

TH-86 BD2



- Rapport de stage -

AUTOMATISME D'UN SYSTEME  
D'ANALYSE PAR RAYONNEMENT GAMMA

GAUBERT Pascal  
I.U.T. Mesures Physiques  
MARSEILLE

Mai-Juin 1982

GAUBERT Pascal  
I.U.T. Mesures Physiques  
MARSEILLE

- R A P P O R T D E S T A G E -

AUTOMATISME D'UN SYSTEME D'ANALYSE

PAR RAYONNEMENT GAMMA

Stage effectué au centre de la  
recherche agronomique d'Avignon  
Station : Sciences du sol  
84 140 MONTFAVET (VAUCLUSE)

Responsable du stage : M. GUENNELON

## A V A N T - P R O P O S

---

Je remercie Monsieur GUENNELON, responsable de mon stage, pour son aide et la sympathie qu'il m'a témoignée tout au long de ces deux mois, ainsi que toutes les personnes qui m'ont entourées, pour leur gentillesse.

- S O M M A I R E -

	Pages
INTRODUCTION	
I PRESENTATION DE LA MANIPULATION	
1-1 Principe de la manipulation.....	1
1-2 Le problème à résoudre.....	3
II EN SUIVANT LE PROGRAMME	
2-1 La mise en place de la cuve.....	5
2-2 Alimentation de l'interface.....	5
2-3 Les rentrées de données.....	5
2-4 Le comptage.....	7
2-5 Les déplacements.....	7
III REALISATION DU PROGRAMME	
3-1 Les entrées et les sorties.....	9
3-2 Les espaces de travail.....	9
3-3 Organigramme et listing du programme.....	9
IV MISE EN ROUTE DE LA MANIPULATION.....	19
V LES ESSAIS	
5-1 Les problèmes.....	21
5-2 Les remèdes.....	21
CRITIQUES	
CONCLUSION	



## -INTRODUCTION -

---

J'ai effectué mon stage de fin d'année au Centre de Recherches Agronomiques d'AVIGNON-MONTFAVET (Vaucluse), qui est l'un des 17 centres de l'Institut National de la Recherche Agronomique (INRA).

L'INRA est un établissement public chargé de l'organisation, l'exécution et la publication de tous les travaux de recherches scientifiques intéressant la production, la transformation et la conservation des produits végétaux et animaux. Sa compétence s'étend aussi aux recherches économiques et sociologiques intéressant l'agriculture et le monde rural, aux recherches vétérinaires, forestières et hydrauliques.

De nouvelles orientations apparaissent dans ses laboratoires en raison des problèmes qui se posent en cette fin de XX<sup>me</sup> siècle, en particulier :

- l'aménagement de l'espace rural
- la sauvegarde de l'environnement
- l'économie des matières premières y compris l'eau
- l'emploi des produits chimiques
- la transformation des produits agricoles
- la qualité des aliments

Pour ma part, mon stage s'est déroulé dans la station Science du sol qui étudie la porosité du sol, son origine, son évolution sous l'action de l'eau et des contraintes mécaniques (tassement), son influence sur les modalités d'apport aux cultures de l'eau et des éléments fertilisants. Cette station étudie également la nutrition minérale et hydrique des cultures en fonction des conditions du milieu, et définit les techniques culturales appropriées. Mon travail a consisté à réaliser un programme sur microprocesseur pour automatiser une manipulation basée sur le rayonnement gamma permettant de déterminer la progression d'un soluté dans un échantillon de sol, suivant plusieurs facteurs (tassement, structure, etc...).

I PRESENTATION DE LA MANIPULATION

Pour pouvoir prévoir la pénétration et la diffusion d'un soluté, il faut pouvoir suivre son évolution dans un échantillon reproduisant les paramètres du milieu réel (tassement, structure, constitution, humidité...).

1-1 Principe de la manipulation

l'échantillon de sol est placé dans une cuve en verre (voir schéma n°1), de 30 cm de haut, 50 cm de long et 5 cm de large.

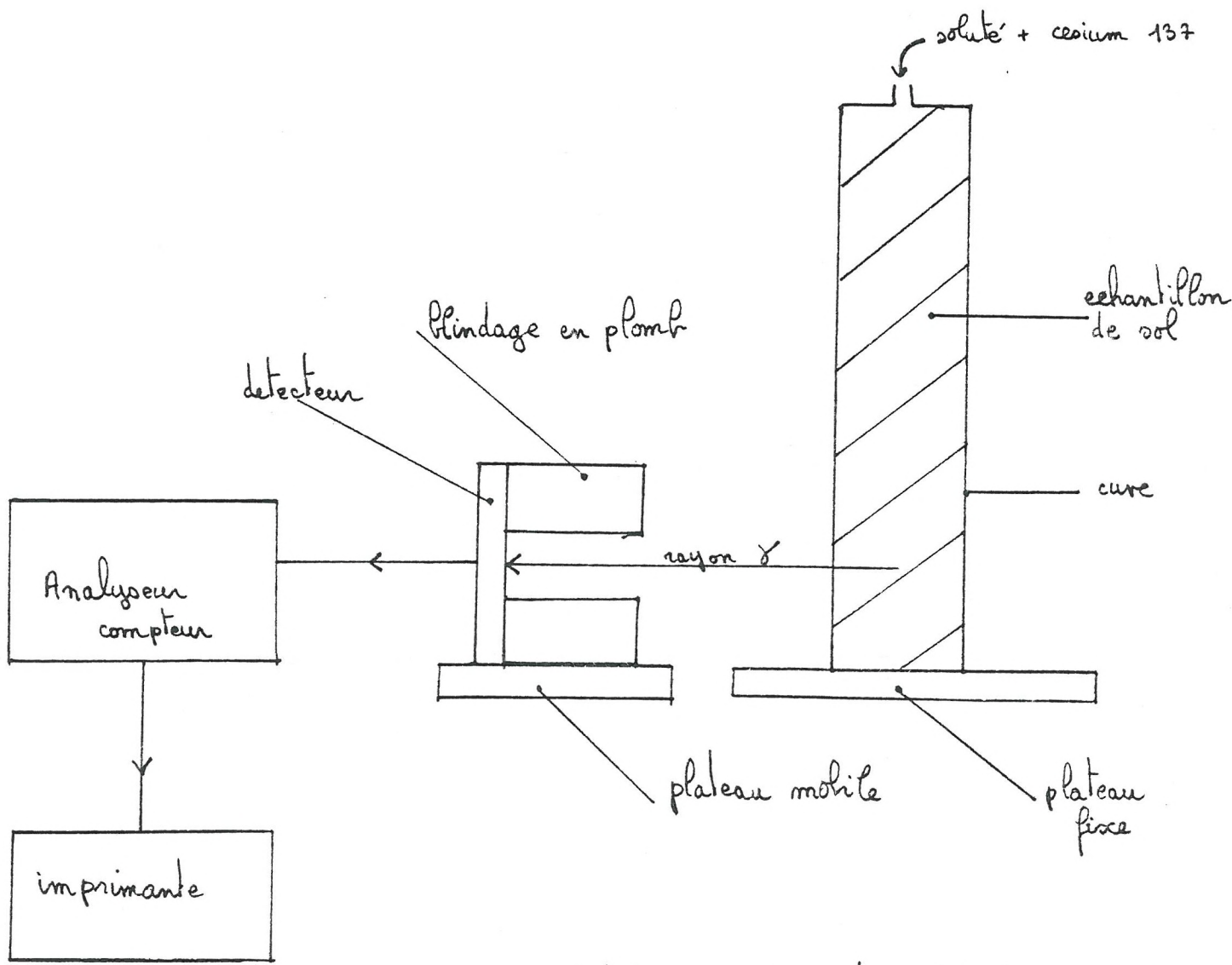
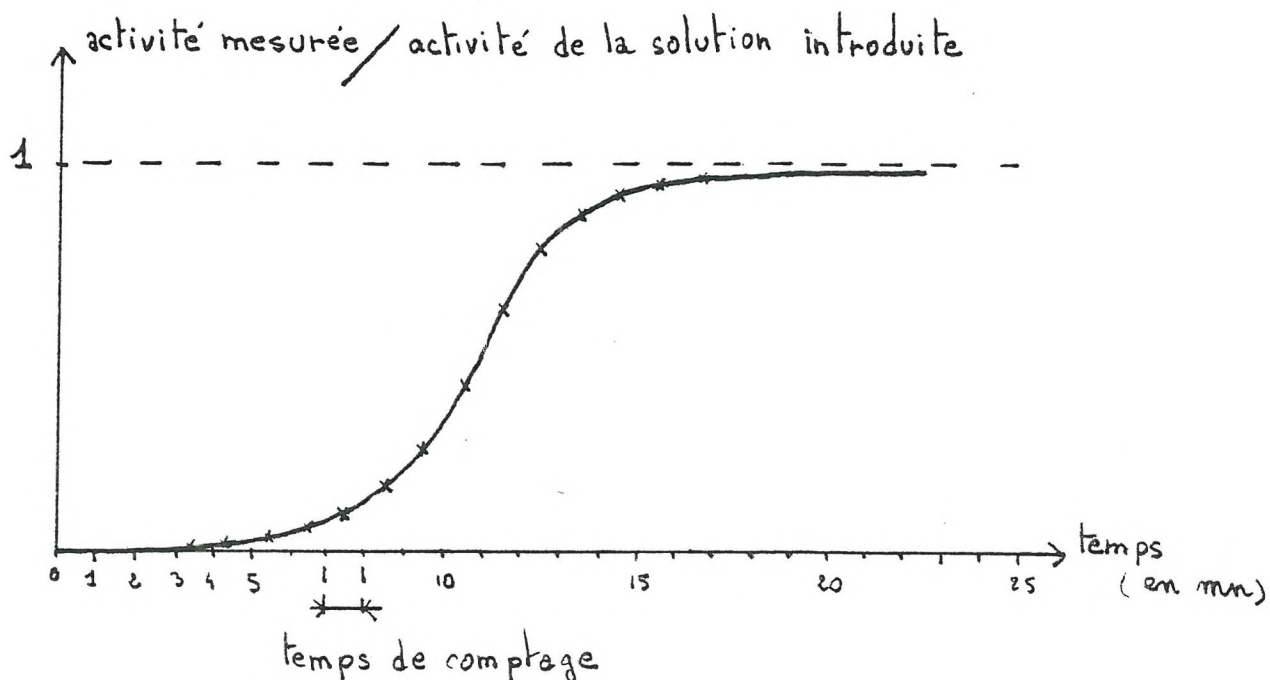


Schéma n°1 : dispositif de mesure

On introduit alors par sa partie supérieure un soluté rendu radioactif par addition de césium 137. La radiation émise est de type gamma, l'énergie des photons étant de 557 Kev. Les photons sont enregistrés grâce à un compteur à scintillation. Un analyseur collecte le courant de sortie du compteur et somme les résultats pendant un temps donné, que l'on appelle temps de comptage, pour calculer le nombre d'impacts. Ce nombre d'impacts est alors envoyé sur une imprimante qui stocke les résultats.

Le manipulateur recueille ces résultats et les porte sur un graphique représentant à travers l'évolution de l'activité radioactive, l'évolution de la quantité de soluté (et donc sa progression) en un point en fonction du temps.

Ce qui donne une courbe dont l'allure est la suivante :



Au bout d'un certain temps, dépendant des paramètres de l'échantillon et de la profondeur d'analyse, l'activité mesurée sera égale à celle de la solution que l'on a introduit, ce qui explique le "plafonnement" de la courbe.



## 1-2 Le problème à résoudre

Il est intéressant dans cette manipulation et cela en est en fait le but, de pouvoir suivre l'évolution du soluté à différentes profondeurs de la cuve. L'échantillon pouvant se trouver saturée en eau avant l'introduction du soluté, la cuve ne devant pas être déplacée, car ceci entrainerait du fait de l'inertie de l'eau, des phénomènes perturbateurs sur la diffusion normale du soluté.

Mon travail a donc consisté à automatiser le déplacement du détecteur posé sur un plateau mobile activé par un moteur horizontal. Etant donnée la vitesse de pénétration d'un soluté dans un échantillon, il est rare que l'on puisse effectuer l'analyse complète de la courbe à une profondeur avant de passer à une autre. Généralement, il y a superposition dans le temps des courbes d'évolution de la quantité de soluté à différentes profondeurs (figure n°1). Ceci vient du fait que le soluté arrive à la profondeur inférieure d'analyse avant le "plafonnage", à la profondeur supérieure.

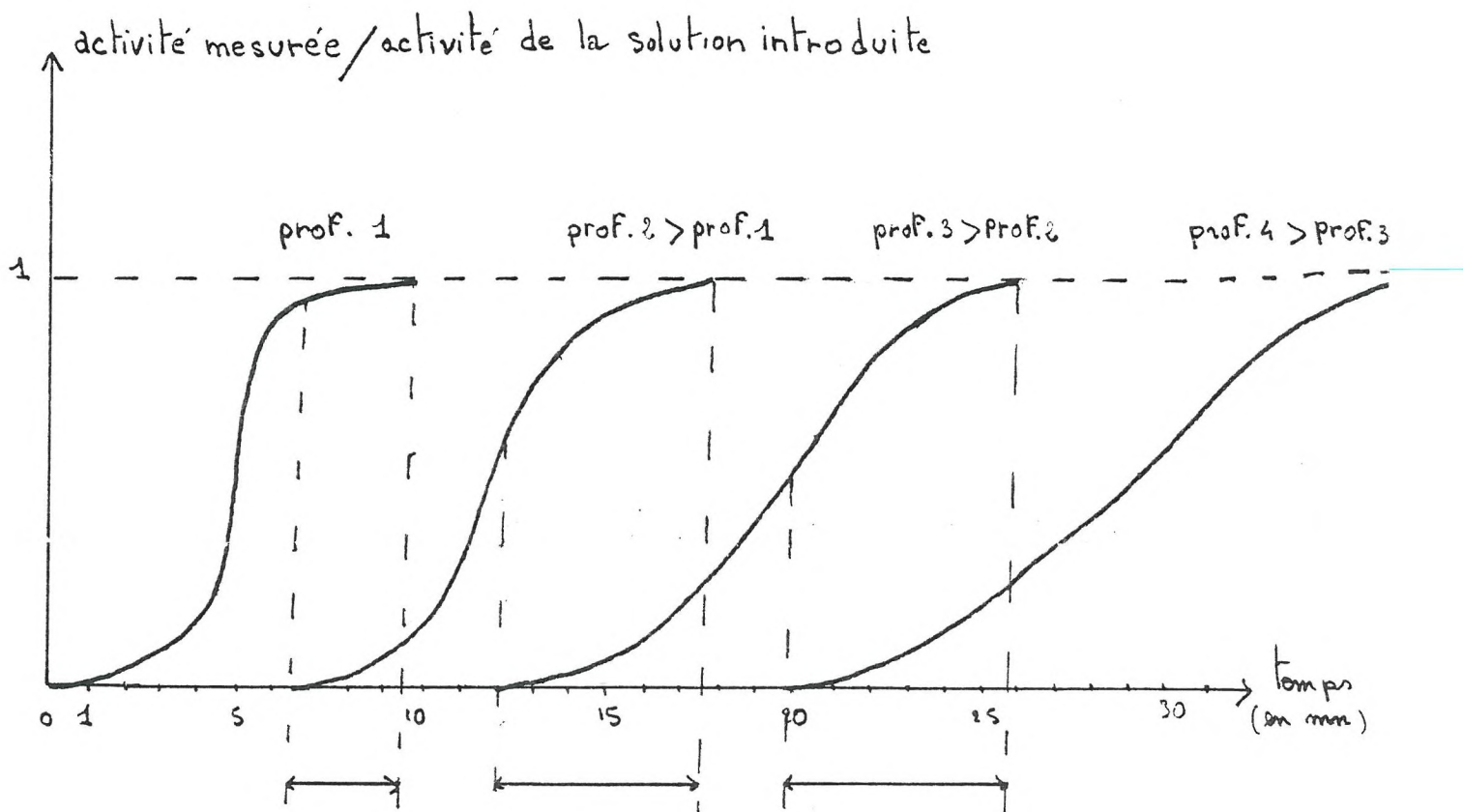


Fig. n°1 : courbes d'évolution du soluté  
à différentes profondeurs

Le détecteur devra donc faire des comptages uniquement sur la profondeur 1 tant que le soluté ne sera pas arrivé à la profondeur 2. Lorsque celui-ci y sera parvenu, le détecteur devra à la fois compter pendant 1 temps de comptage sur le point 1, se déplacer pour se mettre face au point 2 et compter pendant une autre unité de temps pour remonter ensuite sur le point 1, pour un nouveau comptage. Ceci, jusqu'à ce que le comptage en 1 soit devenu inutile car la courbe 1 plafonnera alors. Le détecteur devra rester sur le point 2 tant que le soluté ne sera pas arrivé à la profondeur du point 3, ainsi de suite jusqu'à la dernière profondeur. La vitesse de pénétration du soluté dans l'échantillon pourra être plus rapide, il se peut très bien que plus de deux courbes se superposent. Le détecteur devra alors par moment, assurer le comptage sur trois ou quatre profondeurs. IL ne faut tout de même pas que ce chiffre excède 4 car le manipulateur manquerait de points pour tracer les courbes, le temps séparant deux comptages à une même profondeur étant trop grand. La vitesse de progression du soluté dans la cuve variant avec les paramètres de l'échantillon, il a été impossible de concevoir un programme figé.

## II EN SUIVANT LE PROGRAMME

### 2-1 La mise en place de la cuve

Il faut avant de lancer le programme, positionner le détecteur en face du premier point de comptage. Cette mise en place est assurée par un programme réalisé par Xavier PETER, stagiaire de l'I. U. T. à l'INRA l'année dernière (cf rapport de stage)

### 2-2 Alimentation de l'interface

Pour éviter que les relais claquent lors de l'initialisation des ports P0 à P3, la sortie P7 a été reliée à un inverseur à collecteur ouvert qui commande l'alimentation de l'interface. Le programme débute alors par la mise à "0" de ce bit.

### 2-3 Les rentrées de données

#### 2-3.1 La longueur du pas

Le programme débute en affichant : "LONG-PAS ?". La longueur du pas correspond à la distance verticale séparant les points d'analyse (ou scrutation). Cette longueur doit être rentrée en  $\frac{1}{10}$  de millimètre et se terminer par 0 ou 5 du fait du système de déplacement (voir 2-4 : les déplacements). Si le manipulateur introduit un caractère non hexadécimal, ou une longueur ne se terminant pas par 0 ou 5, le programme sera dérivé vers un sous programme d'erreur musicale suivi respectivement des messages "erreur" et "..(0-5).."

#### 2-3.2 Le nombre de pas et son changement

Après l'introduction correcte d'une longueur de pas et action sur la touche RET (return), le microprocesseur affiche : "NBR-PAS ?". Ce nombre de pas est indépendant du nombre de points total à scruter. Il correspond uniquement au nombre de points qui vont être analysés immédiatement. Le système peut comporter par exemple 5 points d'analyse mais si on ne veut scruter que les 2 premiers points, il suffira de rentrer la valeur 1 (1 pas).

Le système scrutera alors le point 1, se déplacera de la longueur du pas pour compter en 2, remontera après fin du comptage en 1 pour recommencer l'opération. Ceci jusqu'à ce que le manipulateur intervienne. S'il intervient après le comptage n°1, le microprocesseur demandera à nouveau le nombre de pas, le manipulateur pourra alors rentrer "2" par exemple. Le système analysera suivant le schéma n°2 les points 1, 2 et 3

Schéma n°2 :

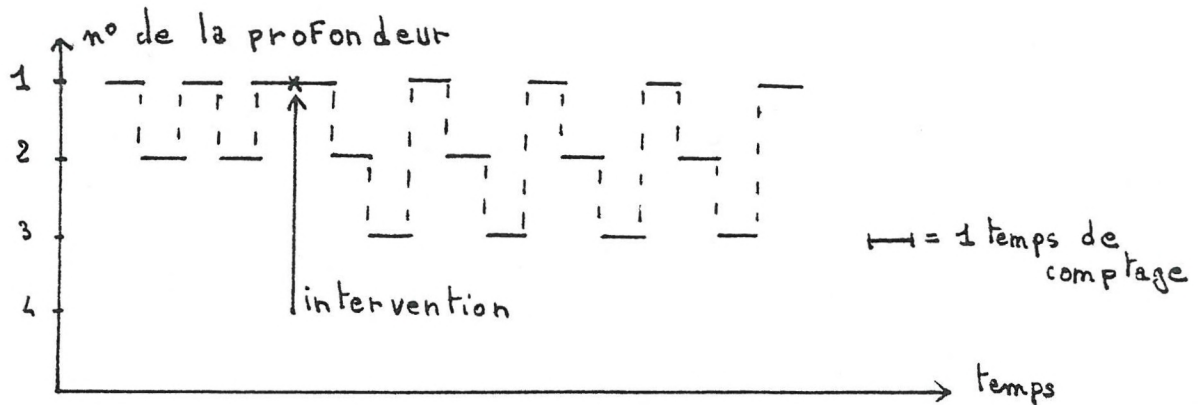


Schéma n°2

S'il intervient après le 2me comptage, le microprocesseur demandera à nouveau le nombre de pas. Le manipulateur pourra alors rentrer par exemple "1". Le système analysera suivant le schéma n°3 les points 2 et 3

Schéma n°3 :

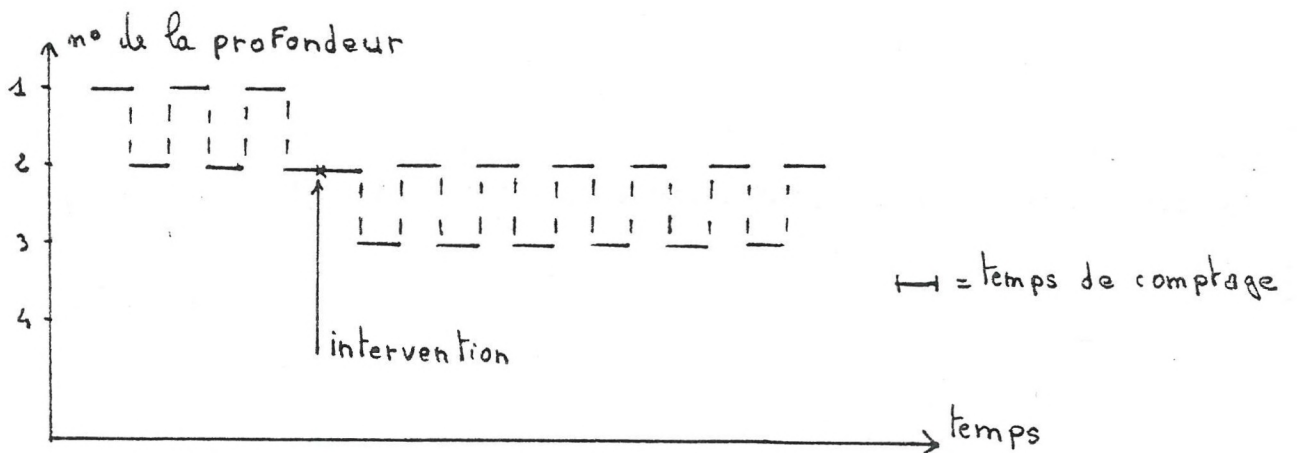


Schéma n°3



2-4 Le comptage

Le temps de comptage (environ une minute) est fixé par le manipulateur sur l'analyseur qui possède une échelle de temps de comptage. Celui-ci, peut démarrer manuellement (bouton poussoir) ou automatiquement par le passage de 5 à 0 volts d'une broche d'entrée de l'appareil. Le microprocesseur fait donc démarrer automatiquement les comptages en mettant à 0 le bit de sortie relié à cette broche. L'appareil possède également une broche qui est à + de 5 volts quand le comptage se déroule et passe à 0 volts quand celui-ci se termine. Par programme le microprocesseur teste cette broche pour savoir si le comptage est fini avant d'effectuer tout déplacement.

2-5 Les déplacements

2-5.1 Le système de controle des déplacements

Pour déplacer le plateau lors de la mise en place et de la scrutation on dispose de deux moteurs : un pour le déplacement vertical l'autre pour le déplacement horizontal. Chaque moteur par l'intermédiaire de son axe entraîne un disque percé de trous (voir schéma n°4).

Schéma n°4 :

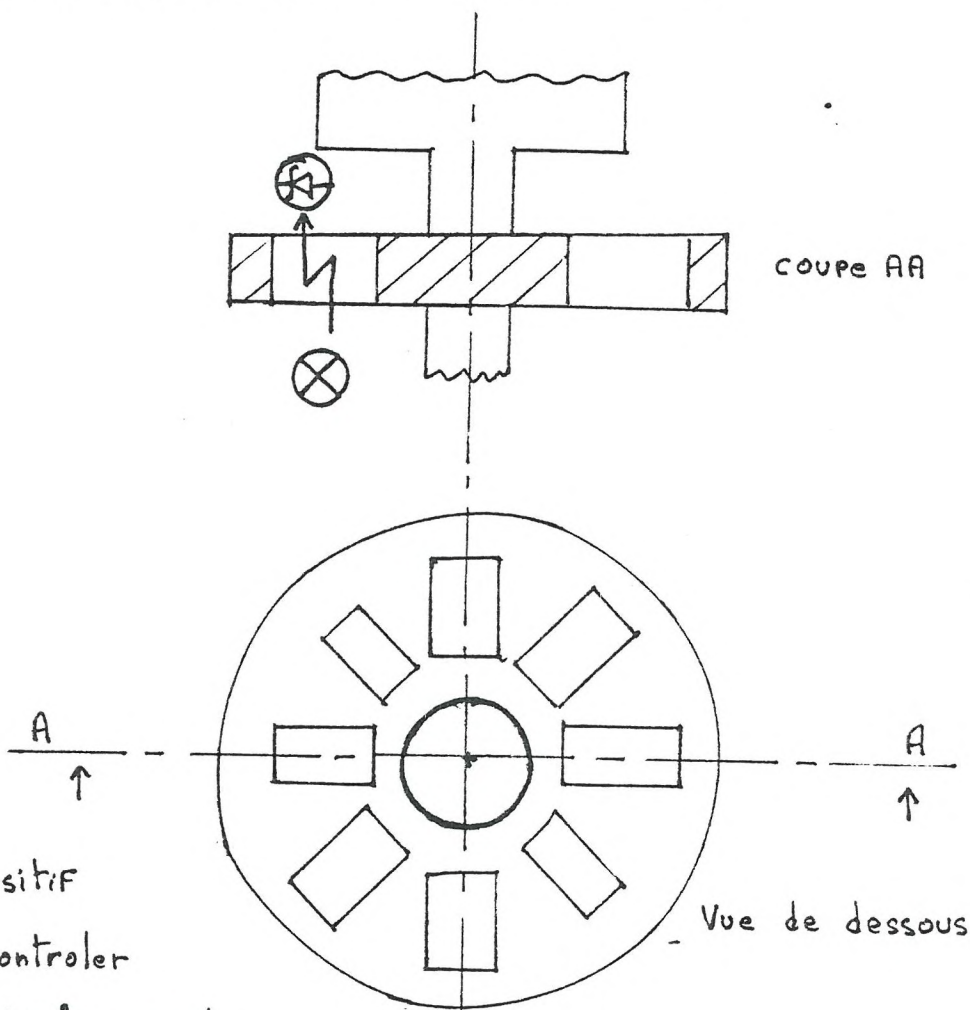


schéma n°4 : dispositif permettant de contrôler la longueur de déplacement



De part et d'autre de ce disque se situe une lampe et une photodiode. Lorsqu'un trou passe devant la lampe, la photodiode reçoit une "impulsion" lumineuse et envoie une "impulsion" électrique (un niveau 1) vers le microprocesseur.

Celui-ci en comptant les "impulsions" détermine la longueur de déplacement parcouru par le plateau sachant que 20 impulsions = 1cm.

### 2-5.2 Le sous programme de déplacement

Un sous programme de conversion transforme la longueur introduite en nombre hexadécimal d'impulsions. Ce nombre est alors entré dans un registre de l'espace travail du sous programme de déplacement. Chaque fois que le microprocesseur reçoit une impulsion de la photodiode, il décrémente le registre. Quand celui-ci est égal à 0, le moteur est arrêté.

Remarque : le microprocesseur ne décomptant que des valeurs entières d'impulsions et la précision sur le déplacement étant de  $\frac{5}{10}$  de mm, les longueurs rentrées devront se terminer par 0 ou 5.

### 2-5.3 Déplacement en sens direct ou inverse

Quand le plateau se déplace vers le haut, le moteur tourne dans son sens direct. Il suffit alors de mettre à 1 le bit relié au relais du moteur vertical. Quand le plateau se déplace vers le bas, il faut inverser le sens de rotation du moteur. Il faut mettre à 1 le bit relié au relais inverseur du moteur vertical.

### 2-5.4 Le problème de l'inertie et des jeux

Le système d'entraînement du plateau mobile possède une certaine inertie lors de la coupure du moteur. Ceci est dû au fait que malgré le frein, le moteur ne s'arrête pas instantannément. La transmission du mouvement de l'axe du moteur au plateau se fait de jeux. Ces jeux si on ne prend pas de précautions entraînent un mauvais repositionnement du détecteur lors d'un retour vertical. Ceci a été évité par déplacement d'une impulsion vers le bas après tout retour vertical qui lui-même est augmenté d'une impulsion vers le haut.

### III REALISATION DU PROGRAMME

Le programme est réalisé sur la carte TMS 9900 de Texas Instrument.

#### 3-1 Les entrées et les sorties

		n° bit CRU
ENTREES :	P4 photodiode horizontale.....	20
	P5 photodiode verticale.....	21
	P8 fin de comptage.....	24
	P13 modification du nombre de pas.....	29
SORTIES :	P0 relais moteur horizontal.....	16
	P1 relais moteur vertical.....	17
	P2 relais inverseur du moteur horizontal.....	18
	P3 relais inverseur du moteur vertical.....	19
	P7 alimentation des photocompteurs.....	23
	P9 mise en route comptage.....	25

#### 3-2 Les espaces de travail

Pour une plus grande souplesse d'utilisation des sous programmes, si ceci devait être employé dans d'autres programmes, chaque sous programme possède son espace de travail. IL a été réservé aussi des espaces de mémoires RAM pour conserver les données importantes : longueur du pas, nombre de pas et reste de la division lors de la conversion de la longueur en nombre d'impulsion hexadécimale.

#### 3-3 Organigramme et listing du programme

Voir ci-après.

NIGRAMME	ADRESSES	CODES OBJETS.	SYM- BOLES.	INSTRUCTIONS	COMMENTAIRES
				A 02E0	
	02E0	02E0		LWPI WP	charg. du WP principal
	02E2	03B0			
	02E4	04CC		CLR R12	initialisation du CRU
	02E6	1D19		SBO 25	mise à 1 sortie P3
	02E8	1E17		SBZ 23	alim. des photocoupleurs
	02EA	2FA0	DB	XOP @LP, 14	affichage : long. du pas
	02EC	053E			
	02EE	2E40		XOP R0, 9	long. du pas en $\frac{1}{10}$ de mm $\rightarrow$ R0
	02F0	02EA		DATA DB	} Renvois pour les erreurs
	02F2	0444		DATA ER	
	02F4	C800		MOV R0, @ST	transfert long. du pas $\rightarrow$ @ST
	02F6	0436			(ST = zone RAM de transition)
	02F8	0420		BLWP @CV	appel au sous-prog. de
	02FA	043C			conversion en nbre Imp. hexa.
	02FC	1000		NOP	pas d'opérations
	02FE	1000		NOP	"
	0300	C820		MOV @ST, @SL	sauvegarde long. du pas contenu
	0302	0436			dans SL
	0304	0430			
	0306	8320		C @SR, R12	Reste division = 0 ?
	0308	0434			
	030A	1303		JEQ CE	si oui $\rightarrow$ CE
	030C	06A0		BL @E2	si non $\rightarrow$ E2 (erreur)
	030E	0460			
	0310	10EC		JMP DB	et retour affichage
	0312	2FA0	CE	XOP @NP, 14	affichage : Nbre de pas
	0314	0560			
	0316	2E42		XOP R2, 9	nbre N $\rightarrow$ R0
	0318	0312		DATA CE	} Renvois en cas d'erreur
	031A	044C		DATA EV	

initialisation

DB

charge :  
ong. - PAS ?

8 pas  $\rightarrow$  @ST

conversion long.  
pas en nbre  
imp. hexa.

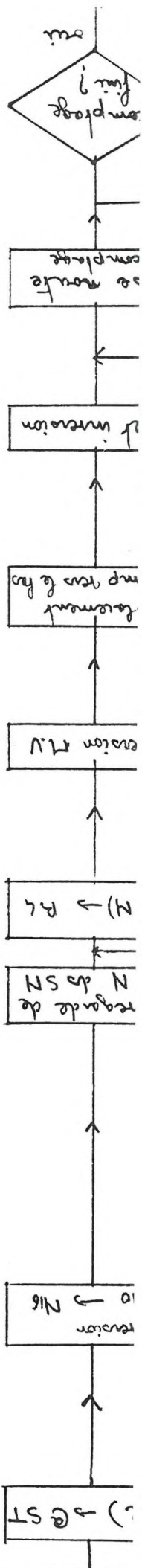
regarde long.  
pas SL

= XXX (0 ou  
5) ?

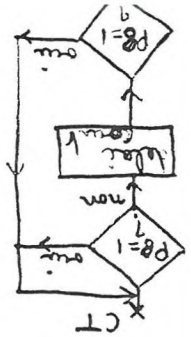
oui

charge  
3R - PAS - ?





ADRESSES	CODES	SYN.	INSTRUCTIONS	COMMENTAIRES
031C	C802		MOV R2, @ST	mettre pas -> @ST (zone RAM de transition).
0320	1000		NOP	pas d'opération
0322	1000		NOP	
0324	0420		GLWP @CV	appel au sous prog. de conversion
0328	0207		LI R7, 5	(R7) = 5
032C	39E0		MOV @ST, R7	(5 x quotient) + reste de la division = mte de parig
0332	0436		A @SR, R8	
0334	C808		MOV R8, @SN	surveille de N (mte de par) dans SN
0338	C120	AF	MOV @SN, R4	(@SN) -> R4
033C	0206		LI R6, 1	(R6) = 1
0340	1D13		SBO 19	intervention niveau vertical
0342	06A0		BL @DH	delai moyen
0344	046C			
0346	C806		MOV R6, @ST	delai moyen (R6) -> @ST
0348	0436			
034A	0420		BLWP @DV	appel au sous prog. de déplacement.
034C	0440			
034E	1E13		SDZ 19	appel de l'intervention du H.V.
0350	06A0		BL @DH	delai moyen
0352	046C			
0354	1E19	AF	SBZ 25	mise en route comptage
0356	1F18	CT	TB 24	
0358	13FE		SEQ CT	
035A	06A0		BL @DC	
035C	0476			
035E	1F18		TB 24	



fait que R8=1  
le comptage se poursuit. le déplacement ne peut s'effectuer

PROGRAMME	ADDRESSES	CODES OBJETS	SYM. -BOLES	INSTRUCTIONS	COMMENTAIRES
	0360	13FA		SEQ CT	
re à 1 bit 25	0362	1D19		SBO 25	remise à 1 bit 25
changement	0364	1F1D		TB 29	test de l'interrupteur sur P13
non	0366	13D5		SEQ CE	si P13 = 1 → CE
N=0 ?	0368	0284		CI R4, 0000	(R4) = N ⇒ N = 0?
oui	036A	0000			
	036C	160E		JNE AG	si non → AG
leul retour rival.	036E	C020		MOV @SM, R0	(@SM) → (R0)
our = (N long pas)	0370	0432		CLR R2	(R2) = 0
1	0372	04C2			
	0374	C060		MOV @SL, R1	(@SL) → (R1)
	0376	0430			
	0378	3840		MPY R0, R1	mult: long pas par N
	037A	0582		INC R2	incrémentation du resultat.
	037C	C802		MOV R2, @ST	(R2) → zone RAM de transition
	037E	0436			
	0380	1000		NOP	
	0382	1000		NOP	} pas d'opérations.
	0384	0420		BLWP @DV	appel SP de déplacement
	0386	0440			
	0388	1007		JMP AE	retour à AE
	038A	0604	AG	DEC R4	N = N - 1
	038C	1D13		SBO 19	inversion moteur vert.
	038E	06A0		BL @DM	décal moyen
	0390	046C			
	0392	C820		MOV @SL, @ST	rappel longdupas
	0394	0430			
	0396	0436			
	0398	0420		BLWP @DV	appel SP déplacement.
	039A	0440			
	039C	1E13		SBZ 19	arrêt inverseur moteur -
	039E	06A0		BL @DM	décal moyen
	03A0	046C			



	ADRESSES	CODES OBJETS	SYM. BOLES	INSTRUCTIONS	COMMENTAIRES
espaces	03B0		WP	BSS 32	espace travail prog. principal
	03D0		WM	BSS 32	W.P. sous prog. musical
	03F0		WC	BSS 32	W.P. sous prog. conversion
	0410		WD	BSS 32	W.P. sous prog. deplac. rel
zone RAM	0430		SL	BSS 2	sauvegarde long. - Pas
	0432		SN	BSS 2	" nbre. pas
	0434		SR	BSS 2	" reste division
	0436		ST	BSS 2	" pour la transition prog. principal ↔ sous prog, des données
initiation des espaces de il des sous ramme, et pointeurs.	0438	03D0	MU	DATA WM	} sous prog. musical
	043A	04BA		DATA PM	
	043C	03F0	CV	DATA WC	} sous prog. conversion
	043E	0480		DATA PC	
	0440	0410	DV	DATA WD	} sous prog. déplacement
	0442	050A		DATA PD	
trois aise s prog. 'eneur.	0444	06A0	ER	BL @ E1	} eneur lors de la demande "longueur des pas?"
	0446	0454			
	0448	0460	B @ 0B		
	044A	02EA			
	044C	06A0	EV	BL @ E1	} eneur lors de la demande "nbre de pas?"
	044E	0454			
	0450	0460	B @ CE		
	0452	0312			

	ADRESSES	CODES OBJETS	SYM. BOLES	INSTRUCTIONS	COMMENTAIRES
us prog. eneu.	0454	0420	E1	BLWP @MU	} eneu: "eneu"
	0456	0438			
	0458	2FA0		XOP @EY, 14	
	045A	054A			
	045C	2F40		XOP R0, 13	
	045E	045B		B * R11	
<hr/>					
	0460	0420	E2	BLWP @MU	} eneu: "... (0-5) .."
	0462	0438			
	0464	2FA0		XOP @EX, 14	
	0466	0554			
	0468	2F40		XOP R0, 13	
	046A	045B		B * R11	
<hr/>					
us prog. delai	046C	020A	DM	LI R10, >FFFF	} delai moyen
	046E	FFFF			
	0470	060A		DEC R10	
	0472	16FE		SNE \$-2	
	0474	045B		B * R11	
<hr/>					
	0476	020A	DC	LI R10, >17A	} delai count.
	0478	017A			
	047A	060A		DEC R10	
	047C	16FE		SNE \$-2	
	047E	045B		B * R11	

	ADRESSES	CODES OBJETS	SYM- BOLES	INSTRUCTIONS	COMMENTAIRES
	0480	04C8	PC	CLR R8	
	0482	04C9		CLR R9	
	0484	04CA		CLR R10	
	0486	C120		MOV @ST, R4	
	0488	0436			
	048A	0203		LI R3, >FFF0	
	048C	FFF0			
	048E	0201		LI R1, CM	
	0490	04B2			
programme	0492	C1C4	RB	MOV R4, R7	
conversion	0494	41C3		SZC R3, R7	
mal → Resca	0496	39F1		MPY *R1+, R7	
division	0498	A248		A R8, R9	
5 pour	049A	0944		SRL R4, 4	
directement	049C	16FA		JNE RB	
entre	049E	C289		MOV R9, R10	
impulsions	04A0	04C9		CLR R9	
compter	04A2	0206		LI R6, 5	
d'un	04A4	0005			
placement)	04A6	3E46		DIV R6, R9	
	04A8	C809		MOV R9, @ST	
	04AA	0436			
	04AC	C80A		MOV R10, @SR	
	04AE	0434			
	04B0	0380		RTWP	
	04B2	0001	CM	DATA 1, 10, 100,	
	04B4	000A		1000	
	04B6	0064			
	04B8	03E8			



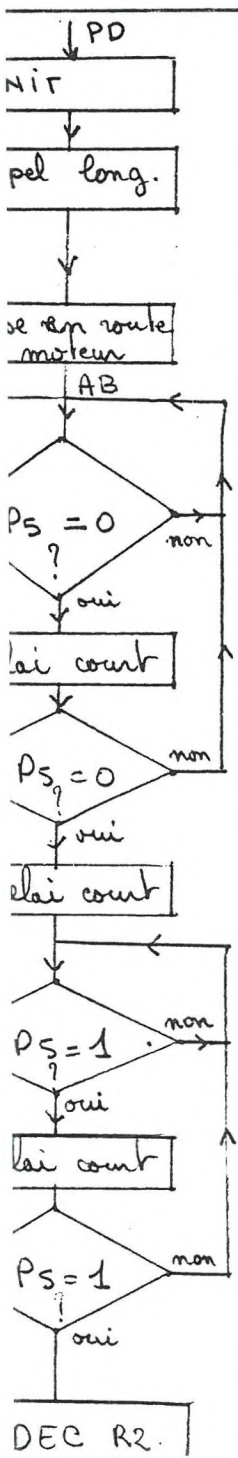
ADRESSES	CODES OBJETS	SYM- BOLES	INSTRUCTIONS	COMMENTAIRES
04BA 04BC	020C 043C	PM	LI R12, >43C	adresse du bit CPU micro. → R12
04BE 04C0	0205 0003		LI R5, 3	
04C2 04C4	0200 04FA	M2	LI R0, ME	chargement dans R0 de la 1 <sup>ere</sup> place memoire
04C6	C0F0	M0	MOV *R0, R3	duree de la note → R3
04C8	C050		MOV *R0, R1	frequence " " → R1
04CA	1D00	M1	SBO 0	bit zero à 1 ⇒ fonct. micro.
04CC	C090		MOV *R0, R2	
04CE	0601		DEC R1	
04D0	1306		SEQ N0	
04D2	0B34		SRC R4, 3	
04D4	10FA		JMP M1	
04D6	1E00	N1	SBZ 0	arrêt micro.
04D8	C050		MOV *R0, R1	
04DA	0602		DEC R2	
04DC	1302		SEQ N2	
04DE	0B34	N0	SRC R4, 3	
04E0	10FA		JMP N1	
04E2	0603	N2	DEC R3	
04E4	1301		SEQ N3	
04E6	10F1		JMP M1	
04E8 04EA	0280 0508	N3	CI R0, PF	
04EC	1303		SEQ N4	
04EE	0B34		SRC R4, 3	
04F0	05C0		INCT R0	chargement de la seconde adresse memoire
04F2	10E9		JMP M0	

is prog.  
isical  
in eneur.

programme  
sical  
sur eneur  
(suite).

ADRESSES	CODES OBJETS	SYM- BOLES	INSTRUCTIONS
04F4	0605	M4	DEC R5
04F8	16E5		SNE M2
04FA	0380		RTWP
04FC	0013	ME	DATA >100
04FE	0060		>13, >60, >19
0500	0019		, >60, >13, 1
0502	0060		
0504	0013		
0506	0001		
0508	0A00	MF	DATA >0A00

durée 1ère Note  
 fréquence 1ère //  
 durée 2ème //  
 fréquence 2ème //  
 durée 3ème //  
 fréquence 3ème //



050A	04CC	PD	CLR R12
050C	C0A0		MOV @ST, R2
050E	0436		
0510	1011		SBO 17
0512	06A0		BL @DM
0514	046C		
0516	1F15	AB	TB 21
0518	13FE		SEQ AB
051A	06A0		BL @DC
051C	0476		
051E	1F15		TB 21
0520	13FA		SEQ AB
0522	06A0		BL @DC
0524	0476		
0526	1F15		TB 21
0528	16FE		SNE AC
052A	06A0		BL @DC
052C	0476		
052E	1F15		TB 21
0530	16FA		SNE AC
0532	0602		DEC R2

sous programme  
 pour le déplacement  
 vertical

	ADRESSES	CODES OBSETS	SYM- BOLES	INSTRUCTIONS	COMMENTAIRES
	0534	16F0		JNE AB	sous programme de déplacement vertical (suite).
	0536	1E11		SBZ 17	
	0538	06A0		BL @ BM	
	053A	046C			
	053C	0380		RTWP	

<p>messages affichage</p>	053E	0D0A	LP	DATA >0D0A	TEXT 'Long-PAS?'
	0540	4C4F			
	0542	4E47			
	0544	2E50			
	0546	4153			
	0548	3F00			
	054A	0D0A	EY	DATA >0D0A	TEXT 'ERREUR'
	054C	4552			
	054E	5245			
	0550	5552			
	0552	0034			
	0554	0D0A	EX	DATA >0D0A	TEXT '---(0--5)'
	0556	2E2E			
	0558	2E28			
	055A	305F			
	055C	5F35			
	055E	2900			
	0560	0D0A	NP	DATA >0D0A	TEXT 'NBR. PAS.?'
	0562	4E42			
	0564	522E			
0566	5041				
0568	5320				
056A	3F00				



#### IV MISE EN ROUTE DE LA MANIPULATION

- I - enfoncer les touches noires pour :
- .alimenter le microprocesseur
  - .alimenter l'interface des relais (3) (voir schéma) p.22
- II - vérifier que les trois voyants rouges(5) en bas sont allumés  
sinon COUPER LES ALIMENTATIONS (4)
- vérifier que les interrupteurs (12) et (13) sont baissés
  - vérifier que le voyant (2) est allumé, sinon baisser l'interrupteur (1)
  - vérifier que le voyant rouge (10) est allumé.
- III - départ du programme : le microprocesseur affiche : "cpu ready"
- .appuyer sur la touche RET (return)
  - . il apparait un point d'interrogation
  - .appuyer sur la touche P
  - .il apparait 4 chiffres ou lettres
  - .appuyer sur 2 EO puis sur RET
  - .il apparait un point d'interrogation
  - .appuyer sur la touche E puis sur RET
  - le programme est alors lancé
  - il suffit maintenant de répondre aux questions du micro-  
processeur et d'appuyer sur RET après chaque donnée.

#### EXEMPLE :

Début du programme :

- "LONG-PAS ?" = longueur des pas
- introduire une longueur correcte (4 chiffres) puis appuyer sur RET
- "NBR-PAS ?" = nombre de pas à effectuer immédiatement
- introduire un nombre de pas (4 chiffres au maximum) puis appuyer sur RET.

IMPORTANT :

- les longueurs de pas doivent être exprimées en dixième de millimètre et se terminer par 0 ou 5 du fait de la précision sur le déplacement.
- lorsqu'un message d'erreur apparaît ("erreur" ou "0..5") appuyer sur RET.
- les voyants (6, 7, 8, 9) rouges et jaunes sont des voyants témoins de mise sous tension des relais activant les moteurs.
  - . rouges pour le déplacement en sens direct (6 et 8)
  - . jaunes pour l'inversion du sens (7 et 9)

REMARQUES :

- si vous vous trompez en introduisant une valeur, tapez 4 fois sur la touche 0 et introduisez alors votre donnée.
- en cas de mauvaise initialisation ou si vous voulez interrompre le programme de scrutation, effectuez dans l'ordre les opérations suivantes :
  - . coupez l'alimentation : le voyant jaune (2) s'éteint
  - . initialisez le microprocesseur en appuyant sur RESET (bouton poussoir rouge sur la carte universalisée)
  - . il apparait CPU -READY. Vous pouvez alors remettre l'interrupteur (1) en position de marche. Il vous suffit de refaire les opérations de rentrée de données.
- si, pour une cause quelconque à la suite d'une erreur de manipulation, l'appareil se trouvait bloqué en fin de déplacement il faut réarmer l'alimentation en appuyant à la fois sur le bouton poussoir (14) et sur marche (3).

## V LES ESSAIS

### 5-1 Les problèmes

Une fois le programme entièrement assemblé et enregistré sur cassette, j'ai fait fonctionner celui-ci sur la carte. Les parties affichage, détournement aux sous programmes d'erreur, retour au programme principal, et le sous programme de conversion de la longueur en nombre hexadécimal d'impulsions fonctionnaient normalement. Mais le programme se bloquait lors du test de la photodiode verticale, ceci étant normal car aucun cablage n'avait alors été fait.

Pour un essai plus complet, les diverses connexions (entrées et sorties du microprocesseur) ont été réalisées après avoir contrôlé les niveaux d'entrées et sorties de l'analyseur, à savoir :

- une chute de 5 à 0 volts sur la broche 3 de début de comptage faisait bien démarrer celui-ci.
- la broche 5 de test de fin de comptage passait bien de 5 à 0 volts à la fin de celui-ci.

Sur l'installation, la première partie (affichage, conversion, stockage des données) fonctionnait toujours bien, mais le comptage ne se mettait pas en route, les déplacements eux s'effectuaient normalement.

### 5-2 Les remèdes

Le comptage ne pouvait pas démarrer car je n'avais pas mis initialement la sortie P9 à 1 (ligne de mise en route du comptage). Celle-ci ne pouvait donc pas passer de 5 à 0 volts. J'ai donc mis P9 à 1 dans l'initialisation et après toutes les fins de comptage.

A ce jour, je n'ai pas pu vérifier si ces dernières rectifications suffiront à un fonctionnement correct du programme, car la fin du stage étant proche, j'ai préféré d'abord rédiger mon rapport.

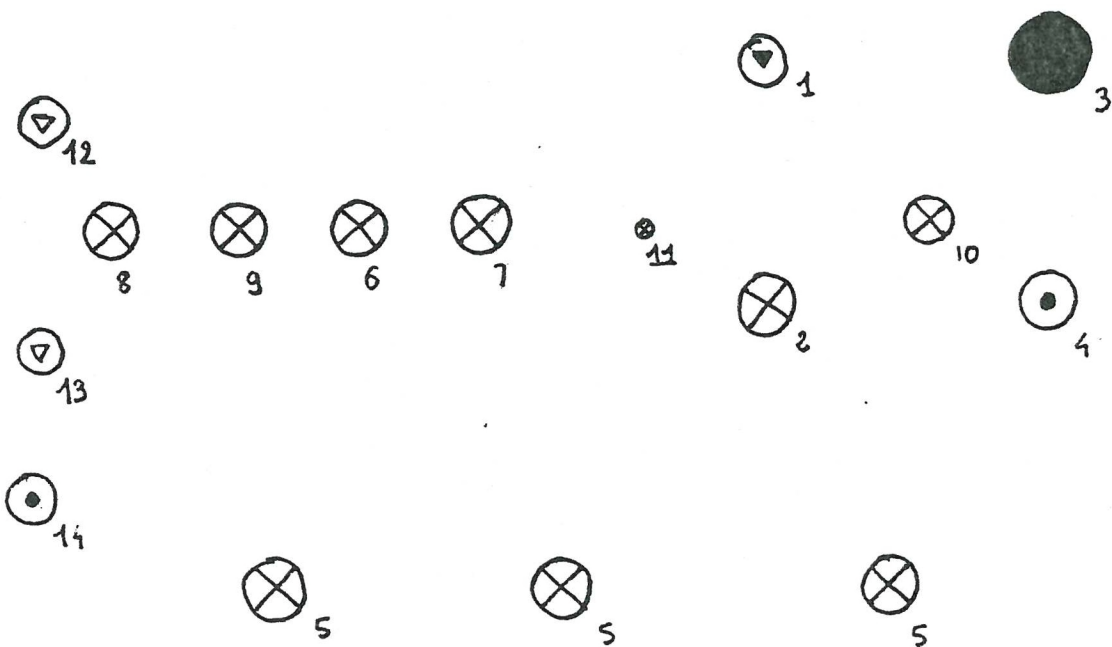


Schéma de la plaque avant de  
l'alimentation de l'interface



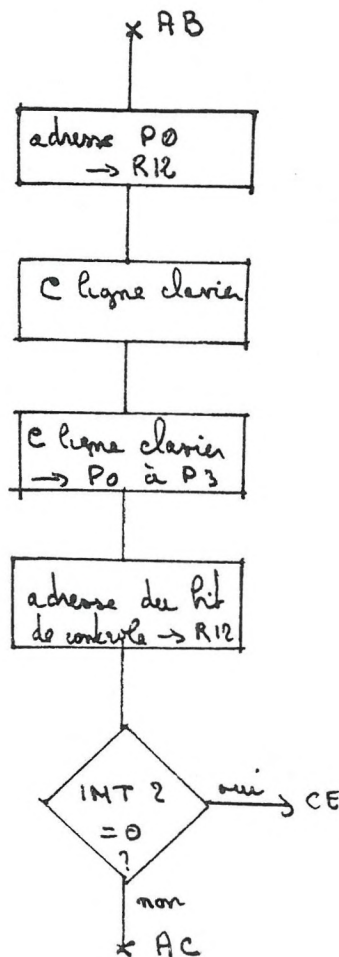
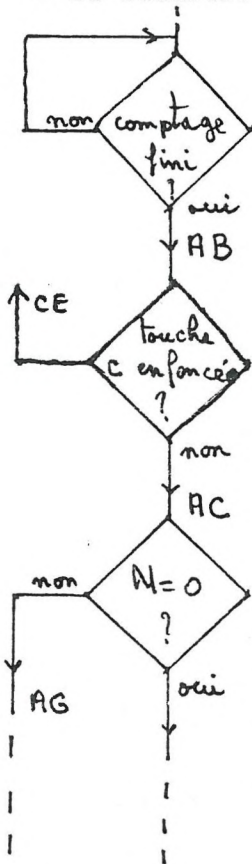
- CRITIQUES -

La plus forte critique que j'ai à formuler est envers moi. En effet, je n'ai pas su établir un planning, ce qui pour la réalisation d'un tel travail est indispensable. J'ai négligé la partie essais en sous estimant les problèmes que pose un essai complet sur l'installation d'un programme en apparence correct.

Les autres critiques portent sur mon programme (qui, à mon avis n'est que très peu utilisable pour la manipulation) et sont les suivantes :

- des longueurs de pas différentes seraient très appréciées par le manipulateur. Il suffirait de ranger à des adresses mémoires successives les longueurs des pas et d'aller chercher par programme la longueur voulue lors d'un déplacement.

- il faudrait remplacer l'interrupteur par le petit programme suivant :



```

    LI R12, >420
    (420 = 40016 + 2 × 1610 = 420)
    ↑ adresse Base du clavier
    LI R2, >400
    LDCR -R2, 4
    LI R12, >400
    TB 2
    JNE CE
  
```

- il faudrait adjoindre à l'installation, un calculateur qui prendrait lui-même la décision de continuer ou non le comptage en un point quand la courbe plafonne. C'est donc lui qui désignerait les points où le comptage doit être effectué. Cela serait une grosse décharge pour le manipulateur.



- CONCLUSION -

Je regrette, pour la station sciences du sol, et plus particulièrement pour M. GUENNELON de ne pas avoir donné plus grande satisfaction en présentant un programme utilisable directement.

Pour ma part, j'ai appris que pour de telle réalisation un planning est indispensable, et qu'un programme en apparence correct peut présenter des problèmes lors des essais. Ce stage m'a quand même permis de me familiariser avec le microprocesseur TMS 9900 et de prendre connaissance des problèmes existant en agronomie.

Je regrette enfin que l'IUT ne consacre pas plus d'heures au microprocesseur et ses applications qui sont grandissantes.