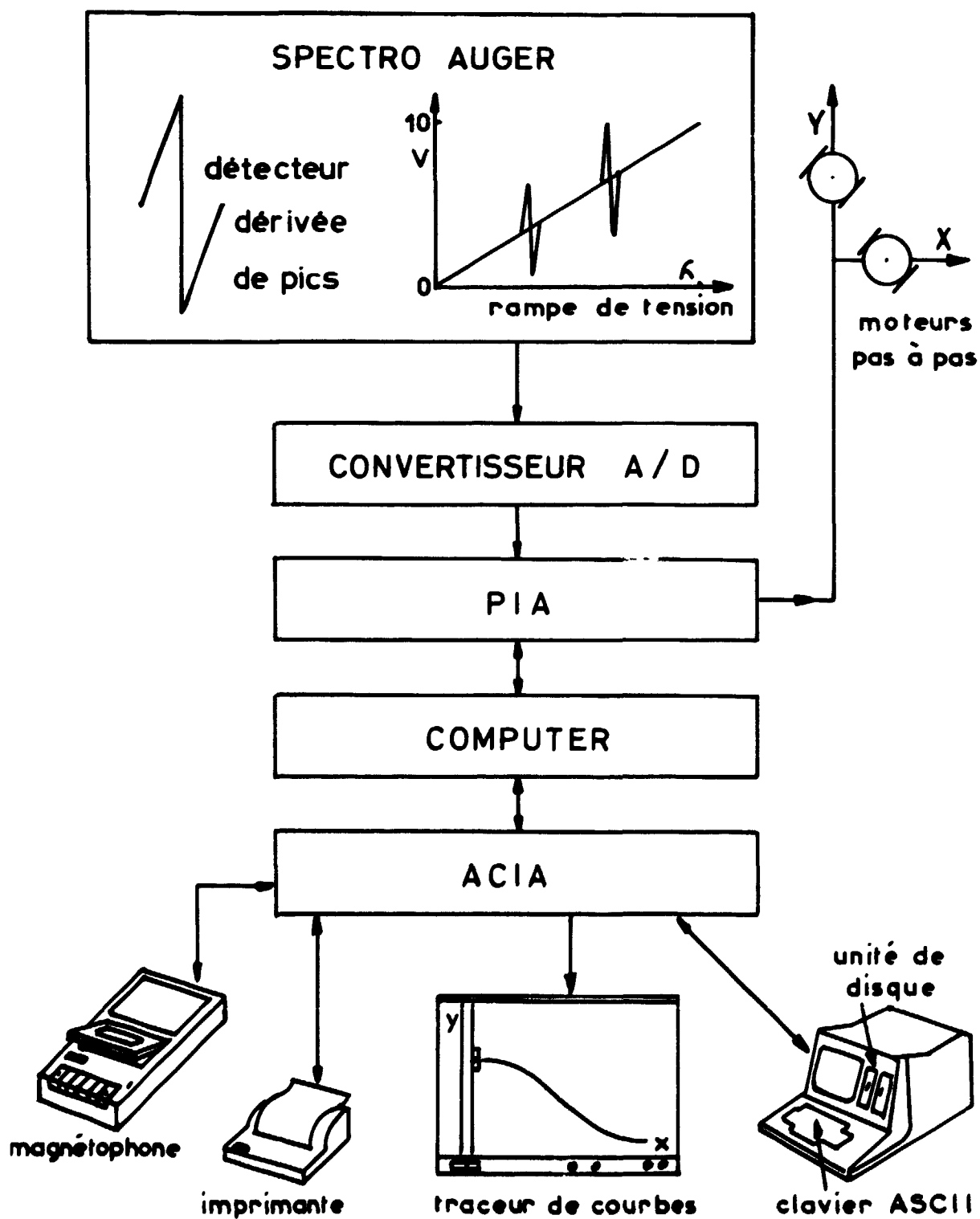


Fig. 3

Edité par
le Service de Documentation
Centre d'Etudes Nucléaires de Saclay
91191 GIF-sur-YVETTE Cédex (France)