

Ecole Nationale Polytechnique d'ALGER
Département d'Electronique

200



PROJET DE FIN D'ETUDES

Ingéniorat en électronique

*MICROSYSTEME POUR L'AUTOMATISATION
DE LA PROCEDURE DE TRAITEMENT EN
DOSIMÉTRIE*

Proposé par :
Mr. R. OUIGUINI

Etudié par :
Mr. B. BOUZOUIA
Mr. S. OMAR OUAYACHE

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Ecole Nationale Polytechnique d'ALGER
Département d'Electronique

C. E. N

C. D. T. A.
Robotique

PROJET DE FIN D'ETUDES

Ingéniorat en électronique

*MICROSYSTEME POUR L'AUTOMATISATION
DE LA PROCEDURE DE TRAITEMENT EN
DOSIMÉTRIE*

Proposé par :
Mr. R. OUGUINI

Etudié par :
Mr. B. BOUZOUIA
Mr. S. OMAR OUAYACHE

JANVIER 1984

R E M E R C I E M E N T S

Le travail que nous présentons dans ce mémoire a été élaboré au sein du C.E.N (Commissariat aux Energies Nouvelles), dans le laboratoire de Robotique du Centre de Développement des Techniques Avancées (C.D.T.A).

Nous exprimons notre profonde reconnaissance à notre promoteur, Monsieur Rachid OUIGUINI, chercheur au C.E.N, qui a bien voulu nous accueillir dans son laboratoire et diriger notre travail.

Nous le remercions pour son entière disponibilité et ses conseils éclairés qui nous ont beaucoup aidé.

Nous remercions vivement Monsieur KADARI, qui a proposé le sujet de cette étude.

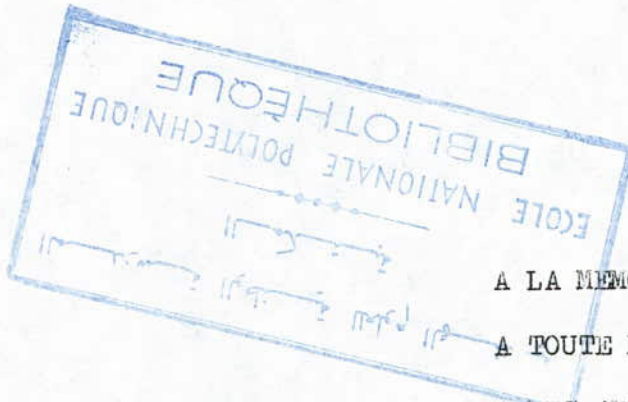
Nous ne manquerons pas d'exprimer également nos remerciements à:

- Monsieur HALIMI Mohieddine pour son aide précieuse.
- Monsieur GUERBASI Mahfoud , qui s'est chargé de la mise en forme du boîtier.
- Monsieur ADJILI Rabia et toute l'équipe de la Robotique du C.D.T.A pour leur collaboration.

Que tous ceux qui ont contribué d'une façon ou d'une autre à l'élaboration de cette thèse, ainsi que tous ceux qui ont veillé à notre formation, trouvent, ici, notre reconnaissance exprimée.

A MES PARENTS
A TOUTE MA FAMILLE
A MES AMIS

BRAHIM.



A LA MEMOIRE DE MES PARENTS
A TOUTE MA FAMILLE
A MES AMIS

SALIM.

TABLE DES MATIERES

	PAGE
INTRODUCTION.....	I
DONNEES PHYSIQUES DU PROBLEME :	
1) LA RADIOPROTECTION.....	4
2) LE DOSIMETRE.....	5
3) PRINCIPES DE LA DOSIMETRIE PAR LES FILMS DOSIMETRES.....	8
4) APPLICATIONS (C.E.N).....	II
LA REALISATION.....	I3
LA PARTIE MATERIEL (HARDWARE) :	
1) INTRODUCTION.....	15
2) CARTE MPU ET INTERFACE.....	15
3) CARTE MEMOIRE.....	25
LE LOGICIEL :	
1) INTRODUCTION.....	27
2) PRESENTATION GENERALE	27
3) ALGORITHMES ET ORGANIGRAMMES DES DIFFERENTS PROGRAMMES.....	29
CONCLUSION.....	37
ANNEXE I.....	38
ANNEXE 2.....	40
ANNEXE 3.....	43
BIBLIOGRAPHIE.....	44

oooooooooooooooooooo

I N T R O D U C T I O N .

Pour l'évaluation des quantités de rayonnement absorbées par les tissus du corps humain ; le service de dosimétrie du centre de radioprotection du C.E.N a adopté la méthode basée sur le nouveau dosimètre réalisé par la firme KODACK et commercialisé sous l'appellation de "Film dosimètre type 1".

Ce film, muni de filtrations et enfermé dans un boîtier, sera porté par tout le personnel du c e n.

Avec le densitomètre à réflexion, c'est à dire l'appareil qui mesure la noirceur des différentes plages du film, le personnel qualifié établit des courbes d'étalonnage, et ceci avec des films irradiés ^{par} des doses connues (au 60 CO par exemple).

C'est alors que commence une procédure astreignante, au terme de laquelle la dose réelle absorbée est déterminée.

L'opérateur doit mesurer (au densitomètre) les différentes noirceurs des plages du film. Il doit ensuite reporter ces valeurs sur la courbe d'étalonnage correspondante, afin de déterminer les doses apparentes.

A ces dernières il doit appliquer des formules mathématiques, tenant compte de la nature du ou des rayonnements et des différentes corrections à apporter, pour aboutir à la dose réelle.

C'est pour éviter cette fastidieuse tâche qu'à germé l'idée de concevoir un système qui automatiserait la dite procédure.

Vu le volume important des données à manipuler, les différents traitements à leur faire subir, et les possibilités d'extension ^{qui} doit présenter cet appareil; la solution qui a été adoptée est un système à base de microprocesseur (ou microsystème). c'est donc la conception et la réalisation de ce dernier qui représente le sujet de ce projet de fin d'étude.

L'étude de ce projet se divise en trois grandes parties.

Dans la première partie nous expliciterons la nécessité et le rôle de la radioprotection; nous exposerons, ensuite, le principe de la dosimétrie et sa mise en pratique dans le cadre des applications envisagées par le service de dosimétrie du CEN.

.../...

L'aspect matériel (ou HARDWARE) du microsysteme sera largement developpé dans la deuxième partie.

Quant à la dernière, elle sera résevée essentiellement à la présentation detaillée des programmes de traitement et de gestion.

Chapitre premier

DONNEES PHYSIQUES DU PROBLEME

1) RADIOPROTECTION

- 2) LE DOSIMETRE : a) Les emulsions
(TYPE 1 KODACK) b) Le boitier
c) Identification des rayonnements

3) Principes de la dosimetrie par les films dosimetres

4) Application par le service de dosimetrie du CEN

1) LA RADIOPROTECTION

Le but de la radioprotection est d'éviter que les individus ne soient soumis à des radioexpositions excessives, sa nécessité devient évidente dès l'apparition d'un risque réel d'irradiation externe.

Ce dernier augmente considérablement la probabilité de radioexpositions supérieures aux normes admissibles.

Il devient donc indispensable de mettre en place certains moyens de dosimétrie.

Pour le personnel professionnellement exposé aux rayonnements; il est bien évident que l'évaluation des doses reçues, à partir des mesures faites sur les installations et postes de travail n'est plus significative.

De même, pour avoir une idée assez précise des doses reçues, il est nécessaire de compléter le lot d'informations résultant des moyens de dosimétrie personnelle; par une dosimétrie d'ambiance c'est à dire par l'évaluation des champs de rayonnement dans lesquels évoluent les travailleurs.

Le résultat escompté par la dosimétrie individuelle est la connaissance d'une valeur approchée de la dose reçue par le porteur (du dosimètre) et ceci pendant un intervalle de temps déterminé et en un point du corps aussi représentatif que possible du risque biologique réel (l'ensemble dosimétrique est porté en général sur le tronc au niveau du cœur).

Le problème de l'évaluation de la dose reçue comporte donc un certain nombre de paramètres qui interviennent dans la définition des données propres à l'irradiation :

- variation dans l'espace et dans le temps du champ de rayonnement auquel l'individu est exposé
- définition de l'intervalle de temps pendant lequel s'effectue la sommation des doses reçues
- différenciation des doses reçues en différents points du corps

Ce sont évidemment les paramètres précédents qui influenceront d'une manière concluante sur le choix des dosimètres, sur celui des méthodes d'évaluation des doses et sur les procédures de surveillance et de contrôle.

Nonobstant ses infirmités sur bien des plans le film dosimètre offre des renseignements précieux que les autres systèmes ne sont actuellement pas en mesure de fournir; notamment :

- sur la présence de contamination
- sur l'étude des faisceaux; etc.

C'est pour ces raisons que le service de dosimétrie du centre de radioprotection du C.E.N a adopté le film dosimètre 1 de la firme KODACK, comme système de dosimétrie personnelle.

Dans la perspective d'un manque notable de précision, il est possible les résultats obtenus; et ceci par l'adjonction de dispositifs faisant appel à d'autres techniques. C'est à cet effet que le boîtier porte film a été muni de logements complémentaires.

2) Le dosimètre

L'ensemble individuel de dosimétrie comprend un boîtier porte-écran contenant un film dosimétrique fabriqué par la firme KODACK.

Il est pourvu de deux (2) logements pour l'éventuelle adjonction de dispositifs complémentaires comportant des dosimètres radiothermoluminescents.

Le tout est scellé dans une enveloppe en matière plastique assurant l'étanchéité aux vapeurs chimiques.

A) Les émulsions

Le film KODACK TYPE 1, est utilisé pour la dosimétrie des rayonnements Bêta; électromagnétiques X ou γ ; et des neutrons thermiques.

C'est un ensemble de trois émulsions couchées sur un support opaque dont les gammes de sensibilité sont respectivement :

1ere EMULSION	:	20 millirontghens
2eme EMULSION	:	600 " //
3eme EMULSION	:	20 " //

Il est à noter que ces différentes sensibilités sont obtenues par une variation de la concentration d'argent d'une émulsion à l'autre.

L'appréciation des doses peut être effectuée à partir de films étalons soit par simple comparaison visuelle, soit à l'aide d'un densitomètre à réflexion. Une plage, strictement insensible, au rayonnement est réservée au marquage; ce dernier est effectué par simple pression sur sur l'emballage; à l'aide d'un stylo par exemple. (FIG 1 a).

Un dispositif spécial, appelé témoin de développement permet de vérifier si le développement du film est effectué dans des conditions normales. (FIG 1.6).

Ces divers éléments sont montés sur une même bande adhésive, ce qui évite l'inconvénient de développer séparément les émulsions distinctes.

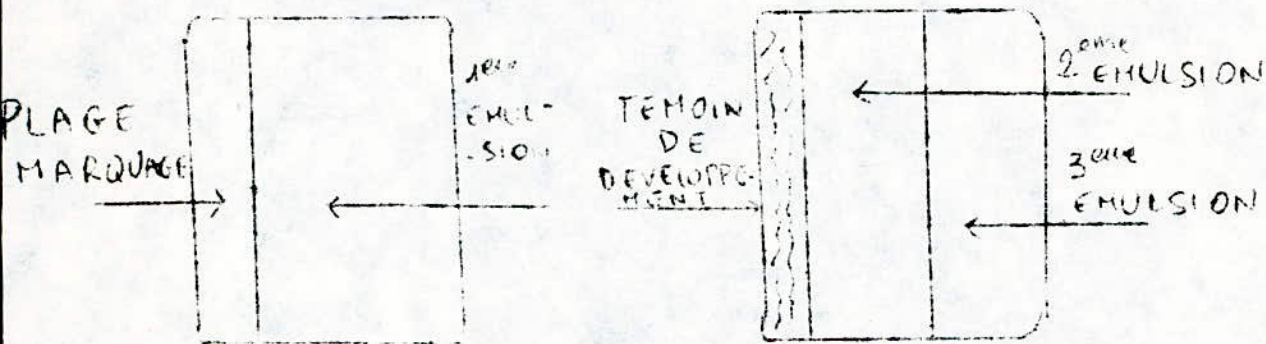


Fig 1. a

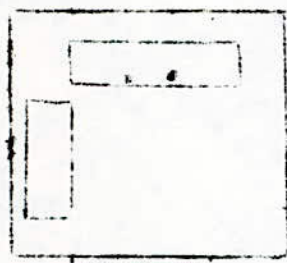
Fig 1. b

Le Film dosimétrique

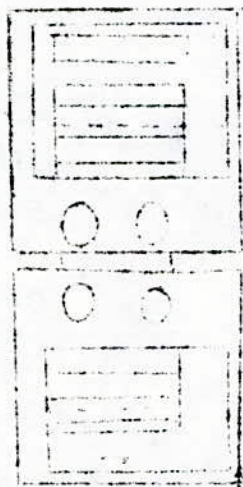
Le film est emballé dans un complexe d'aluminium polyéthylène, matériau thermosoudable qui présente une excellente étanchéité à toutes les vapeurs. En particulier le fading dû essentiellement à l'humidité de l'air est considérablement réduit. Toutes ces précautions rendent possible la prolongation de la période du port du dosimètre au delà le 1er mois, et ceci même dans les régions tempérées.

B) Le boîtier Porte-Filtres (FIG 2)

Il est composé de deux parties, dans lesquelles sont aménagés les logements des filtrations métalliques de manière symétriques; ces deux parties sont reliées par une languette. La face arrière se rabat, et vient se loger dans la face avant permettant ainsi la fermeture du système. Les différentes émulsions couchées sur leur support sont introduites entre ces deux séries d'écrans et maintenues en place par un système de butées.



FERMÉ



OUVERT

FIG. 2

- BOITIER PORTE FILTRE -

Deux pastilles de plomb sorties à l'arrière de la fenêtre vue de la plaque dorsale du boîtier permettent de déterminer le sens de l'irradiation (de face ou de dos).

Les filtrations utilisées dans ce dispositif sont les suivantes :

- PLAGE A..... Plage vue pour l'irradiation de face seulement
- PLAGE B..... 300 mg/cm² de matière plastique
- PLAGE C..... 1,5 mm d'Aluminium
- PLAGE D..... Cuivre 0,2 mm + 1,3 mm Aluminium
- PLAGE E..... Cuivre 0,2 mm + cuivre 0,4 mm
- PLAGE F..... CADMIUM 0,34 + ETAIN 0,6mm + Plomb 0,4mm
- PLAGE G..... ETAIN 0,4mm + ETAIN 0,6mm + Plomb 0,4mm

C) IDENTIFICATION DES RAYONNEMENTS :

Cette opération constitue la première phase de l'interprétation après le développement du film. C'est ce diagnostic qui permet de caractériser qualitativement le ou les rayonnements auxquels a été soumis le dosimètre.

Vue la surface des émulsions il est difficile voire impossible de disposer le nombre suffisant d'écrans pour permettre l'identification de tous les rayonnements.

Le centre de radioprotection a donc été mené à faire un choix, ce dernier a été guidé par les cas d'irradiations rencontrés dans les installations surveillées.

Il est à noter que cet aspect qualitatif de l'interprétation est grandement facilité par le contraste des émulsions, le seul aspect du film permet souvent de se faire une idée valable sur la composition du rayonnement.

1) Rayonnement électromagnétique :

L'importante filtration par les écrans F ou G permet d'atténuer l'hypersensibilité du film aux rayonnements électromagnétiques d'énergie supérieure à 65 KeV. Les autres filtres A, B, C, D et E permettent d'apprécier la qualité du rayonnement. Dans le cas de la superposition de rayonnements d'énergies différentes; la noirceur derrière les plages F et G témoigne de la présence de rayonnements durs; l'évaluation de la qualité de rayonnements mous à l'aide des plages D et E doit être étayée par un test sur le facteur de contraste obtenu avec un filtre léger et un filtre moyen (par exp C et D).

.../...

Le facteur de contraste étant défini comme le rapport entre les expositions équivalentes mesurées derrière deux filtres donnés.

2) Rayonnements mixtes comprenant des électromagnétique et des Bêta:

Les Bêta sont pratiquement toujours accompagnés de rayonnements électromagnétiques, au moins celui que produit le freinage des électrons dans les divers matériaux que ceux-ci rencontrent le long de leurs trajectoires.

Le cas le plus simple est celui où le rayonnement électromagnétique est dur. Les bêta sont alors détectés par le noircissement qu'ils occasionnent derrière les filtres A, B et C; et dont l'intensité décroît dans le même sens.

On ne peut pratiquement pas confondre les Bêta avec les X très mous en raison de l'aspect présenté par le film. Dans le cas le plus défavorable on pourrait les confondre (90 Sr - 90 Y) et un rayonnement X de 10 KeV.

Cette erreur ne serait pas visible à l'individu puisqu'elle se traduirait par une surestimation de 100% de la dose due à un rayonnement très peu pénétrant qui affecte principalement la peau.

3) Rayonnement mixte comprenant des électromagnétiques et des neutrons thermiques :

Cette situation n'offre pas de difficultés; on conclut à la présence de neutrons thermiques par l'existence d'un contraste entre les plages F et G.

D) Méthodes de correction

Pour la traduction en exposition ou en dose absorbée des densités optiques mesurées sur le film (derrière) derrière les filtres; l'idéal serait de disposer d'un jeu de courbes d'étalonnage pour les rayonnements les plus fréquemment rencontrés. Ce pendant vu les possibilités d'irradiation (actuellement limitées) du C.E.N; toutes les densités optiques sont reportées sur une courbe établie pour chaque filtre à l'aide du COBALT 60.

Les valeurs numériques ainsi obtenues seront appelées par convention "DOSES APPARENTES" ou "EXPOSITIONS EQUIVALENTES".

Tous les calculs, y compris celui du facteur de contraste, sont effectués à l'aide de ces valeurs.

.../...

Cette façon de procéder rend la lecture des films systématique. De plus elle évite les erreurs dues aux variations de sensibilité de l'émulsion.

E) Evaluation des expositions équivalentes

Les courbes précitées (D) tracées à l'aide de dosimètres irradiés au COBALT 60; traduisent la relation entre la densité optique du film et l'exposition.

L'exposition équivalente au noircissement trouvé derrière un filtre est obtenue en reportant sur ce graphique la dose optique de la plage; on effectue cette mesure à l'aide d'un densitomètre à réflexion.

F) CALCULS

Après l'identification des rayonnements en cause, il faut procéder à des corrections sur les expositions équivalentes mesurées, afin de déterminer l'exposition réelle c'est à dire la dose absorbée de rayonnements purs ou mixtes comprenant des électromagnétiques, des bêta et des neutrons thermiques.

1) Rayonnements électromagnétiques Mous émis selon un spectre simple:

Après avoir calculé le facteur de contraste entre deux plages (par exp D et E) il suffit de se reporter à une courbe donnant le facteur de contraste en fonction du facteur de correction (cette dernière aura été préalablement établie pour le contraste D/E); afin de trouver le facteur de correction qu'il convient d'appliquer à l'exposition équivalente trouvée derrière chacun des filtres.

A titre d'indication, on peut envisager de recommencer l'opération à l'aide d'un autre couple de plages.

2) Rayonnements électromagnétiques Durs et Mous superposés

On attribue à la composante la plus dure l'exposition trouvée en F ou G et on retranche cette valeur de l'exposition apparente trouvée derrière chacun des autres filtres. Le calcul est ensuite mené de la même manière qu'au paragraphe (F; 1).

3) Rayonnement mixte comprenant des électromagnétiques et des Bêtas

On procède par approximations successives, comme précédemment; en essayant toutefois en premier lieu d'évaluer la composante dure aux bêtas.

Signalons que l'étalonnage du dosimètre pour les Bêta a été établi par le laboratoire de dosimétrie de FONTENAY AUX ROSES; à l'aide d'une chambre à extrapolation.

4) Rayonnement mixte comprenant des électromagnétiques et des neutrons thermiques :

Bien que théoriquement simple, ce problème se trouve compliqué par l'action du rayonnement émis par le Cadmium du filtre F sur la plage G. La solution la plus commode pour tenir compte de ce défaut est de considérer qu'un phénomène identique se trouve lors de l'étalonnage du dosimètre aux neutrons thermiques.

L'aboutissement de ce raisonnement et la relation donnant "l'équivalent dose" dû à ces neutrons :

$$DE = (DF - DG) 0,55$$

Par ailleurs il est à noter que l'action des neutrons sur l'argent de l'émulsion n'est pas négligeable; celle-ci entraîne une augmentation de la densité optique sur toutes les plages, notamment sous l'écran G. Pour connaître l'exposition réelle, il faut donc retrancher de la valeur lue, la part due à :

- a) à l'action des neutrons thermiques sur l'émulsion
- b) à l'action des rayonnements réémis par le Cadmium on aura donc :

$$EXPOSITION = DG - KDE \quad K \text{ étant lié à l'émulsion}$$

APPLICATIONS

Partant de constatations expérimentales le personnel qualifié du service de dosimétrie (du CEN) a conclu que l'on pouvait ramener toutes les valeurs à la courbe d'étalonnage de la plage "6".

Cette dernière plage correspondant du filtre F (cd 0,34mm + Sn 0,6mm + Pb 0,4mm) est celle qui présente le phénomène de résonance minimum quant à la sensibilité de l'émulsion aux rayonnements.

D'où, et après détermination des différents coefficients; on peut affecter à chaque type de rayonnements : une formule empirique liant la dose réelle aux doses apparentes.

RAYONS X

$$D_x = (D_{m1} - \dots - D_{m3}) \times 0,14 + \frac{1}{20} (D_{m5} + D_{m6})$$

NEUTRONS

$$D_n = (D_{m6} - D_{m7}) \times 0,5$$

1er EMULSION

$$D_{nt1} = D_n \times 0,3$$

2eme ET 3eme EMULSION

$$D_{nt 2,3} = D_{m7} \times 0,3$$

RAYONS γ

$$D_A = x M6 \text{ ou } X M7$$

BETA

$$D_B = (x M6 - X M7)$$

D : dose réelle

D_{mi} : dose apparente pour la i eme plage.

LA REALISATION

Elle se divise en deux parties essentielles.

- Le matériel
- Le logiciel

Le matériel

Il se compose de deux cartes compatibles "EXORCISER"

- La première renferme le module MPU et le module interface. Le module MPU renferme le microprocesseur et les divers circuits nécessaires à son fonctionnement, notamment l'horloge et les amplificateurs de bus. Le module interface quant à lui renferme les circuits d'interface série et parallèle et les différentes logiques de commande qu'exigent leurs fonctionnements. Cette carte contient donc l'unité de traitement et la circuiterie nécessaire au dialogue opérateur - microsystème.
- La deuxième carte comporte le champ mémoire, ce dernier se compose de "RAMs" statique et d' "EPROMs" .
- Les RAMs contiennent les données et les valeurs intermédiaires et finales.
- Les EPROMs, quant à elles, renferment le programme de traitement des différentes informations et le moniteur (Minibug de Motorola

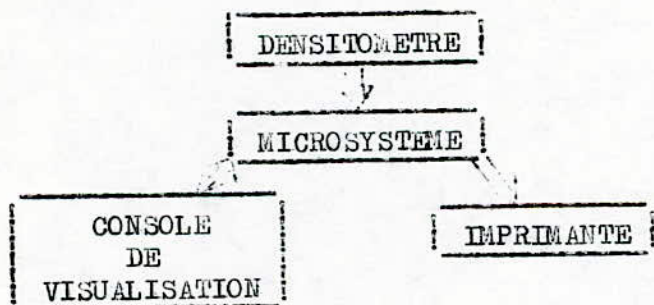
Les deux cartes sont reliées à un fond de panier compatible " EXORCISER " par l'intermédiaire de connecteurs, ceci permet l'interconnexion de l'ensemble.

Pour le fonctionnement de l'ensemble, deux alimentations sont utilisées. La première délivre un courant de cinq (5) Ampères sous une tension de cinq (5) Volts, la seconde délivre cinq cent milliampères sur chacune des deux tensions plus douze Volts (+12 V) et moins douze Volts (-12 V).

Le logiciel

C'est un programme qui automatise la procédure d'étalonnage et de traitement, de la dosimétrie par le film dosimètre: KODACK TYPE I; en permettant toutefois à un opérateur de le manœuvrer suivant les cas rencontrés.

Le microsysteme ainsi réalisé doit fonctionner en coordination avec un environnement constitué d'un densitometre, d'une console de visualisation et d'une imprimante. Et ceci suivant le schéma synoptique suivant:



CHAPITRE DEUX
Partie Matériel (HARDWARE)

I/ - Introduction :

L'ensemble matériel est constitué de deux cartes dont chacune est subdivisée en blocs. On distingue, pour la première carte les blocs MPU et interface ; pour la deuxième le bloc mémoire.

L'unité centrale ou, MPU, représente en quelque sorte le cœur du microsysteme. Elle est dotée du microprocesseur MC 6800 B. A cette unité est adjointe l'unité d'interface ; celle-ci nous permet de communiquer avec les périphériques. Elle est construite autour de deux circuits d'interface, parallèle et série.

La carte mémoire comprend :

- Huit (8) K octets de RAM pouvant recevoir des données variables.
- Dix sept (17) K octets d'EPROM abritant les programmes de traitement et d'exploitation.

Dans ce chapitre nous traiterons des différents blocs cités plus haut.

II - Carte MPU et interface :

A/ Bloc MPU (Microprocesseur Unité) :

Il regroupe les éléments suivants :

- Le microprocesseur
- Le circuit d'interface des bus de données et d'adresses
- Le circuit de la logique de commande et de contrôle.
- Le circuit d'horloge
- Le circuit de la remise à zéro manuelle.

A1/ Le Microprocesseur : c'est le MC 6800 B de Motorola ; un microprocesseur huit (8) bits, le premier de la famille 6800 ; aux performances modestes mais, dont l'utilisation est largement répandue. Il se présente sous la forme d'un boîtier de 40 broches.

Il permet d'adresser (d'adresser) 64 K octets par bus d'adresses. Il est alimenté par une alimentation + 5 volts et est compatible TTL.

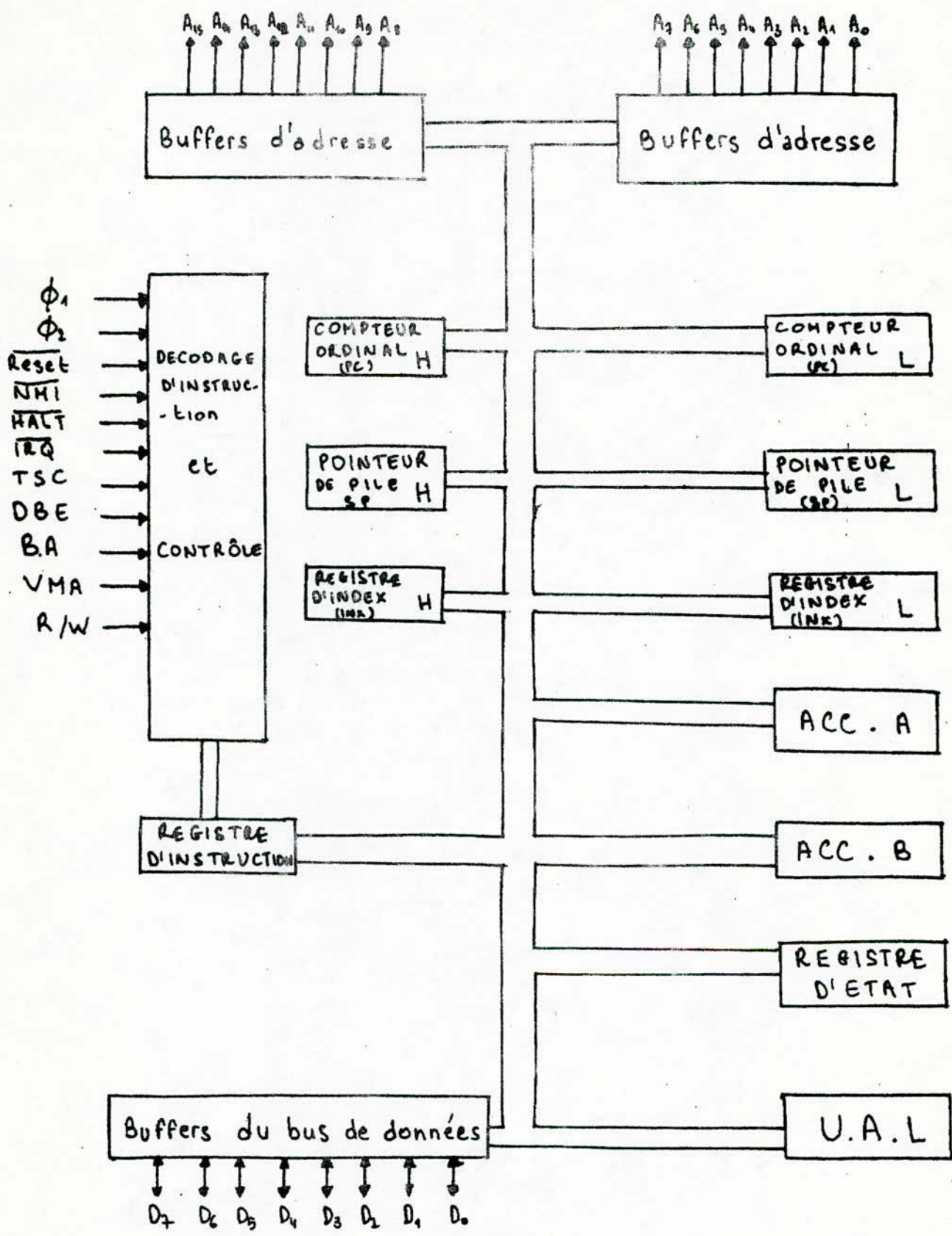
a/ Structure interne du microprocesseur :

Il est formé de 2 accumulateurs (8 bits A et B, d'un registre d'index (16 bits), d'un compteur de programme (16 bits) d'un pointeur de pile (16 bits) et d'un registre de condition (8 bits) ce sont des registres adressables dont voici leur utilisation :

- Les accumulateurs A et B ou registres de travail utilisés pour les calculs arithmétiques et logique ainsi que pour tout transit de données.
- Le registre d'index : Il est principalement utilisé dans le mode d'adresse indexé comme pointeur d'adresse. Il peut être
- Le pointeur de pile : Il contient constamment la première adresse disponible de la pile qui est située en mémoire vive. Lors de l'exécution de sous programme, ou bien dans le cas d'interruption, le microprocesseur sauvegarde les contenus de ses divers registres dans la pile.
- Registre de condition : Chacun de ses 6 premiers bits est affecté à la suite de l'exécution de certaines instructions. Les bits 6 et 7 sont fixés à "1".

Il comporte les indicateurs d'état suivants :

- (b0) = C : retenue $\left\{ \begin{array}{l} C = 1, \text{ indique qu'il y a retenue} \\ C = 0, \text{ indique qu'il n'a pas de retenue} \end{array} \right.$
- (b1) = V : dépassement de capacité $\left\{ \begin{array}{l} V = 1 ; \text{ dépassement de capacité} \\ \text{en code complément à 2} \\ V = 0, \text{ pas de dépassement} \end{array} \right.$
- (b2) = Z : résultat nul, cet indicateur se met à "1" pour indiquer que le résultat d'opération arithmétique est nul ; autrement, il se positionne à zéro.
- (b3) = N : négatif. Il est à l'état haut pour indiquer que le bit sept (7) du résultat d'opération est à "1".
- (b4) = I : Marque d'interruption. Il est positionné à "1" quand une demande d'interruption IRQ ou NMI peut être satisfaite.
- (b5) = H : demi retenue : S'il y a retenue du bit 3 sur le bit 4, il est mis à "1".



— STRUCTURE INTERNE DU MC 6800 —

b/ Les différentes lignes du microprocesseur :

Les lignes du microprocesseur sont en nombre de trois variantes :

- Lignes de données
- Lignes d'adresses
- Lignes de contrôle et de commande.

b1/ Les lignes de données (D0 - D7)

La communication entre le microprocesseur et le bus de données bidirectionnel se fait par l'intermédiaire de 3 lignes (D0 - D7).

b2/ Les lignes d'adresses : Ces lignes, qui sont en nombre de 16, assurent le transfert des adresses du microprocesseur vers le bus d'adresses.

Notons que chacune des lignes de données et d'adresses peut piloter huit circuits de la famille 6300 ou une charge TTL et est dotée d'un "buffer" de sortie en logique 3 états.

b3/ Lignes de contrôle :

b 31/ Les lignes $\emptyset 1$ et $\emptyset 2$:

$\emptyset 1$ = phase d'horloge destinée à activer le MPU

$\emptyset 2$ = Elle met en liaison l'élément sélectionné avec le MPU ; ceci quand le bus d'adresses et la VMA sont validés.

b 32/ Ligne R/W (Lecture/écriture) :

Elle fixe le sens du transfert des données

R/W = 1 ; Lecture

R/W = 0 ; Ecriture.

b 33/ Ligne VMA : (validation d'adresse mémoire) ; Elle indique lorsqu'elle est à l'état haut la validation d'une adresse sur le bus d'adresses et est en logique 3 états.

.../...

- b 34/ Ligne TSC (THREE STATE Contrôle) : Contrôle troisième état
Elle met lorsqu'elle est à l'état haut les lignes d'adresses et la ligne R/W à l'état haute impédance.
- b 35/ Ligne B A : (Bus disponible). A l'état haut, elle indique que le microprocesseur est stoppé et donc le bus d'adresses disponible.
- b 36/ Ligne DBE : (Activation du bus de données). Le bus de données est validé lorsqu'elle se trouve à l'état haut. A cette entrée est appliquée la phase $\emptyset 2$ (TTL) de l'horloge.
- b 37/ Ligne Halt : Lorsqu'elle passe à l'état bas il y a arrêt* de toute activité du microprocesseur.
- b 38/ Ligne Reset : Nous lui avons appliqué le signal du "reset manuel. Elle permet de faire démarrer ou remettre à zéro le MPU.
- b 39/ Ligne IRQ : Ligne de demande d'interruption masquable.
Le microprocesseur répond à cette ligne en mettant à 1 le bit 1 du registre de condition et se branche à un sous programme d'interruption.
- b3 10/ Ligne (NMI) : Ligne de demande d'interruption non masquable.

A2/ Circuits d'interface des bus de données et d'adresses :
Chacun de ces deux circuits est confiné dans un rôle essentiellement passif d'amplification et de protection.

A21/ Circuit d'interface du bus de données :
Deux circuits MC 8T26 le constituent. Ils assurent la protection du microprocesseur et permettent d'adapter le bus avec le reste du système.

.../...

A 22/ Circuit d'interface du bus d'adresses :

Il réalise l'adaptation des lignes d'adresses du microprocesseur avec le bus d'adresses. Celle-ci est obtenue grâce à 3 circuits du type MC 8T 95.

Les deux types de circuits utilisés dans les interfaces décrits précédemment possèdent une logique à 3 états, offrent la possibilité d'être commandés ; sont réalisés suivant la technologie schottky et compatibles avec la famille 74 LS.

A3/ Logique de commande :

Le circuit logique permet la validation d'interface dans le sens entrant ou sortant ; ceci suivant qu'il s'agisse d'un ordre de lecture ou d'écriture.

A31/ L'opération d'écriture :

Elle n'a lieu que si :

- Le signal d'écriture est validé (non placé en haute impédance) et la commande R/W = 0.
- Le bus de données du microprocesseur est activé afin de pouvoir transférer les données soit DBE = 1
- Le bus d'adresses est disponible, soit BA = 0.

Le signal résultant, noté S'écrit, sera le signal de commande de l'opération d'écriture.

$S \text{ écrit} = R/W \cdot BA \cdot DBE$ (Voir table de vérité)

A32/ Opération de lecture :

Elle n'aura lieu qu'à la réalisation des conditions suivantes :

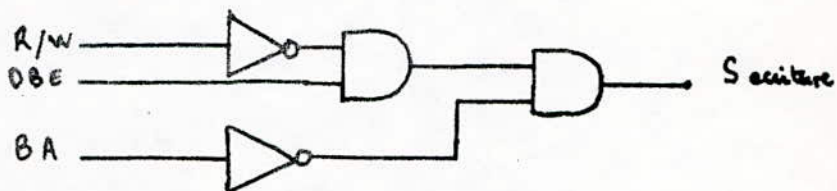
- Le signal R/W doit être obligatoirement un signal de lecture ; soit R/W = 1
- L'indispensable présence du signal $\emptyset 2$ (TTL) car les éléments à lire ne sont activés que pendant ce temps.
- Le bus de données doit être activé, soit DBE = 1 cette dernière condition n'est pas primordiale car en pratique DBE est l'équivalent de $\emptyset 2$ (TTL).

Soit le signal résultant : $S \text{ lect} = R/W \cdot \emptyset 2$ (voir table de vérité).

.../...

* Operation d'écriture

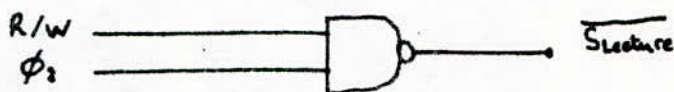
DBE	R/W	BA	Secrit
0	0	0	0
0	0	1	0
0	1	0	0
0	1	1	0
1	0	0	1
1	0	1	0
1	1	0	0
1	1	1	0



$$\text{Secrit} = \overline{R/w} \cdot \overline{BA} \cdot \text{DBE}$$

* Operation de lecture

R/W	ϕ_2	Slect
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

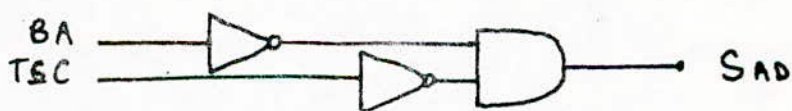


$$\text{Slect} = R/w \cdot \phi_2$$

$$\overline{\text{Slect}} = \overline{R/w} \cdot \overline{\phi_2}$$

* Commande des buffers du bus d'adresses :

TSC	BA	SAD
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	0



$$\text{SAD} = \overline{TSC} \cdot \overline{BA}$$

- Connexions sur les buffers :
- Secrit → Pin 15 des MC 8T26
 - $\overline{\text{Slect}}$ → Pin 1 des MC 8T26
 - SAD → Pins 1 et 15 des MC 8T95

Les signaux S écrit et S lect sont utilisés pour activer le circuit d'interface du bus de données. Notons que dans le cas des MC 8T26, le signal d'activation doit être au niveau bas. De ce fait, ils seront attaqués par S lect.

A33/ Circuit de commande de l'interface du bus d'adresses :

Le signal de commande, dans ce cas, sera une combinaison entre le signal TSC (contrôle troisième état) et le signal BA (bus disponible). Il sera noté S AD

$$S AD = \overline{TSC} \cdot \overline{BA} \quad (\text{voir table de vérité})$$

A4/ Le circuit d'horloge :

L'horloge utilisée est la MC 6871 B de Motorola. En plus des signaux nécessaires au microprocesseur, soient $\phi 1$ (NMOS), $\phi 2$ (TTL), Elle génère les signaux suivants :

- 2 FC = qui est deux fois la fréquence d'horloge
- Memory Ready = cette commande prolonge l'état haut de $\phi 2$ (ou l'état bas de $\phi 1$ puisque $\phi 1$ et $\phi 2$ sont en opposition de phase)
- Memory Clock : signal de sélection mémoire
- Hold : Le signal prolonge l'étendue de l'état haut de $\phi 1$ (NMOS).

A5/ Le circuit de réinitialisation :

C'est un générateur d'impulsion. Il est formé d'une bascule RS construite autour du circuit 74LS00. Elle fournit un signal "propre" ne transmettant pas les rebonds du poussoir. Ce dernier mis à la disposition de l'opérateur ; lui permet de faire démarrer ou réinitialiser le système.



- Circuit de réinitialisation à action manuelle.

.../...

B/ Unité d'interface :

Le microsystème communique avec les périphériques à travers deux circuits d'interface.

Le premier circuit, qui est construit autour du PIA MC 6821, permet la liaison avec le dosimètre. Le second, qui utilise deux circuits ACIA MC 6350, rend possible le dialogue avec les unités de visualisation et d'impression.

B1/ Circuit d'interface microsystème - Dosimètre :

Il est constitué essentiellement du PIA, d'un circuit de mémorisation temporaire d'information provenant du dosimètre et d'un circuit inverseur.

B1.1/ Le PIA (Peripheral Interface Adapter)

c'est un circuit à quarante broches, réalisé en technologie NMOS et monotension : + 5 volts.

Il est pratiquement symétrique, comporte deux ports de communication appelés port A et port B. chaque port comprend huit lignes programmables en entrée - sortie et ceci une à une ; le sens des échanges est fixé par le contenu du registre de direction de données (DDR).

Quatre lignes de contrôle (CA1 et 2, CB1 et 2) permettent le dialogue avec l'extérieur ; leur fonction est fixée par le registre de contrôle (CR). Enfin les données transmises à l'extérieur sont bufferisées dans 1 registre de sortie (OR).

Les échanges avec le microprocesseur se font par l'intermédiaire du :

- Bus de données D0 - D7 pour programmer les registres de contrôle (CRA et CRB), les registres de direction de donnée (DDRA et DDRB) et lire des informations, reçues sur un port, ou transmettre des données ;
- 3 lignes de validation de boîtier CS0, CS1, CS2 qui permettent l'adressage physique du boîtier.

Dans notre cas A2 et A3 sont connectées respectivement à CS0 et CS1, tandis que la ligne ENA PIA est connectée à CS2
- 2 entrées de sélection de registre : RS0 et RS1 permettent de distinguer les registres internes. Elles reçoivent dans notre cas les bits A0 et A1 du bus d'adresses.
- L'entrée ENABLE reçoit le signal $\phi 2$ (TTL) de l'horloge ; ceci pour assurer des échanges synchrones.

.../...

- L'entrée R/W fixe le sens des transferts ; Lecture PIA, ou écriture ;
- Une entrée RESET, permet la mise à zéro de tous les registres internes du PIA.
- 2 lignes d'interruption IRQA et IRQB
Ces 2 lignes sont reliées à la ligne IRQ du microprocesseur.
- Programmation des ports du PIA :
Le port A et la moitié du port B ($P_{B0} - P_{B3}$) sont programmés en entrée.

Les lignes programmées du PIA recevront les informations provenant du dosimètre.

Ce dernier nous délivre, par l'intermédiaire d'une sortie digitale, un nombre composé de 3 digits, codé en BCD.

B12/ Circuit inverseur :

Les informations issues du dosimètre sont en logique TTL, négative. Avant qu'elles ne fassent l'objet d'acquisition ; elles sont inversées.

Deux circuits MC 8T96 réalisent cette fonction.

B13/ Circuit de mémorisation :

Le digit de poids le plus faible de la valeur affichée sur le dosimètre présente une certaine instabilité. Pour remédier à cela, nous avons prévu 2 circuits MC 14503.

Ces derniers mémorisent l'information reçue et permettent ainsi son acquisition.

B2/ Interface de dialogue avec les unités de visualisation et d'impression :

Il est constitué de deux circuits de conversion de données identiques et d'un circuit générateur de signaux nécessaires à la synchronisation (BAND RATE).

B21/ Circuit de conversion :

La conversion parallèle série et série parallèle des données est réalisée par l'ACIA MC 6250. Celle-ci communique avec le microprocesseur par l'intermédiaire des bus de données, d'adresses (4 lignes) et de contrôle.

Le dialogue avec la périphérie est assuré par une ligne de transmission et une ligne de réception. Trois broches de contrôle assurent la synchronisation des transferts.

- Organisation interne :

L'ACIA comporte quatre registres internes :

- Le registre de transmission (TDR)
- Le registre de réception (RDR)
- Le registre de contrôle
- Le registre d'état.

- Organisation externe :

Le circuit MC 6250 se présente sous la forme d'un boîtier de 24 broches, monotension : + 5 volts.

a/ Liaison avec le microprocesseur.

Il est vu par le microprocesseur comme étant deux positions mémoires.

Sa sélection est opérée par trois chips selects : CS0, CS1, CS2.

Ces derniers reçoivent respectivement, dans le cas de l'interface avec l'unité de visualisation, les lignes d'adresses suivantes : A1, A2, et EN ACIA 1 ; pour l'interface imprimante les lignes : A1, A2 et EN ACIA 2.

B/ Bus de Contrôle :

Il se compose des lignes suivantes :

- E (ENABLE), signal d'activation des échanges. Il reçoit la phase Ø2 (TTL) de l'horloge.
- R/W : Lecture - écriture
- IRQ : Elle est reliée à la broche IRQ du microprocesseur.

.../...

C/ Fonctionnement de L'ACIA :

1/ Transfert d'une donnée entre le processeur et la périphérie :

La donnée est chargée dans le registre de transmission TDR, on fait un accès en écriture. TDR transfère cette donnée dans un registre de décalage qui la 'serialise.'

2/ Transfert d'une donnée entre la périphérie et le processeur :

Le mot est réceptionné par le registre à décalage (RSR) qui le 'desserialise'. Il est ensuite transféré dans le registre de réception. La donnée reçue sera prise en compte par un accès en lecture (RDR).

B2.2/ Circuit BAUD RATE :

C'est le générateur MC 14411, piloté par un quartz de 1, 8432 MHz, il génère les phases d'horloge nécessaires à la transmission et à la réception des données.

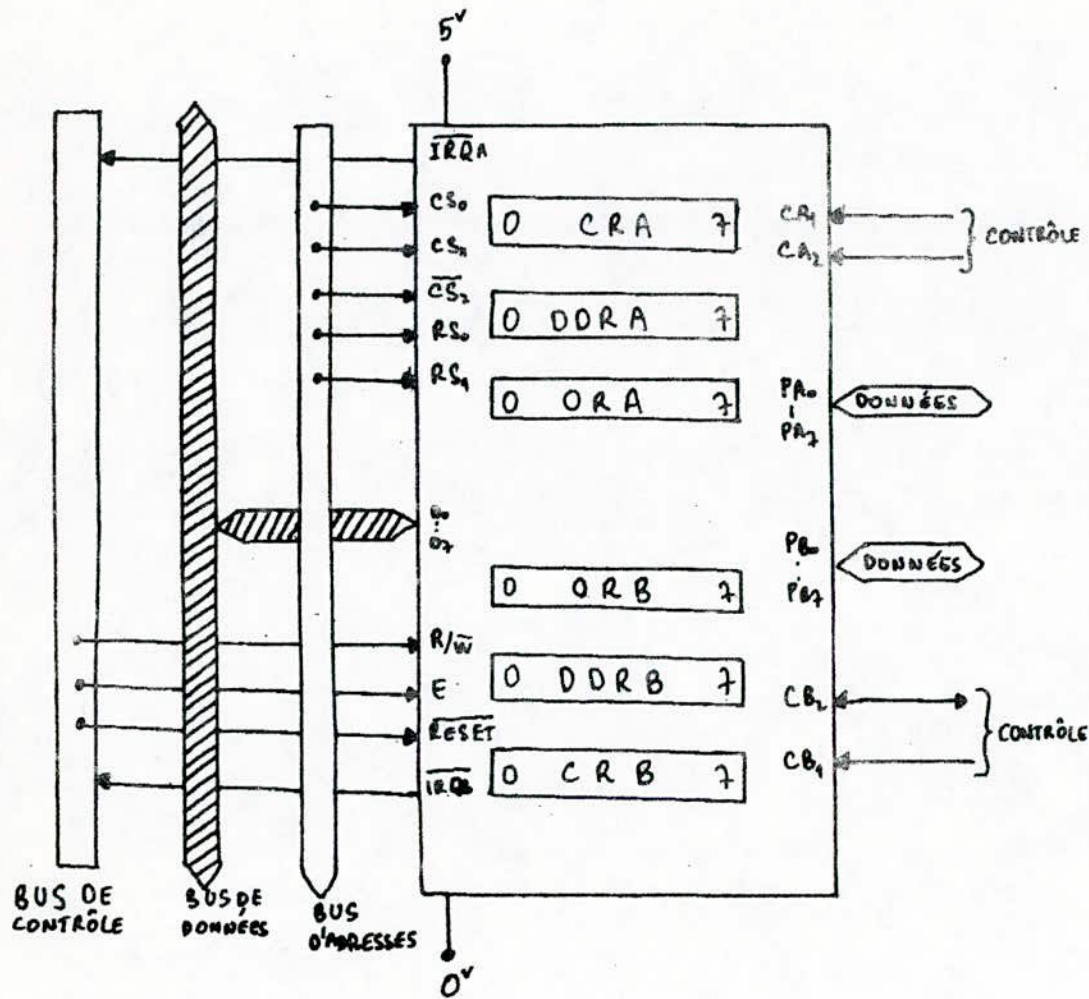
La connexion avec L'ACIA se fait à travers les lignes d'horloges. Il s'agit de :

- TXCLK : entrée horloge de transmission, elle sert de référence pour la transmission des données.
- RXCLK : entrée horloge de réception, elle est utilisée pour la synchronisation des informations reçues.

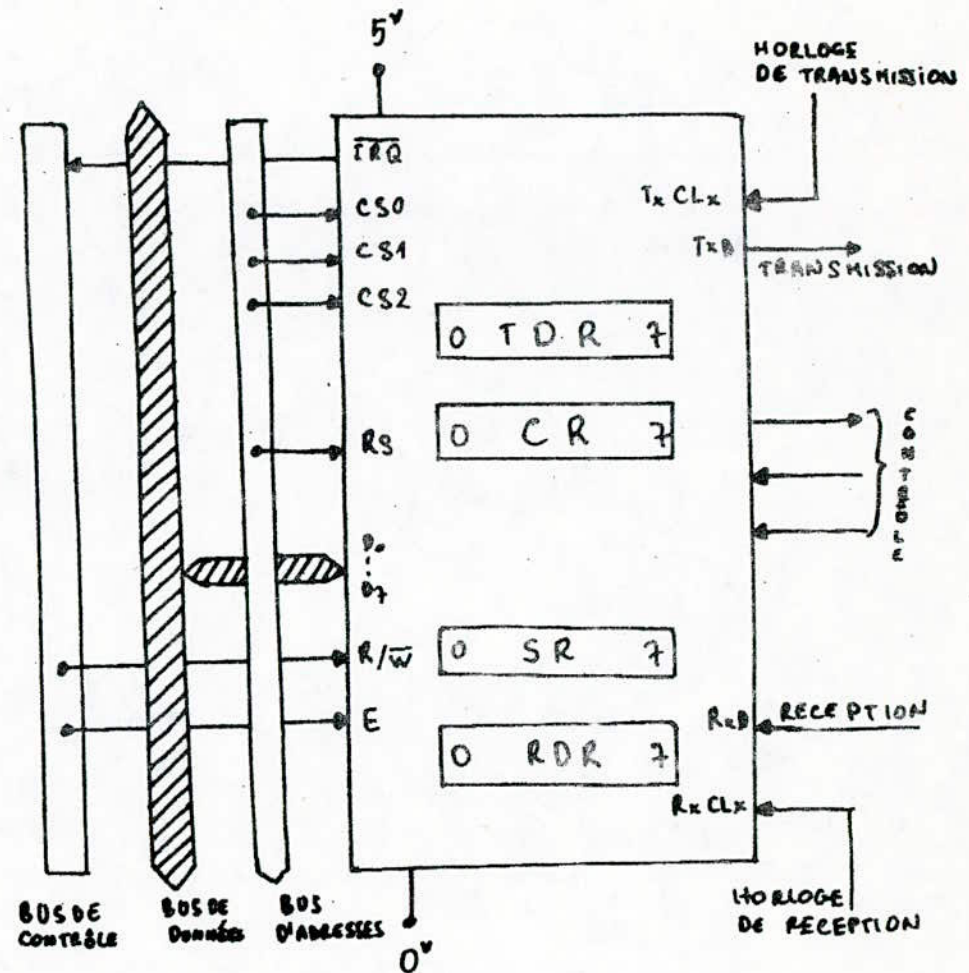
B2.3/ Circuit d'adaptation :

Il est basé essentiellement sur les transmetteurs MC 1438 et MC 1439. Il permet la réalisation de l'adaptation entre L'ACIA et la périphérie. La liaison de L'ACIA avec les unités de visualisation et d'impression se fait à travers les lignes de transfert et de contrôle moyennant ce circuit.

- La ligne de transmission de données en série (TXD)
- La ligne de réception de données (RXD), elle réceptionne les données provenant de la périphérie.
- La ligne \overline{CTS} : entrée d'inhibition de l'émetteur.
- La ligne \overline{DCD} , qui dans notre cas est mise à la masse, permet le contrôle de la réception.

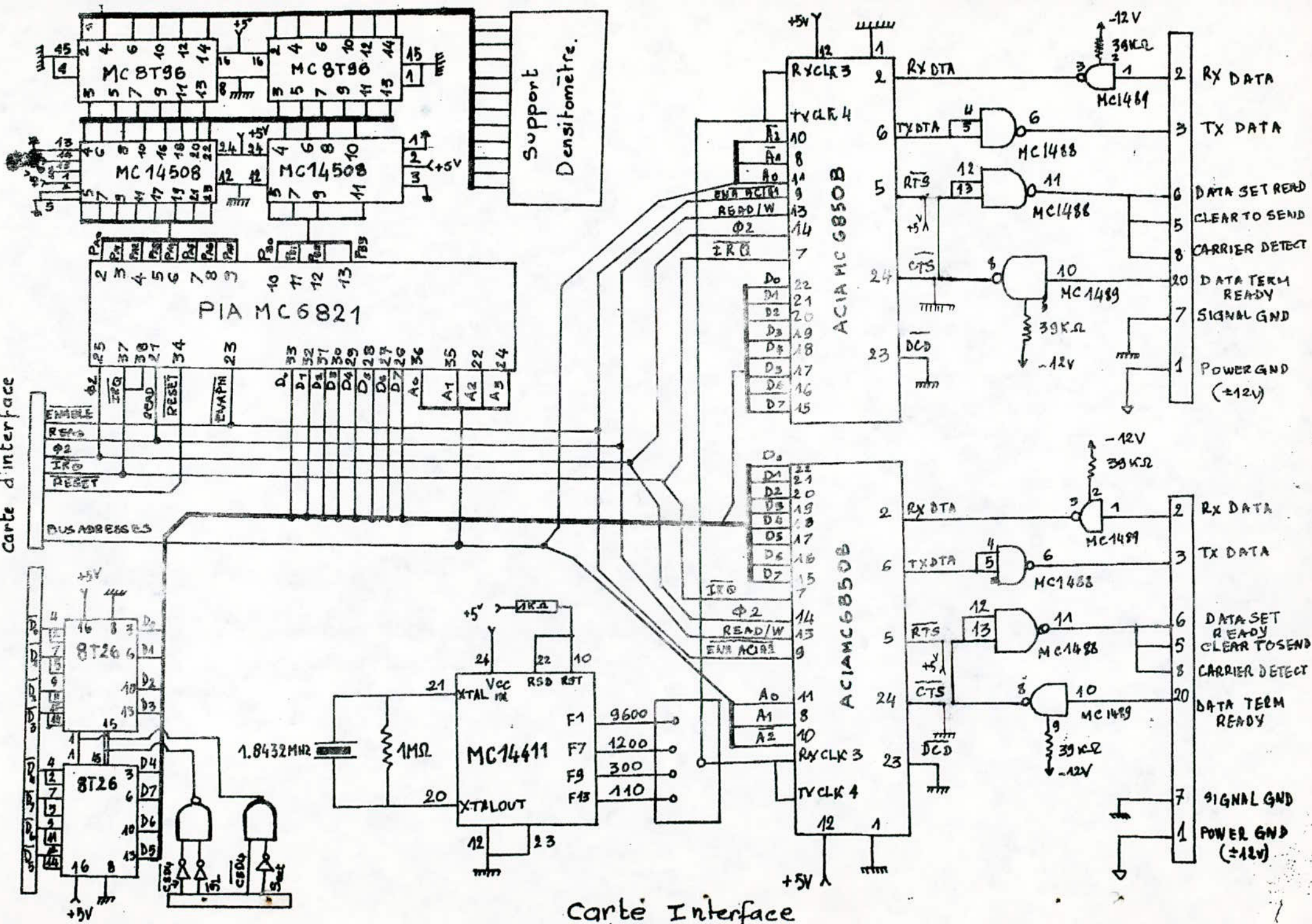


- Organisation Interne et Externe du P.I.A. -



- Organisation Interne et Externe -
De L'A.C.I.A.

carte d'interface



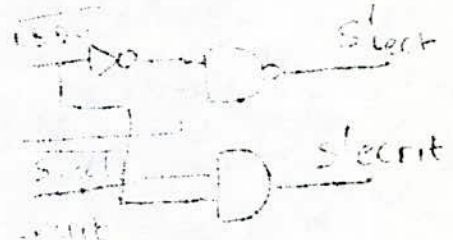
carte Interface

B2.4/ Circuit d'interface du bus de données de ce bloc :

Il s'agit d'un circuit similaire à celui utilisé dans l'unité MPU. Nous nous limitons ici à la description de sa logique de commande. Cette dernière permet la validation des circuits d'interface du bus de données pendant les phases de lecture et d'écriture ; ceci, seulement lorsque les éléments de ce bloc sont adressés.

Pour la lecture :
 $S'lect = \overline{CSD4} \quad S'lect$

Pour l'écriture :
 $S'ecrit = CSD4 \quad S'ecrit$



$\overline{CSD4}$: La quatrième sortie du décodeur noté (décodeur principal)

III - Carte mémoire :

A/ Mémoire centrale :

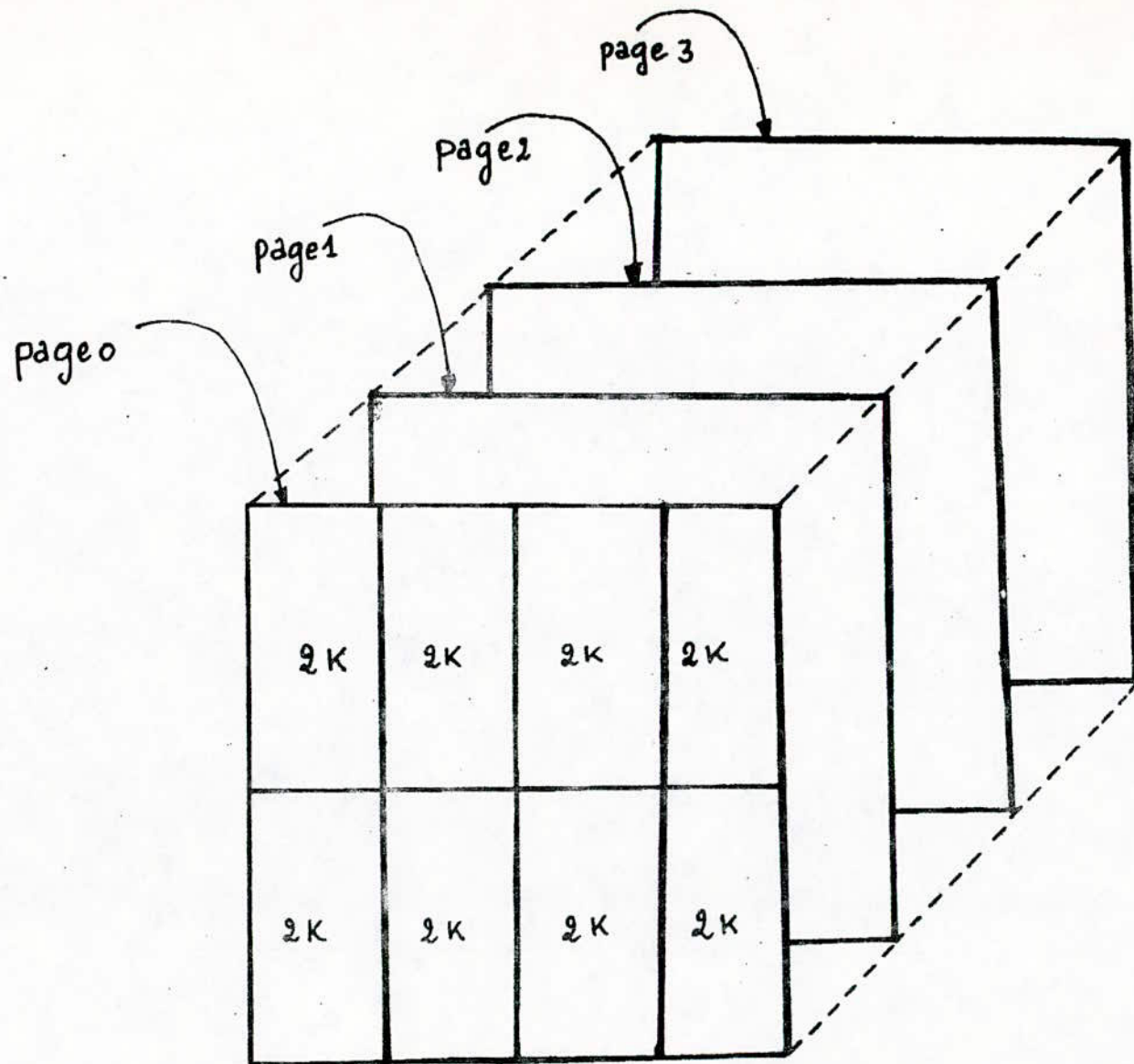
La mémoire centrale du microsystème se compose de deux parties principales, un champ de mémoires vives (RAM) pour recevoir des informations variables et un champ de mémoires mortes (EPROM) dans lequel sont stockés les programmes de traitement et d'exploitation.

A1/ Mémoires Vives :

Pour la réalisation de cette partie de la mémoire centrale nous avons utilisé la mémoire RAM statique type TMM 2016 d'une capacité de 2 K bytes, disposée en quatre plans de mémoire de façon à avoir un champ mémoire de 8 K octets. Notons qu'il est possible d'étendre le champ de cette partie.

A2/ Mémoires mortes :

Nous avons utilisé des EPROM type TMM 2716 d'une capacité de 2 K bytes. Huit plans identiques de 2 K bytes chacun forment le champ mémoire EPROM. Dans ce dernier sont stockés les différents programmes de traitement. Quant au système d'exploitation qui est le Minibug de Motorola, il est logé dans une EPROM type TMM 2708 d'une capacité de un K bytes.



— Organisation en page du champ memoire —

A15	A14	A13	A12	A11	A10	A9	A8	A7	A6	A5	A4	A3	A2	A1	A0	ATTRIBUTION
0	0	0	0	0	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	\$0000 RAM 8 K BYTES
0	0	0	0	1	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
0	0	0	1	0	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
0	0	0	1	1	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
1	1	1	0	0	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	\$4000 EPRON 46 K BYTES
1	1	1	0	1	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
1	1	1	0	1	0	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
1	1	1	0	1	1	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
1	1	1	0	1	1	0	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
1	1	1	0	1	1	1	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
1	1	1	0	1	1	1	0	X	X	X	X	X	X	X	X	
1	1	1	0	1	1	1	1	X	X	X	X	X	X	X	X	
1	1	1	0	1	1	1	1	0	X	X	X	X	X	X	X	
1	1	1	0	1	1	1	1	1	X	X	X	X	X	X	X	
1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	X	X	X	X	X	X	
1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	X	X	X	X	X	X	
1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	X	X	X	X	X	\$E FFB ACIA 1 ACIA 2
1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	X	X	X	X	X	
1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	X	X	X	X	X	
1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	X	X	X	X	X	
1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	X	X	X	X	X	\$E FFB PIA
1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	X	X	X	X	X	
1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	X	X	X	X	X	
1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	X	X	X	X	X	\$FC00 EPRON MINIBUG
1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	X	X	X	X	X	

T A B L E A U D ' A D R E S S A G E

T A B L E A U D ' A D R E S S A G E

B/ Circuit de décodage : (Voir schéma)

Un décodeur principal 1 parmi 4 du type 74LS 139 et trois décodeurs 1 parmi 8 du type 74LS 138 sont associés au bus d'adresses dans le but d'adresser l'ensemble du champ mémoire. Ce dernier est organisé en quatre pages ; chaque page correspond dans notre cas à un espace mémoire de 16 K Octets.

Fonctionnement de ce Circuit :

Nous l'illustrons par l'adressage d'une position mémoire. Le byte à adresser peut être en une position quelconque du champ. Le décodeur principal nous détermine la page dans laquelle se trouve la mémoire.

La localisation s'affine encore beaucoup plus par la détermination du boîtier ; ceci est réalisé grâce au décodeur 1 un parmi 8. Le reste des lignes du bus d'adresse permettent la localisation définitive de la position mémoire en question.

Nous rappelons enfin que les circuits d'entrée/Sortie (PIA, ACIA) sont vus par le microprocesseur comme étant des positions mémoires.

C/ Circuit d'interface du bus de données de la carte mémoire :

Le double rôle de ce circuit a été amplement développé dans les chapitres précédents. Nous donnons ici sa logique de commande.

Pour la lecture :

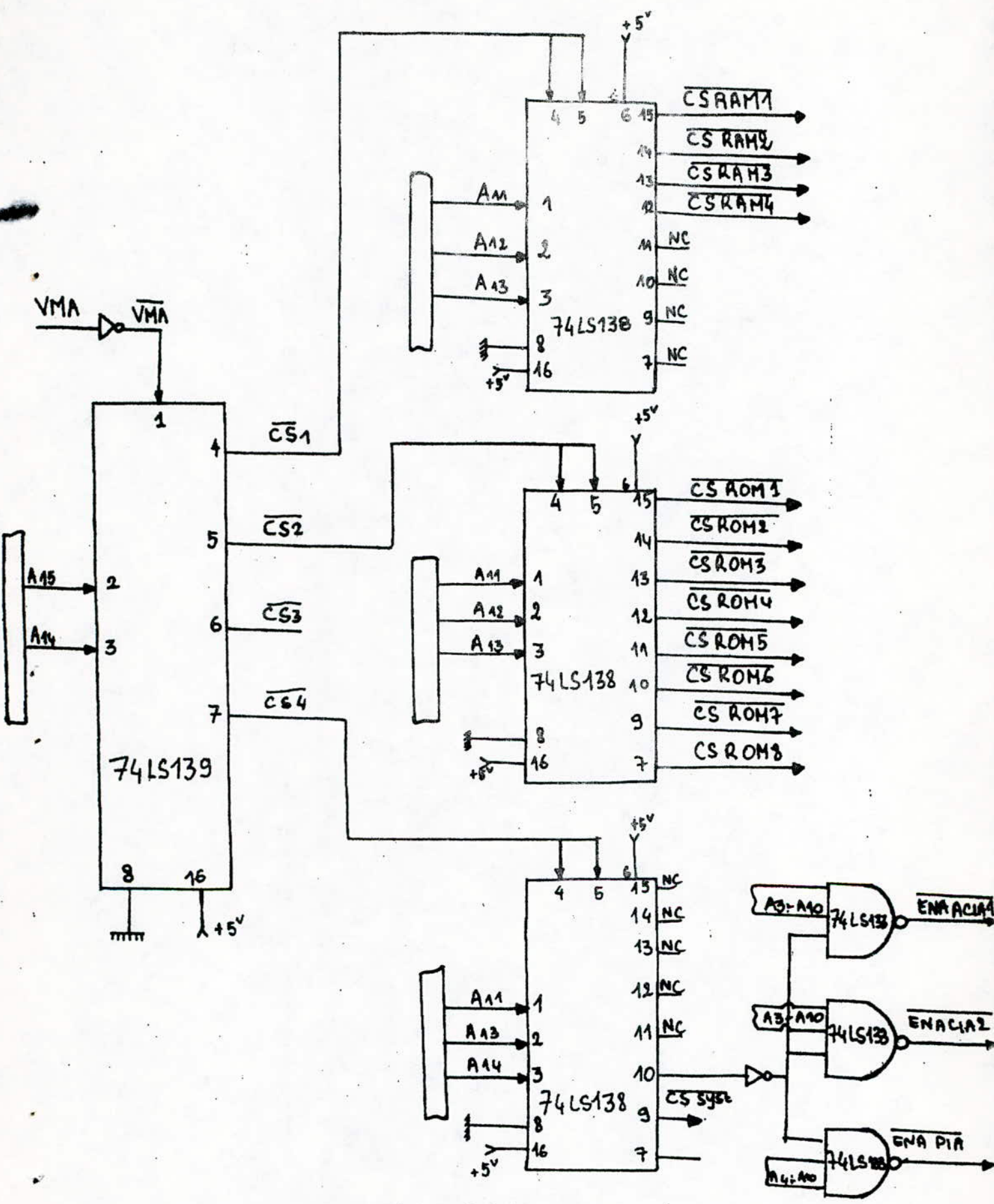
Le signal de commande est donné par : $\overline{CSD_1}$, $\overline{CSD_2}$, $\overline{CS_{syst}}$, SL

Écriture

S'écrit : $\overline{CSD_1}$ $\overline{CSD_2}$ S'écrit = $\overline{CSD_1}$ $\overline{CSD_2}$ S'écrit

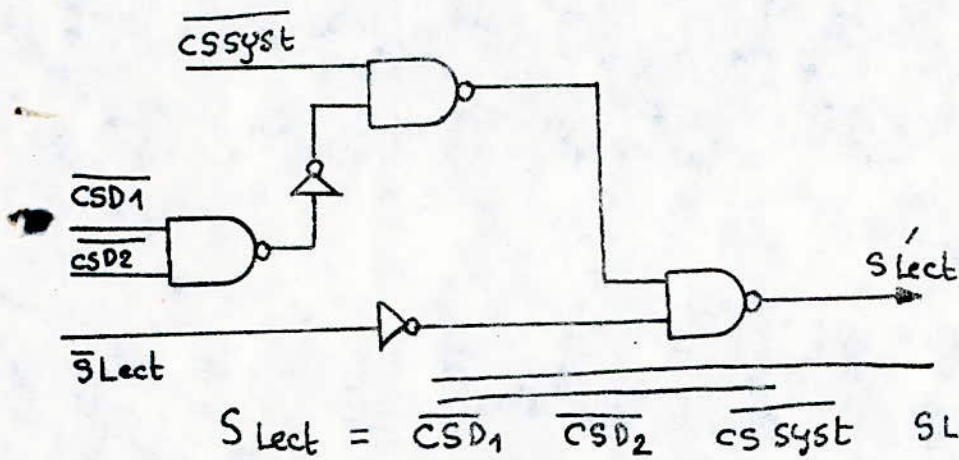
$\overline{CSD_1}$, $\overline{CSD_2}$ sont les sorties du décodeur principal
SL, S'écrit représentent les signaux de commande du circuit d'interface du bus d'adresses de l'unité MPU.

$\overline{CS_{syst}}$: sortie sept du troisième décodeur un parmi huit

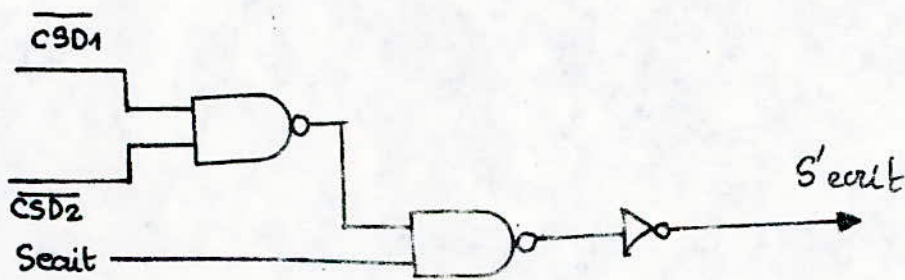


CIRCUIT DE DECODAGE

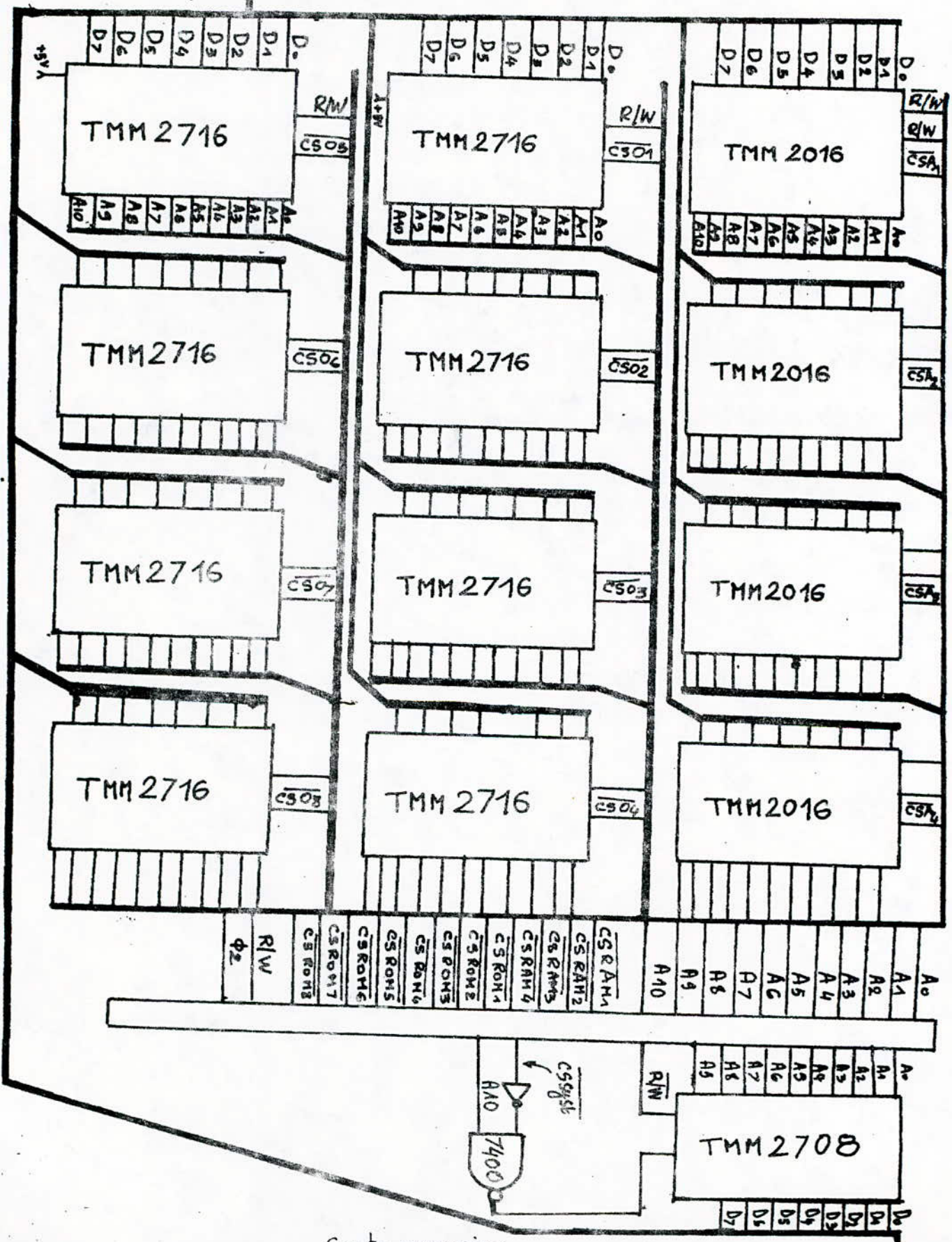
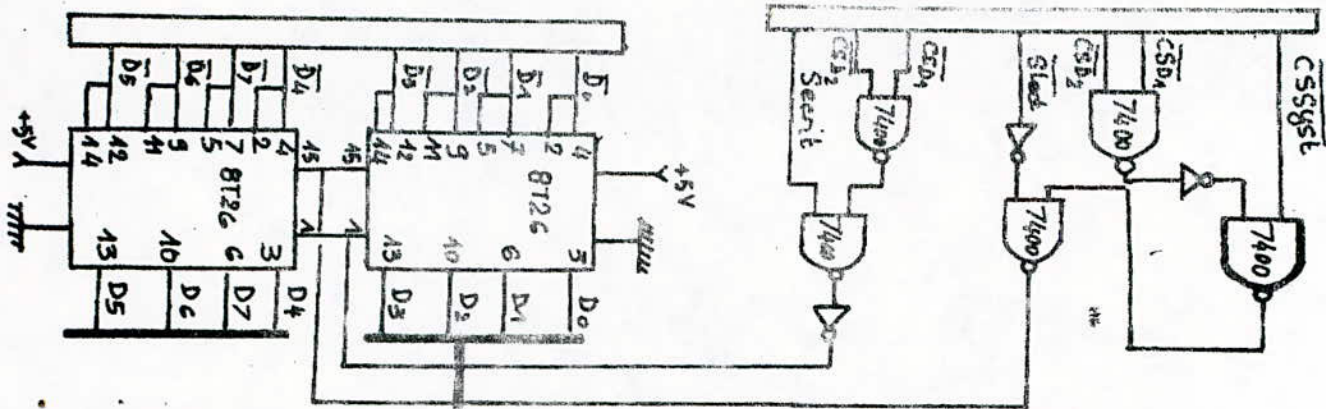
Lecture



Ecriture



- Logique de commande de l'interface du bus de données de la carte mémoire -



- Carte - MEMOIRE -

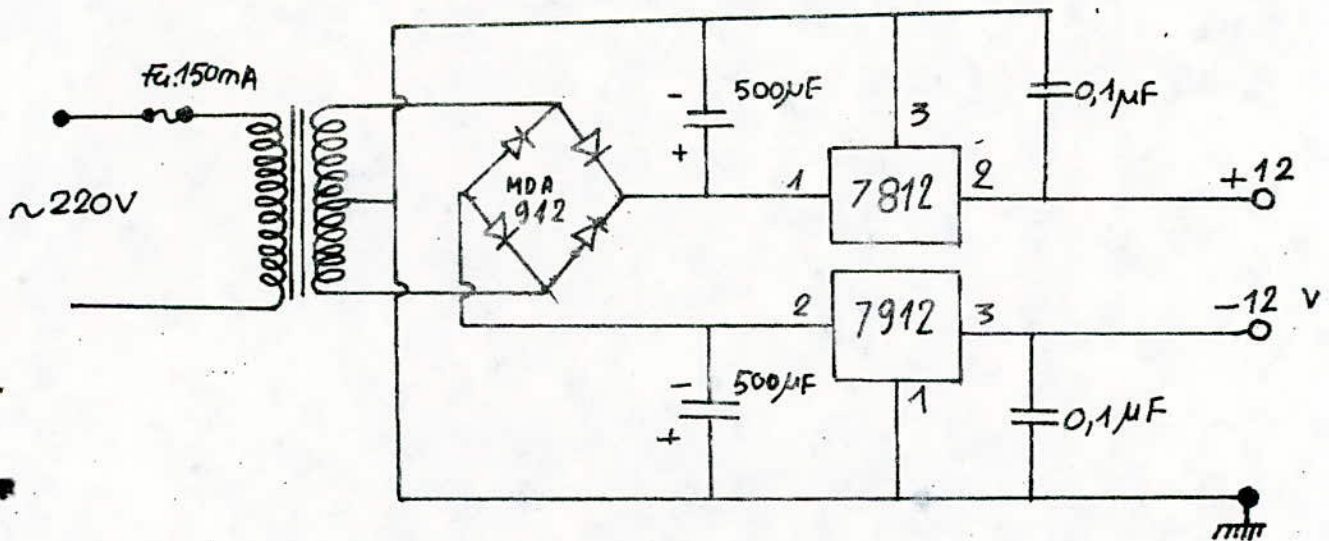
Carte memoire.

Alimentations

L'ensemble alimentation est formé de deux blocs ; ces derniers fournissent la puissance nécessaire au fonctionnement des différents éléments constituant le microsysteme.

La majorité des circuits intégrés utilisés sont des monotensions : $+5V$. De ce fait, nous avons prévu une première alimentation délivrant une tension de 5 volts sous 5A. La deuxième -alimentation dont le schéma est donné ci-après, permet l'alimentation des circuits nécessitant des niveaux de tension de $\pm 12V$ et assure une intensité de courant de 0,5 ampère, elle est construite à la base de deux régulateurs du type 7812 et 7912. Les circuits qui puisent la puissance nécessaire à leur marche de cette dernière se situent principalement dans l'étage d'adaptation (RS232) du bloc interface et l'EPROM 2708. Celle-ci est une mémoire tritension $+5V$, $+12V$, et $-5V$. Le niveau $-5V$ est obtenu de la tension $-12V$ moyennant un régulateur, du type 7905, intégré sur la carte mémoire.

Schéma de principe de l'alimentation délivrant $\pm 12V$ sous 0,5A :



Le boîtier :

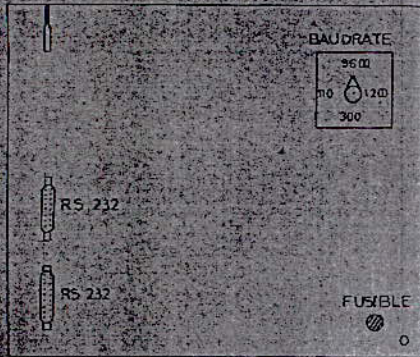
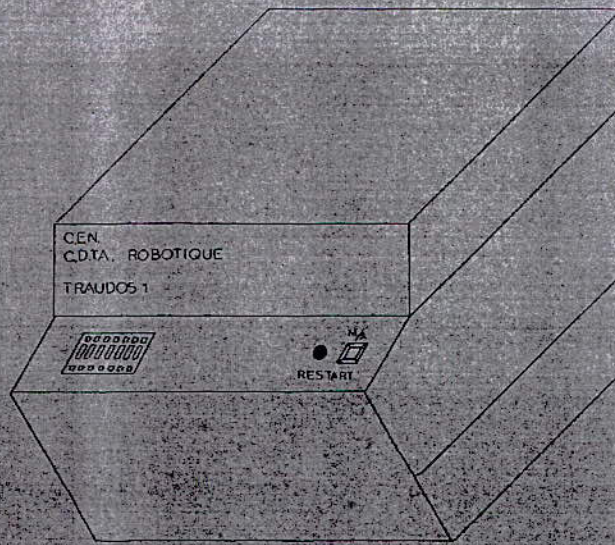
Le boîtier est un ensemble de plaques d'aluminium soudées, muni d'un couvercle ; sa forme géométrique est illustrée par la figure 1. La carte de bus de connexions (ou fond de panier), sur laquelle viennent s'emboîter les deux cartes, est fixée au moyen de quatre vis à l'intérieur du boîtier.

Afin d'assurer le fonctionnement optimal des différents composants, un système d'aération, composé d'un ventilateur, a été incorporé dans le boîtier.

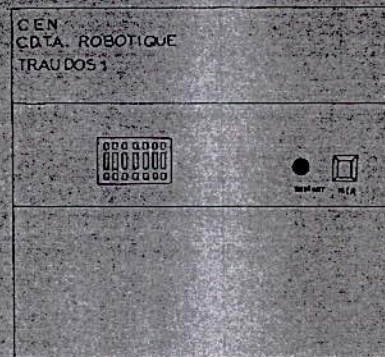
Un bouton marche / arrêt, sur la face avant, permet la mise sous tension du microsysteme. La réinitialisation est réalisée grâce à une commande RESTART; elle s'effectue par l'intermédiaire d'une touche se trouvant sur le panneau avant.

Sur le panneau arrière sont prévus :

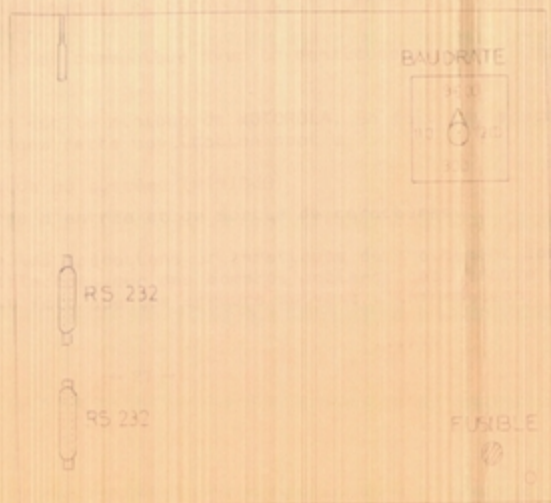
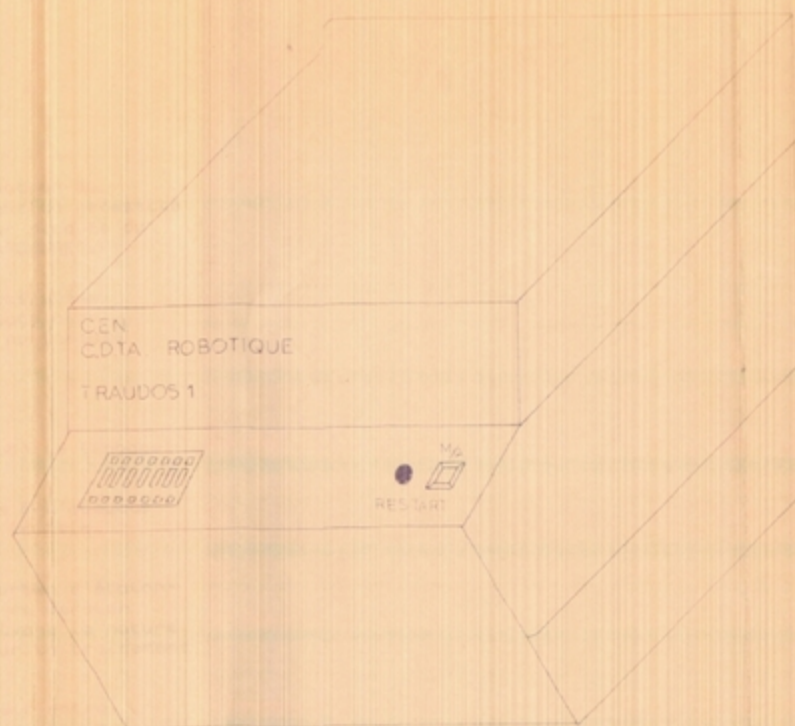
- Deux connecteurs RS232 permettant les liaisons avec la console de visualisation et l'imprimante
- Le commutateur [BAUD RATE] qui donne la possibilité du choix de la vitesse de dialogue.
- une fente d'où passe le câble plat réalisant le raccordement avec le densitometre.
- un fusible de protection.



PANNEAU ARRIERE



PANNEAU AVANT



PANNEAU ARRIERE



PANNEAU AVANT

Chapitre trois

Le logiciel

INTRODUCTION

Le logiciel ou "SOFTWARE" constitue, la partie programmation du microsysteme. Par laxisme, il est possible d'affirmer que la necessite de sa presence dans toutes application à microprocesseur decoule du fait que c'est lui qui donne la "vie" au materiel ou "HARDWARE".

Il est realise par une suite d'instruction qui seront executees sequentiellement par le processeur et ceci dans un langage bien determine. Ce dernier pouvant aller du langage machine au langage evolues tels que Basic Fortran, Pascal, Mpl, etc.

Présentation générale

Dans le cas du microsysteme dont fait l'objet cette etude le langage utilise est l'assembleur du MC 6800.

Le programme effectue toutes les operations necessaires à l'aboutissement des recherches de doses absorbees, mesurees par le film dosimetre KODACK TYPE 1.

Pour cela un operateur fait rentrer les valeurs des courbes d'etalonnage du densitometre presente le film à la tourelle de ce dernier pour l'acquisition de la densite optique, et enfin, suivant la nature du rayonnement et son energie, aiguille le programme sur le traitement que doit subir cette information.

Il apparait donc clairement qu'un dialogue doit s'etablir entre l'operateur et le microsysteme, ceci se fait à travers la console de visualisation et son clavier, pour l'introduction des donnees et le choix des traitements; et à travers l'imprimante pour la sortie des resultats finaux.

De plus le microsysteme communique avec le densitometre par l'intermediaire d'un PIA.

Le moniteur utilise est le minibug de MOTOROLA. En fait les seuls parties utilisees dans cette application sont :

- L'initialisation du systeme (MINIBUG)
- Les procedures d'entree et de sortie de caracteres.

En ce qui concerne les operations arithmetiques de traitement tous les calculs sont effectues sur des nombres entiers; ceci trouve son explication dans le fait que les erreurs suivent l'information;

.../...

depuis la réponse de l'émulsion (qui dépend de la concentration d'argent), jusqu'à la détermination du facteur de contraste et de correction; pour en arriver aux différentes formules donnant les doses pour chaque sorte de rayonnement considéré.

Le programme en substance se présente comme suit.

Au ~~re~~start après la mise sous tension une inscription apparaît sur la console de visualisation; l'opérateur doit alors introduire la date. Cette opération terminée; un premier menu est affiché; lui permettant ainsi l'accès par l'intermédiaire du clavier, soit à l'introduction des valeurs des courbes d'étalonnage, ou à la procédure de mesure. Cette dernière est assujettie à l'introduction d'au moins une courbe d'étalonnage.

Pour entamer la mesure, il doit donc indiquer le numéro du film à traiter; il effectue ensuite les sept mesures. Et, le deuxième menu apparaît.

Il peut alors choisir entre l'étalonnage sur l'une des trois courbes introduites et le traitement. Après étalonnage et détermination des doses apparentes, il a donc accès aux différents traitements moyennant un troisième menu.

A la fin d'un traitement donné, les résultats sont imprimés sur papier; puis le programme offre les deux possibilités suivantes:

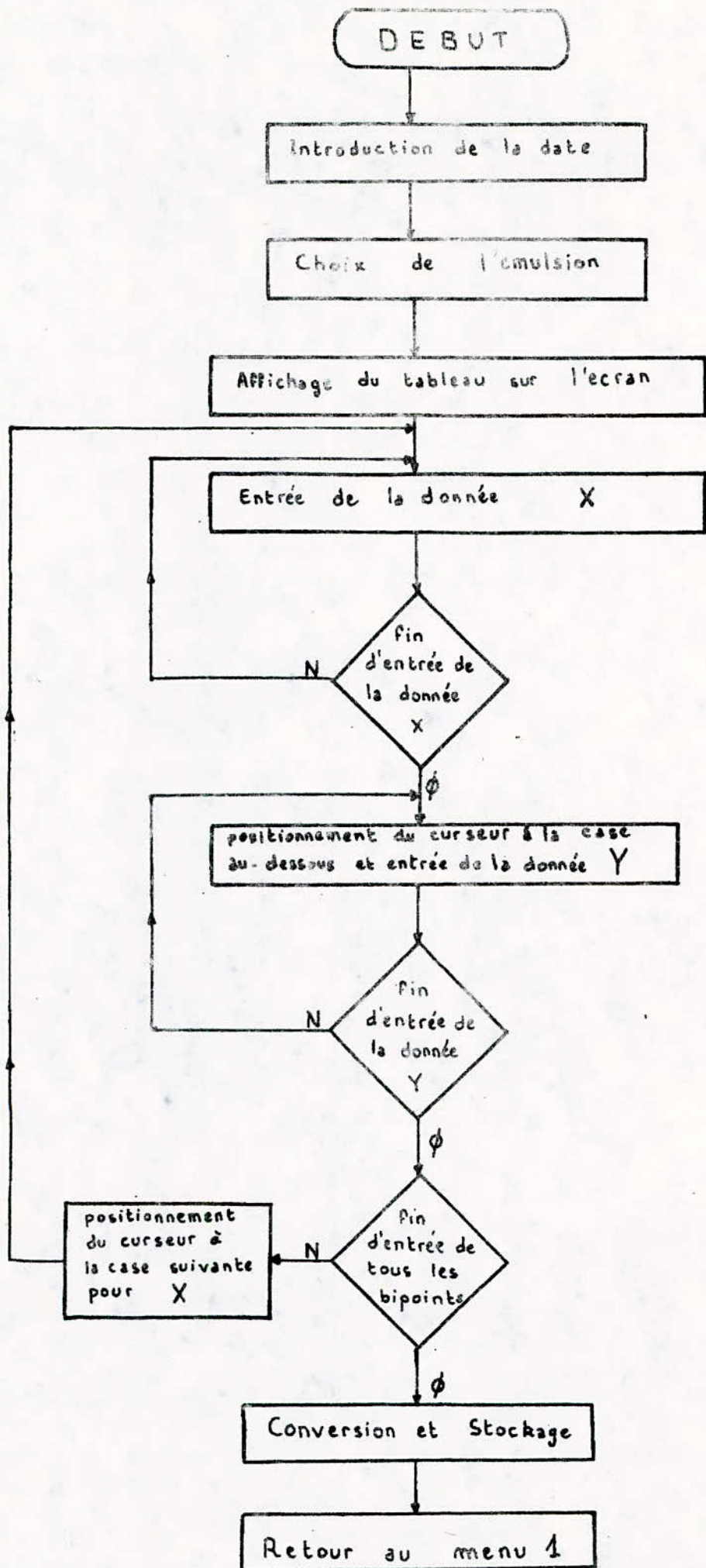
- Un autre traitement sur le même film
- Mesure et traitement sur un autre film.

Pour la présentation dans les détails, du logiciel; la méthode qui nous est apparue la plus adéquate; est celle qui comprend un exposé détaillé de l'algorithme adopté, étayé par un organigramme.

Cette présentation se fera pour chaque subroutine.

Pour cela, le logiciel est subdivisé en sous-programmes accomplissant chacun une fonction déterminée:

- Entrée des courbes d'étalonnage.
- Mesure, acquisition.
- Etalonnage.
- Traitement.
- Sortie des résultats.
- Divers: Date, Entrée du numéro de film, Sortie des tableaux, etc...



- programme d'introduction des courbes d'étatage -

RESTART

C.E.N. 1984
DOSIMETRIE PAR LE FILM KODACK 1

Date:

... ..
jour Mois Année

MENU: 1
INTRODUCTION DES DONNEES

- 1 Première émulsion (1)
- 2 Deuxième émulsion (2)
- 3 Troisième émulsion (3)
- 4 Mesures (4)

1 ou 2 ou 3 ou 4

X	<input type="checkbox"/>
Y	
X	
Y	
X	
Y	

Conversion et stockage des données introduites
(Conversion ASCII - BIN)

Attente du N° de film

Attente de 7 caractères "M"

Mesures - Acquisition des 7 taux
de lumière réfléchi par les 7 lages du film Y_{ni}
conversion et stockage des Y_{ni} (iso... ?)

MENU: 2
Interpolation

- 1 Première émulsion (1)
- 2 Deuxième émulsion (2)
- 3 Troisième émulsion (3)

1 ou 2 ou 3

Branchement au programme d'interpolation
au terme duquel sont déterminés les 7 taux
d'irradiation apparents X_{ni} (iso... ?)

Branchement au programme
de traitement désiré.
Conversion et sortie sur
imprimante des résultats.
(Conversion BIN - ASCII).

MENU: 3
TRAITEMENT

- 1 Rayon X: (1)
- 2 Neutron 1: (2)
- 3 Neutron 2: (3)
- 4 Béta β : (4)
- 5 Gamma γ : (5)
- 6 Traitement du film suivant (6)

1 ou 2 ou 3 ou 4 ou 5 ou 6

PROGRAMME D'INTRODUCTION DES DONNEES D'ETALONNAGE

Commentaire:

Après la mise sous tension, l'apparition de la présentation:
" C.E.N " 1984
" DATE " : ___ ___ ___
et l'affichage du premier menu, l'opérateur choisit l'émulsion dont il désire introduire la courbe d'étalonnage.

Un tableau est alors affiché sur la console de visualisation, il est alors en mesure d'inscrire les valeurs des abscisses de ladite courbe; après une commande, le curseur se positionne à la case correspondant à l'ordonnée. Une deuxième commande fait passer le curseur à la case de la deuxième abscisse, et la procédure est répétée.

Après l'introduction d'une ordonnée l'opérateur peut, par une commande, sortir du programme. Ceci fait, le premier menu est revisualisé, lui permettant ainsi soit d'introduire une deuxième courbe d'étalonnage soit de passer aux mesures.

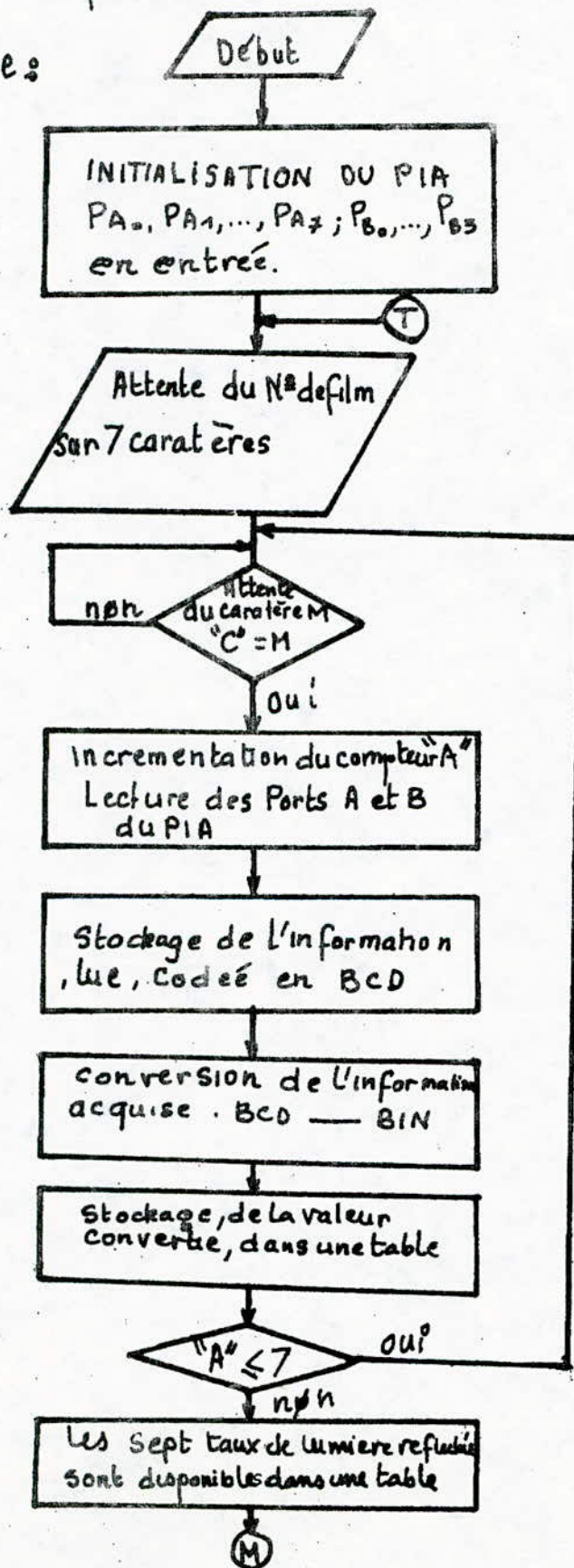
(Voir organigramme)

N.B.

Pour les commandes, se référer à la notice (ANNEXE 3).

Programme d'acquisition, de conversion et de stockage des sept valeurs du taux de lumière réfléchi correspondant aux sept plages du film exposé au densitometre.

Organigramme:



Commentaires :

L'exécution de ce programme passe par les phases suivantes :

Initialisation du PIA :

Au terme de l'exécution de cette partie du programme :

Le port A et la moitié du port B, qui correspondent aux lignes PA₀ à PA₇ et PB₀ à PB₃, du PIA sont programmés en entrée.

Le PIA est, à présent, prêt pour recevoir les informations provenant du densitometre.

Attente du n° de film :

L'opérateur aura à introduire le numéro de film avant le début de la manipulation - ce numéro est composé de sept caractères.

Attente du caractère "M" :

Après le positionnement du film sous la tourelle, l'opérateur appuie sur la touche "M" - Le caractère est identifié ; et l'acquisition est effectuée.

L'information acquise est stockée

Conversion BCD - BINAIRE :

L'information provenant du densitometre est codée en BCD ; cette partie du programme permet sa conversion en BINAIRE.

Ce programme se termine par le stockage des sept valeurs converties des taux de lumière réfléchie dans une table.

.../...

Programme d'inter Polation. (Tibre)

- Procédure graphique de la détermination du taux d'irradiation reçu par le film.

Partant des courbes d'etalonnage qu'il aura tracé au préalable, le manipulateur déterminera pour le même film les sept valeurs, correspondant chacune à une plage, représentant les taux apparents.

Pour ce faire, il a à sa disposition trois graphes ; leurs allures sont illustrées par ce qui suit :

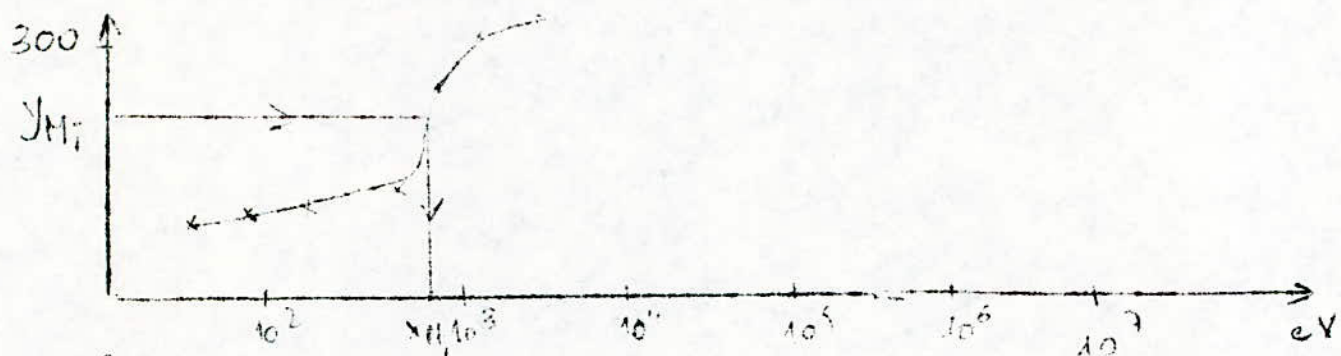


FIG. 1

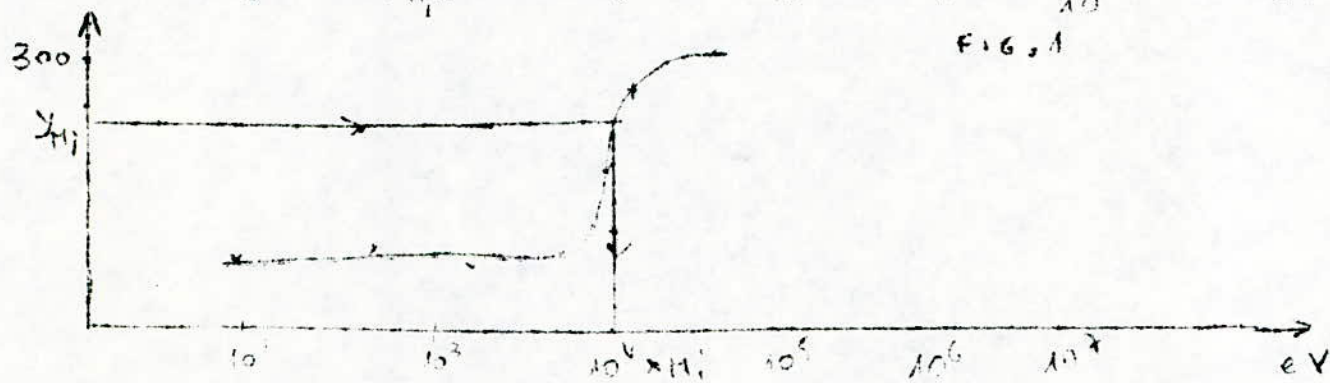


FIG. 2

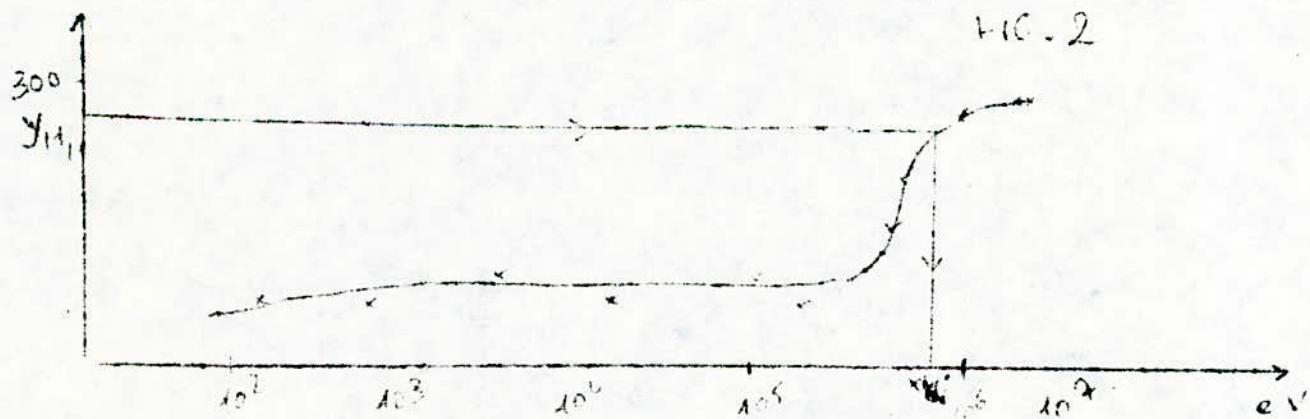


FIG. 3

Remarque : On remarque que les plages d'énergie (en abscisse sur le graphe) varient d'une émulsion à l'autre.

Fig 1 : La plage d'énergie varie de 0 à 1200 KeV (1ère émulsion)

Fig 2 : Elle varie de 0 à 25000 KeV (2ème émulsion)

Fig 3 : Elle varie de 0 à 10^6 KeV (3ème émulsion)

Notons que les courbes sont tracées point par point sur du papier semilog. Ceci a été rendu possible par l'irradiation de films étalons,* par des sources d'énergies connues, qu'on développera avec l'ensemble des films qui ont été portés par le personnel. De la sorte, on dispose du bipoint : (énergie, en abscisse ; taux de lumière réfléchie, en ordonnée) correspondant à chacun des films étalons.

Il est important, ici, de noter le nombre maximum de bipoints et ceci pour chacune des 3 courbes :

1ère courbe (1ère émulsion) : 15 bipoints

2ème courbe (2ème émulsion) : 25 "

3ème courbe (3ème émulsion) : 30 "

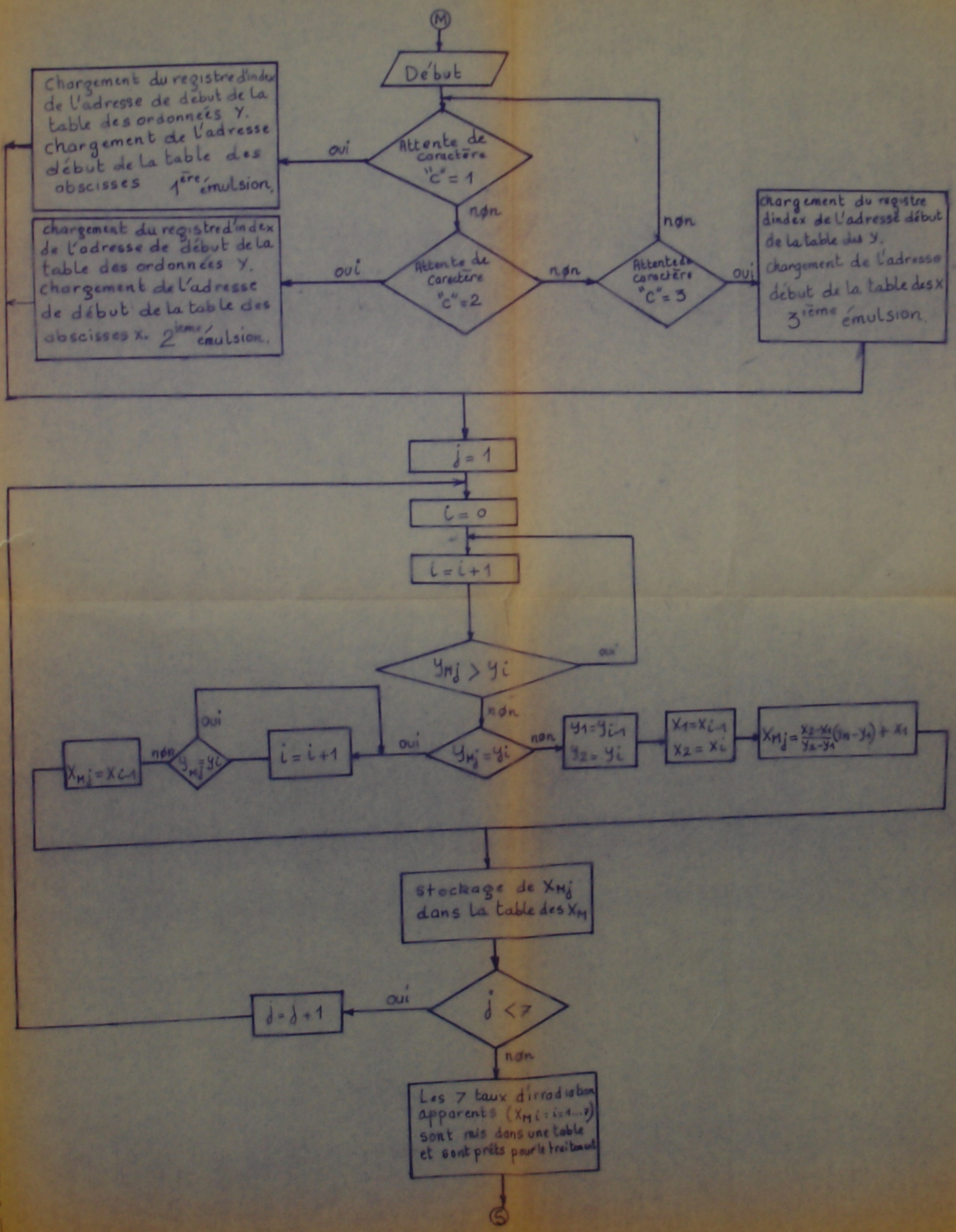
L'opérateur commence la manipulation par la détermination des taux de lumière réfléchie par les sept plages du film moyennant le densitometre ils seront notés Y_{mi} $i = 1, \dots, 7$.

Se référant à la courbe d'étalonnage, selon l'émulsion, et en procédant par interpolation graphique, il détermine les (7) sept taux d'irradiation apparents, ils seront notés X_{mi} $i = 1, \dots, 7$.

L'aboutissement au taux d'irradiation réel est obtenu après l'application de formules empiriques aux taux d'irradiations apparents ainsi obtenus et ceci selon la nature des rayonnements.

Cette opération, contraignante et sujette à plusieurs aléas, se répète pour l'ensemble des films à examiner.

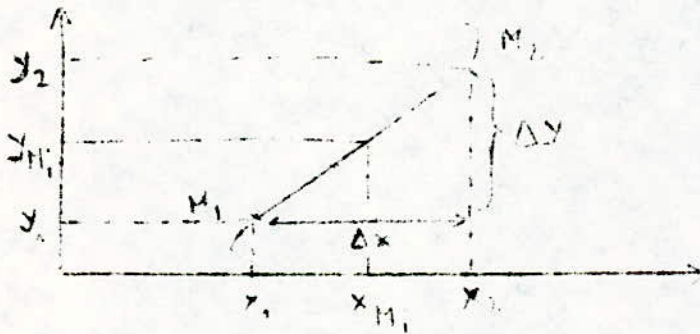
Le présent programme aura à automatiser cette procédure ; son algorithme est développé ci-après :



Programme d'interpolation

L'interpolation adoptée est une interpolation linéaire entre deux points successifs. Nous imposerons, ici, son principe.

L'interpolation linéaire entre 2 points :



IL s'agit de trouver X_{M_i} , après avoir déterminé $X_1; X_2; Y_1; Y_2$, connaissant Y_{M_i} .

La droite joignant les points $M_1 M_2$ a pour équation :

$$Y = bX + a$$

Avec :

$$b = \operatorname{tg} \alpha = \frac{\Delta Y}{\Delta X} = \frac{Y_2 - Y_1}{X_2 - X_1} \quad (1)$$

$$a = Y_1 - bX_1 \quad (2)$$

Une fois les constantes (a, b) déterminées, X_{M_i} sera exprimé d'après la relation : $Y_M = bX_M + a$

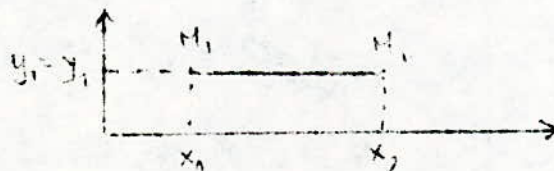
d'où :

$$X_M = \frac{Y_M - a}{b}$$

Un remplaçant a et b par (1) et (2) on aura :

$$X_M = \frac{X_2 - X_1}{Y_2 - Y_1} (Y_M - Y_1) + X_1$$

Cas particulier :



.../...

Dans ce cas XM sera compris entre X1 et X2 :

$$X1 \leq XM \leq X2$$

Cependant comme XM_i représente un taux d'irradiation apparent ; il est plus prudent de prendre la valeur maximale.

D'où pour $b = 0$; $XM_i = X2$

Commentaires sur l'organigramme :

Le programme commence par une attente de caractères. Les derniers sont "1", "2" ou "3", correspondant respectivement à la 1^{ère}, 2^{ème} ou troisième courbe d'étalonnage.

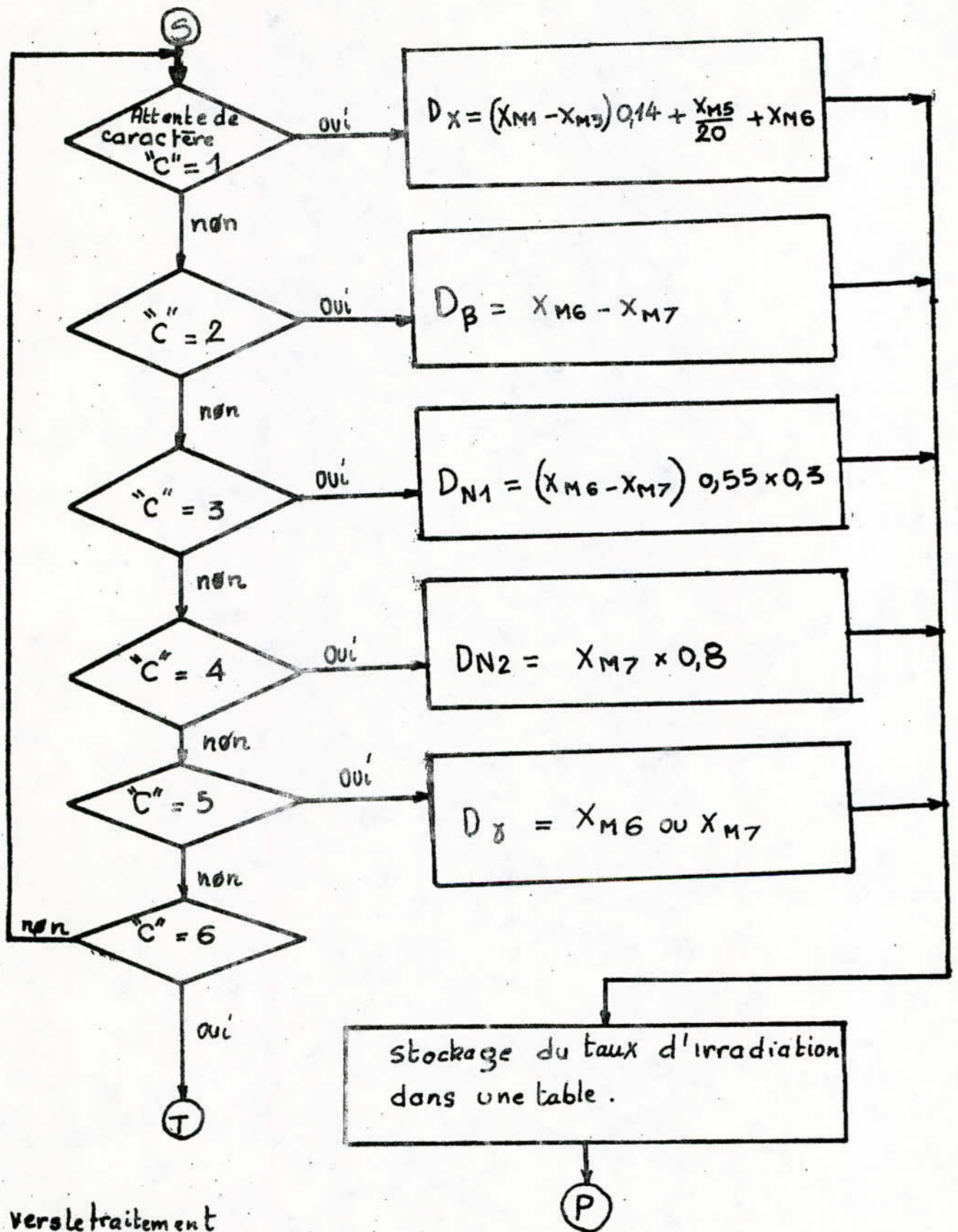
Une fois le caractère identifié, le registre d'index se charge de l'adresse de début de la table des ordonnées (Y) que l'opérateur aura, auparavant, introduites par l'intermédiaire du clavier. L'adresse de début de la table des abscisses (X) est stockée dans 2 positions mémoire ; elle sera reprise par la suite. Ceci selon l'emulsion choisie.

En suite, le programme procède à l'interpolation linéaire entre deux (2) points successifs. Au terme de cette opération les sept taux d'irradiation apparents (XM_i , $c = 1, \dots, 7$) correspondant au taux de lumière réfléchi par les sept (07) plages du film, sont déterminés et stockés dans une table. Cette dernière sera sollicitée par le programme de traitement que nous allons présenter dans ce qui va suivre.

Programme de traitement :

Le taux d'irradiation reçu par le film est calculé à l'aide de formules empiriques.

Selon le type de rayonnement on distingue :



vers le traitement
du film suivant

Programme de traitement

Rayons X :

$$DX = (XM1 - XM3) \cdot 0,14 + \frac{XM5}{20} + XM6$$

Neutron 1

$$DN_1 = (XM6 - XM7) \cdot 0,55 \cdot 0,3$$

Neutron 2

$$DN2 = X_7 \cdot 0,3$$

Beta :

$$DB = XM6 - XM7$$

Gamma :

$$D3 = XM6 \text{ ou } XM7$$

Commentaires :

Ce programme commence par une suite de boucles d'attente de caractères. Ces derniers sont "1", "2", "3", "4", "5", ou "6" ; ils correspondent respectivement aux traitements des rayons X, des bêta, des neutrons 1, des neutrons 2, des gamma, ou d'un autre film.

Suivant qu'il s'agit de l'un d'entre eux le programme est aiguillé vers le traitement désiré.

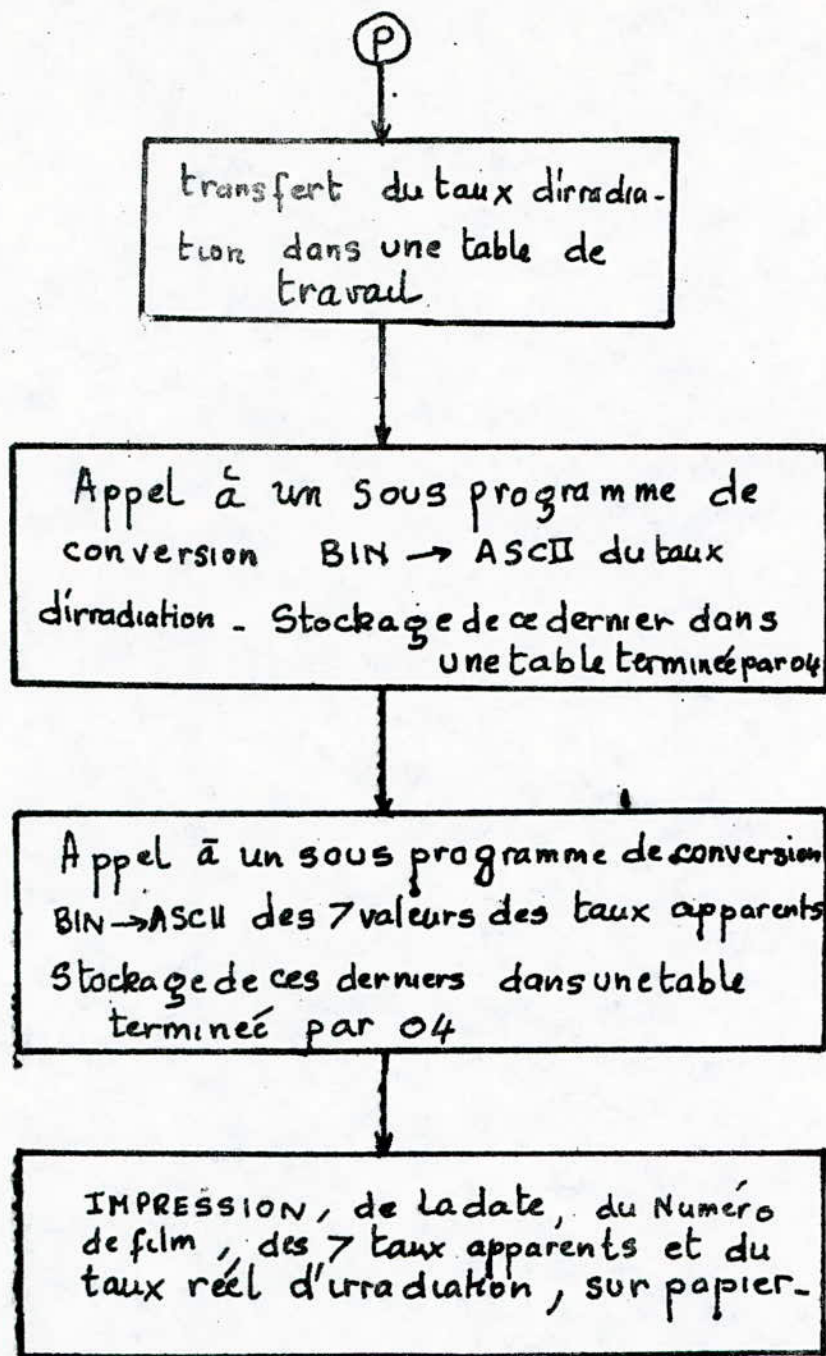
Programme de sortie des résultats :

Commentaire :

Après le transfert du taux d'irradiation, déterminé par l'exécution du programme de traitement, dans une table de travail ; le programme fait appel à un sous programme de conversion BIN - ASC - ASC II qui le convertira et le stockera dans une autre table, utilisée celle-ci pour sortie de caractère. Ce programme en fait de même pour les sept valeurs des taux apparents ; et se termine par l'exécution de commande d'impression des résultats.

Commentaire du sous programme de conversion BIN - ASC II.

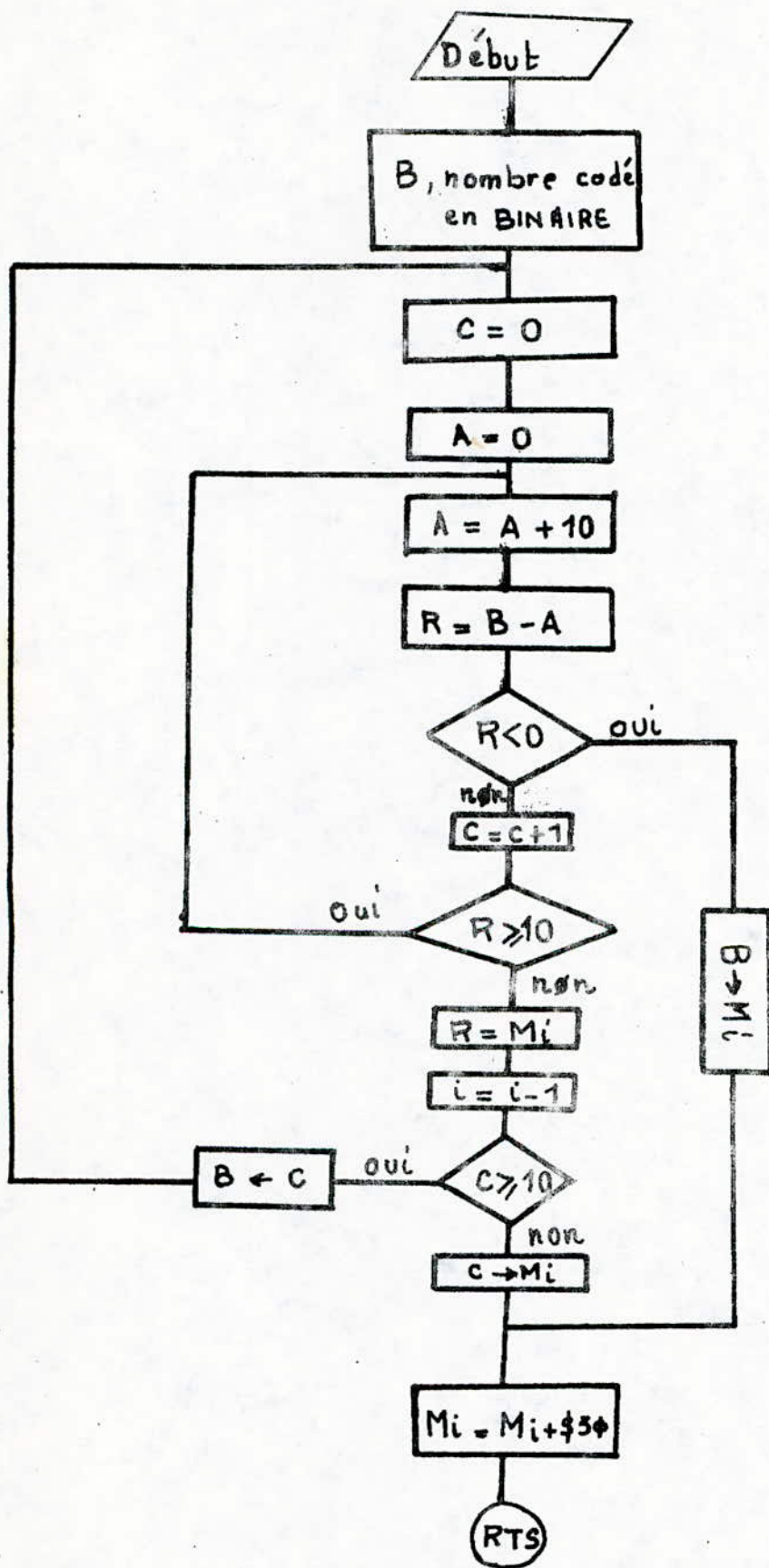
.../...



programme de sortie des résultats

L'imprimante utilisée pour l'impression des résultats travaille en code ASC II ; il apparaît donc nécessaire de convertir les résultats du code BINAIRE en code ASC II. c'est, là, la tâche principale de ce sous programme.

Code hexadecimal	Code decimal	Code ASC II
01	1	31
02	2	32
03	3	33
04	4	34
05	5	35
06	6	36
07	7	37
08	8	38
09	9	39
00	0	30



S/programme de conversion BIN - ASCII

--- C O N C L U S I O N ---

Notre travail dans le cadre de ce projet de fin d'étude a consisté à développer un microsysteme pour l'automatisation des traitements de données en dosimétrie. Ce dernier a été baptisé "TRAUDOS 1".

Pour sa réalisation, l'outil fût l'"EXORCISER" de Motorola. La difficulté dans l'accomplissement de notre tâche s'est trouvée accrue du fait des possibilités réduites de ce dernier ; notamment la programmation en langage machine et ceci, en tenant compte de la longueur de notre logiciel.

A titre d'exemple, nous pouvons citer le programme d'interpolation, qui illustre bien la difficulté de mise au point rencontrée. Car il consiste à manipuler des données codées sur trois octets ; ce qui représente dans le langage précité un travail astreignant.

Du point de vue "Hardware" et étant donné que nous avons utilisé des cartes compatibles "EXORCISER", nous n'eûmes pas de difficultés majeures dans leurs réalisations.

Enfin le "TRAUDOS 1" offre des possibilités d'extension, celles-ci peuvent se matérialiser par l'automatisation du déplacement du film sous la tourelle du densitomètre (commande de moteur pas à pas), l'adjonction de nouveaux programmes de traitement.

A N N E X E 1

Logiciel du Microprocesseur MC 6800

Cette première partie de L'ANNEXE est réservée au jeu d'instruction et aux différents modes d'adressages du microprocesseur MC 6800.

A/ - Les instructions du MC 6800 :

Le microprocesseur MC 6800 possède un jeu de 72 instructions il y a des instructions logiques, arithmétiques, de rotation de déplacement, chargement, rangement, branchements conditionnels et inconditionnels et des instructions d'interruption et de pointage (pointeur de pile).

Les instructions sont classées en quatre grandes catégories :

- a/ Instructions agissant sur le registre d'index et le pointeur de pile.
- b/ Instructions agissant sur les accumulateurs et la mémoire
- c/ Instructions de branchement et de saut.
- d/ Instructions agissant sur le registre code opération.

Le minimum de cycles mémoire pour une instruction est 2 US (LDAA) et le maximum 12 US (SWI).

B/ - Les modes d'adressages :

Lorsqu'une instruction fait référence à un operande, elle peut repérer celui-ci en mémoire de différentes façons appelées : modes d'adressage.

Par un mode d'adressage judicieux, il est possible de réduire la longueur du programme, la capacité et le temps d'exécution.

Le MC 6800 possède 7 modes d'adressage dont les plus utilisés sont :

1/ Adressage immédiat

L'operande est contenu dans le deuxième ou le troisième octet de l'instruction selon qu'on s'adresse aux accumulateurs ou aux registres. Les instructions correspondantes servent généralement au chargement, addition, comparaison.

.../...

2/ Adressage direct :

C'est le mode d'adressage le plus utilisé et le plus simple qui consiste à utiliser les adresses fournies par le bus d'adresse pour accéder directement à des données contenues dans les positions correspondantes de la mémoire.

3/ Adressage indexé :

Cet adressage consiste à ajouter l'adresse du bus à une valeur particulière contenue dans le registre d'index, puis à utiliser l'adresse résultante pour accéder à la position mémoire désirée.

4/ Adressage étendu :

L'adresse recherchée est formée par le 2^{ème} et le 3^{ème} octet venant après l'instruction. Ce mode d'adressage permet de balayer toutes les mémoires de \$ 000 à \$ FFF.

5/ Adressage implicite :

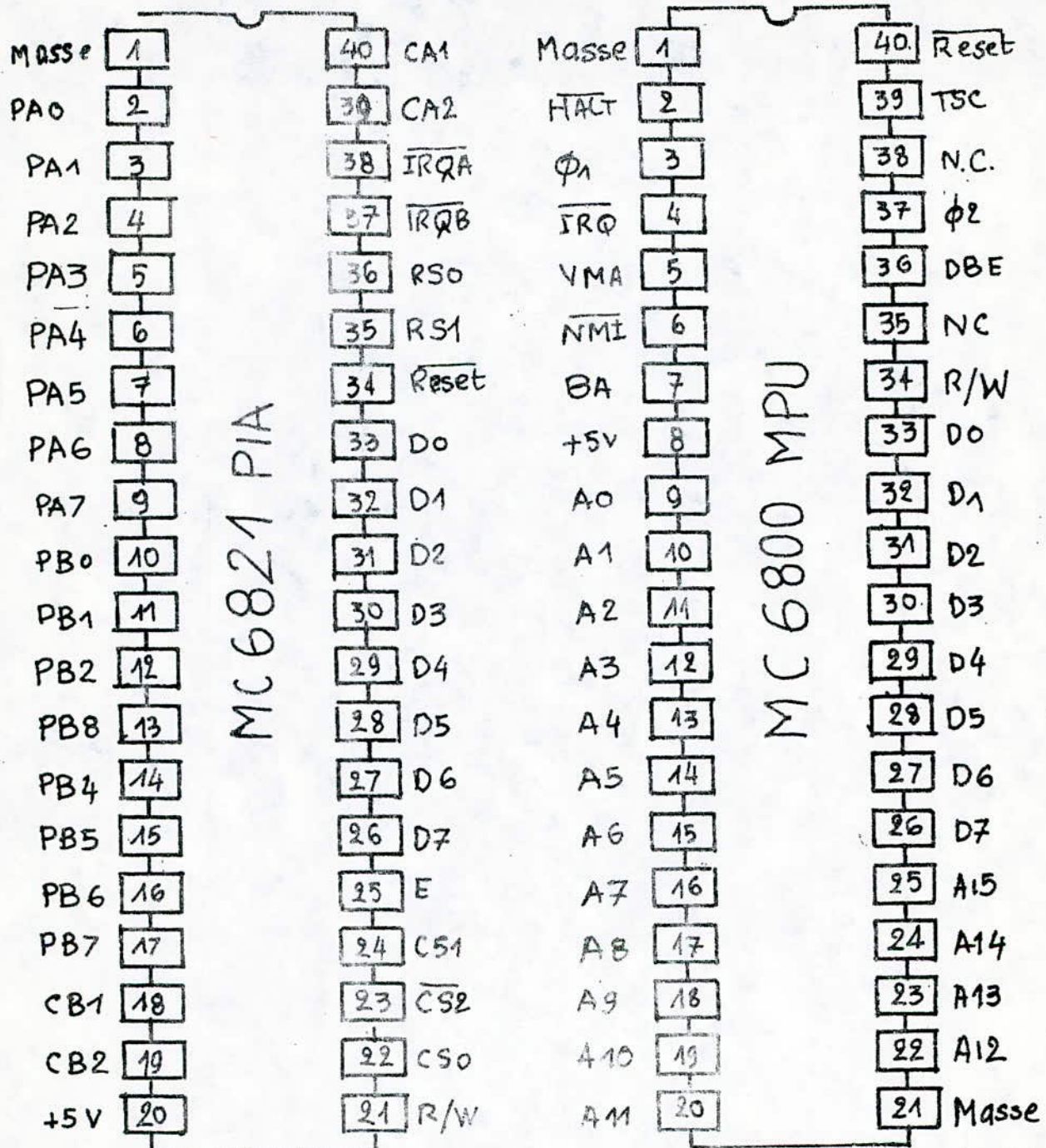
Dans ce mode d'adressage l'opérande est indiqué par le code opération de l'instruction.

6/ Adressage accumulateur :

Ce mode d'adressage concerne l'accumulateur.

7/ Adressage relatif :

Le mode est utilisé dans les branchements. L'adresse contenue dans le deuxième octet est additionnée au LSB du compteur ordinal plus 2 - le résultat est ensuite ajouté au MSB. On peut adresser des données dans une gamme de -127 et 128.



Schémas de brochage du PIA et du MPU

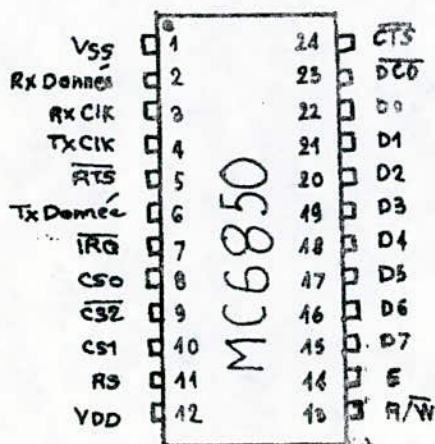


Schéma de brochage de l'ACIA

A N N E X E 2

Dans cette partie de L'annexe nous donnons quelques détails sur le PIA MC 6321 et L'ACIA MC 6350 :

A/ Adressage du PIA :

Vis avis du microprocesseur le PIA se comporte comme seulement 4 positions memiores bien qu'il comporte 6 registres internes. En effet les registres de direction de données DDRX et de sortie ORX ont la même adresse, le bit B2 du registre de contrôle correspondant permettra l'adistinction entres ces deux registres il en résulte qu'avant de programmer DDRX ou ORX il faudra programmer CRN, quitte à modifier ce dernier pas la suite.

Les adresses étant consécutives, RS0 et RS1 recoivent respectivement A0 et A1 du bus d'adresse.

RS 1	RS0	CRA 2	CRB 2	Adresse	Rag. Adressé
0	0	0	X	ADR	DDRA
0	0	1	X	ADR	ORA
0	1	X	X	ADR + 1	CRA
1	0	X	0	ADR + 2	DDRB
1	0	X	1	ADR + 2	ORB
1	1	X	X	ADR + 3	CRB.

Adresses du PIA utilisé :

EFFC	DDRA / ORA
EFFD	CRA
EFFE	DDRB / ORB
EFFF	CRB

B/ Organisation interne du PIA

IL comporte essentiellement 6 registres :

CRA - CRB : registres de commande respectivement des côtés A et B, il fixent le fonctionnement des lignes

CA1 - CA2 et CB 1 - CB 2 - Ils comportent de plus deux bits indicateurs d'état des lignes $\theta A X$ - $CB X$ programmées en entrées. Ces registres seront donc à écriture et lecture.

- DDRA - DDRB ; registre de direction de donnée respectivement des cotés A et B, ils fixent bit à bit le sens des transferts du port A et du port B, Ce sont des registres à écriture seule.
- ORA - ORB : registres de sortie des côtés A et B. Les données entrant sur les ports ne sont pas mémorisées dans le PIA, il faut donc qu'elles soient (présentent suffisamment longtemps.

C/ Programmation du PIA :

Compte tenu du fait que ORX et DDRX ont même adresse, il faut programmer $CR X$ - au avoir fait préalablement un RESET - puis DDRX et éventuellement $CR X$ s'il y a lieu. Nous donnons ci-après une synthèse de la programmation du PIA.

D/ Adressage de L'ACIA :

Bien que L'ACIA ait 4 registres internes, le microprocesseur voit cette interface comme si elle occupait seulement 2 positions mémoire.

L'on remarque que 2 de ces registres sont à lecture seule :

- Le registre d'état (SR)
- Le registre de réception de données (RDR) ;

Tandis que les 2 autres sont à écriture seule :

- Le registre de contrôle (CR)
- Le registre de transmission de donnée (TDR)

Le fil d'écriture - lecture R/W, utilisé en conjonction avec la sélection de registre (RS) permettra l'adressage de 4 registres de L'ACIA, après validation de boîtiers par les CS et \overline{CS} - L'entrée RS recevra le bit A0, pour que les adresses soient consécutives.

Table d'adresses :

R/W	RS	Adresse	Registre adressé
0	0	ADR	Registre de Contrôle (SR)
0	1	ADR + 1	Registre de Transmission de données (TDR)
1	0	ADR	Registre d'état (SR)
1	1	ADR + 1	Registre de réception de données (RDR)

.../...

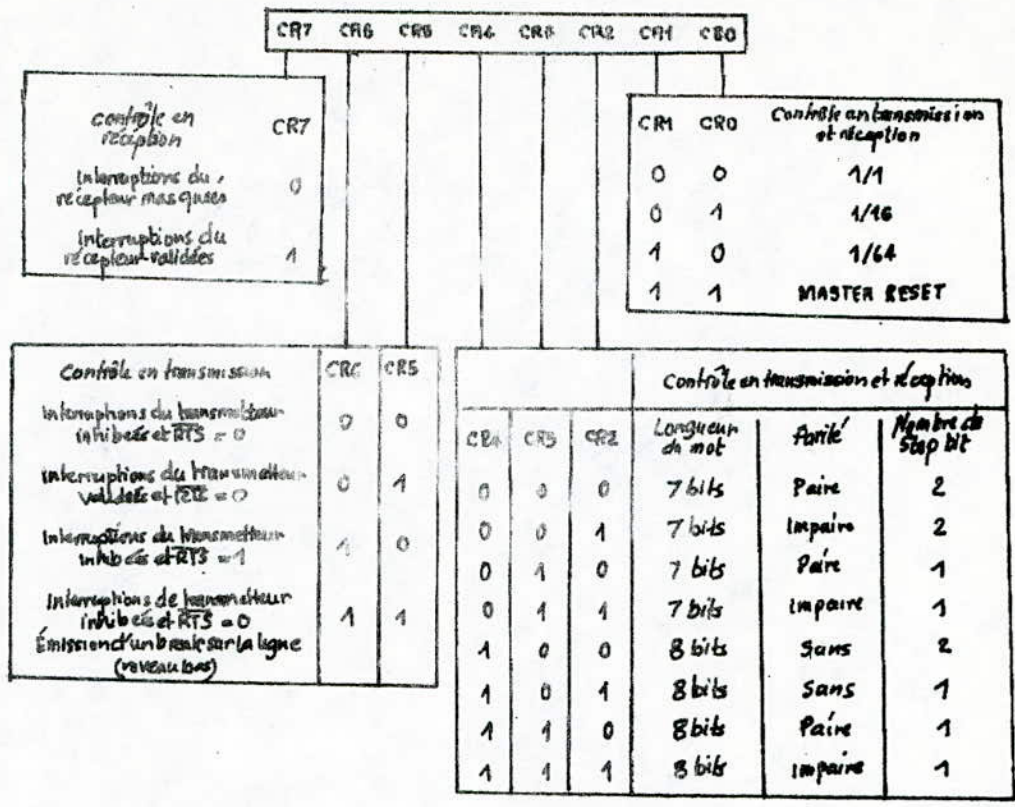
E/ Organisation interne de L'ACIA

Il comprend essentiellement quatre registre dont 2 à écriture seule et 2 à lecture seule :

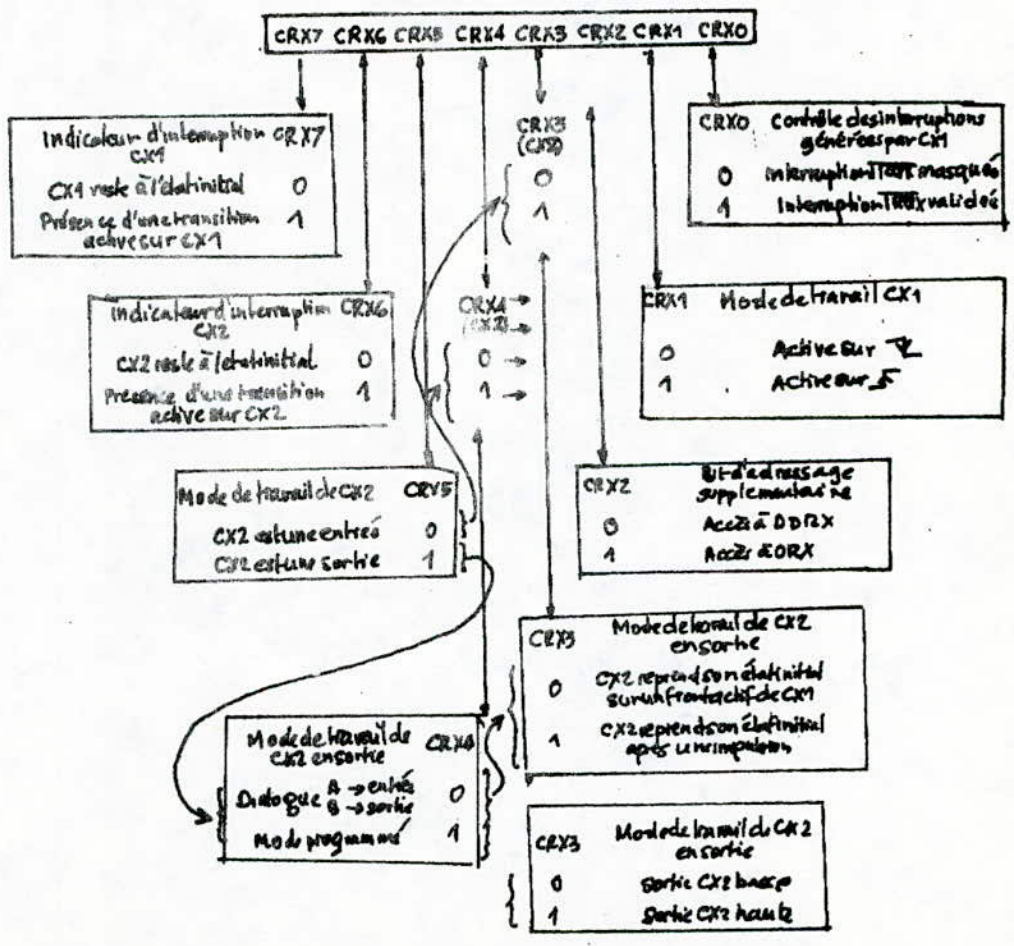
- CR : registre de contrôle, contient les paramètres (format-vitesse) de la transmission et de la réception.
- - SR : registre d'état, contient le mot d'état qui renseigne le microprocesseur sur les opérations en cours ;
- TDR : registre de transmission de donnée, reçoit du microprocesseur, par l'intermédiaire du data bus le mot à transmettre qui sera transféré dans TSR (registre à décalage de transmission) pour être ensuite sérialisé ;
- RDR : registre de réception de donnée, reçoit le mot désérialisé en provenance du registre à décalage de réception (RSR).

Programmation de L'ACIA :

Elle est résumée par le tableau 1.3 :



Programmation du registre de contrôle de l'ACIA.



programmation des registres de contrôle du PIA

Schema d'implantation carte CPU-Interface.

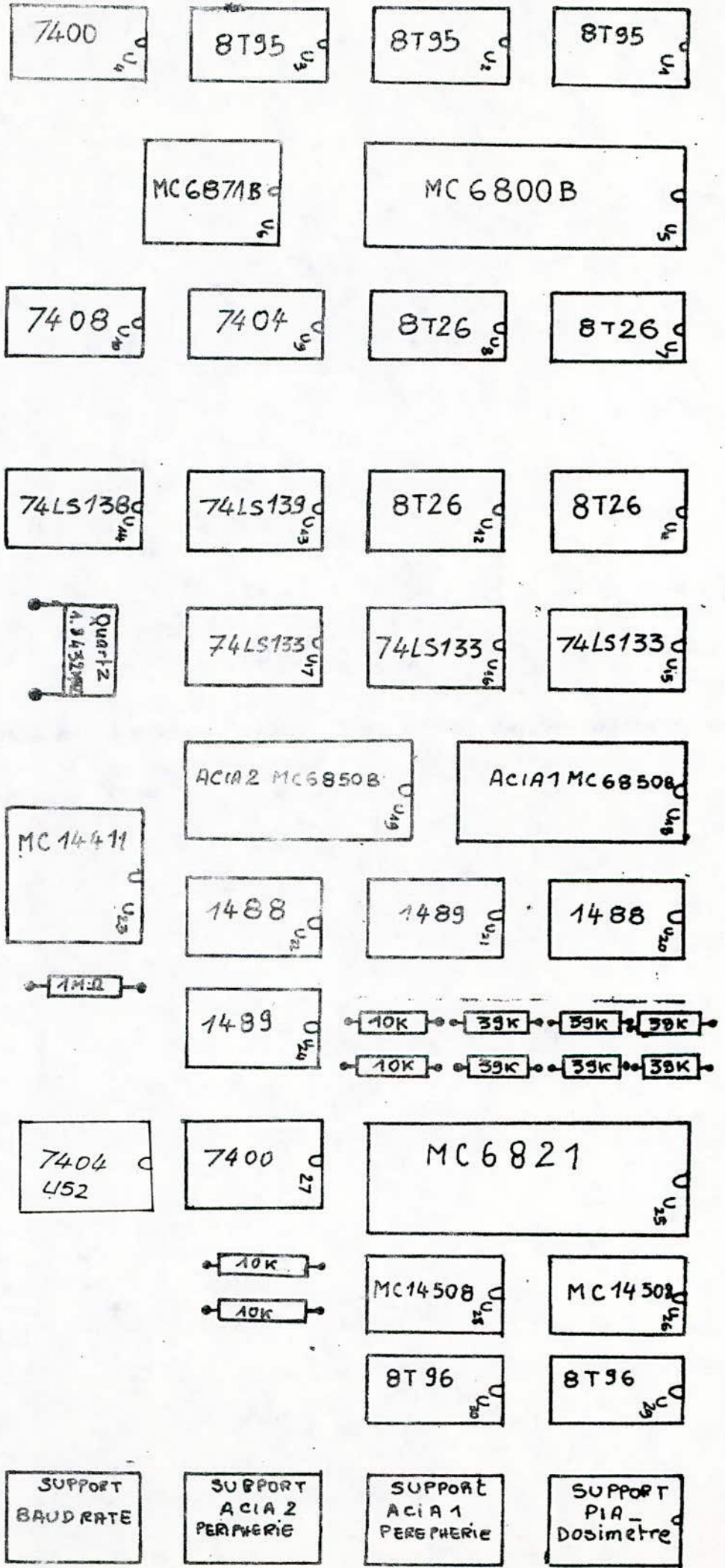


Schéma d'implantation Carte Mémoire

7400 U36

8T26 U32

8T26 U31

7404 U37

74LS138 U35

74LS138 U34

74LS138 U33

TMM 2716 U36

TMM 2716 U39

TMM 2016 U38

TMM 2716 U43

TMM 2716 U42

TMM 2016 U41

TMM 2716 U46

TMM 2716 U45

TMM 2016 U44

TMM 2716 U45

TMM 2716 U48

TMM 2016 U47

0,47MF

MC 7905

TMM 2708 U50

1,0MF

7400 U51

M, M O I R E	1	7404	PORTES NOT
	2	7400	PORTES NAND
	2	Condensateur	0,47MF; 1,0MF
	14	Condensateurs	68nf
	1	TMM 2708	MEMOIRE EPROM
	8	TMM 2716	MEMOIRES EPROM
	4	TMM 2016	MEMOIRES RAM
	2	74LS138	Décodeurs 1 parmi 8
	2	8T26	Interface du bus d'adresses
I n t e r f a c e	2	8T96	Inverseur
	2	MC14508	Latch
	1	MC6821	P.I.A.
	1	MC14411	Générateur
	1	Quartz	1,8432 MHz
	9	Résistances	10Kx2; 39Kx6; 1Mx2
	2	1489	Transmetteurs
	2	1488	Transmetteurs
	2	MC6850	A CIA
	3	74LS133	PORTE NAND A 13 entrées
	1	74LS138	Décodeur 1 parmi 8
1	74LS139	Décodeur 1 parmi 4	
	2	8T26	Interface du bus de données
C. P. U.	2	Résistances	10K; 10K.
	1	MC6871A	HORLOGE
	1	7408	PORTES AND
	1	7404	PORTES NOT
	2	7400	PORTES NAND
	2	8T26	Interface du bus de données
	3	8T95	Interface du bus d'adresses
	1	MC6800	MICRO PROCESSEUR - MOTOROLA
BLOC	Nb	Désignation	observation

Nomenclature.

ANNEXE 3

NOTICE D'EMPLOI DU TRAUDOS I

A la mise sous tension ou au restart l'opérateur doit introduire la date (JOUR MOIS ANNEE), après cela il ya automatiquement visualisation du premier menu, il a alors le choix:

-s'il appuie sur "1" il fait apparaître sur l'écran le tableau où il positionnera les valeurs des bipoints de la première courbe d'etalonnage.

-s'il appuie sur "2" ou "3" ceci a le même effet que précédemment mais pour les courbes deux ou trois.

-s'il appuie sur "4" il passe aux mesures, pour effectuer une mesure l'opérateur doit appuyer sur la touche "M" pour mémoriser la valeur affichée sur le densitometre; il aura au préalable introduit le numero du film.

Pour Les deux autres menus la procedure est la même que pour le premier

Il est à noter que pour l'introduction des courbes d'etalonnage l'opérateur apres avoir inscrit une abscisse, doit appuyer sur un "space" pour que le curseur se positionne à la case correspondant à l'ordonnée, celle-ci entrée, il doit alors appuyer sur "space".

A ce moment il a le choix:

-un deuxième "space" fait passer le curseur à la case suivante pour l'acquisition d'une deuxième abscisse.

- un "point" fait apparaître à nouveau le premier menu.

BIBLIOGRAPHIE

<u>AUTEUR</u>	<u>TITRE</u>
G. REVELLIN	MICROPROCESSEURS ET MODES D'INTERFACAGE DU 6800 AU 6809
CLAUDE DARDANNE	LE MICROPRO ^{CE} CESSEUR 6809 Ses peripheriques et le processeur graphique.
J. P. COCQEREZ	MICRO PRO ^{CE} CESSEUR à l'usage des electroniciens
	MICRO PROCESSEUR Course M C 6 8 0 0
	DATA BOOKS: - TTL . - NMOS.

Déroutement de la procédure de traitement

```
LDX # $ 6000
JSR $ FD30
LDX # $ 10A1
LDAA # $ 0A
STAA $ 10A1
JSR $ FD1F
STAA $ 0, X
INX
DEC $ 10A1
BNE Lp1
LDAA # $ 04
STAA $ 0, X
LDAA # $ 05
STAA $ 10A0
LDX # $ 5040
JSR $ FD30
```

adresse en ROM du début de tableau de date
Soubroutine de sortie de caractères (minibug)
adresse en Ram de début de la table où sera stockée la date

Soubroutine d'entrée de caractères (minibug)

adresse en ROM ; Début du premier menu

PROGRAMME D'ENTREE DES DONNEES D'ETALONNAGE

```
(AD4) LDX # $ 6310
JSR $ FD30
LDX # $ 1040
LDAA # 07
STAA $ 10A2
JSR $ FD1F
STAA 0, X
INX
DEC $ 10A2
BNE Lp2
```

adresse début de la table en ROM : "FILM N°"
Soubroutine de sortie de caractères (minibug)
adresse en RAM de la table où sera stocké le numéro de film

soubroutine d'attente de caractère (minibug)

```
LDX # $ 5400
JSR $ FD30
JSR $ FD1F
CMPA # $31
BNE Lp Lp3
JMP $
```

PROGRAMME D'ACQUISITION - (Acquisition, conversion et stockage des 7 valeurs Y_{ni})
Adresse début en ROM du Menu 2 ; le Menu 2 est visualisé et positionnement du curseur au bas du tableau)

adresse début du programme d'interpolation - 1^{ère} émulsion -

```
CMPA # $32
BNE Lp4
JMP $
```

adresse début du programme d'interpolation - 2^{ème} émulsion -

```
CMPA # $33
BNE Lp5
JMP $
```

adresse début du programme d'interpolation - 3^{ème} émulsion

Programmes d'interpolation - 1^{ère}, 2^{ème} et 3^{ème} émulsion. Oo

```
LDX # $ 5800
JSR $ FD30
JSR $ FD1F
CMPA # $31
```

adresse en ROM ; début du 3^{ème} Menu. le Menu 3 est visualisé et positionnement du curseur au bas de ce dernier -
" " d'attente de caractère.

```
BNE Lp6
JMP $
```

adresse début du programme de traitement des rayons X.

```
CMPA # $32
BNE Lp7
JMP $
```

adresse début du programme de traitement des neutrons I (N1)

```
CMPA # $33
BNE Lp8
JMP $
```

adresse début du programme de traitement des neutrons II (N2)

```
CMPA # $34
BNE Lp9
JMP $
```

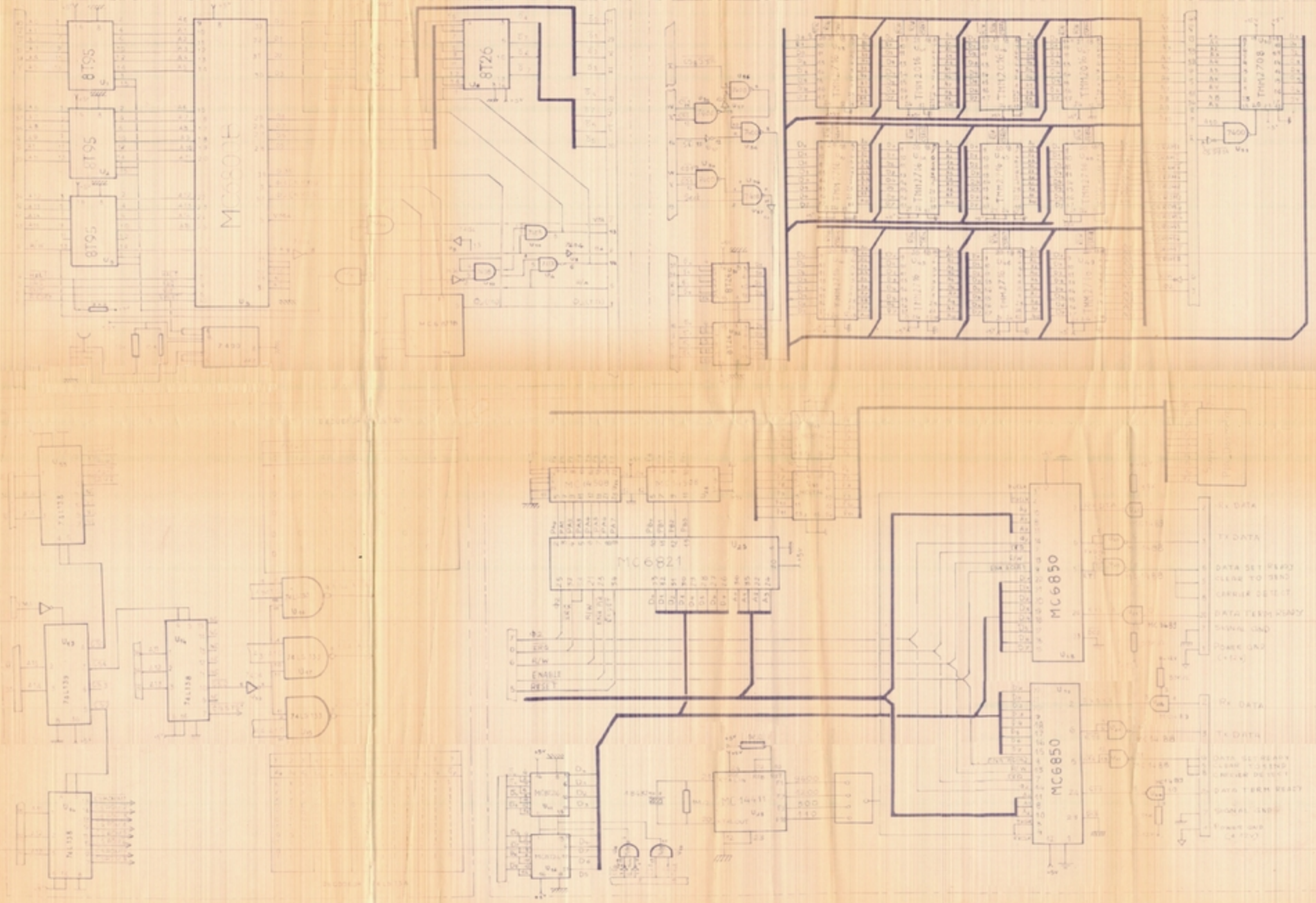
adresse^x début du programme de traitement des bêta.

```
CMPA # $35
BNE Lp10
JMP $
```

adresse début du programme de traitement des Gamma.

```
CMPA # $36
BNE Lp11
JMP $ (AD4)
```

→ Sortie du Menu 2 après introduction du numéro du film et acquisition des 7 valeurs Y_{ni}
Chacun des programmes de traitement se termine par l'impression des résultats et apparition de nouveau du Menu trois permettant ainsi à l'opérateur le choix d'un autre traitement sur le même film.



TRAUDOS 1 - SCHEMA GENERAL