

D.22

FR 83 D27 70

**ETUDE D'UN PROCEDE DE MESURE  
DES DEBITS LIQUIDES PAR DENOMBREMENT  
DE PARTICULES RADIOACTIVES  
EN SUSPENSION**

**APPLICATION : ESSAI DE MESURAGE DES DEBITS  
D'HUILE AUX PALIERS DE VILEBREQUIN  
D'UN MOTEUR AUTOMOBILE**

**Tome II : FIGURES**

*par*

***Georges DANIEL***

**OFFICE DES RAYONNEMENTS IONISANTS**

**Centre d'Etudes Nucléaires de Saclay**

**Rapport CEA-R-5213**

**1983**

**SERVICE DE DOCUMENTATION**

C.E.N.-SACLAY 91191 Gif-sur-YVETTE Cedex FRANCE

## PLAN DE CLASSEMENT DES RAPPORTS ET BIBLIOGRAPHIES CEA

(Classification du système international de documentation nucléaire SIDON/INIS)

A 11	Physique théorique	C 30	Utilisation des tracers dans les sciences de la vie
A 12	Physique atomique et moléculaire	C 40	Sciences de la vie : autres études
A 13	Physique de l'état condensé	C 50	Radioprotection et environnement
A 14	Physique des plasmas et réactions thermonucléaire	D 10	Isotopes et sources de rayonnements
A 15	Astrophysique, cosmologie et rayonnements cosmiques	D 20	Applications des isotopes et des rayonnements
A 16	Conversion directe d'énergie	E 11	Thermodynamique et mécanique des fluides
A 17	Physique des basses températures	E 12	Cryogénie
A 20	Physique des hautes énergies	E 13	Installations pilotes et laboratoires
A 30	Physique neutronique et physique nucléaire	E 14	Explosions nucléaires
B 11	Analyse chimique et isotopique	E 15	Installations pour manipulation de matériaux radioactifs
B 12	Chimie minérale, chimie organique et physico-chimie	E 16	Accélérateurs
B 13	Radiochimie et chimie nucléaire	E 17	Essais des matériaux
B 14	Chimie sous mycroscopie	E 20	Réacteurs nucléaires (en général)
B 15	Corrosion	E 30	Réacteurs nucléaires (types)
B 16	TraITEMENT du combustible	E 40	Instrumentation
B 21	Métaux et alliages (production et fabrication)	E 50	Effluents et déchets radioactifs
B 22	Métaux et alliages (structure et propriétés physiques)	F 10	Economie
B 23	Céramiques et céramets	F 20	Législation nucléaire
B 24	Matières plastiques et autres matériaux	F 30	Documentation nucléaire
B 25	Effets des rayonnements sur les propriétés physiques des matériaux	F 40	Sauvegarde et contrôle
B 30	Sciences de la terre	F 50	Méthodes mathématiques et codes de calcul
C 10	Action de l'irradiation externe en biologie	F 60	Divers
C 20	Action des radioisotopes et leur cinétique		

### Rapport CEA-R-5213

*Cote-matière de ce rapport : D.22*

#### DESCRIPTION-MATIERE (mots clés extraits du thesaurus SIDON/INIS)

*en français*

HYDRODYNAMIQUE	HYDRODYNAMICS
ÉCOULEMENT LIQUIDE	LIQUID FLOW
VITESSE D'ÉCOULEMENT	FLOW RATE
ÉCOULEMENT LAMINAIRE	LAMINAR FLOW
ÉCOULEMENT TURBULENT	TURBULENT FLOW
SUSPENSIONS	SUSPENSIONS
TAILE DES PARTICULES	PARTICLE SIZE
MATÉRIAUX RADIOACTIFS	RADIOACTIVE MATERIALS
TECHNIQUES DES TRAVEURS	TRACER TECHNIQUES
MARQUAGE	LABELLING
GENERATEURS D'ISOTOPES	RADIOISOTOPE GENERATORS
INDIUM 113	INDIUM 113
ÉCHANGERS D'IONS	ION EXCHANGE MATERIALS
MICROSphères	MICROSpheres
TECHNIQUES DE COMPTAGES	COUNTING TECHNIQUES
TAUX DE COMPTAGE	COUNTING RATES
EMPILEMENT DES IMPULSIONS	PULSE PILEUP
STATISTIQUES	STATISTICS
CALCULS SUR ORDINATEUR	COMPUTER CALCULATIONS
PROGRAMMATION	PROGRAMMING
CIRCUITS ÉLECTRONIQUES	ELECTRONIC CIRCUITS
ERREURS	ERRORS
SIMULATEURS	SIMULATORS
PERTES	LOSSES

*en anglais*

RAPPORT CEA-R-5213 - Georges DANIEL TOME II : FIGURES

ETUDE D'UN PROCÈDÉ DE MESURE DE DÉBIT LIQUIDE PAR DENOMBREMENT DE PARTICULES RADIOACTIVES EN SUSPENSION.

**Summary.** - Par dénombrement externe de fines particules radioactives émettrices  $\gamma$  en suspension dans un liquide, on peut accéder au volume écoulé ou au débit dans un réseau de canalisations. L'étude comporte trois phases :

1. - Validité hydraulique de la méthode, qui est démontrée aussi bien en régime laminaire que turbulent sous réserve de certaines conditions de finesse et de densité des particules et de viscosité du liquide.
2. - Marquage radioactif de microsphères de sérum albumine ou de résines échangeuses d'ions au moyen de l'indium 113 m délivré par un générateur Etain 113 + Indium 113m.
3. - Dénombrement au moyen d'un détecteur à scintillation : une méthode par dépassement de seuil est expérimentée sur un simulateur mécanique ou Electronique ; l'étude statistique de la superposition des particules sous le détecteur permet de proposer une formule de correction des pertes de comptage qui en résultent.

.../...

RAPPORT CEA-R-5213 - Georges DANIEL TOME II : FIGURES

STUDY OF A FLOWRATE MEASUREMENT METHOD BY COUNTING OF RADIOACTIVE PARTICLES SUSPENDED IN A LIQUID.

**Summary.** - By external counting of fine  $\gamma$  emitting radioactive particles suspended in a liquid, the volume passed or the flowrate in a system of pipes can be measured. The study comprises three phases :

1. - The hydraulic validity of the method is demonstrated in laminar as well as in turbulent flow under certain conditions of particles size and density and of liquid viscosity.
2. - Radioactive labelling of microspheres of serumalbumine or ions exchangers resins with indium 113m delivered by a generator Tin 113 + Indium 113m.
3. - Counting with a scintillation detector : a method of threshold overstepping is experimented with a mechanical or electronical simulator ; the statistical study of particles superposition under the detector permits to propose a correction formula for the resulting counting losses.

.../...

La méthode permet des mesures absolues, mais elle est particulièrement adaptée à la mesure des débits relatifs dans un réseau. Elle peut être continue; elle ne perturbe ni le réseau, ni l'écoulement. Sa précision, est analysée en détail.

Une application est proposée à la mesure du débit d'huile aux paliers de vilebrequin d'un moteur d'automobile.

1983

432 p.

Commissariat à l'Energie Atomique - France.

The method provides absolute measurements, but is particularly suitable to measure the relative flowrates in a hydraulic network. It can be continuous; it does not perturb the flow nor the network. The accuracy is analysed in details.

An application is proposed for flowrate measurement of lubricating oil at the bearings of the bit brace of an automobile engine.

1983

432 p.

Commissariat à l'Energie Atomique - France.

**THESE**

**PRESENTEE**

**A L'INSTITUT NATIONAL POLYTECHNIQUE DE TOULOUSE**

**POUR OBTENIR**

**LE TITRE DE DOCTEUR DE L'UNIVERSITE**

**Spécialité : MECANIQUE DES FLUIDES**

**par**

**Georges DANIEL**

**ETUDE D'UN PROCEDE DE MESURE DES DEBITS LIQUIDES  
PAR DENOMBREMENT DE PARTICULES RADIOACTIVES EN SUSPENSION**

**APPLICATION : ESSAI DE MESURAGE DES DEBITS D'HUILE  
AUX PALIERS DE VILEBREQUIN D'UN MOTEUR AUTOMOBILE**

**TOME II : FIGURES**

Soutenue le 24 juin 1982, devant la Commission d'Examen composée de :

**M. M. ALOMIER** **Président**

**J.Ph BRUNET**

**J. GRUAT**

**R. HOURS**

**L. TORRES**

**Ch. TRUCHASSON**

**Membres du Jury**

- Rapport CEA-R-5213 -

Centre d'Etudes Nucléaires de Saclay  
Office des Rayonnements Ionisants  
Département des Applications et de la Métrologie des Rayonnements Ionisants  
Service des Applications des Radioéléments

ETUDE D'UN PROCEDE DE MESURE DES DEBITS LIQUIDES  
PAR DENOMBREMENT DE PARTICULES RADIOACTIVES EN SUSPENSION  
APPLICATION : ESSAI DE MESURAGE DES DEBITS D'HUILE  
AUX PALIERS DE VILEBREQUIN D'UN MOTEUR AUTOMOBILE

Tome II : FIGURES

par

Georges DANIEL

- Avril 1983 -

# CHAPITRE

# PREMIER

PRINCIPALES ABBREVIATIONS EMPLOYÉES DANS LA PARTIE HYDRAULIQUE -

- A,  $A_0$  Activité, Activité initiale
- $a_1 \dots a_n$  Activité dans les branches i, ..., n
- a Rayon d'une particule sphérique
- C,  $C_0$  Concentration, Concentration initiale
- $C_x$  Coefficient aérodynamique
- D Diamètre de la canalisation
- $dy, dz, dx$  Déviation en longueur suivant l'axe y, z, x
- $F_T$  Force de trainée
- $F_p$  Force de portance
- g Accélération
- $K_1 \dots K_n$  Coefficient de proportionnalité i ... n
- M Nombre de désintégration radioactives
- m Masse
- N Nombre de recyclages
- $P_i$  Masse de particules
- $\mathfrak{P}, \mathfrak{S}_{k,v}$  Probabilité, Probabilité d'avoir k particules présentes dans le volume V
- $\mathfrak{P}_{(i)}, \mathfrak{S}_{n(i)}$  Probabilité d'avoir une particule dans la branche i, Probabilité d'avoir n
- $Q, Q_t, Q_n$  Débit, débit total, débit mesuré total
- $q_1 \dots q_n$  Débit dans les branches i ... n
- R Rayon de la canalisation
- $R_e$  Nombre de Reynolds
- $\mathfrak{P}_{(c)}$  Taux de comptage
- $\mathfrak{P}_{(1)} \dots \mathfrak{P}_{(n)}$  Taux de comptage dans les branches i ... n
- $r_1 \dots r_n$  Rayon des anneaux i ... n
- S Surface de la canalisation
- s Surface d'un tube de courant ou d'un sondeur

$t, t_0$	Temps, temps initial
T	Durée de la mesure
U	Vitesse d'une sphère, vitesse débitante
V	Volume
$v, v_s$	Vitesse, vitesse de chute
x	distance paroi - point d'injection
y	Distance paroi - particule
$\phi$	Diamètre
$\sigma$	Ecart-type
$\rho$	Densité
$\Delta r$	Rapport $r/R$
$\lambda$	Rapport $a/R$
$\nu$	Viscosité cinématique
$\eta$	Viscosité dynamique
$\alpha$	Angle de déviation
$\Delta t$	Différence entre $t_1$ et $t_2$

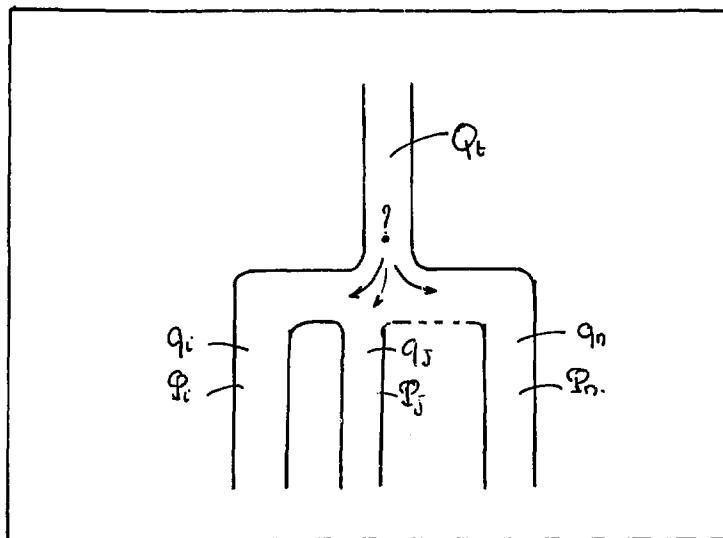


Fig I<sub>1</sub>

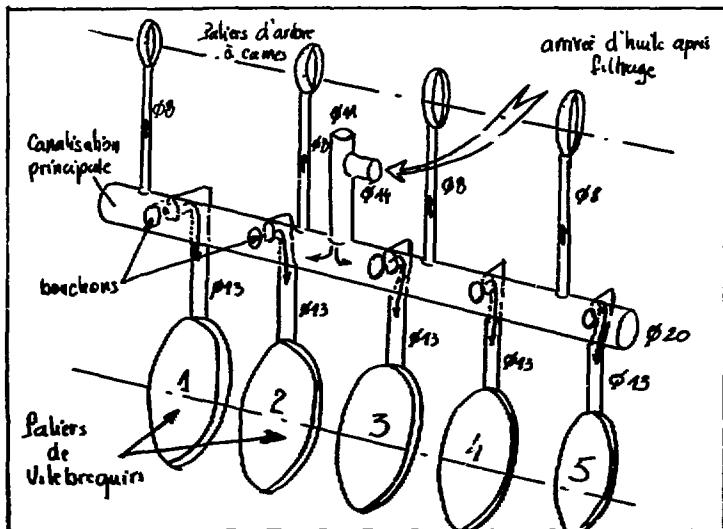


Fig I<sub>2</sub>

SCHEMA DU CIRCUIT DE GRAISSAGE

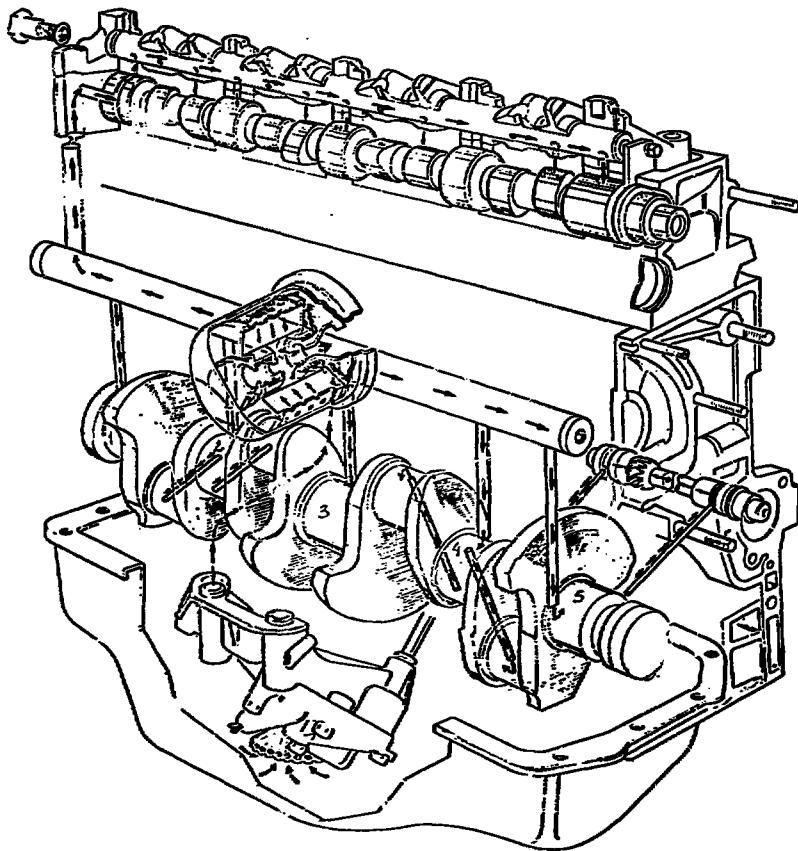


Fig I-3

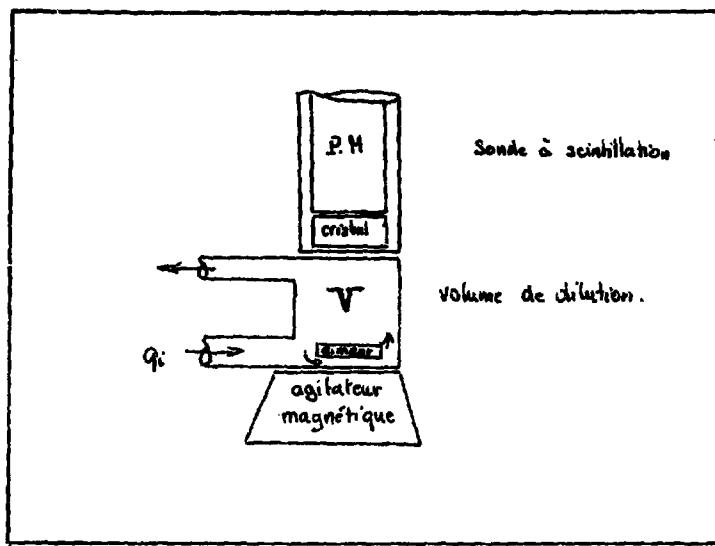


Fig I - 4

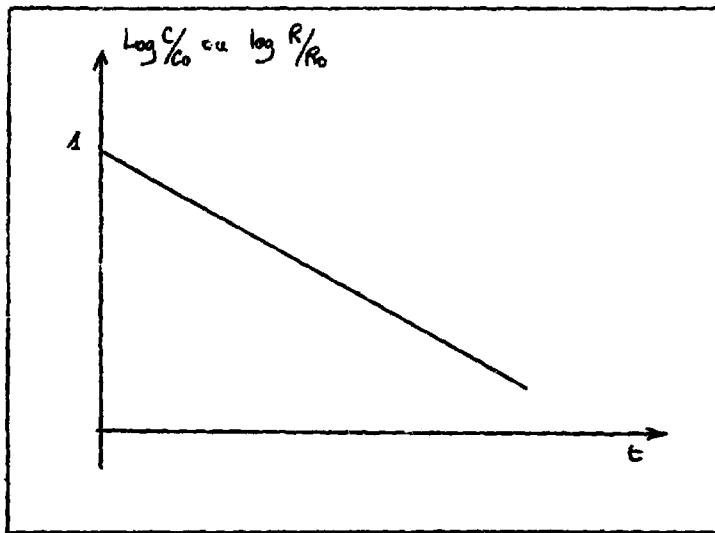


Fig I - 5

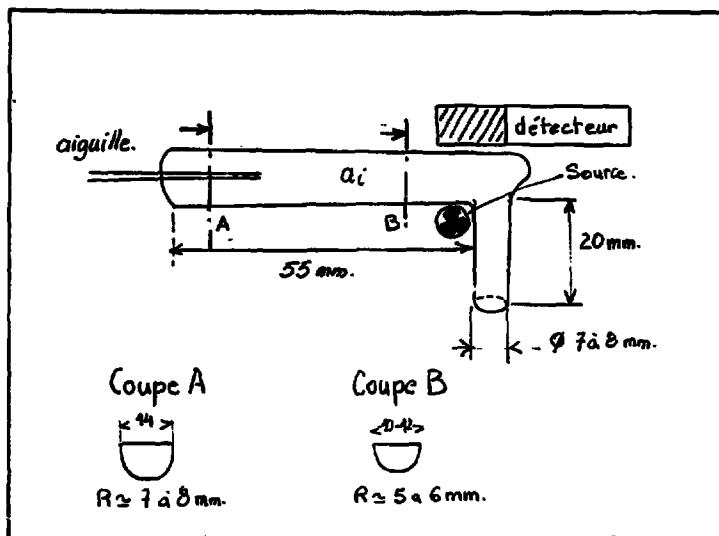


Fig I-6

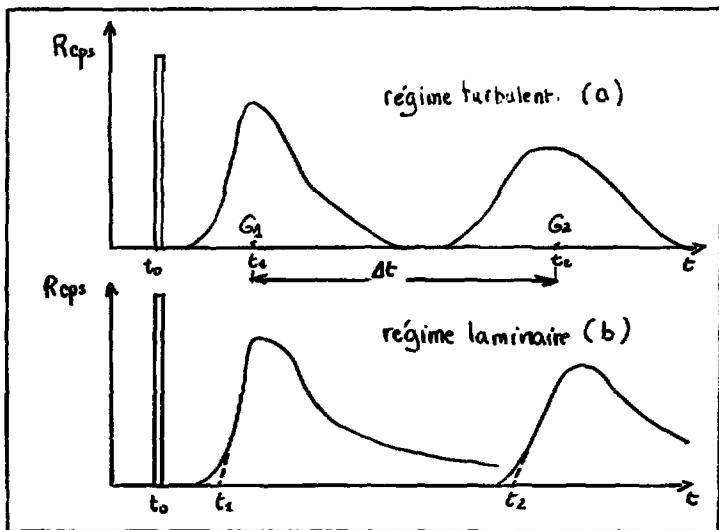


Fig I-7

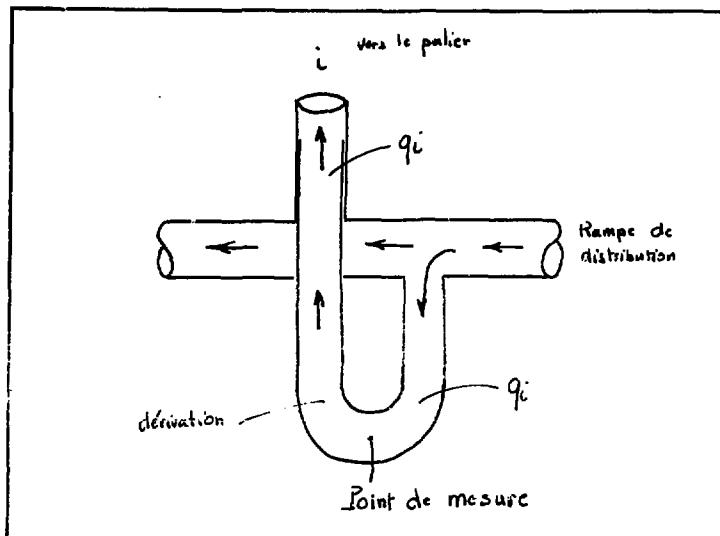


Fig I-8

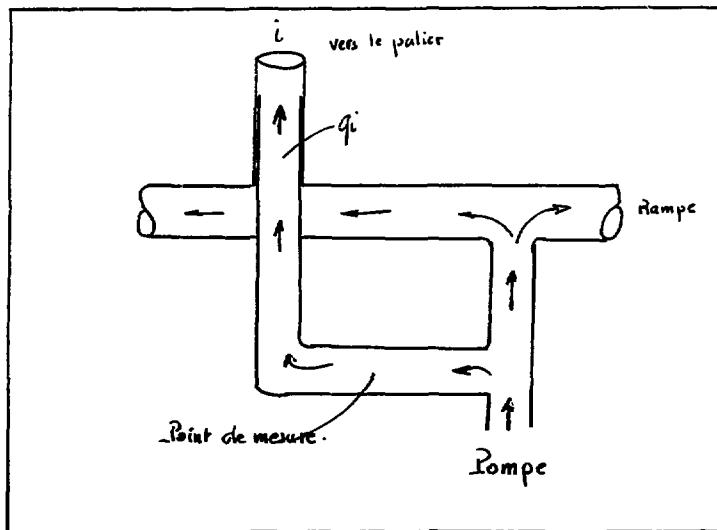


Fig I-9

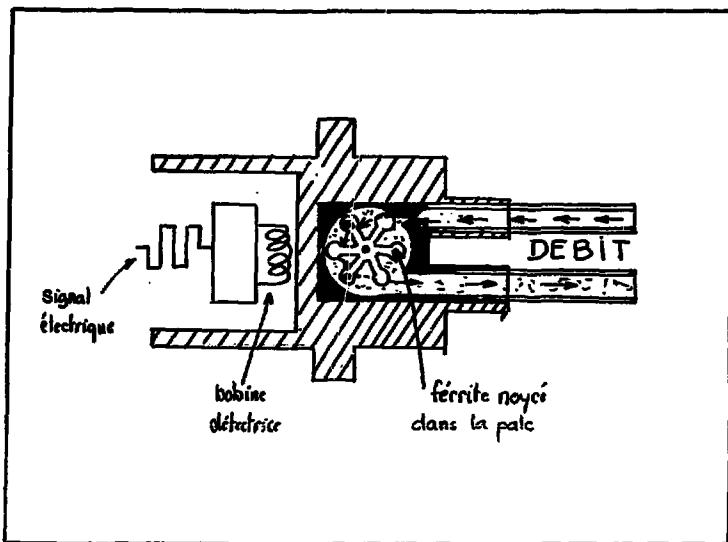


Fig I - 10

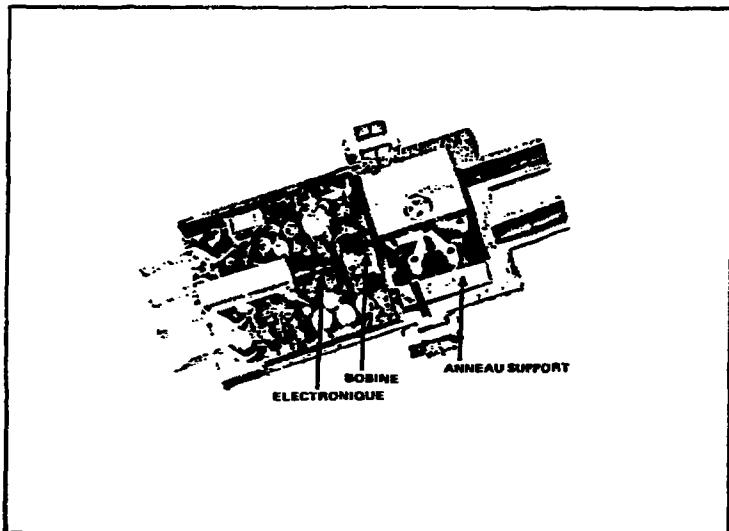


Fig I - 11

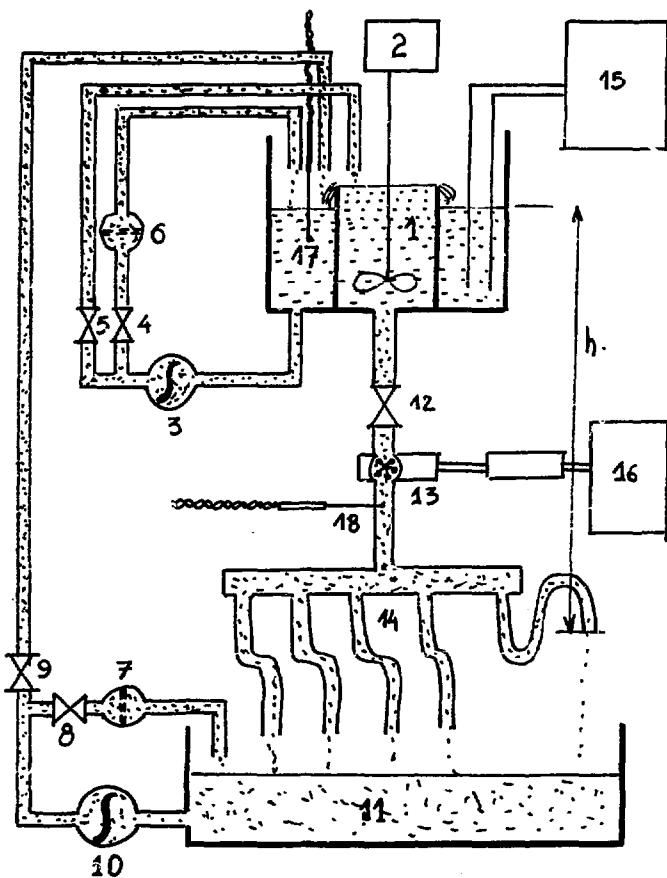


Fig I-12

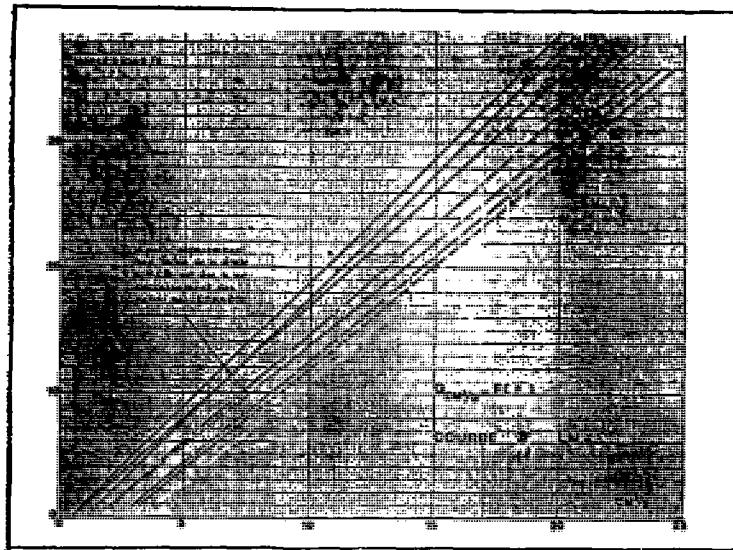


Fig I-13

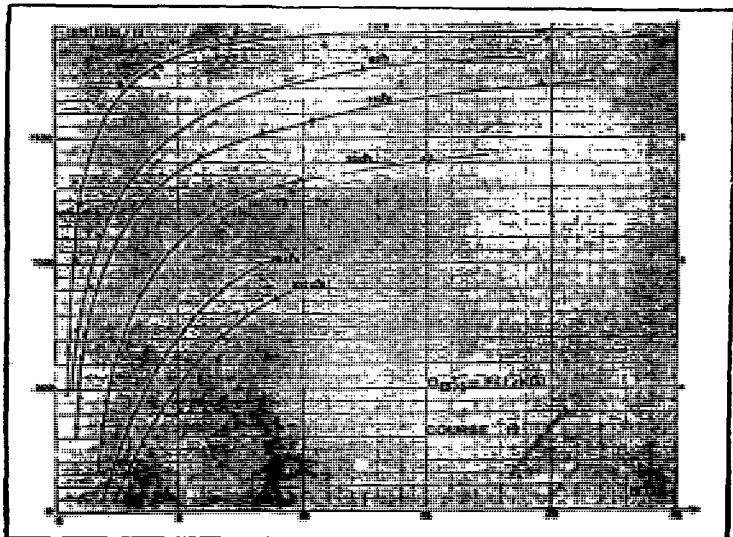


Fig I-14

# CHAPITRE DEUX

Résultats de la 1 <sup>e</sup> expérimentation du Vendredi 14 avril 1978 $t = 552$ secondes.								
N° essai	P <sub>C</sub>	Q en cm <sup>3</sup> /s	Volumen rempli en cm <sup>3</sup>	Volumen total contenant les particules	Nbde particules	Concentr. n <sub>p</sub> / cm <sup>3</sup>	M̄ - m̄	m̄ - m̄ en %
1	12,2	0,154	82	119	269	2,26	+ 0,05	+ 2,2 %
2	76	0,95	505	543,5	1180	2,17	- 0,04	- 1,8 %
3	88	1,11	590	643	1359	2,11	- 0,10	- 4,5 %
4	70	0,80	470	526	1203	2,29	- 0,08	+ 3,6 %
5	108	1,36	725	742	>1510	72,04	—	—

Fig II-1

Auteurs	$\lambda$	Conditions	Positions:
Denzin 1966 Papetti et Ténard 1964 Dunn 1975	0,05 à 0,10	sphère moins dense que le fluide écoulement vertical descendant	migration vers l'axe du tube.
Jeffrey et Pearson 1965	0,05 à 0,90	sphère plus dense que le fluide écoulement vertical ascendant	migration vers l'axe du tube.
Papetti et Ténard 1964	0,15	sphère plus dense que le fluide. écoulement vertical descendant	migration vers les parois du tube
Sauer et Silliman 1962 el-Ghazaly 1963 Kunis - Goldsmith et Massam 1963	0,07	sphère inodense	migration vers une position d'équilibre entre 0,40% et 0,53%
Goldschmidt et Sauer 1970	0,27 à 0,5	bimillépore inodense	mouvement sur l'axe.

Fig II-2

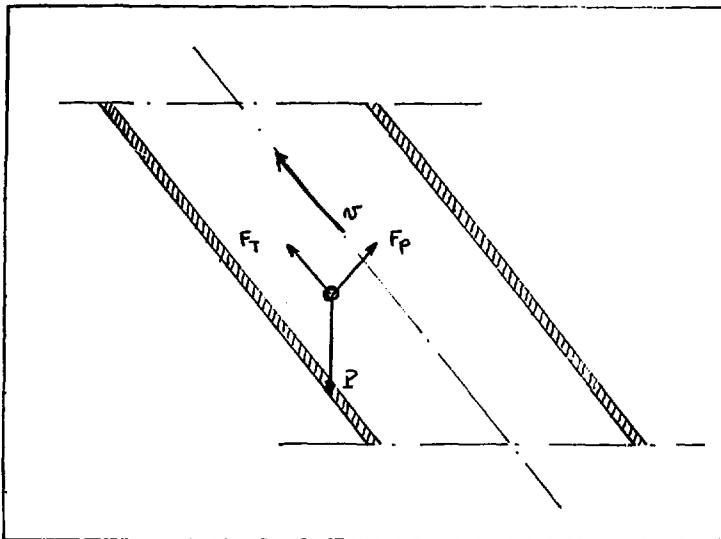


Fig II-3

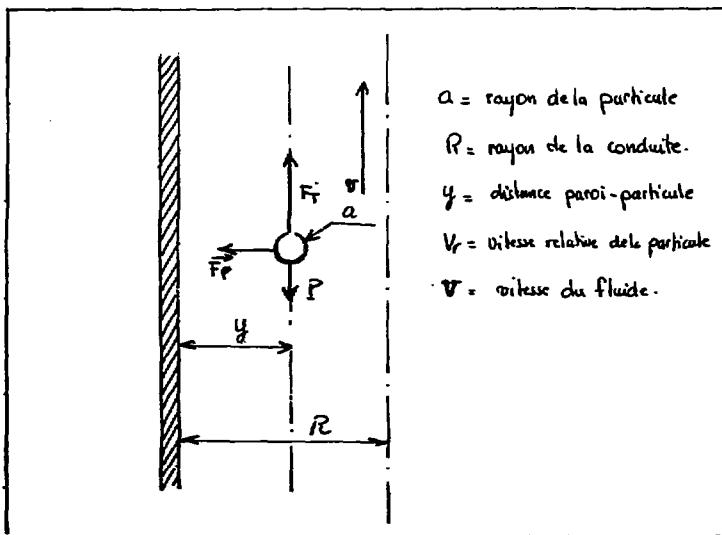


Fig II-4

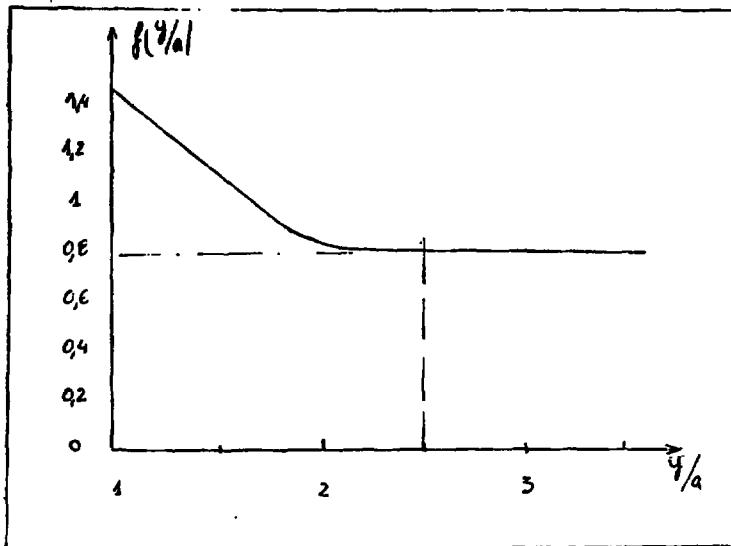


Fig II-5

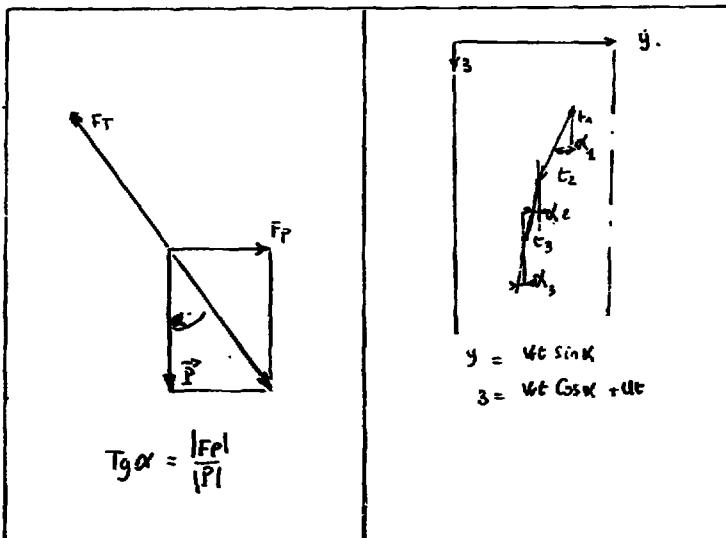


Fig II-6

Fig II-7

### Calcul des trajectoires

$R = 9 \cdot 10^{-3} \text{ m}$	$\rho = 5040 \cdot 10^{-6} \text{ kg/m}^3$	$A = 5 \cdot 10^{-6} \text{ m}$
$\rho_L = 10^3 \text{ kg/m}^3$	$\rho_S = 1,2 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$	$N_w = 4,04 \cdot 10^{-13} \text{ kg.}$
	$V_1 = 10^{-6} \text{ m}^3/\text{s}$ $V_F = 4,03 \cdot 10^{-5}$	$V_2 = 10^{-8} \text{ m}^2/\text{s}$ $V_F = 1,03 \cdot 10^{-6}$
$y \text{ en}$ $10^{-3} \text{ m}$	Frot u en Nw	$F_P$ en Nw
$\theta$ en degré	$F_P$ en Nw	$\theta$ en degré
9	0	0
8	-9,7	$-1,13 \cdot 10^{-11}$
7	-19,4	$-2,16 \cdot 10^{-11}$
6	-29,1	$-4,29 \cdot 10^{-11}$
5	-38,8	$-5,71 \cdot 10^{-11}$
4	-48,5	$-7,45 \cdot 10^{-11}$
3	-58,2	$-8,6 \cdot 10^{-11}$
2	-67,9	$-9,0 \cdot 10^{-11}$
1	-77,6	$-9,46 \cdot 10^{-11}$

Fig II-8

### Calcul des trajectoires

$R = 9 \cdot 10^{-3} \text{ m}$	$Q = 50 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3/\text{s}$	$A = 50 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2$			
$\rho_c = 10^3 \text{ kg/m}^3$	$\rho_s = 1,2 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$	$N = 1,08 \cdot 10^{-3} \text{ kg}$			
	$D = 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$ $U_r = 1,08 \cdot 10^{-3} \text{ m/s}$	$D = 10^{-5} \text{ m}^2/\text{s}$ $U_r = 1,08 \cdot 10^{-3} \text{ m/s}$			
$y$ $\text{en } 10^{-3} \text{ m}$	$\text{Rotu}$	$F_p$ en Nw	$\theta$ en degré	$F_p$ en Nw	$\theta$ en degré
9	0	0	0	0	0
8	-9,7	$-1,44 \cdot 10^{-10}$	$-8,05 \cdot 10^{-2}$	$-1,44 \cdot 10^{-10}$	$-8,05 \cdot 10^{-2}$
7	-19,4	$-2,88 \cdot 10^{-10}$	$-1,6 \cdot 10^{-1}$	$-2,88 \cdot 10^{-10}$	$-1,6 \cdot 10^{-2}$
6	-29,1	$-4,33 \cdot 10^{-10}$	$-2,4 \cdot 10^{-1}$	$-4,33 \cdot 10^{-10}$	$-2,4 \cdot 10^{-2}$
5	-38,8	$-5,77 \cdot 10^{-10}$	$-3,2 \cdot 10^{-1}$	$-5,77 \cdot 10^{-10}$	$-3,2 \cdot 10^{-2}$
4	-48,5	$-7,2 \cdot 10^{-10}$	$-4,0 \cdot 10^{-1}$	$-7,2 \cdot 10^{-10}$	$-4,0 \cdot 10^{-2}$
3	-58,2	$-8,6 \cdot 10^{-10}$	$-4,8 \cdot 10^{-1}$	$-8,6 \cdot 10^{-10}$	$-4,8 \cdot 10^{-2}$
2	-67,9	$-1,02 \cdot 10^{-9}$	$-5,6 \cdot 10^{-1}$	$-1,02 \cdot 10^{-9}$	$-5,6 \cdot 10^{-2}$
1	-77,6	$-9,43 \cdot 10^{-10}$	$-6,4 \cdot 10^{-1}$	$-9,43 \cdot 10^{-10}$	$-6,4 \cdot 10^{-2}$

Fig II-9

### Calcul des trajectoires

$R = 9 \cdot 10^{-3} m$	$\dot{Q} = 50 \cdot 10^{-6} m^3/s$	$A = 200 \cdot 10^{-6} m$	$f_c = 10^3 kg/m^3$	
$f_3 = 1,2 \cdot 10^3 kg/m^3$	$D = 10^{-6} m^2/s$	$K_2 = 6,7 \cdot 10^{-9}$	$V_c = 2,73 \cdot 10^{-2}$	
$y$ en $10^{-3} m$	$F_{p4}$ en Nw	$F_{pz}$ en Nw	$F_p$ en Nw	$\theta$ . en degré'
9	0	0	0	0
8	-9,7	$-4,5 \cdot 10^{-9}$	$2,61 \cdot 10^{-9}$	$-1,3 \cdot 10^{-9}$
7	-19,4	$-3,06 \cdot 10^{-9}$	$1,99 \cdot 10^{-9}$	$-3,06 \cdot 10^{-9}$
6	-29,1	$-4,5 \cdot 10^{-9}$	$1,79 \cdot 10^{-9}$	$-4,6 \cdot 10^{-9}$
5	-38,8	$-6,12 \cdot 10^{-9}$	$2,8 \cdot 10^{-9}$	$-6,2 \cdot 10^{-9}$
4	-48,5	$-7,65 \cdot 10^{-9}$	$4,3 \cdot 10^{-9}$	$-7,65 \cdot 10^{-9}$
3	-58,2	$-9,18 \cdot 10^{-9}$	$6,2 \cdot 10^{-9}$	$-9,18 \cdot 10^{-9}$
2	-67,9	$-10,7 \cdot 10^{-9}$	$9,5 \cdot 10^{-9}$	$-10,7 \cdot 10^{-9}$
1	-77,6	$-12,2 \cdot 10^{-9}$	$1,92 \cdot 10^{-8}$	$-12,2 \cdot 10^{-8}$

Fig II - 10

### Calcul des trajectoires

$R = 5 \cdot 10^{-3} m$	$Q = 50 \cdot 10^{-6} m^3/s$	$A = 200 \cdot 10^{-6} m$	$g_F = 10^3 N_{\text{kg}}/m^2$
$y$ en $m^3$	$s$ en m	$v_3$ m/s	$\theta$ en degrés
8,9	0	0,393	$-9,7 \cdot 10^{-4}$
8,9	0,41	0,393	$-1,37 \cdot 10^{-3}$
8,8	0,82	0,393	$-1,95 \cdot 10^{-3}$
8,7	1,23	0,393	$-2,76 \cdot 10^{-3}$
8,6	1,64	0,392	$-3,91 \cdot 10^{-3}$
8,4	2,05	0,391	$-5,54 \cdot 10^{-3}$
8,2	2,46	0,389	$-7,85 \cdot 10^{-3}$
7,8	2,87	0,386	$-11,12 \cdot 10^{-3}$
7,4	3,28	0,380	$-15,76 \cdot 10^{-3}$
6,7	3,69	0,367	$-22,3 \cdot 10^{-3}$
5,7	4,05	0,341	$-33,6 \cdot 10^{-3}$
4,4	4,4	0,289	$-44,8 \cdot 10^{-3}$
3,5	4,72	0,186	$-63,3 \cdot 10^{-3}$
0,2	4,92	0,019	$-89,5 \cdot 10^{-3}$

Fig II-11

### Calcul des trajectoires

$$R = 9 \cdot 10^{-3} \text{ m} \quad Q = 50 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3/\text{s} \quad A = 200 \cdot 10^{-6} \text{ m} \quad \beta e = 40 \text{ kg/m}^3$$

$$\beta_3 = 4,4 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3 \quad \nu = 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s} \quad M = 4,34 \cdot 10^{-8} \quad V_r = 3,58 \cdot 10^{-6} \text{ m/s}$$

$y$ en $10^{-3} \text{ m}$	$z$ en m	$v_z$ en m/s	Rot u	$F_p$ en Nw	$\theta$ en degré
8,90	0	0,393	- 9,7 $10^{-4}$	- 3 $10^{-6}$	- 4,53 $10^{-2}$
8,81	0,429	0,393	- 1,78	- 5,6 $10^{-5}$	- 2,44 $10^{-2}$
8,66	0,86	0,392	- 3,27	- 3,03 $10^{-5}$	- 4,48 $10^{-2}$
8,33	1,28	0,391	- 5,91	- 1,83 $10^{-5}$	- 8,22 $10^{-2}$
7,86	1,71	0,387	- 10,97	- 3,46 $10^{-5}$	- 1,52
6,93	2,13	0,372	- 20,42	- 6,34 $10^{-5}$	- 2,76
5,19	2,54	0,322	- 36,89	- 1,46 $10^{-4}$	- 5,05
2,04	2,90	0,158	- 67,5	- 2,93 $10^{-4}$	- 9,2
0,003	3,09	0,09	- 123,1	- 4,9 $10^{-4}$	- 16,45.

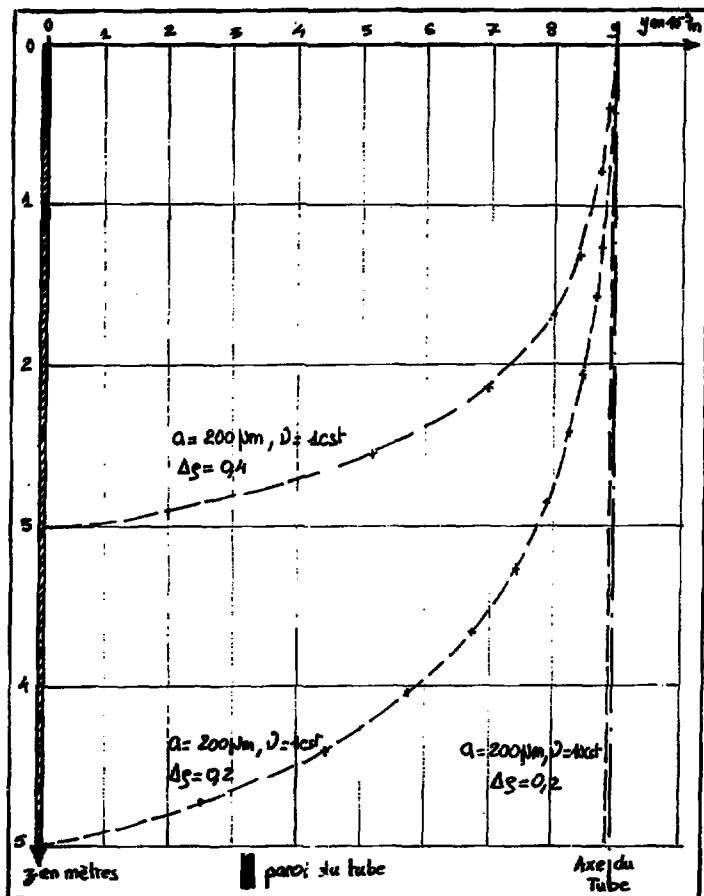
Fig II - 12

### Calcul des trajectoires

$R = 9 \cdot 10^{-3} \text{ m}$	$Q = 50 \cdot 10^{-6} \text{ m}^4$	$A = 200 \cdot 10^{-6} \text{ m}$	$f = 20^3 \text{ kg/m}^3$		
$S_F = 4,2 \cdot 10^{-2} \text{ kg/m}^2$	$\nu = 10^{-5} \text{ m}^2/\text{s}$	$M_F = 6,7 \cdot 10^{-3} \text{ kg}$	$U_0 = 6,75 \cdot 10^{-3} \text{ m/s}$		
$y$ en $10^{-3} \text{ m}$	$s$ en m	$v_z$ en m	$F_{\text{rot}} u$	$F_p$ en N/m	$\theta$ en degré
8,890	0	0,393	$-9,7 \cdot 10^{-4}$	$-4,53 \cdot 10^{-11}$	$-1,33 \cdot 10^{-2}$
8,893	1,18	0,393	$-9,8 \cdot 10^{-4}$	$-4,55 \cdot 10^{-11}$	$-1,35 \cdot 10^{-2}$
8,897	2,36	0,393	$-9,9 \cdot 10^{-4}$	$-4,57 \cdot 10^{-11}$	$-1,37 \cdot 10^{-2}$
8,896	3,15	0,393	$-1,093$	$-4,58 \cdot 10^{-11}$	$-1,38 \cdot 10^{-2}$
8,895	4,34	0,393	$-1,016$	$-4,6 \cdot 10^{-11}$	$-1,39 \cdot 10^{-2}$
8,894	5,13	0,393	$-1,024$	$-4,61 \cdot 10^{-11}$	$-1,40 \cdot 10^{-2}$
8,893	5,12	0,393	$-1,033$	$-4,63 \cdot 10^{-11}$	$-1,40 \cdot 10^{-2}$
8,892	7,10	0,393	$-1,046$	$-4,64 \cdot 10^{-11}$	$-1,44 \cdot 10^{-2}$
8,890	8,29	0,393	$-1,059$	$-4,67 \cdot 10^{-11}$	$-1,45 \cdot 10^{-2}$
8,883	12,6	0,393	$-1,102$	$-4,75 \cdot 10^{-11}$	$-1,52 \cdot 10^{-2}$

Nous obtenons une déviation de  $0,3 \cdot 10^{-3} \text{ m}$  en 8,26 mètres.

Fig II - 13



Trajectoire d'une particule de  $200\text{ }\mu\text{m}$  de rayon

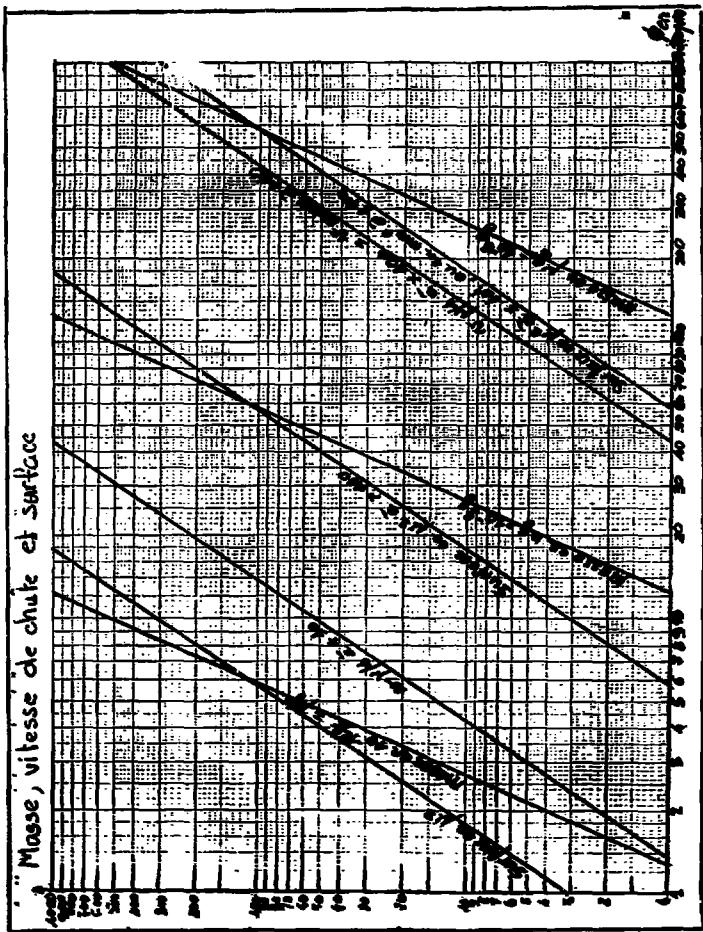
Fig II-14

$a$ en $\mu\text{m}$	$\rho$ diamètre en $\mu\text{m}$	$\frac{\text{V}_S \text{ en } \mu\text{m}^3}{\text{pour}}$ $\delta g = 0,54 \frac{\text{cm}}{\text{kg}}$	$\text{V}_S \text{ en } \mu\text{m}^3$ $\text{pour}$ $\delta g = 0,34 \frac{\text{cm}}{\text{kg}}$	$\text{V}_{SO} \text{ en } \mu\text{m}^3$ $\text{pour}$ $\delta g = 0,34 \frac{\text{cm}}{\text{kg}}$	$\text{V}_S \text{ en } \mu\text{m}^3$ $\text{pour}$ $\delta g = 0,34 \frac{\text{cm}}{\text{kg}}$	$\text{V}_S \text{ en } \mu\text{m}^3$ $\text{pour}$ $\delta g = 0,94 \frac{\text{cm}}{\text{kg}}$
500	4000	0,52ag	38500	103 000	163 500	248 000
450	3000	0,38	44 145	88 290	132 435	176 580
350	2000	0,18	28 705	53 410	80 145	106 820
300	1600	0,11	19 620	39 240	58 860	78 480
250	1200	65 $\mu\text{g}$	13 625	27 250	40 875	54 500
200	1000	34	8720	17 440	26 160	34 880
100	200	4,2	2180	4360	6540	8720
50	100	0,52	545	10,9	16,85	21,80
45	90	0,38	441	8,2	13,23	17,64
35	70	0,18	267	5,34	8,01	10,68
30	60	0,11	19,6	3,92	5,88	7,84
25	50	65 $\mu\text{g}$	1,36	2,72	4,08	5,44
20	40	34	87	1,74	2,64	3,48
10	20	4,2	21,8	4,36	6,54	8,72
5	10	0,52	5,45	10,9	16,4	24,8
4,5	9	0,38	4,61	8,8	13,2	18,6
3,5	7	0,18	2,67	5,3	8,0	10,7
3	6	0,11	1,96	3,9	5,9	7,8
2,5	5	65 $\mu\text{g}$	1,36	2,7	4,1	5,4
2	4	34	87	1,7	2,6	3,5
1,5	3	4,2	2,14	4,47	4,96	5,5
1	2	4	0,22	0,44	0,66	0,88
0,5	1	0,52	0,056	0,09	0,16	0,22

Fig II-45

les masses sont exprimées en  $\text{kg}$ ,  $\text{m}^2$ ,  $\text{m}^3$ , les forces en  $\text{N}$ ,  $\text{m}^2$ , les vitesses de chute en  $\text{m/s}$  ou en  $\text{mm/s}$ ,  
pour des particules qui auraient une densité de  $1$  et dont le  $\Delta g$  avec le liquide serait de  $0.2$ .

Fig III - 16



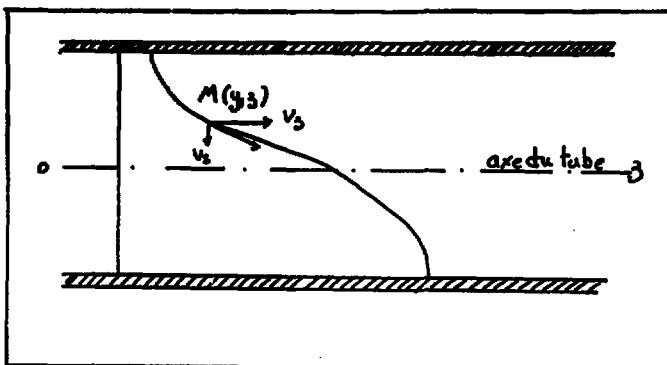
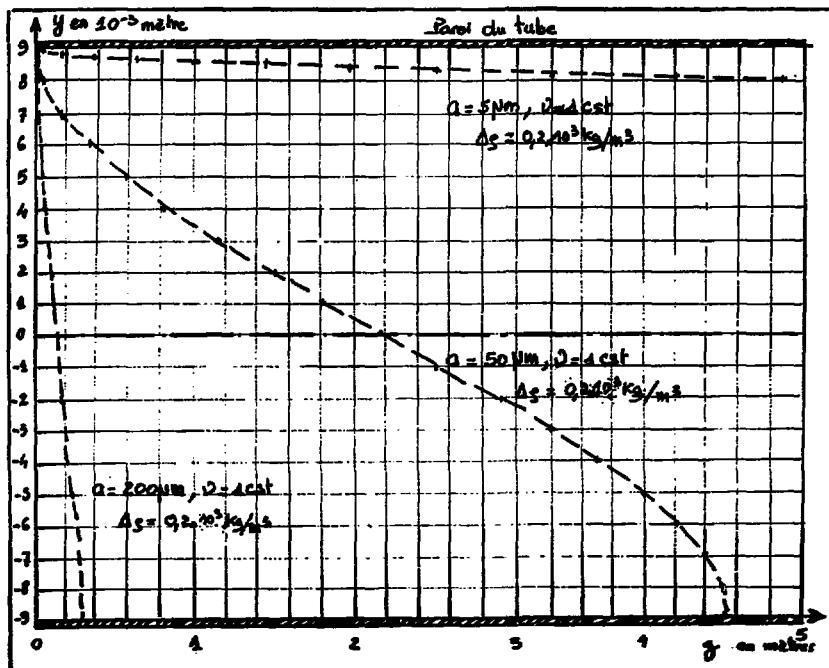


Fig II-17.



Trajectoire dans un écoulement horizontal Fig II-18

$R = 9 \cdot 10^{-3} \text{ m}$ $\Phi = 50 \cdot 10^{-6} \text{ Wb}/\text{A}$ $\beta_c = 40^2 \text{ kg/m}^3$ $\beta_s = 1,2 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$			
$y$ en $10^{-3} \text{ m}$	$a = 5 \mu\text{m}$ 3 en m	$a = 50 \mu\text{m}$ 3 en m	$a = 200 \mu\text{m}$ 3 en m
3	0	0	0
8	8,92	$3,84 \cdot 10^{-2}$	-
7	15,07	$1,48 \cdot 10^{-1}$	-
6	32,6	$3,2 \cdot 10^{-1}$	-
5	55,5	$5,45 \cdot 10^{-1}$	-
4	82,9	$8,14 \cdot 10^{-1}$	$5 \cdot 10^{-2}$
3	113,3	1,12	-
2	147,7	1,45	$9 \cdot 10^{-2}$
1	183,3	1,8	$1,12 \cdot 10^{-1}$
0	219,8	2,16	$1,35 \cdot 10^{-1}$
-1	256,3	2,5	$1,79 \cdot 10^{-1}$
-2	294,9	2,9	-
-3	325,6	3,2	-
-4	356,7	3,5	$2,36 \cdot 10^{-1}$
-5	384,4	3,8	-
-6	407	4,	$2,6 \cdot 10^{-1}$
-7	424,5	4,47	-
-8	435,7	4,3	-
-9	439,6	4,5	$2,7 \cdot 10^{-1}$

Fig II- 19

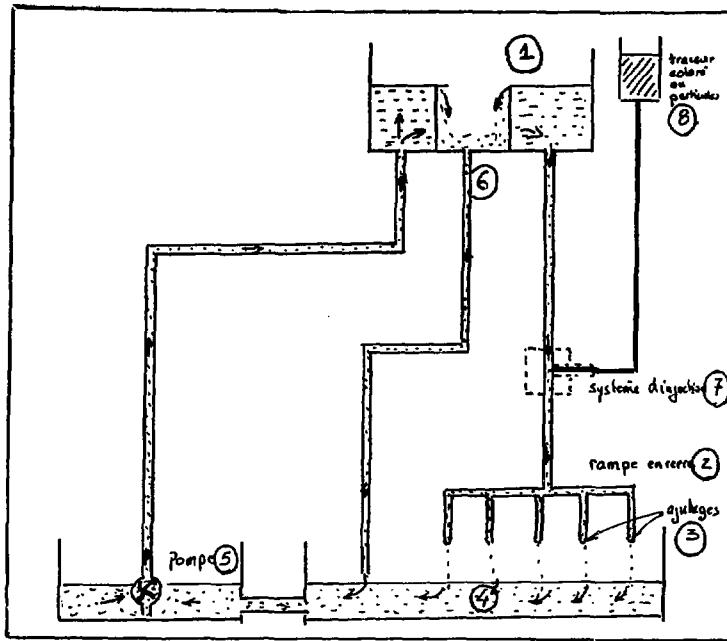


Fig II-20

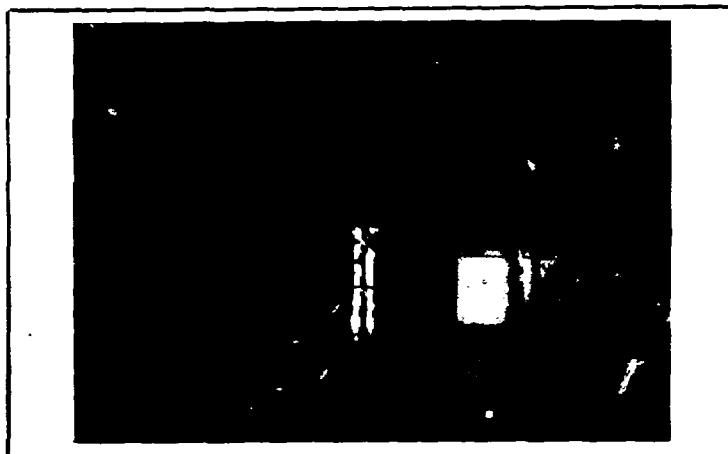


Fig II-21

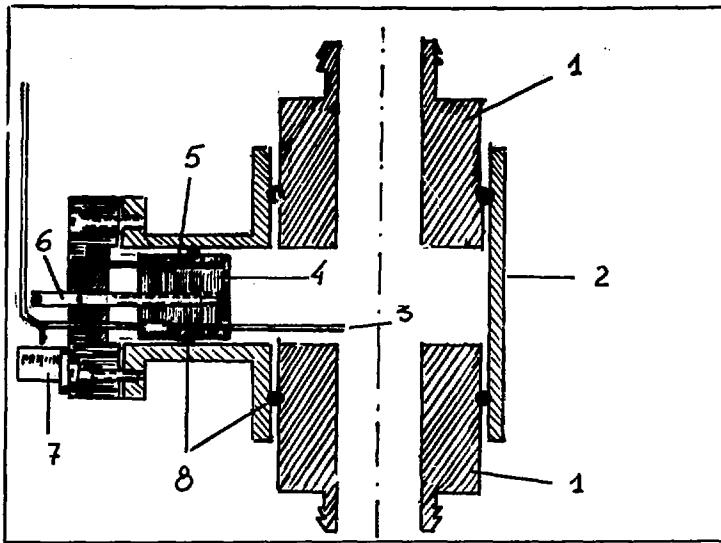


Fig II - 22

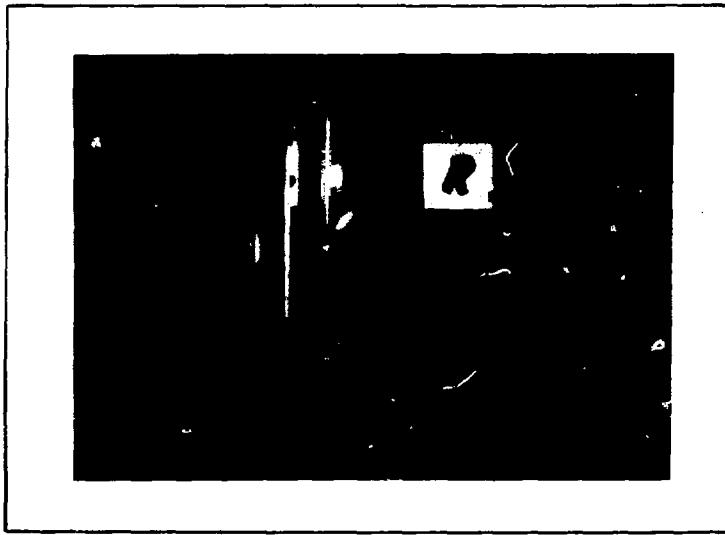


Fig II - 23

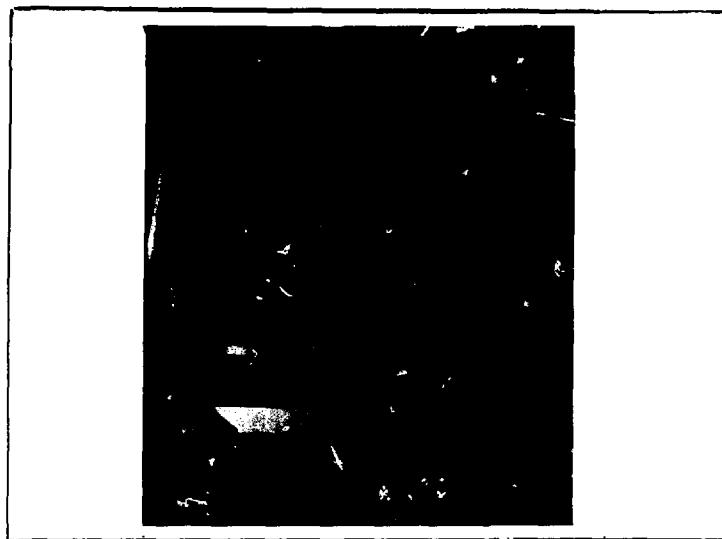


Fig II-24

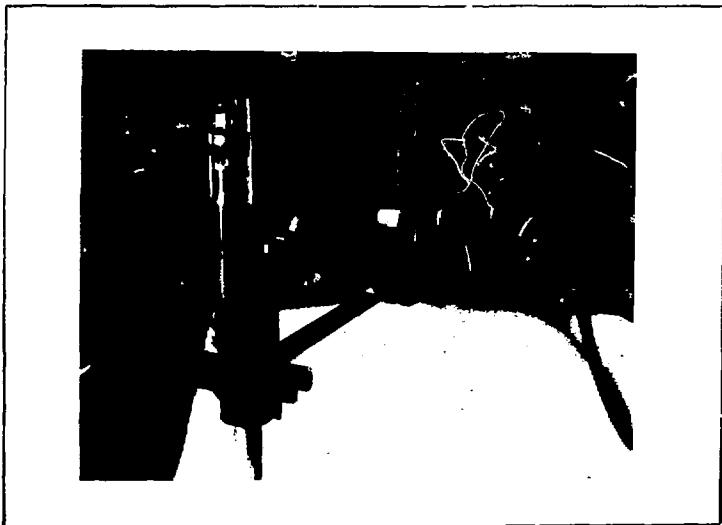


Fig II-25

$Q = 3 \text{ l}/\text{m}^3$   $V = 10 \text{ cm}$  ajutages = 2 6 2 6 2



$x = 2 \text{ mm}$   $\theta = 270^\circ$  la ligne de courant va en 2

Fig II-26

$Q = 3 \text{ l}/\text{m}^3$   $V = 10 \text{ cm}$  ajutages = 2 6 2 6 2



$x = 4 \text{ mm}$   $\theta = 330^\circ$  la ligne de courant va en 2

Fig II-27

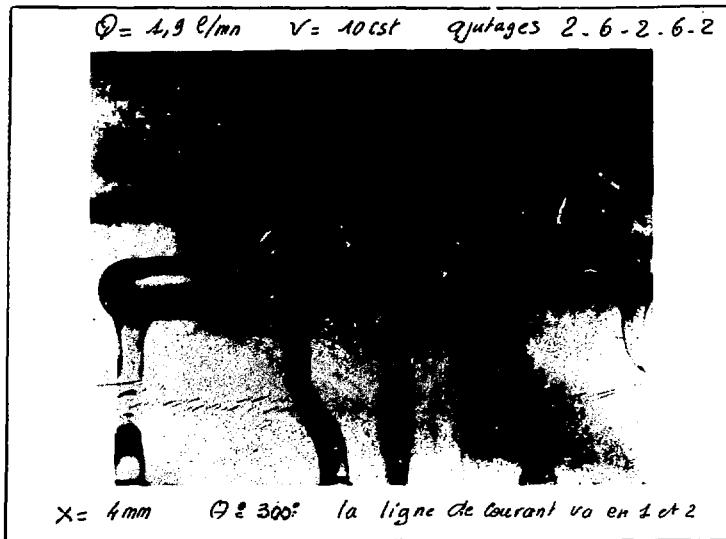


Fig II-28

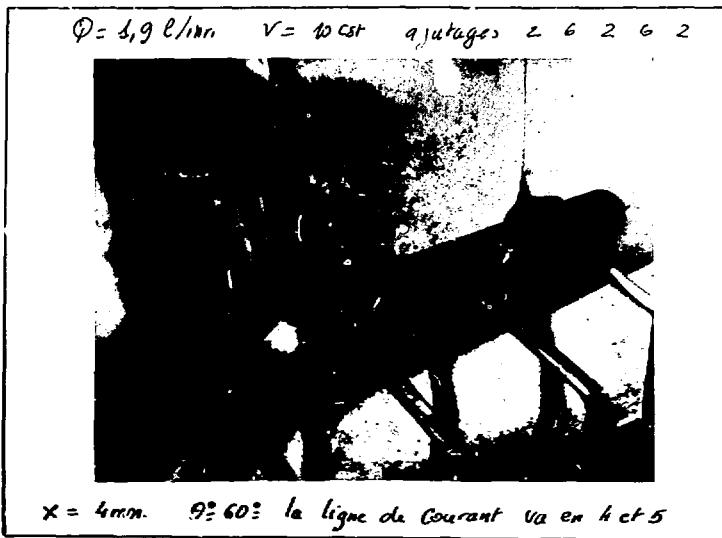


Fig II-29

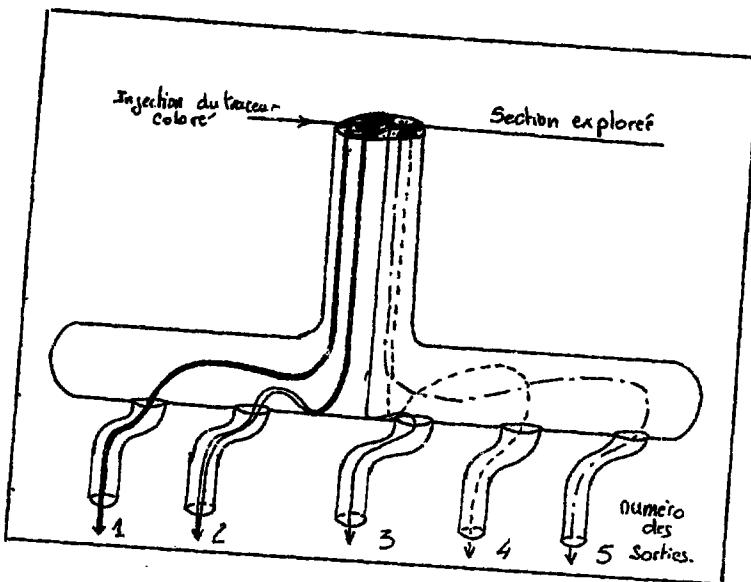


Fig II - 30

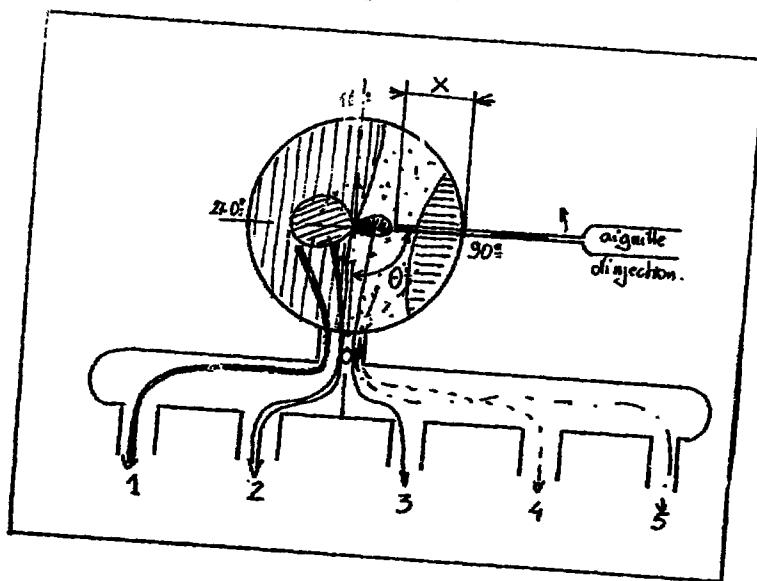
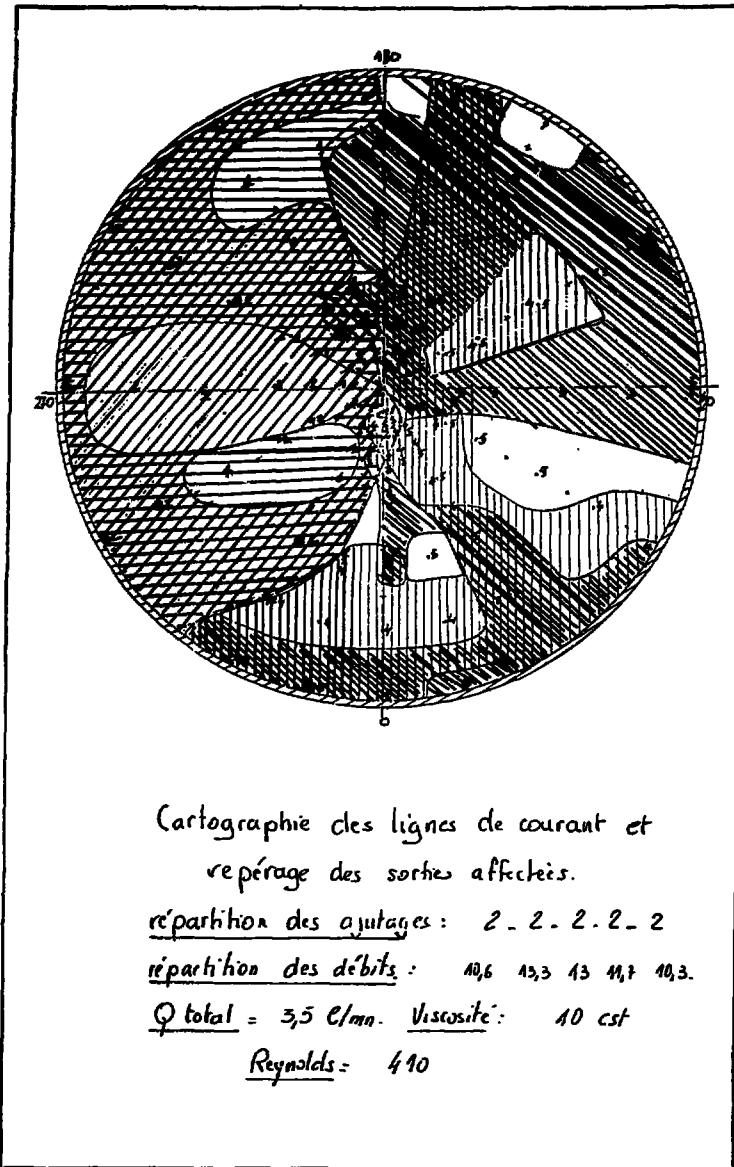


Fig II - 31

N° des figures	Répartition des ajutages et Répartition des débit en cm <sup>3</sup> /s	Débit Total en L/mn	r' est	Reynolds
33	2 - 2 . 2 . 2 - 2 10,6 13,3 15 11,7 10,3	3,5	10	440
34	2 - 2 - 2 - 2 - 2 1,11 1,2 1,26 0,91 0,87	0,32	10	40
35	4 - 4 - 4 - 4 - 4	3,3	10	393
36	2 - 6 - 2 - 6 - 2 0,91 10,0 0,91 7,7 0,69	1,2	10	142
37	2 - 6 - 2 - 6 - 2 1,25 - 15,5 - 1,3 - 12,4 - 0,92	1,9	10	220
38	2 - 6 - 2 - 6 - 2 2,08 25,7 3,1 20,6 1,8	3,0	10	353
39	6 - 2 - 4 - 2 - 6 13,5 1,8 7,14 1,37 20,9	3,0	10	354
40	6 - 2 - 2 - 2 - 6 15 1,54 1,39 1,16 16,34	2,0	10	236
41	2 - 6 - 6 - 2 - 2 1,9 11 10,5 3,5 1,4	1,7	10	200
42	6 - 2 - 6 - 2 - 2	2,9	10	337



Cartographie des lignes de courant et  
repérage des sorties affectées.

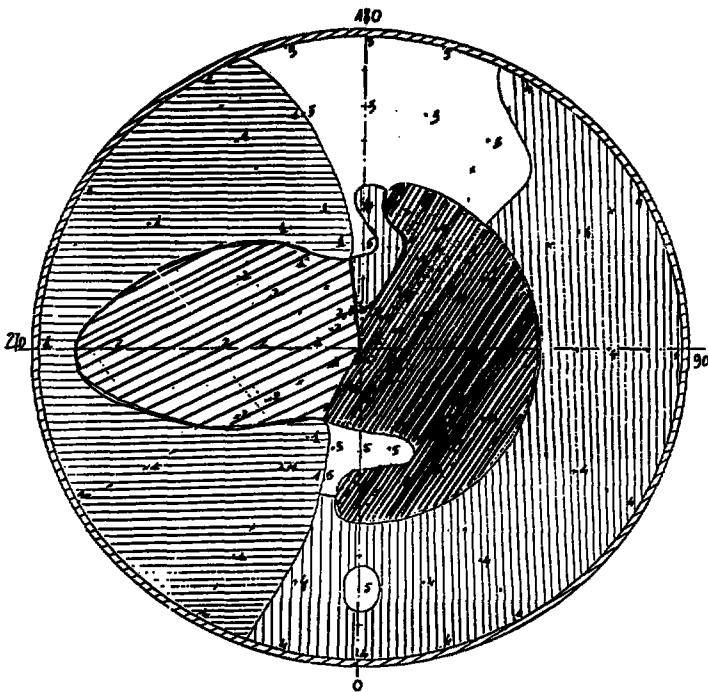
répartition des ajutages : 2 - 2 - 2 - 2 - 2

répartition des débits : 10,6 13,3 13 11,7 10,3.

$Q_{total} = 3,5 \text{ l/mn}$ . Viscosité : 10 cst

Reynolds = 490

Fig II-33



Cartographie des lignes de Courant et  
repérage des sorties affectées.

répartition des ajutages : 2 - 2 - 2 - 2 - 2

répartition des débits : 1,11 - 1,2 - 1,26 - 0,91 - 0,87.

Q total = 0,32 l/mn. Viscosité = 10 cst

Reynolds = 40



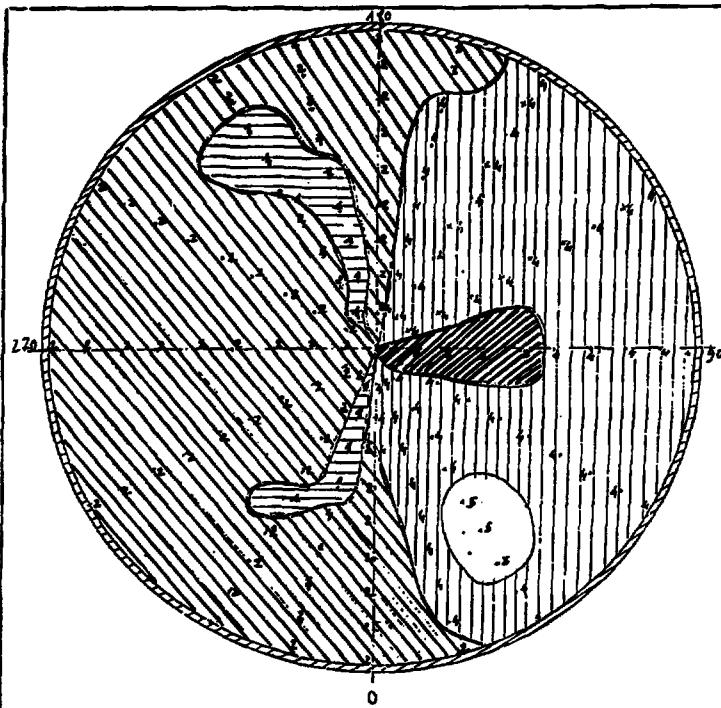
Cartographie des lignes de Courant et  
repérage des sorties affectées:

répartition des ajutages : 4 - 4 - 4 - 4 - 4.

répartition des débits :

Q total = 3,3 P/mn    Viscosité = 10 cst.

Reynolds = 393.



Cartographie des lignes de courant et  
repérage des sorties affectées

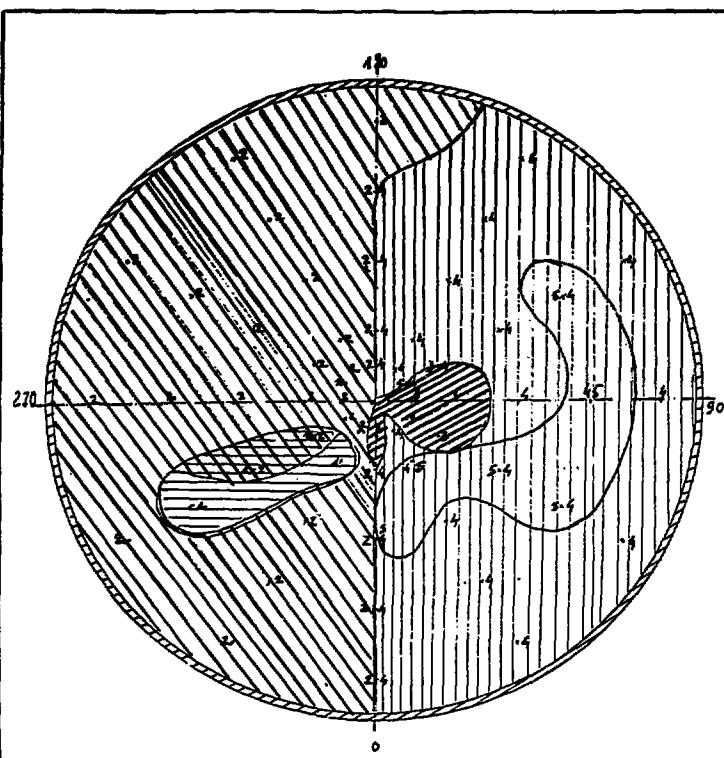
répartition des ajutages : 2 - 6 - 2 - 6 - 2

répartition des débits : 0,91 10,0 0,91 + 0,69.

$Q_{total} = 1,2 \text{ l/mo}$       Viscosité = 10 cst

Reynolds = 142

Fig II - 36



Cartographie des lignes de Courant et  
repérage des sorties affectées

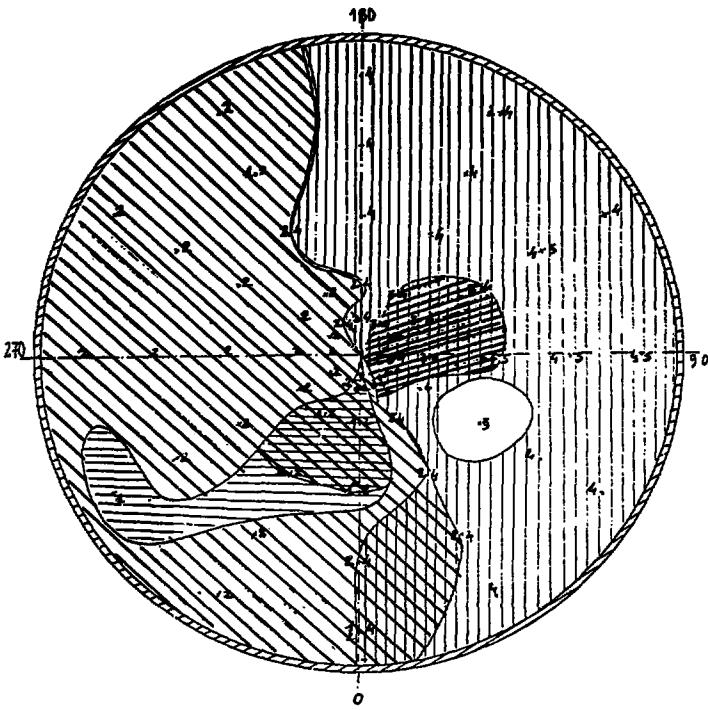
répartition des ajutages : 2 - 6 - 2 - 6 - 2

répartition des débits : 1,25 - 15,5 - 43 - 12,4 - 0,92

Q total = 1,9 l/mn    Viscosité = 10 cst

Reynolds = 220

Fig II-37



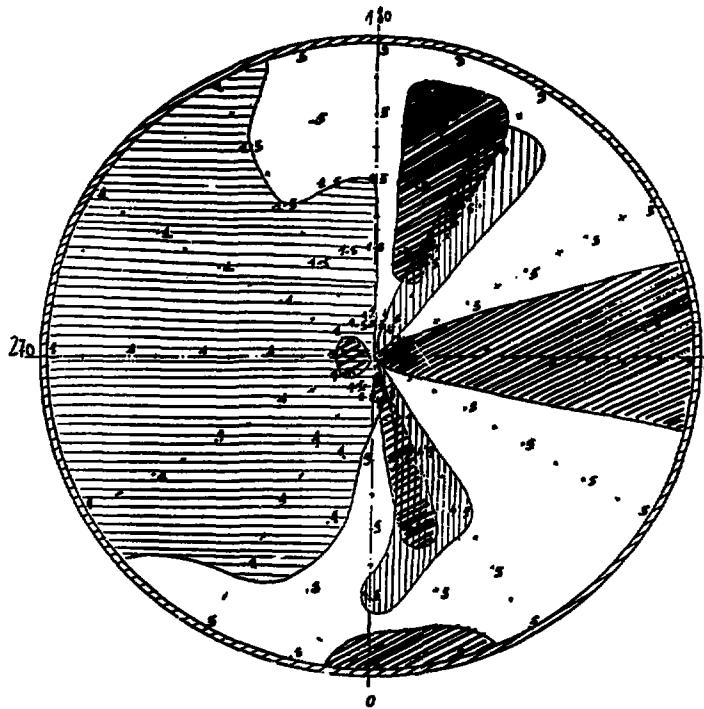
Cartographie des lignes de courant et  
repérage des sorties affectées

répartition des ajutages: 2 - 6 - 2 - 6 - 2

répartition des débits: 2,08 - 25,7 - 41 - 29,6 - 1,8

Q total = 3 c/mn Viscosité = 10 cst

Reynolds = 353



Cartographie des lignes de Courant et  
repérage des sorties affectées

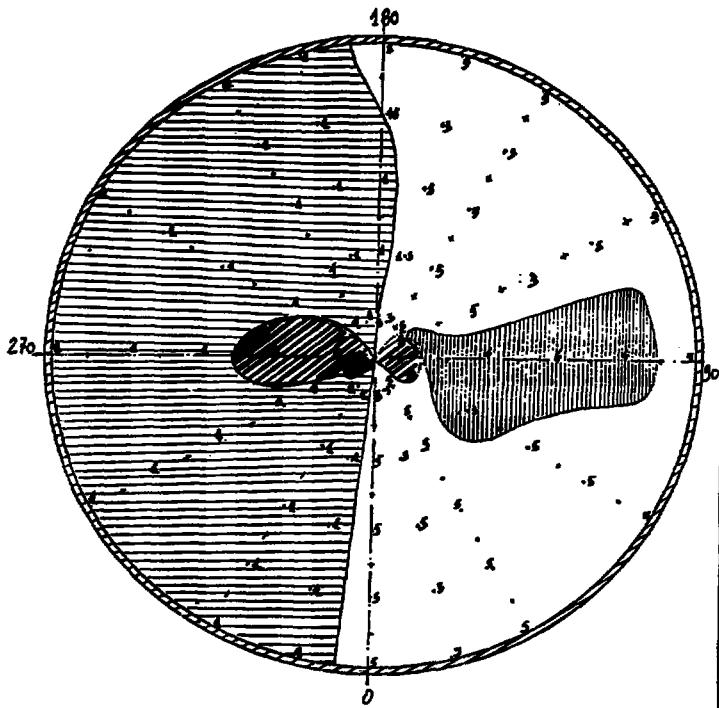
répartition des agitages: 6 - 2 - 4 - 2 - 6

répartition des débits: 11,5 - 1,8 - 7,9 - 1,37 - 20,9

$Q_{total} = 50 \text{ e/mn}$     Viscosité = 10 cst

Reynolds = 354

Fig II - 39



Cartographie des lignes de courant et  
repérage des sorties affectées

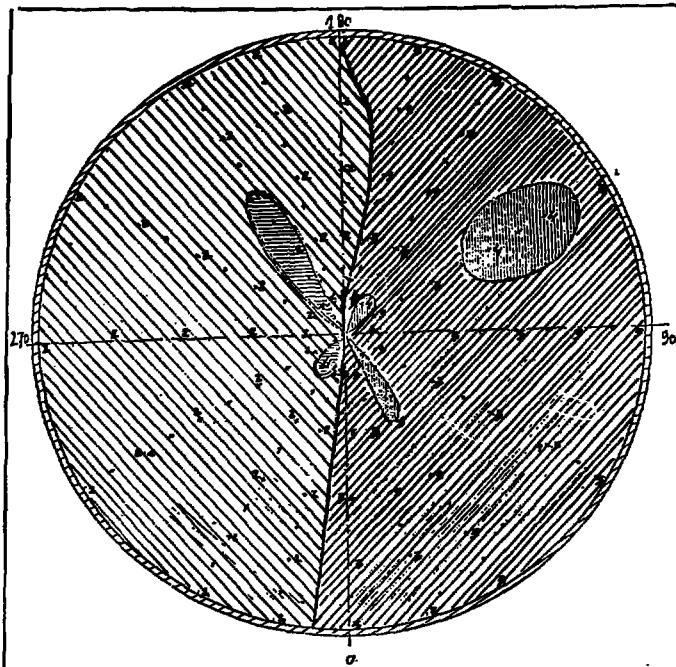
répartition des ajutages: 6 - 2 - 2 . 6

répartition des débits: 45 - 1,54 - 1,39 - 1,16 - 14,34

Q total = 2,0 l/min. Viscosité = 10 cst

Reynolds = 236

Fig II-40



Cartographie des lignes de courant et  
repérage des sorties affectées

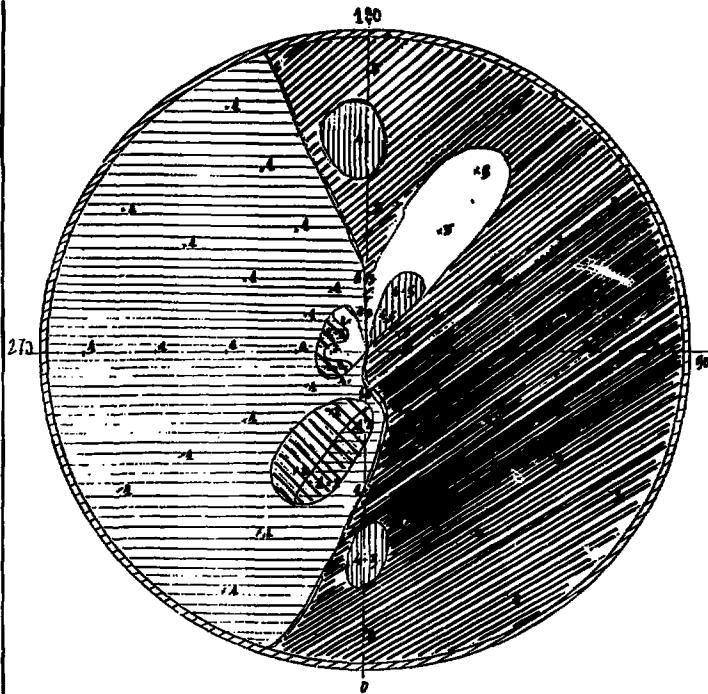
répartition des ajutages : 2 - 6 - 6 - 2 2

répartition des débits : 1,9 11 10,5 3,5 1,4

Global = 1,7 c/mn      Viscosité: 10 cst

Reynolds = 200

Fig II-41



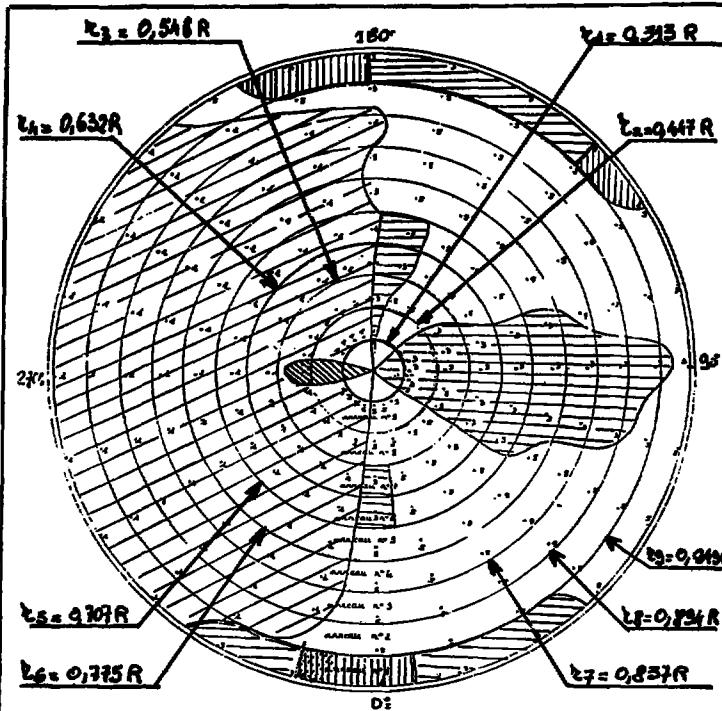
Cartographie des lignes de Courant et  
repérage des sorties affectées.

répartition des ajutages : 6 - 2 - 6 - 2 - 2

répartition des débits :

$Q_{\text{total}} = 2,9 \text{ l/mm}$ . Viscosité = 10 cst

Reynolds: 337



Cartographie des lignes de courant et  
repérage des sorties affectées.

répartition des ajutages : 6 - 2 - 4 - 2 - 6

répartition des débits : 10,31 - 0,92 - 4,66 - 0,45 - 6,95

Q total : 1,38 l/mm Viscosité : 10 cst

Reynolds : 163

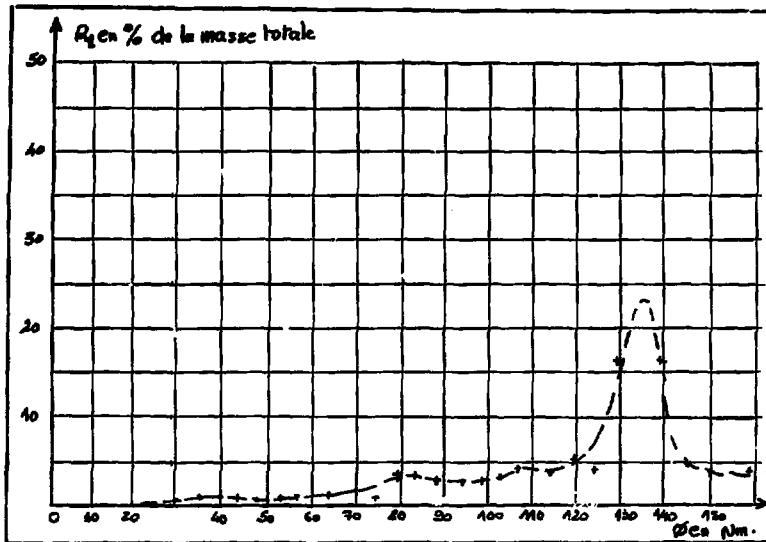
Fig II-43

Unité: le cm <sup>3</sup> /s	Débit total dans l'anneau.	Débits de chaque sortie				
		1	2	3	4	5
anneau 1	0,039 = 0,229	0,073	0	0,061	0,061	0,033
anneau 2	0,039 = 0,613	0,279	0	0,35	0	0,376
anneau 3	0,039 = 2,115	0,536	0	0,079	0	0,530
anneau 4	0,079 = 1,603	0,733	0	0,147	0	0,717
anneau 5	0,039 = 2,06	0,966	0	0,270	0	0,824
anneau 6	0,149 = 2,319	1,217	0	0,519	0	0,764
anneau 7	0,139 = 2,371	1,432	0	0,520	0	0,720
anneau 8	0,169 = 3,485	1,594	0,048	0,783	0	1,01
anneau 9	0,179 = 3,893	1,557	0,304	1,25	0	0,907
anneau 10	0,189 = 4,351	1,619	0,462	1,257	0	1,014
Débit total de chaque sortie		10,00	0,813	5,09	9,064	6,91.

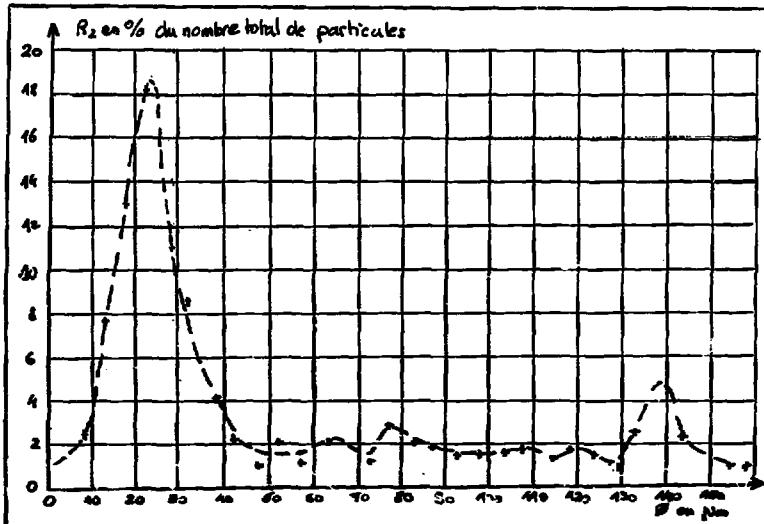
Fig II - 44

ajustages	6	2	4	2	6
Volumes cm <sup>3</sup>	330	100	100	100	330
tempo s	32	108	24,5	666	47,5
débit cm <sup>3</sup> /s	10,34	0,92	4,66	0,15	6,95.

Fig II - 45



Courbe granulométrique en masse du lucoryl 1220 Fig II-46



Courbe granulométrique en nombre du lucoryl 1220 Fig II-47

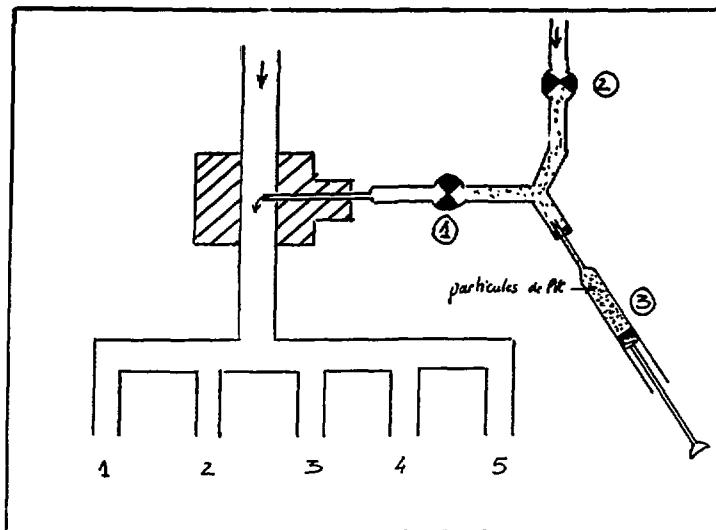


Fig II-49

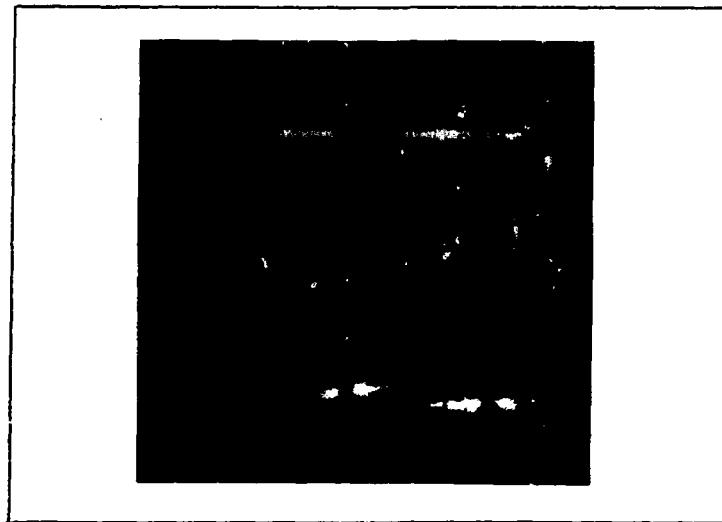
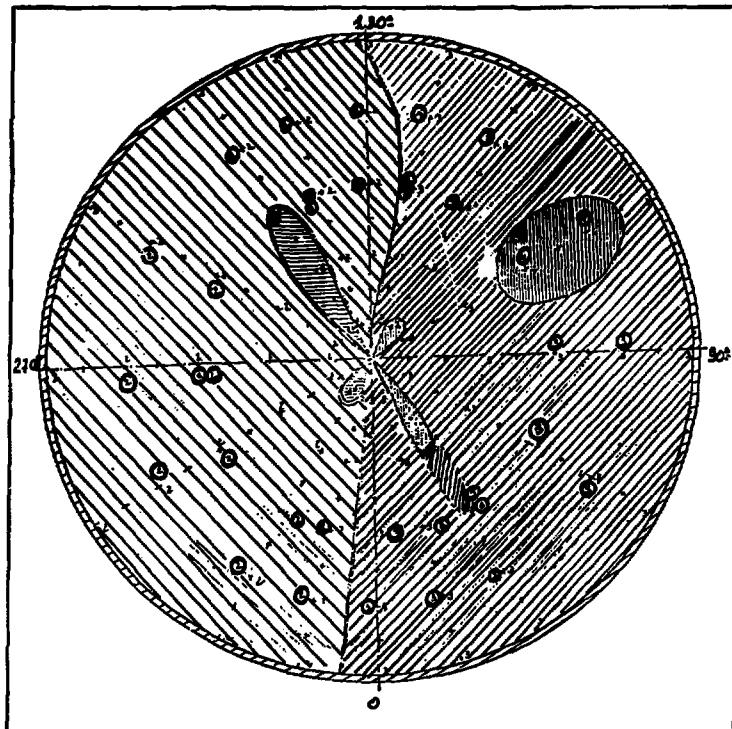


Fig II-50



Comparaison de la cartographie avec un  
traceur coloré et avec des particules  
de lucouyl 1220.

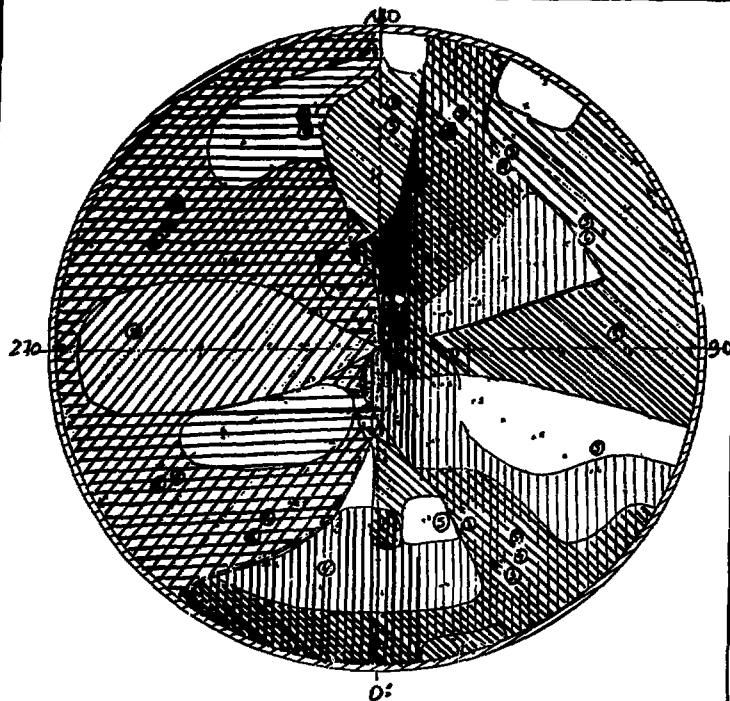
Répartition des agutages :

Répartition des défauts

Q<sub>Total</sub> : 1,68 l/mn      Viscosité = 10 cst

Steynolds : 174

Fig II-51



Comparaison de la cartographie avec un  
traceur coloré et avec des particules.  
de la couette 1220.

répartition des ajutages 2-2-2-2-2

répartition des débits 19,6-13,2-13,1-12-10.

Q<sub>total</sub> = 3,47 l/s    Viscosité : 10 cst

Reynolds = 409

Fig II-52

Eau pure  $V = 1 \text{ cm}^3$   $100\mu\text{m} < a < 150\mu\text{m}$

Nom du laboratoire	$C_f$ en mg/l	débit mesuré en ml/min	masse de particules en g	débit moyen $Q_f = 1/6$	débit mesuré $Q_m$ en ml/min	$\frac{Q_m}{Q_f}$	observations
1	2	1,35	0,286	0,97	1,60	1,65	$C_0 = 2,47 \text{ gr/c}$
2	2	1,47	0,221	0,85	1,35	1,62	
3	2	0,965	0,252	2,83	0,50	1,02	$Q_0 = 5,78 \text{ cm}^3/\text{s}$
4	2	4,03	0,326	3,033	0,56	0,94	
5	2	1,02	0,277	2,83	1,44	1,42	$R_{10} = 440$
1	2	0,35	0,024	1,04	0,79	0,82	$C_0 = 2,68 \text{ gr/c}$
2	4	5,93	0,102	1,13	6,46	1,09	
3	2	1	0,08	3,05	1,14	1,24	$Q_0 = 16,13 \text{ cm}^3/\text{s}$
4	6	6,36	0,102	1,66	6,93	1,03	
5	4	2,69	0,077	6,7	2,50	0,93	$R_{10} = 1480$
1	2	1,27	0,70	2,94	1,15	0,89	$C_0 = 2,58 \text{ gr/c}$
2	6	15,22	0,96	4,1	16,13	1,06	
3	6	11,16	0,63	34,9	17,38	0,92	$Q_0 = 35,82 \text{ cm}^3/\text{s}$
4	2	4,00	0,05	2,99	1,16	1,16	
5	2	0,97	2,08	2,14	0,86	0,86	$R_{10} = 2257$
1	6	11,67	0,82	21,41	9,92	0,85	$C_0 = 2,67 \text{ gr/c}$
2	2	1,46	4,43	1,14	4,10	1,17	
3	2	1,23	2,16	3,99	1,14	1,13	$Q_0 = 25,17 \text{ cm}^3/\text{s}$
4	2	0,84	2,04	2,13	0,87	1,08	
5	6	10,00	0,92	26,2	9,46	0,94	$R_{10} = 1480$
1	4	6,56	4,06	19,3	7,57	1,19	$C_0 = 2,55 \text{ gr/c}$
2	2	14,53	0,77	32,33	12,68	0,87	
3	2	4,82	0,73	2,15	1,08	0,92	$Q_0 = 24,34 \text{ cm}^3/\text{s}$
4	2	0,97	0,16	2,11	0,83	0,88	
5	2	4,41	0,76	2,40	0,94	0,86	$R_{10} = 1428$
1	2	0,90	0,231	2,40	0,85	0,94	$C_0 = 2,44 \text{ gr/c}$
2	6	10,50	0,884	28,4	11,50	1,09	
3	2	0,92	0,233	2,42	0,86	0,95	$Q_0 = 20,19 \text{ cm}^3/\text{s}$
4	6	7,19	0,269	20,7	8,38	1,16	
5	2	0,68	0,749	1,53	0,63	0,90	$R_{10} = 1445$
1	2	4,65	0,253	4,47	1,6	0,97	$C_0 = 2,66 \text{ gr/c}$
2	2	4,34	0,482	4,91	1,62	1,08	
3	2	2,23	0,273	50,2	1,32	1,05	$Q_0 = 644 \text{ cm}^3/\text{s}$
4	2	4,65	0,248	41	1,57	0,95	
5	2	4,57	0,232	36,5	1,60	0,89	$R_{10} = 600$
1	2	0,56	0,234	4,59	0,62	1,18	$C_0 = 2,56 \text{ gr/c}$
2	2	0,55	0,280	1,30	0,62	0,87	
3	2	0,62	0,264	1,84	0,64	1,03	$Q_0 = 4,68 \text{ cm}^3/\text{s}$
4	2	0,43	0,121	4,02	0,40	0,89	
5	2	0,46	0,288	1,23	0,48	1,04	$R_{10} = 200$

Fig-II 55

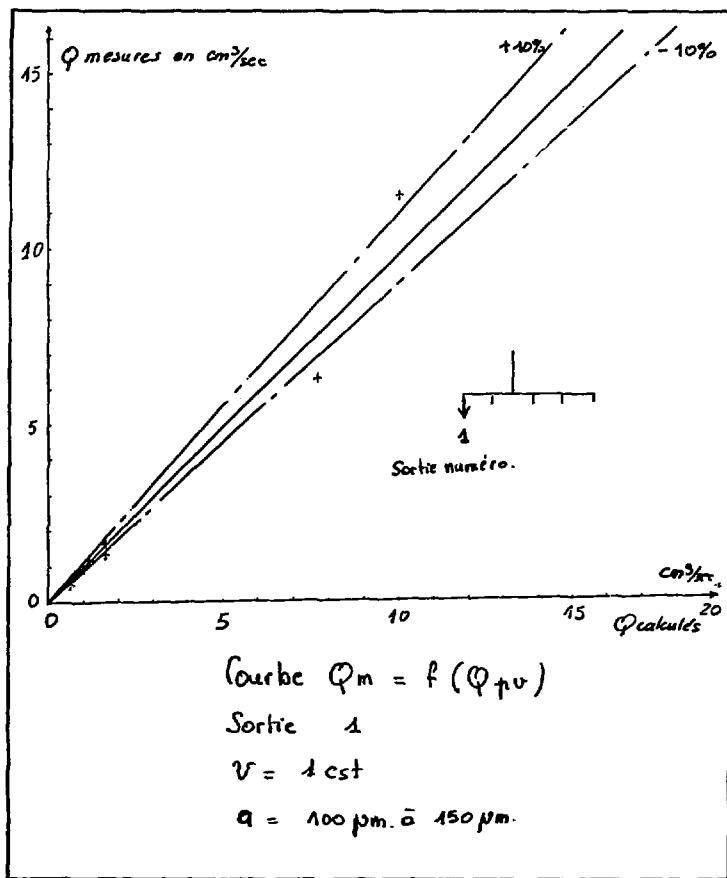


Fig II-54

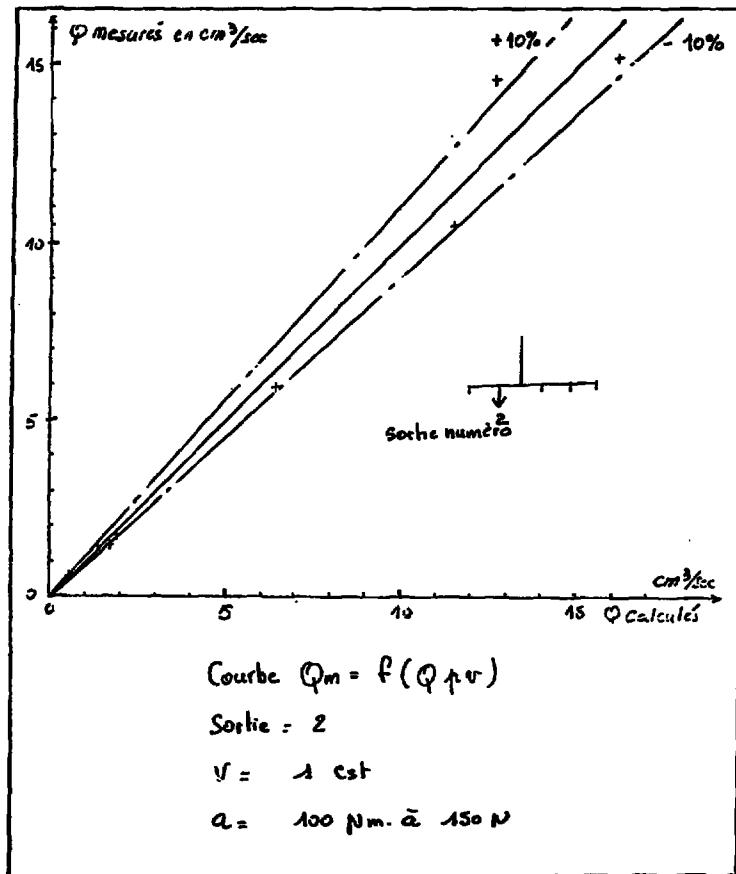


Fig II-55

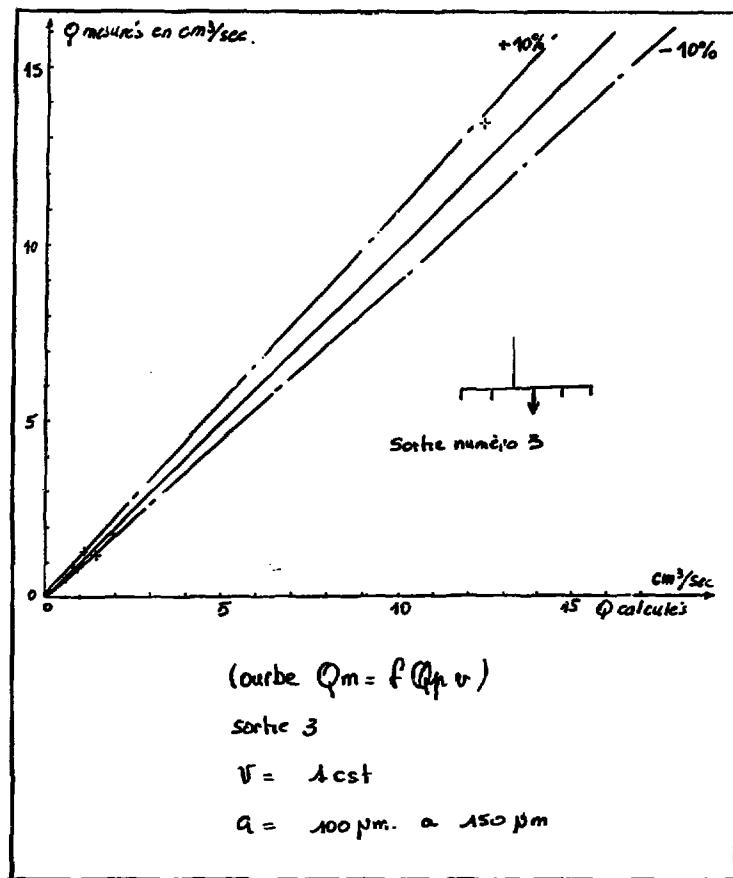


Fig II-56

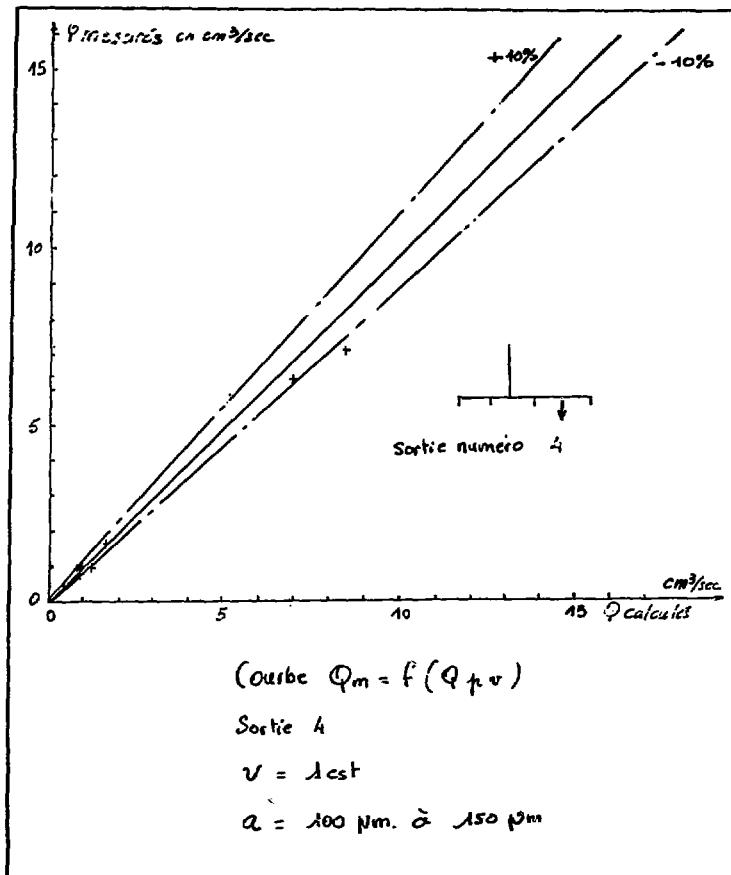


Fig II - 57

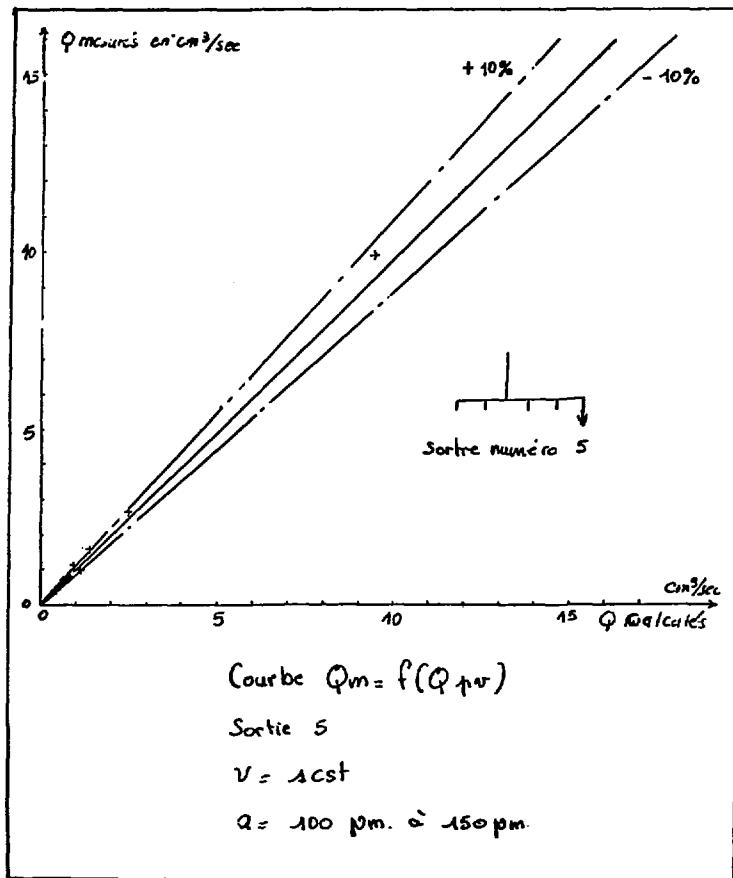


Fig II-58

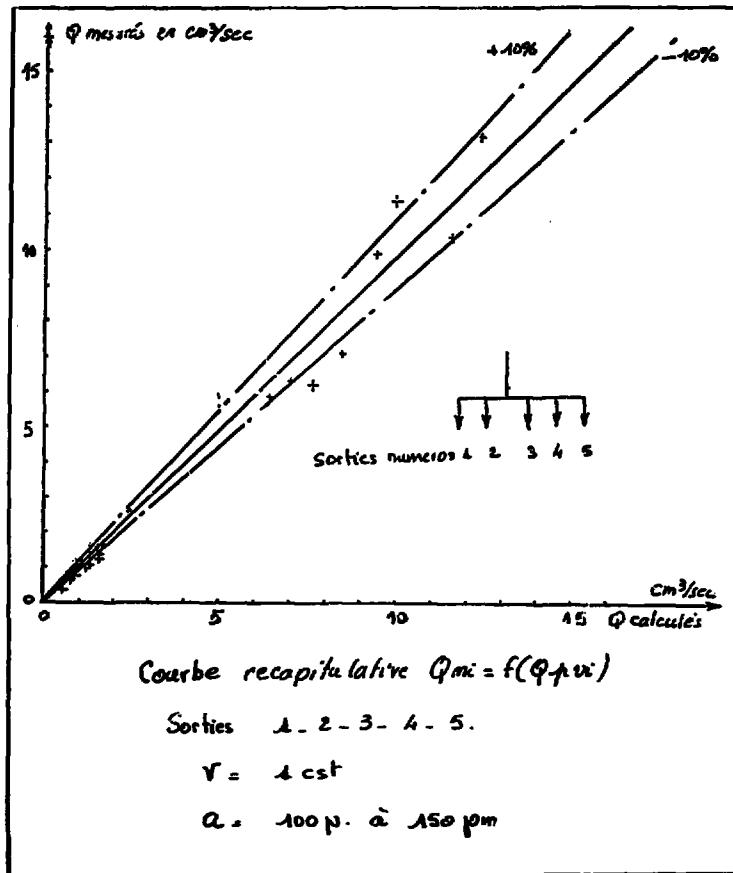


Fig II-59

Eau + glycérol  $\gamma = 10$  cstépaisseur  $a < 145 \mu\text{m}$ 

épaisseur mm	température °C	densité g/cm <sup>3</sup>	viscosité dynes sec/cm <sup>2</sup>	coefficients de diffusion dans l'eau		température °C	densité g/cm <sup>3</sup>
				à 20°	à 40°		
1.45	-4	1.008	0.494	4.78	2.05	-7.95	
	0	1.027	0.454	4.78	2.05	4.02	$\text{G}_1 = 1.1672$
	4	1.045	0.402	4.78	2.05	2.94	$\text{G}_2 = 1.1453$
	10.	1.064	0.373	4.78	2.05	1.03	(2)
	40.	1.083	0.343	4.78	2.05	0.85	(2), 4.88
	90.	1.102	0.323	4.78	2.05	0.74	
	140.	1.121	0.303	4.78	2.05	0.64	
	190.	1.140	0.283	4.78	2.05	0.54	
	240.	1.159	0.263	4.78	2.05	0.44	
	290.	1.178	0.243	4.78	2.05	0.34	
	340.	1.197	0.223	4.78	2.05	0.24	
	390.	1.216	0.203	4.78	2.05	0.14	
	440.	1.235	0.183	4.78	2.05	0.04	
	490.	1.254	0.163	4.78	2.05	0.04	$\text{G}_3 = 0.866$
	540.	1.273	0.143	4.78	2.05	0.03	$\text{G}_4 = 0.844$
	590.	1.292	0.123	4.78	2.05	0.03	(2), 15.32
	640.	1.311	0.103	4.78	2.05	0.02	
	690.	1.330	0.083	4.78	2.05	0.02	
	740.	1.349	0.063	4.78	2.05	0.01	$\text{G}_5 = 0.828$
	790.	1.368	0.043	4.78	2.05	0.01	$\text{G}_6 = 0.816$
	840.	1.387	0.023	4.78	2.05	0.01	$\text{G}_7 = 0.804$
	890.	1.406	0.003	4.78	2.05	0.01	$\text{G}_8 = 0.792$
	940.	1.425	-0.193	4.78	2.05	0.01	$\text{G}_9 = 0.780$
	990.	1.444	-0.393	4.78	2.05	0.01	$\text{G}_{10} = 0.768$
	1040.	1.463	-0.593	4.78	2.05	0.01	$\text{G}_{11} = 0.756$
	1090.	1.482	-0.793	4.78	2.05	0.01	$\text{G}_{12} = 0.744$
	1140.	1.501	-0.993	4.78	2.05	0.01	$\text{G}_{13} = 0.732$
	1190.	1.519	-1.193	4.78	2.05	0.01	$\text{G}_{14} = 0.720$
	1240.	1.538	-1.393	4.78	2.05	0.01	$\text{G}_{15} = 0.708$
	1290.	1.557	-1.593	4.78	2.05	0.01	$\text{G}_{16} = 0.696$
	1340.	1.576	-1.793	4.78	2.05	0.01	$\text{G}_{17} = 0.684$
	1390.	1.594	-1.993	4.78	2.05	0.01	$\text{G}_{18} = 0.672$
	1440.	1.613	-2.193	4.78	2.05	0.01	$\text{G}_{19} = 0.660$
	1490.	1.632	-2.393	4.78	2.05	0.01	$\text{G}_{20} = 0.648$
	1540.	1.651	-2.593	4.78	2.05	0.01	$\text{G}_{21} = 0.636$
	1590.	1.670	-2.793	4.78	2.05	0.01	$\text{G}_{22} = 0.624$
	1640.	1.689	-2.993	4.78	2.05	0.01	$\text{G}_{23} = 0.612$
	1690.	1.708	-3.193	4.78	2.05	0.01	$\text{G}_{24} = 0.600$
	1740.	1.727	-3.393	4.78	2.05	0.01	$\text{G}_{25} = 0.588$
	1790.	1.746	-3.593	4.78	2.05	0.01	$\text{G}_{26} = 0.576$
	1840.	1.765	-3.793	4.78	2.05	0.01	$\text{G}_{27} = 0.564$
	1890.	1.784	-3.993	4.78	2.05	0.01	$\text{G}_{28} = 0.552$
	1940.	1.803	-4.193	4.78	2.05	0.01	$\text{G}_{29} = 0.540$
	1990.	1.822	-4.393	4.78	2.05	0.01	$\text{G}_{30} = 0.528$
	2040.	1.841	-4.593	4.78	2.05	0.01	$\text{G}_{31} = 0.516$
	2090.	1.860	-4.793	4.78	2.05	0.01	$\text{G}_{32} = 0.504$
	2140.	1.879	-4.993	4.78	2.05	0.01	$\text{G}_{33} = 0.492$
	2190.	1.898	-5.193	4.78	2.05	0.01	$\text{G}_{34} = 0.480$
	2240.	1.917	-5.393	4.78	2.05	0.01	$\text{G}_{35} = 0.468$
	2290.	1.936	-5.593	4.78	2.05	0.01	$\text{G}_{36} = 0.456$
	2340.	1.955	-5.793	4.78	2.05	0.01	$\text{G}_{37} = 0.444$
	2390.	1.974	-5.993	4.78	2.05	0.01	$\text{G}_{38} = 0.432$
	2440.	1.993	-6.193	4.78	2.05	0.01	$\text{G}_{39} = 0.420$
	2490.	2.012	-6.393	4.78	2.05	0.01	$\text{G}_{40} = 0.408$
	2540.	2.031	-6.593	4.78	2.05	0.01	$\text{G}_{41} = 0.396$
	2590.	2.050	-6.793	4.78	2.05	0.01	$\text{G}_{42} = 0.384$
	2640.	2.069	-6.993	4.78	2.05	0.01	$\text{G}_{43} = 0.372$
	2690.	2.088	-7.193	4.78	2.05	0.01	$\text{G}_{44} = 0.360$
	2740.	2.107	-7.393	4.78	2.05	0.01	$\text{G}_{45} = 0.348$
	2790.	2.126	-7.593	4.78	2.05	0.01	$\text{G}_{46} = 0.336$
	2840.	2.145	-7.793	4.78	2.05	0.01	$\text{G}_{47} = 0.324$
	2890.	2.164	-7.993	4.78	2.05	0.01	$\text{G}_{48} = 0.312$
	2940.	2.183	-8.193	4.78	2.05	0.01	$\text{G}_{49} = 0.300$
	2990.	2.202	-8.393	4.78	2.05	0.01	$\text{G}_{50} = 0.288$
	3040.	2.221	-8.593	4.78	2.05	0.01	$\text{G}_{51} = 0.276$
	3090.	2.240	-8.793	4.78	2.05	0.01	$\text{G}_{52} = 0.264$
	3140.	2.259	-8.993	4.78	2.05	0.01	$\text{G}_{53} = 0.252$
	3190.	2.278	-9.193	4.78	2.05	0.01	$\text{G}_{54} = 0.240$
	3240.	2.297	-9.393	4.78	2.05	0.01	$\text{G}_{55} = 0.228$
	3290.	2.316	-9.593	4.78	2.05	0.01	$\text{G}_{56} = 0.216$
	3340.	2.335	-9.793	4.78	2.05	0.01	$\text{G}_{57} = 0.204$
	3390.	2.354	-9.993	4.78	2.05	0.01	$\text{G}_{58} = 0.192$
	3440.	2.373	-10.193	4.78	2.05	0.01	$\text{G}_{59} = 0.180$
	3490.	2.392	-10.393	4.78	2.05	0.01	$\text{G}_{60} = 0.168$
	3540.	2.411	-10.593	4.78	2.05	0.01	$\text{G}_{61} = 0.156$
	3590.	2.430	-10.793	4.78	2.05	0.01	$\text{G}_{62} = 0.144$
	3640.	2.449	-10.993	4.78	2.05	0.01	$\text{G}_{63} = 0.132$
	3690.	2.468	-11.193	4.78	2.05	0.01	$\text{G}_{64} = 0.120$
	3740.	2.487	-11.393	4.78	2.05	0.01	$\text{G}_{65} = 0.108$

Fig II - 60

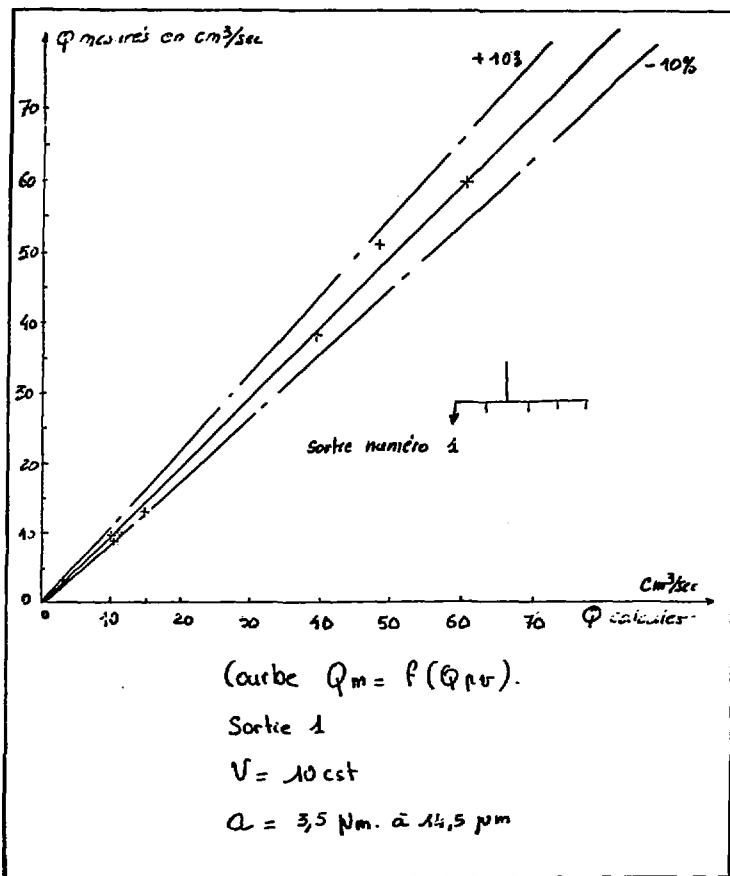


Fig II-61

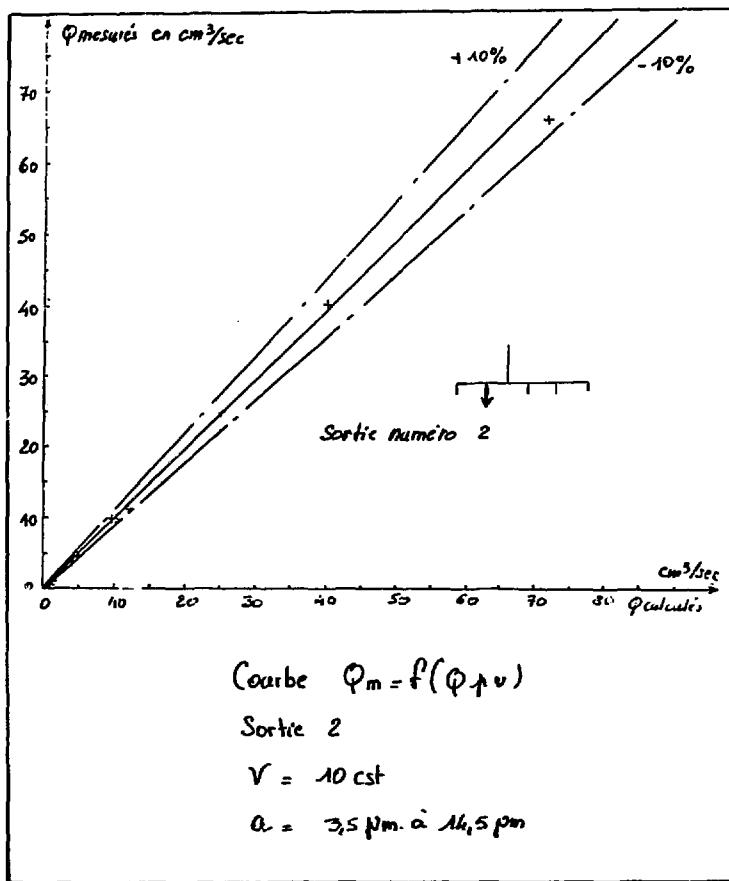


Fig II-62

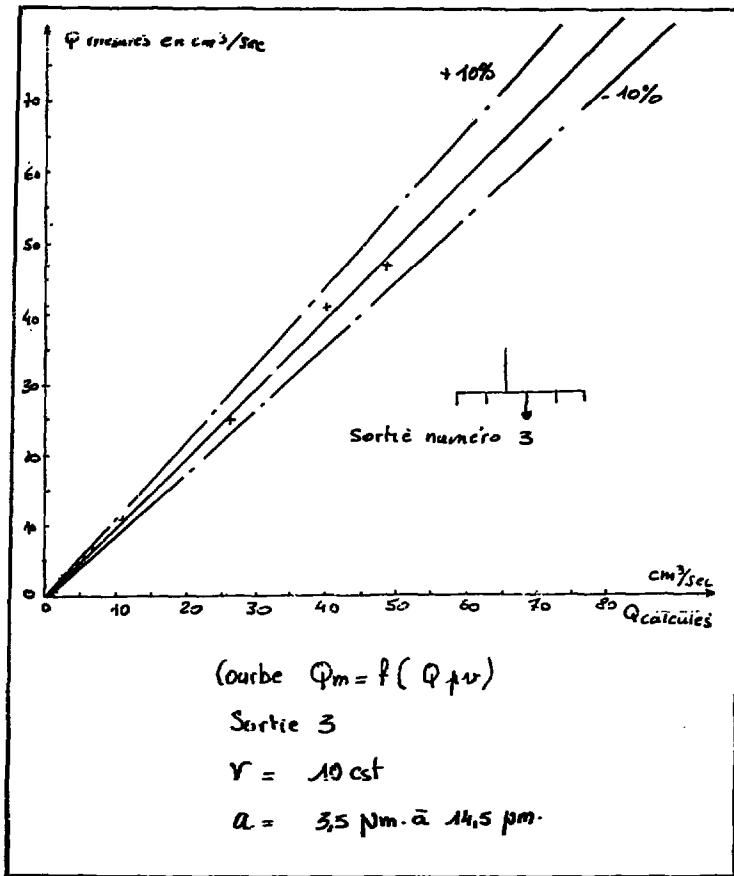


Fig II-63

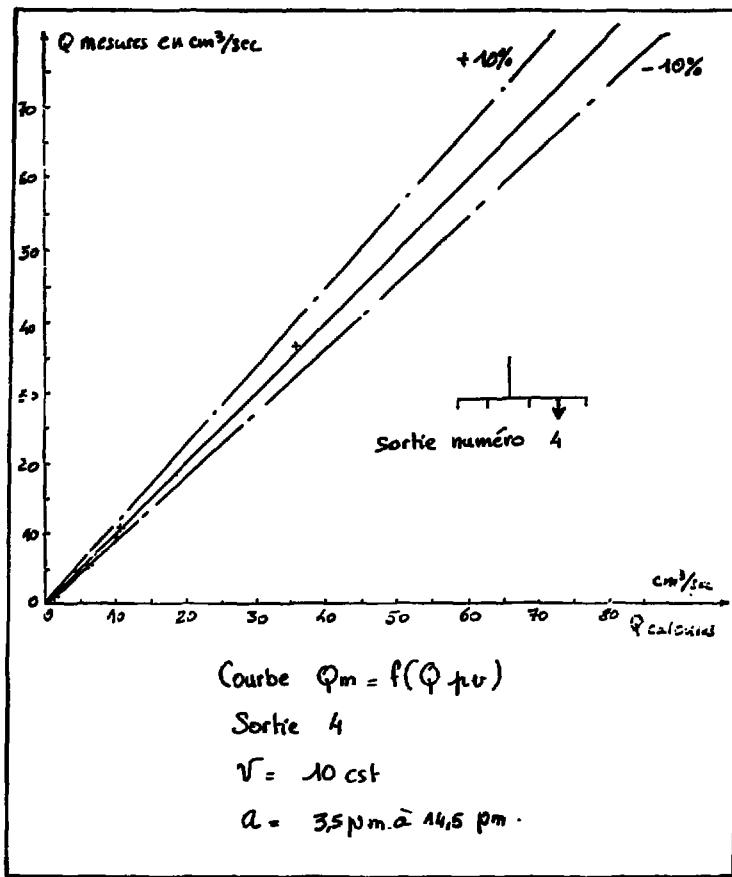


Fig II-64

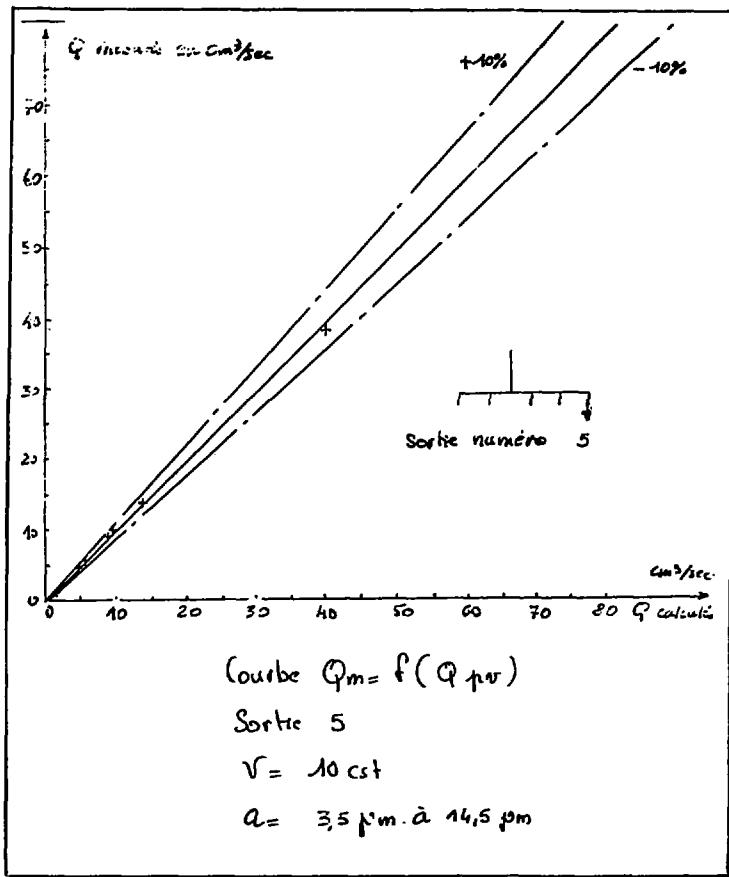


Fig II-65

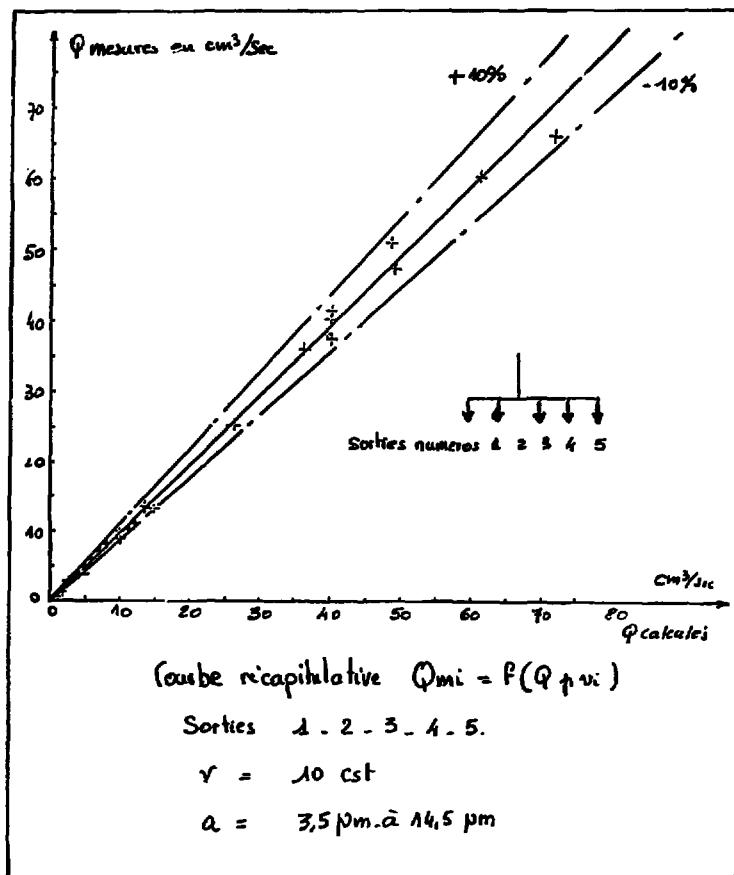


Fig II-66

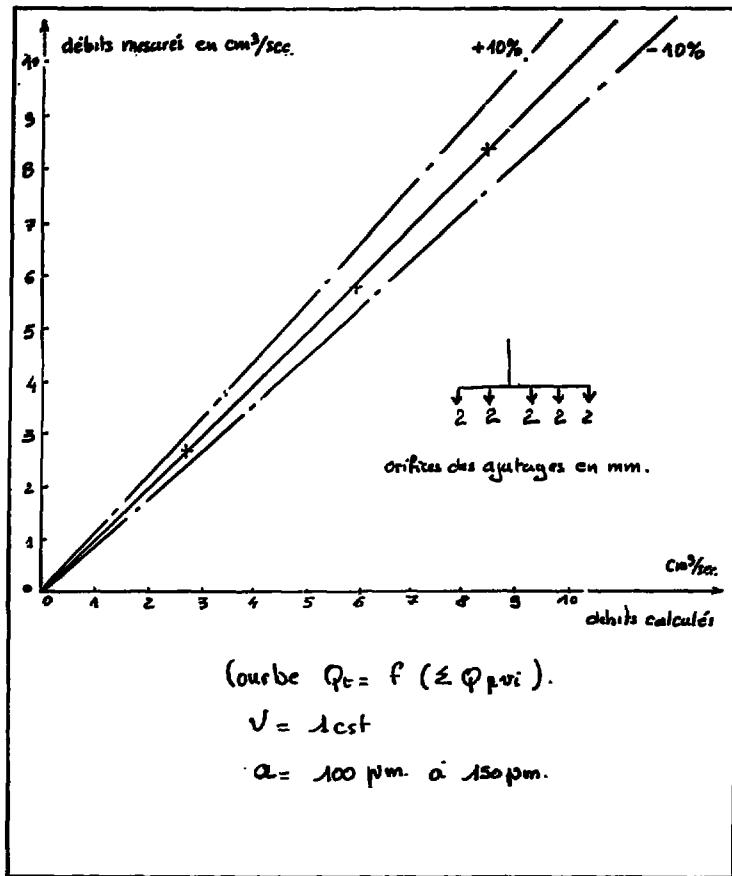


Fig II-67

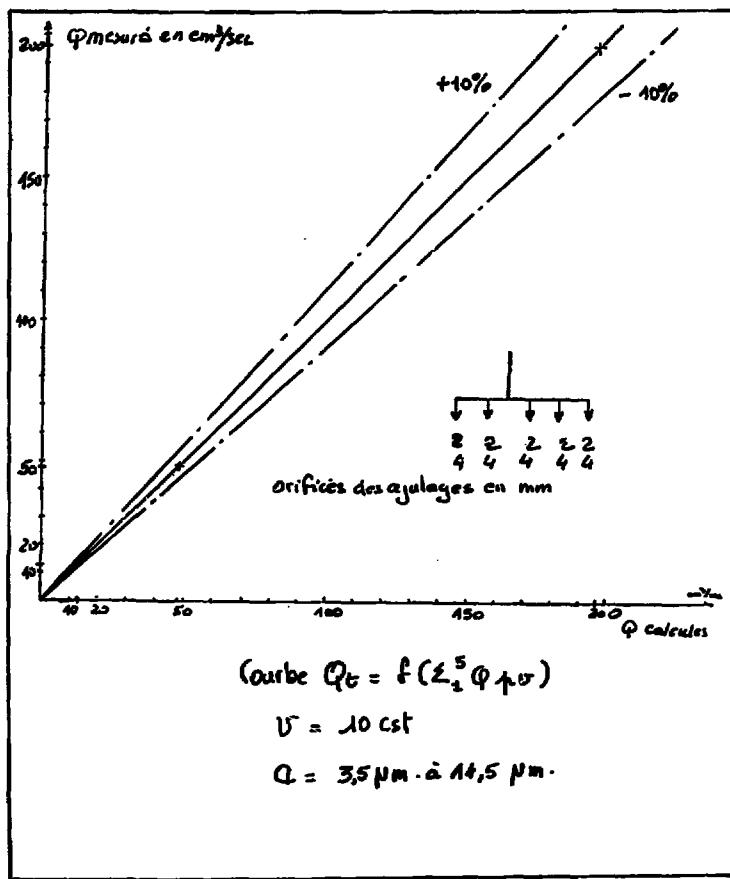


Fig II-68

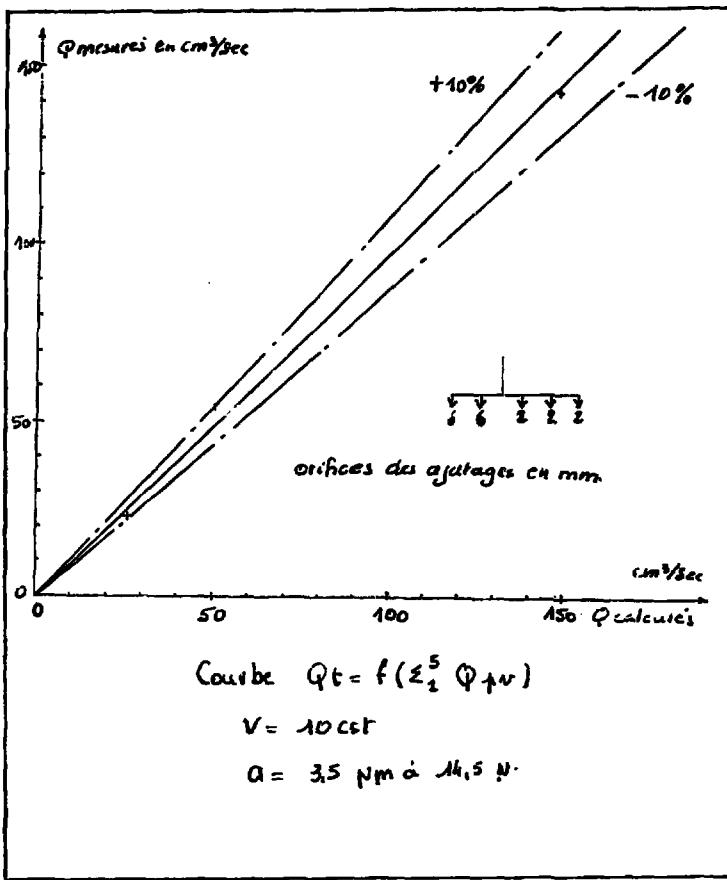


Fig II-69

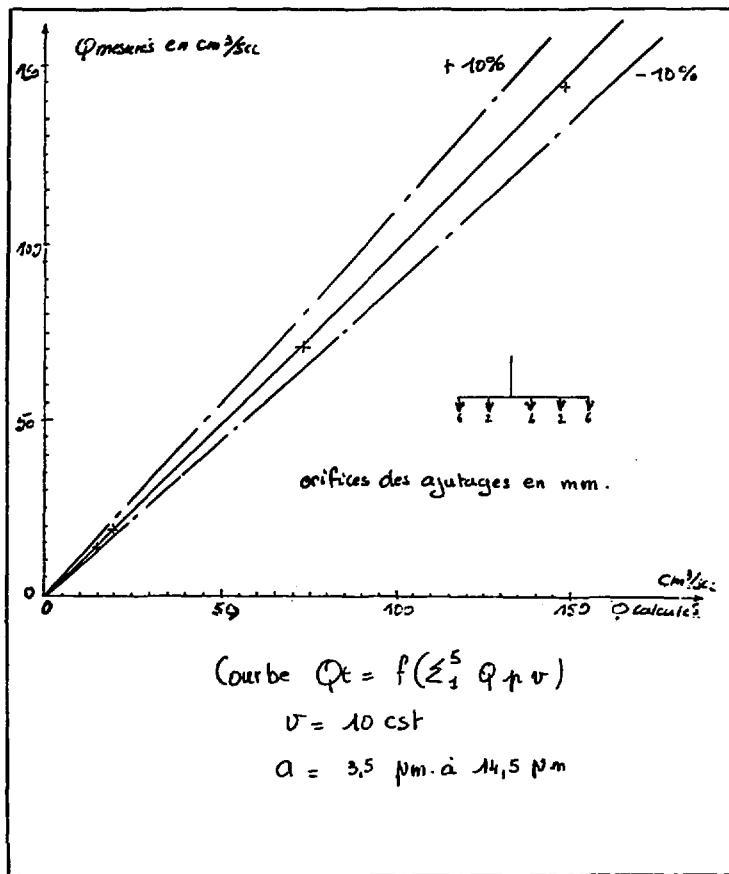


Fig II-70

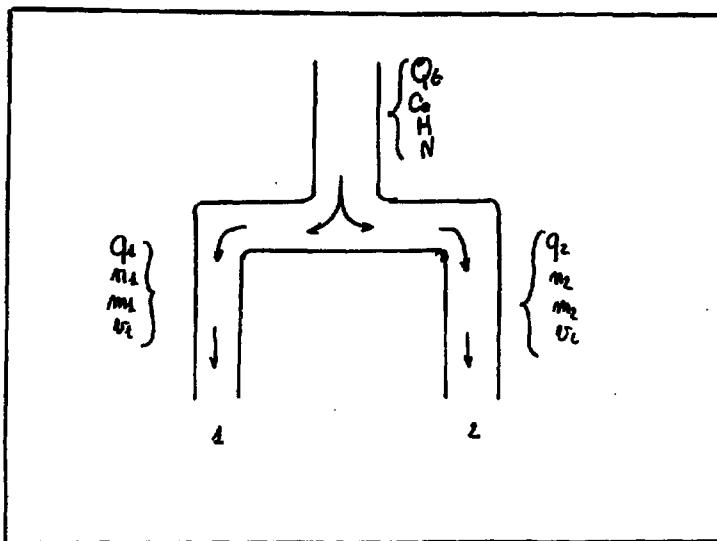


Fig II-71

tableau des hypothèses

$$Q_t = 10 \text{ cm}^3/\text{sec} \quad Q_1 = 4 \text{ cm}^3/\text{sec} \quad Q_2 = 9 \text{ cm}^3/\text{sec}$$

$$N = 1.260.000 \text{ part} \quad n_1 = 126000 \text{ part} \quad n_2 = 1.136.000 \text{ part}$$

$$C_0 = 126000 \text{ part/cm}^3$$

$$\Delta t = 1 \text{ seconde}$$

Granulométrie des particules:

$$\bar{d}_1 = 25 \mu\text{m}$$

$$\bar{d}_2 = 125 \mu\text{m}$$

Fig II-72

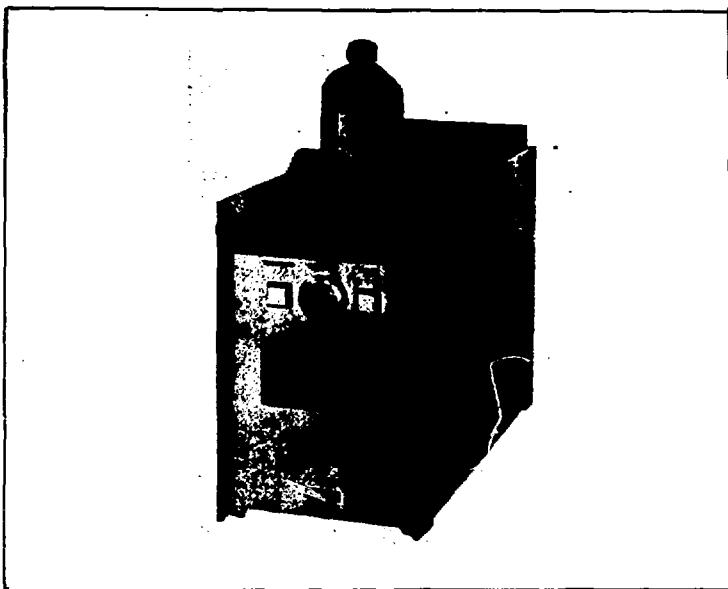


Fig II - 73

### SPECIFICATIONS

Dimensions :  $L = 61 \text{ cm}$     $h = 30,5 \text{ cm}$     $\ell = 45,7 \text{ cm}$ .

Masse                     $14,06 \text{ kg}$       Affichage : 3 digits

Alimentation électrique : 115 volts 60Hz ou 230 volts 50Hz.

Sorties auxiliaires : Connexions pour imprimante, alarme, oscilloscope  
analyseur d'impulsions

Volume analysé :  $1 \text{ cm}^3$

Récipient : tout récipient transparent - verre, plastique ect...

Gamme de mesure : 1 p à 100 p en continu.

Fig II - 74

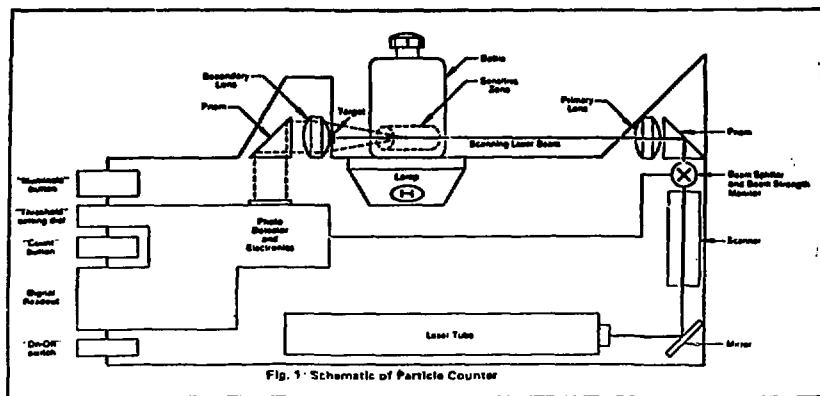


Fig II- 75

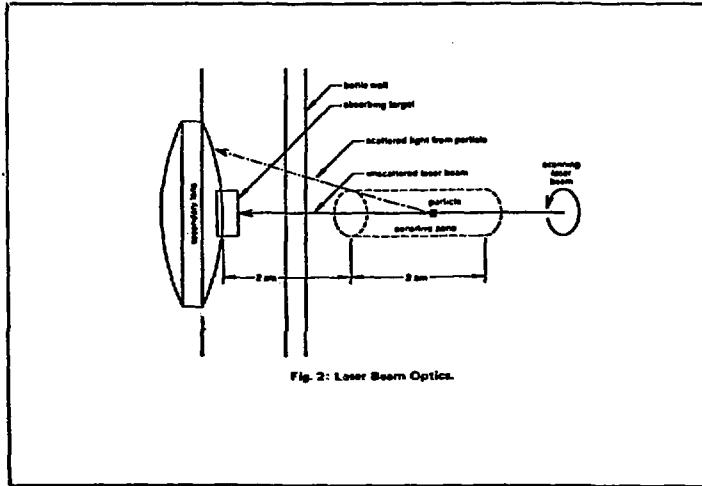


Fig II- 76

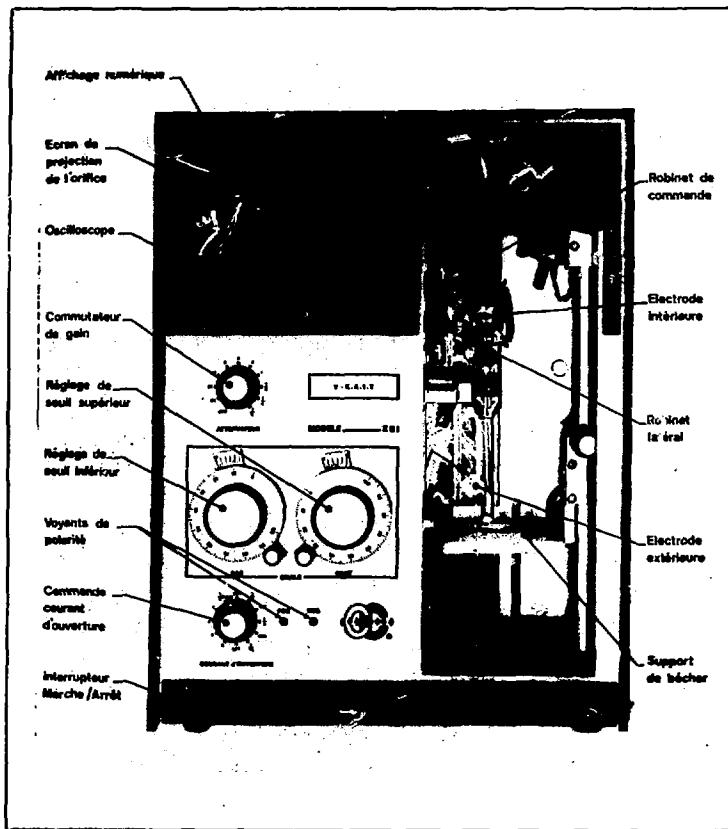


Fig II - 77

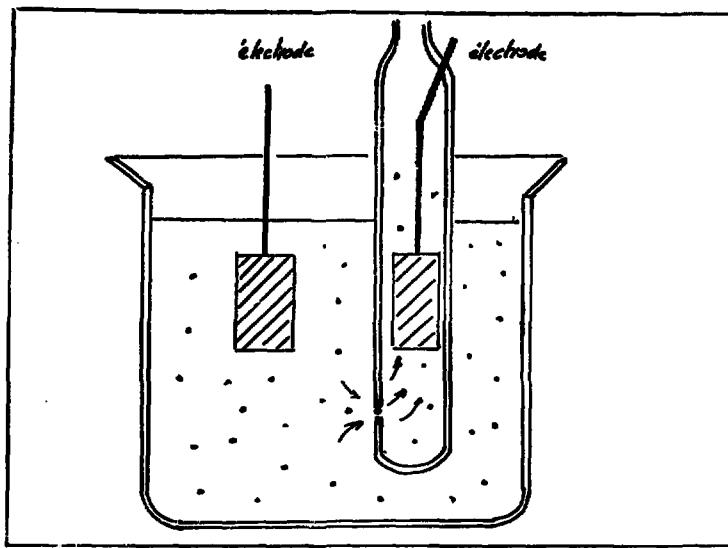


Fig II - 78

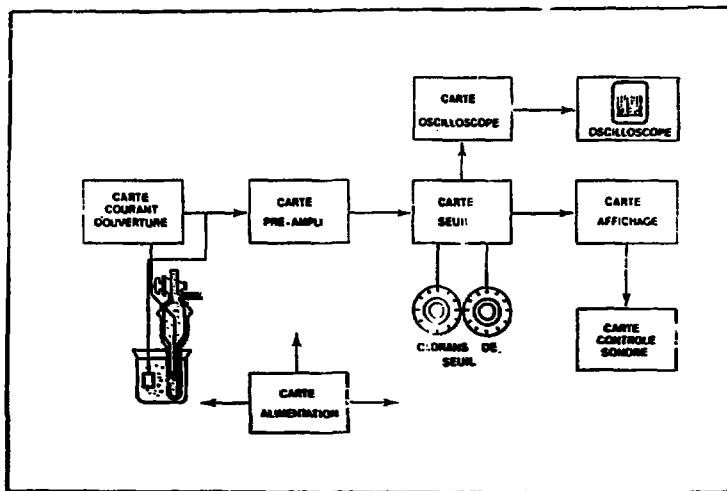


Fig II - 79

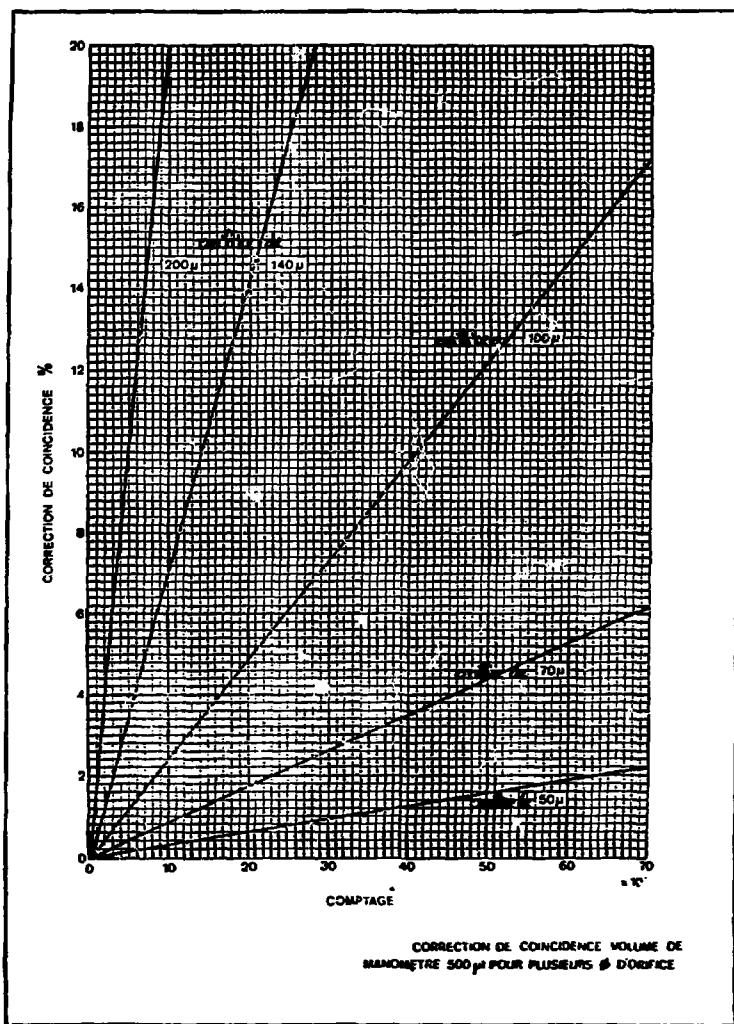


Fig II - 80

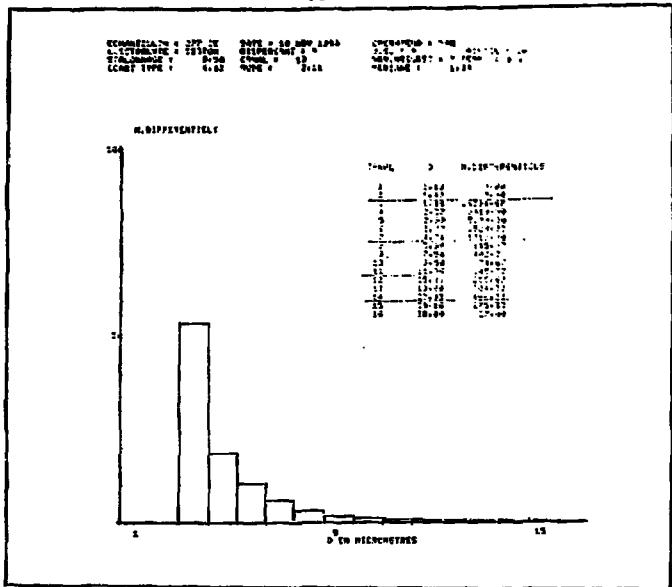


Fig II - 81

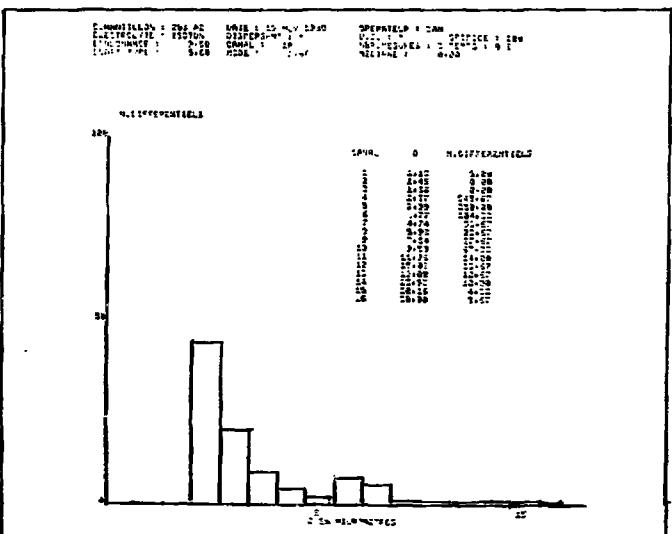


Fig II - 82

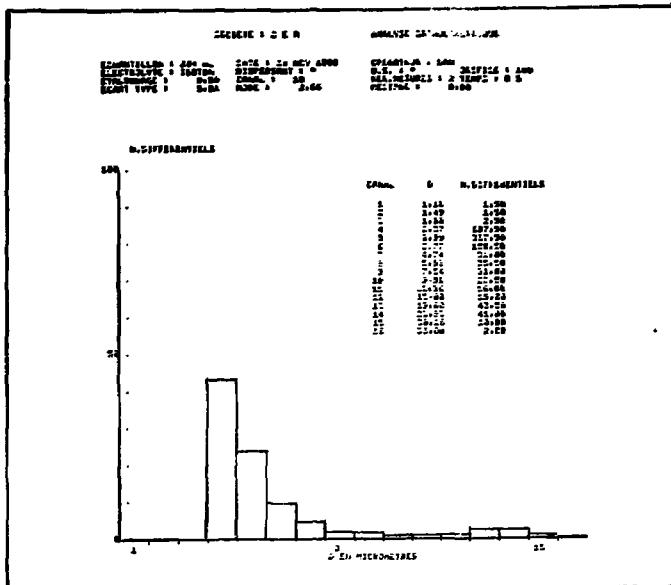


Fig II-83

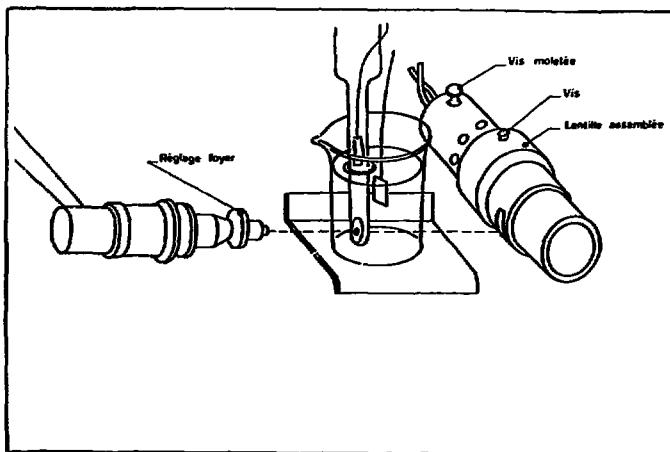


Fig II-84

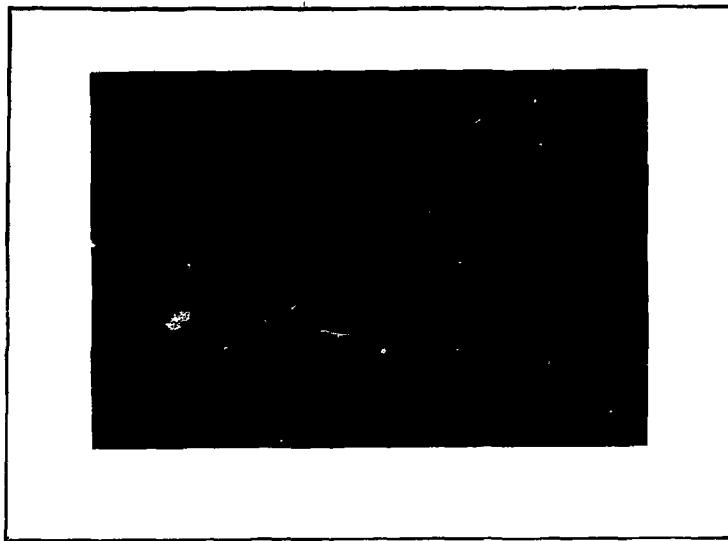


Fig II-85

#### HOW THE HIAC WORKS

HIAC instruments operate on the principle of light blockage. A constant output from the photodiode is maintained by passing a light through a passageway on to a photodiode. As a particle passes an amount of light proportional to its size is blocked. If recommended concentration levels are not exceeded (4,000 particles/second), there is only one particle in every ten measuring zone volumes so that each particle is sized individually.

#### WHAT THE HIAC MEASURES

#### HIAC ANALYSIS: How to Compare a HIAC to a Microscope

As you can see, the microscope measures all these particles as being the same, whereas the HIAC measures them as being different by the ratio of their areas. The HIAC method gives more information about the particle and is evidently a more realistic approach to measuring the actual size of the particle.

HIAC measures the maximum area of the particle exposed as it passes through the measuring zone.

The area is equated to spheres in the HIAC calibration tables for a single dimensional reference.

HIAC	=	Microscope
Particle A	=	Circle A
Particle B	=	Circle B
Particle C	=	Circle C
Particle D	=	Circle D

Fig II-86

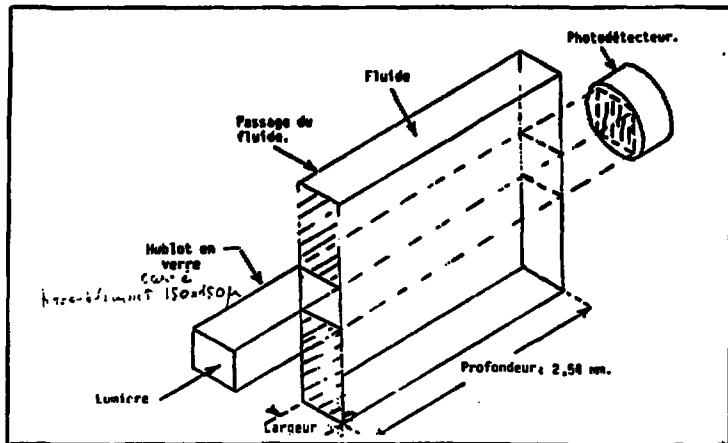


Fig II - 87

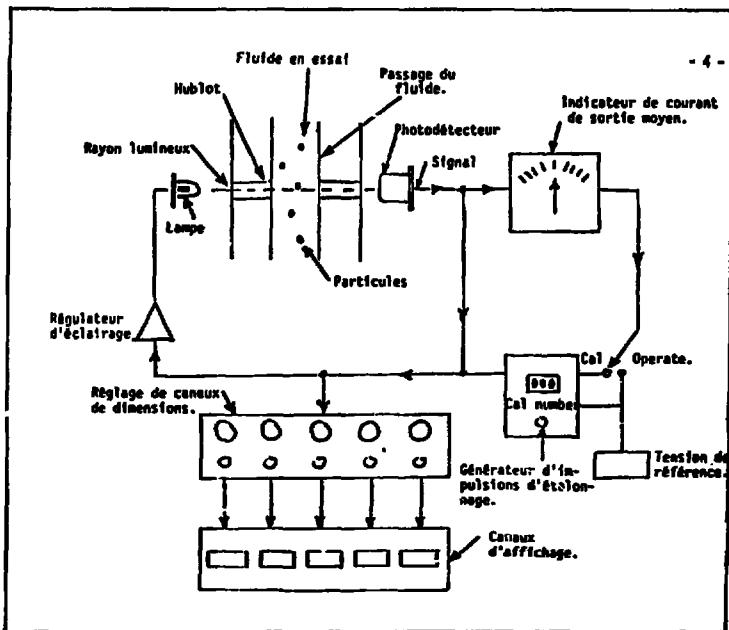
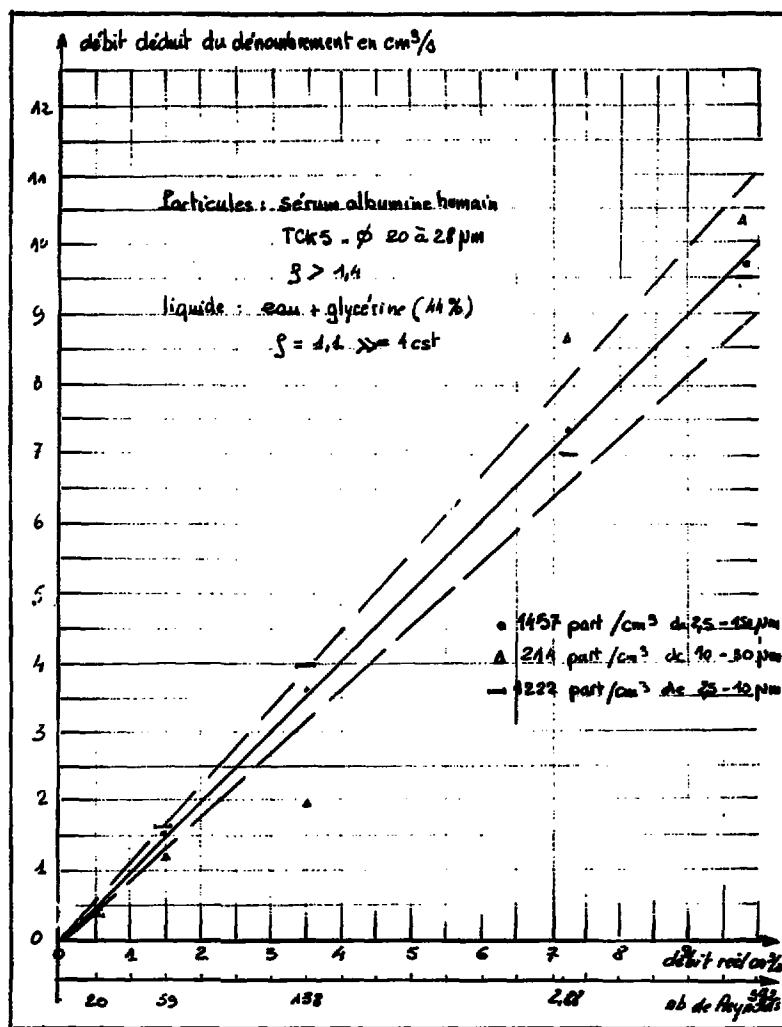


Fig II - 88



Test de validité hydraulique au H.I.A.C (16/10/79)

Fig II-89

## LIQUIDBORNE PARTICLE SENSOR

CI-221

### FEATURES:

- 64 MICRON SENSITIVITY
- AUTOMATIC CALIBRATION
- SAMPLES CLEAR LIQUIDS
- HYDROFLUORIC ACID  
CONFIGURATION optional
- PRESSURES TO 50 PSIG
- LONG DISTANCE DATA TRANSMISSION
- ELLIPTICAL MIRROR OPTICS

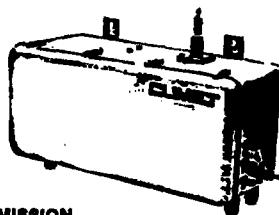


Fig II-90

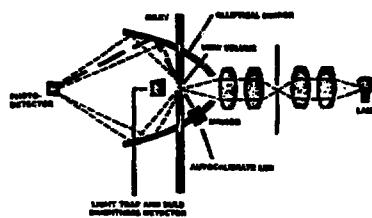


Fig II-91

Précision d'un comptage de particules au H.I.A.C. (contrat de Particle Information Service Grant's Pass, Oregon).		
$a$ en $\mu m.$	comptage au microscope (10 ml)	comptage au H.I.A.C.
$> 25$	1658	1635
$> 50$	766	608
$> 75$	160	159
$> 100$	62	23
$25 < a < 50$	892	1087
$50 < a < 75$	606	449
$75 < a < 100$	118	136

Fig II-92

Tableau récapitulatif

Référence	Véhicule test	vitesse test km/h	Température	Co à 6250	Nombre moyenne par échantillon	Concentrations Coulter					Taux de mortalité mammifères g/la					Taux de mortalité mammifères Coulter solitaire					
						Co	Co	C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	C <sub>3</sub>	C <sub>4</sub>	C <sub>5</sub>	C <sub>6</sub>	C <sub>7</sub>	C <sub>8</sub>	C <sub>9</sub>	C <sub>10</sub>	C <sub>11</sub>	C <sub>12</sub>	C <sub>13</sub>	
260A	A	66	3100	4157		977	4165	3046	3001	2829	977	2.37	2.35	2.30	2.27	21.07	3.26	10.55	20.61	7.32	42.03
260B	A	64	4539	3020		2993	2647	4321	2466	2016	41.57	2.34	2.26	11.44	30.07	11.96	2.96	4.62	21.49	30.06	
260C	A	70	5655	4765		3262	3244	3109	2698	2505	29.21	5.74	6.96	21.70	49.33	2.62	5.33	24.82	44.66		
476A	A	60	376	765	634	936	736	637	911	4101	7.46	12.25	12.28	8.04	11.99	7.32	13.79	19.30	9.57	7.7	
477A	A	56.5	4164	301	869	942	844	750	922	4123	7.85	17.61	16.35	11.26	21.74	7.66	10.07	16.03	7.34	22.52	
477B	A	59.6	4125	542	4134	4054	4110	360	4073	714	7.36	12.64	8.16	19.76	16.59	8.67	21.56	7.69	16.73	46.86	
477C	A	47.3	736	4619	4144	48735	4479	2359	339	4115	41.25	5.2	11.55	20.9	7.07	21.03	7.63	2.96	17.66	5.33	
480A	A	54.7	946	4195	549	4740	4933	4079	3266	4114	49.2	11.74	11.73	16.64	23.4	3.63	14.36	3.92	42.06		
484A	A0	45.2	343	734	4361	963	636	903	999	900	5.77	10.94	11.69	5.92	11.3	4.64	7.18	11.9	5.73	18.9	
484B	A0	48.6	344	654	568	574	934	380	810	610	45.66	16.35	6.35	11.4	6.65	41.13	19.31	8.38	10.13	2.19	
484A	A0	30.6	243	363	4110	363	1013	1011	687	584	40.03	2.47	1.26	10.34	10.85	10.3	3.26	3.59	9.36	8.33	
485D	A0	40.3	293	4021	4726	1611	1004	704	4226	393	47.01	2.09	9.10	1.79	17.05	26.75	4.61	6.73	310	6.84	
493F	A0	44.3	316	438	219	604	287	1014	212	903	4.0	19.14	11.97	17.17	6.77	25.2	11.47	10.46	11.47	8.03	

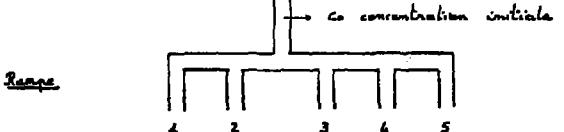
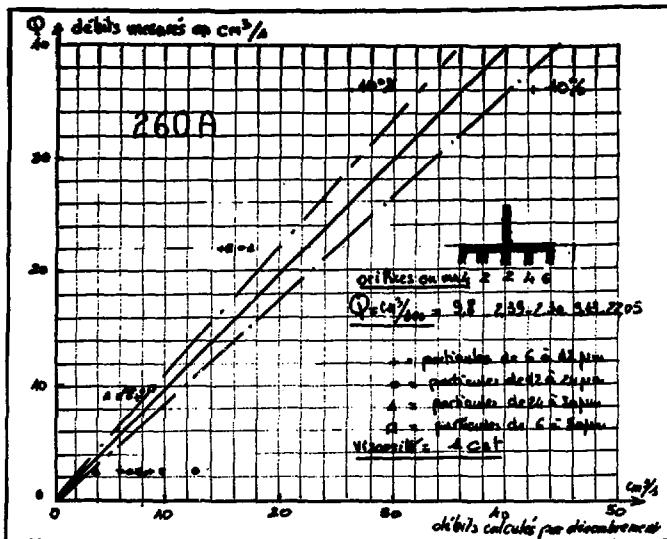
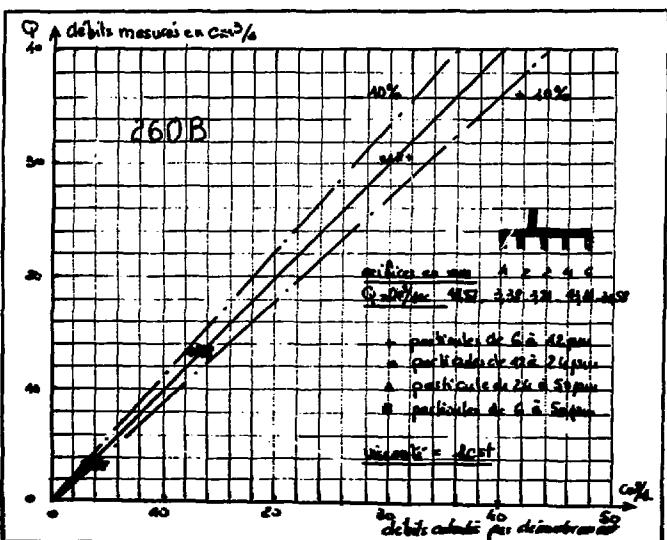


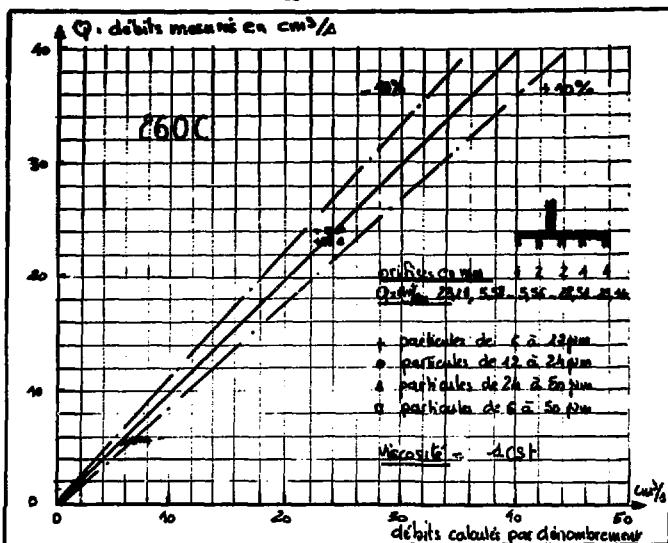
Fig II-93



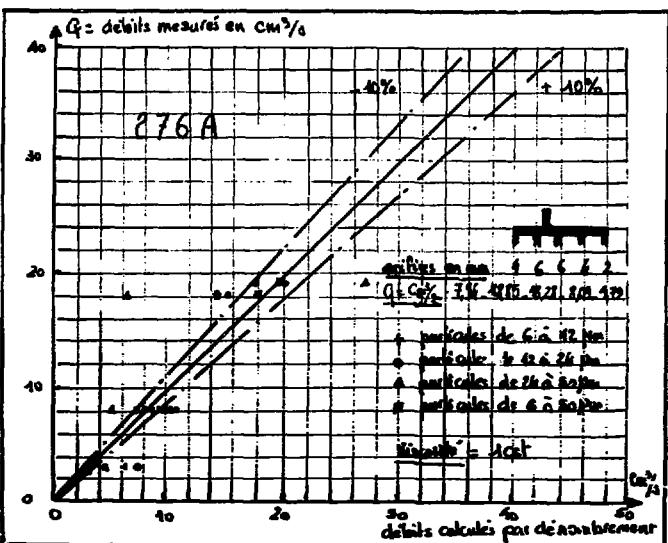
tests de validité hydraulique au Coulter Fig II-94



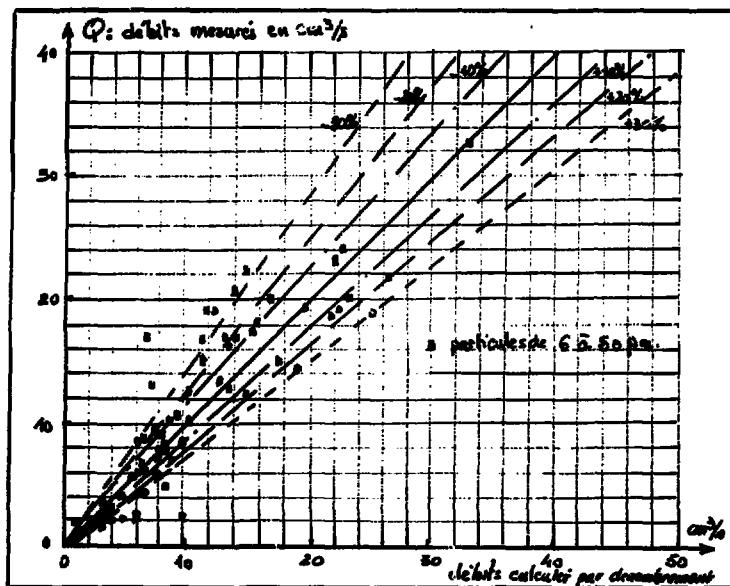
tests de validité hydraulique au Coulter Fig II-95.



tests de validité hydraulique au Coulter Fig II-96



tests de validité hydraulique au Coulter Fig II-97



Ensemble des tests de validité hydraulique au Goulter

Fig II-98

37% des mesures sont à  $\pm 10\%$

69% des mesures sont à  $\pm 20\%$

78% des mesures sont à  $\pm 30\%$

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES DE LA PARTIE HYDRAULIQUE -

DENSON, C.D.

Particle migration in shear fields

1966

DUNN, T.S.

Development of two radiotracer principles for measuring laminar flow rate  
and channel volume as in venous blood flows

Thèse PhD North Carolina University

RALEIGH

1975

GARDNER R.P. et DUNN T.S.

The development of radiotracer methods for laminar flow measurements in  
small channels

Int. J. Applied Radiation and isotopes, 28, 347-385,

1977

GOLDSMITH, H.L et MASON S.G.

The flow of suspensions through tubes

Journal of colloid science 17, 448-76

1962

HOCHMUTH, R.M. et SUTERA J.P.

Spherical caps in low reynolds - number tube flow

Chem. Eng. Science 25 : 593 - 604

1970

JEFFREY, R.C.

Particle motion in Poiseuille flow. Ph. D. dissertation, Cambridge University

Cambridge - England

1964

JEFFREY, R.C. et PEARSON, J.R.A.

Particle motion in laminar verticle tube flow

Journal of fluid Mech. 22 721-35

1965

LAQUERRE M.

Détermination des forces s'exerçant sur une particule sphérique placée dans  
un écoulement laminaire

Thèse de doctorat Université Paul Sabatier (TOULOUSE)

1970

REPETTI R.V. et LEONARD E.F.

Segre - silberberg annulus formation,a possible explanation

Nature 203 : 1346-8

1964

CHAPITRE  
TROIS

PRINCIPALES ABBREVIATIONS EMPLOIEES DANS LA PARTIE MARQUAGE DES PARTICULES -

A, $A_0$ , $A_1$ , $A_2$	Activité, Activité initiale, Activité du père, du fils
$C_i$	Activité exprimée en Curie
$C_r$ , $C_s$	Concentration dans la résine, Concentration dans la solution
D	Coefficient de distribution ou de partage
K	Constante d'équilibre
Kps	Produit de solubilité
m	Masse
M	Concentration molaire
N	Normalité
$N_1 \dots N_n$	Nombre d'atomes
R	Rapport indium actif/ indium total
$Q_{res}$ , $Q_{sol}$	Quantité d'indium présente dans la résine, la solution
$T_1 \dots T_2$	Période du père, du fils
V	Volume
v	Potentiel d'ionisation
z	Numéro atomique
$\alpha$	Rayonnement Alpha
$\beta$	Rayonnement Béta
$\gamma$	Rayonnement $\gamma$
$h_1 \dots h_2$	Constante de désintégration
$\rho_h \dots \rho_s$	Densité humide, sèche
$\sigma_{at}$	Section d'activation



March 1976

## INSTRUCTIONS FOR USE

### KIT FOR LABELLING HUMAN SERUM ALBUMIN MICROSPHERES

WITH  $^{113m}$ In OR  $^{111}$ In

(Ref. INK-5)

#### DESCRIPTION

Kit INK-5 contains 5 vials of Human Serum Albumin Microspheres for preparation of  $^{113m}$ In or  $^{111}$ In-microspheres by simple addition of sterile, non-pyrogenic  $^{113m}$ In or  $^{111}$ In chloride solution.

The Albumin Microspheres are produced from Normal Serum Albumin (Human) and their size is carefully controlled to get a good between-batches reproducibility. When dry, 95% of microspheres have a diameter between 12 and 36 microns; after the 15 minutes required by the labelling procedure, 95% of microspheres have a diameter between 23 and 45 microns. This size range remains essentially unchanged within 5 hours after labelling.

There are 140,000 particles per mg i.e. 1,400,000 particles per vial.

COMMISSARIAT  
À L'ÉNERGIE ATOMIQUE  
DÉPARTEMENT DES  
ÉTUDES PHYSIQUES  
DP 11/21  
S-91191 GURVETZ-FRANCE  
TELE: 01 40 40 00  
TELEX: 60048

INSTITUT NATIONAL  
DES MATERIAUX  
91190 FLEUVEVILLE  
TELE: 01 60 00 770  
TELEX: 61 00 1

SAINT-BRIEUC  
CAMPUS BIOMÉDICAL  
95010 SAINT-BRIEUC-FRANCE  
TELE: 02 30 11 11 11  
TELEX: 600 000

ACTIONS

When injected intra arterially the microspheres are stopped completely at the level of the first microcirculatory network which they enter downstream to the injection point. Assuming they have totally mixed with the inflowing bloodstream, the distribution of the microspheres will reflect the blood flow within the organ, thus providing a unique opportunity to assess the perfusion within a given organ by a stationary or a moving counting device.

When injected intravenously, the microspheres mix uniformly with the blood before they reach the main pulmonary artery; they are then extracted completely from the circulation as the blood makes its first passage through the lung, thereby allowing quantitative lung imaging to be performed. Not less than 85% of the injected dose is blocked by pulmonary capillaries and remains essentially unchanged within the first hour after injection.

INDICATIONS

Scintillation imaging of lungs with microspheres is indicated when information about pulmonary circulation is desired.

The normal applications of the lung scintigraphy concern the diagnosis of:

- 1) pulmonary embolism
- 2) chronic obstructive pulmonary diseases, such as emphysema and chronic bronchitis
- 3) pathological conditions which impede pulmonary blood flow, such as carcinoma and abscess
- 4) other pulmonary diseases, such as pneumonia and tuberculosis.

Radioactive microspheres provide also an important and suitable approach to the study of the regional blood circulation.

CONTRAINDICATIONS

The safety of albumin microspheres in patients with a known right-to-left cardiac shunt has not been established; the use in such patients is then contraindicated.

WARNINGS

This radiopharmaceutical preparation should not be administered to pregnant or lactating women or persons under 18 years of age, unless the benefits to be gained outweigh the potential hazards.

Ideally, examination using radiopharmaceuticals (especially those elective in nature) of a woman of child-bearing capability should be performed during the first few (approximately 10) days following the onset of menstruation.

The contents of the vial before preparation are not radioactive. However, after the indium chloride is added, adequate shielding of the final preparation must be maintained.

Radio pharmaceuticals should be used only by personnel who are qualified and authorized to handle radioisotopes.

Since the pH of the final solution is acid (pH = 3.0-3.5), the minimum volume must be injected: a slow injection rate is recommended.

#### OPERATING PROCEDURE

- Place a vial containing the microspheres in a lead shield.
- Introduce 4 ml of sterile  $^{113}\text{In}$  solution, eluted from a generator, or of sterile  $^{113}\text{In}$  chloride solution into the vial. In choosing the amount of radioactivity to be used for the preparation, the number of patients, the administered dose and the radioactive decay must be taken into account.
- Invert carefully a few times to suspend the microspheres. Then shake for about 15 minutes.

N.B.: In order to obtain satisfactory agitation (and therefore optimal labelling yield) it is recommended to use a laboratory agitator able to keep the microspheres in suspension or an ultrasound agitator (e.g. the Millipore type). The latter also reduces the irradiation risk to the operator.
- After 15 minutes' shaking, the yield of labelling is more than 90%. If an higher radiochemical purity is desirable, let settle the microspheres, carefully withdraw the supernatant and replace the withdrawn volume with sterile sodium chloride for injection.
- Vigorously shake before withdrawing a dose.  
The dose withdrawn from the vial must be immediately injected into the patient to avoid a possible settling of the microspheres in the syringe.  
On the other hand, a minimum amount of blood must be withdrawn from the vein before injecting the microspheres in order to avoid the formation of clot of labelled microspheres.
- Inject within 1 hour from the end of the preparation.

#### CHARACTERISTICS OF THE FINAL SOLUTION

- Volume : 4 ml
- pH : 3.0 - 3.5
- Colour : white
- Albumin concentration : 2.5 mg/ml

- Free  $^{113m}\text{In}$  or  $^{111}\text{In}$  : < 10%
- Diameter of microspheres : 23 - 45 $\mu$

#### DOSAGE AND ADMINISTRATION

The recommended intravenous dose range for the standard 70 kg patient is 1-4 mCi of  $^{113m}\text{In}$  or  $^{111}\text{In}$  microspheres (0.5 - 2 mg). Lung imaging should begin immediately after injection of labelled microspheres.

#### ADVERSE REACTIONS

Although no anaphylactic reactions have been reported in patients following the administration of Albumin Microspheres, there is always the possibility that a hypersensitivity reaction may occur in patients who, after initial administration, receive additional doses a number of weeks after the initial dose.

#### REMARKS

The INK-5 kit provides 5 sterile and non-pyrogenic vials, each containing 10 mg of Human Serum Albumin Microspheres, 0.9 mg of Stannous Chloride (as  $\text{SnCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) and 25.7 mg of Sodium Citrate.

Store at room temperature.

In these conditions the reagents can be safely used until the expiration date indicated on vials and package labels; the validity of the kit is any way not less than 3 months.

#### REFERENCES

- 1) Storn H.S., Goodwin D.A., Wagner H.N., and Kramer H.H.: " $^{113m}\text{In}$  a short-lived Isotope for Lung Scanning". Nucleonics 24:57-59, 1966
- 2) Pasqualini R., Plessio G., and Sosi S.: "The preparation of Albumin Microspheres" J.Biol.Nucl.Med. 13: 80-84, 1969
- 3) Buchanan J.W., Rhodes B.A., and Wagner H.N.: "Labelling microspheres with  $^{113m}\text{In}$ " J.N.M. 10:487-490, 1966
- 4) Buchanan J.W., Rhodes B.A., and Wagner H.N.: "Labelling iron-free Albumin Microspheres with  $^{113m}\text{In}$ " J.N.M. 12: 616-619, 1971
- 5) Raban P., Gregora V., Sandelar J., and Alvarez-Cervera J.: "Two Alternate Techniques of Labelling Iron-Free Albumin with  $^{99m}\text{Tc}$  and  $^{113m}\text{In}$ " J.N.M. 14: 344-345, 1973

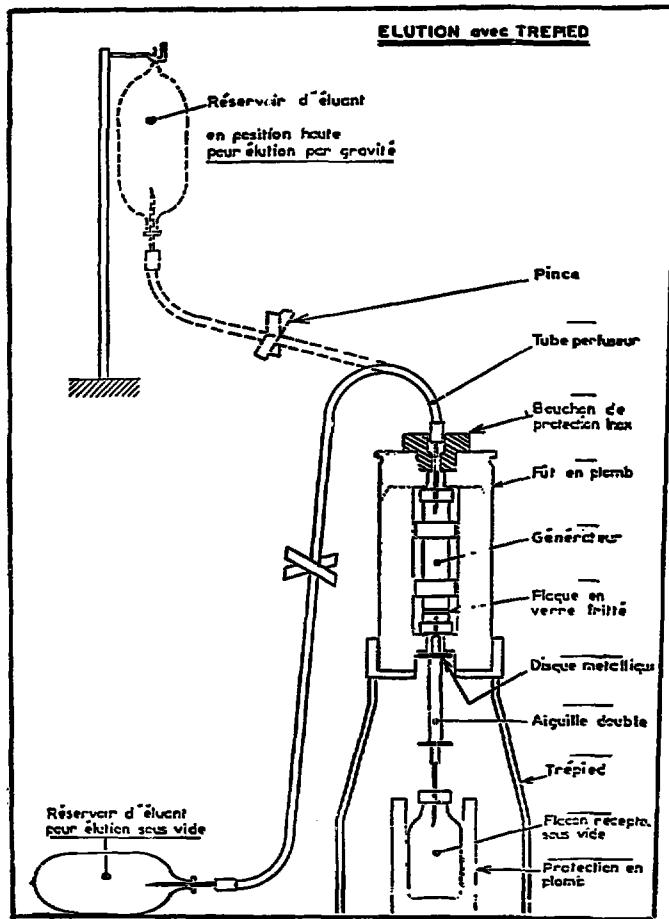


Fig III 5 Générateur In  $^{113m}$ .

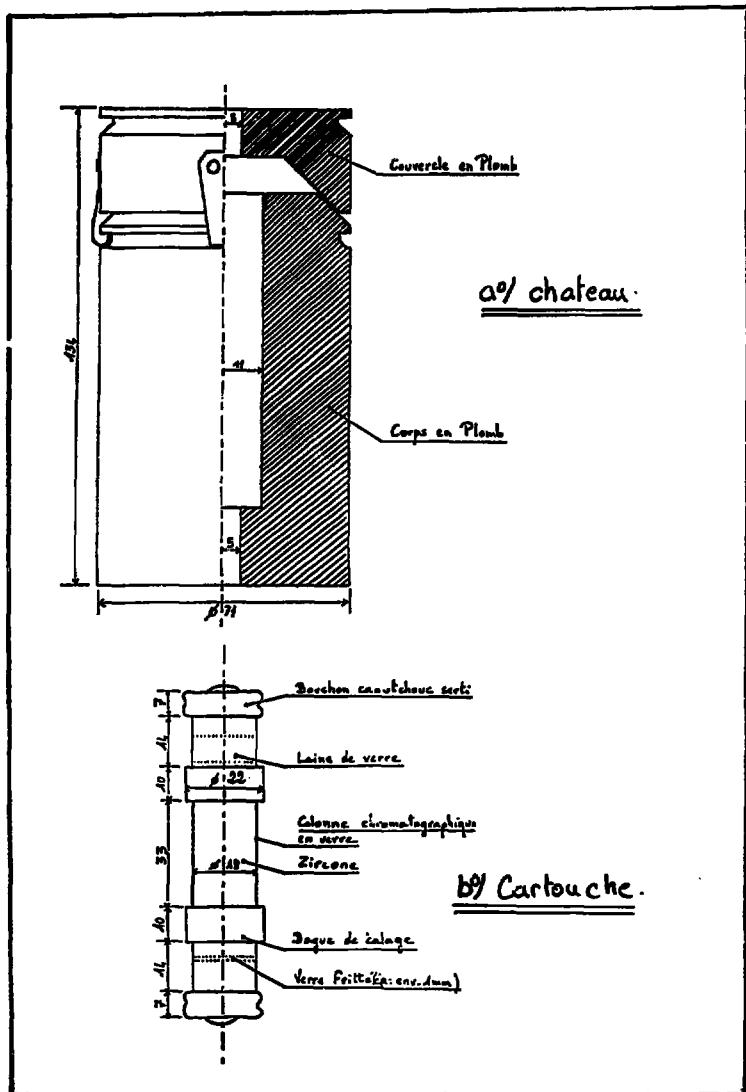


Fig III-6 Générateur  $In-113 m.$

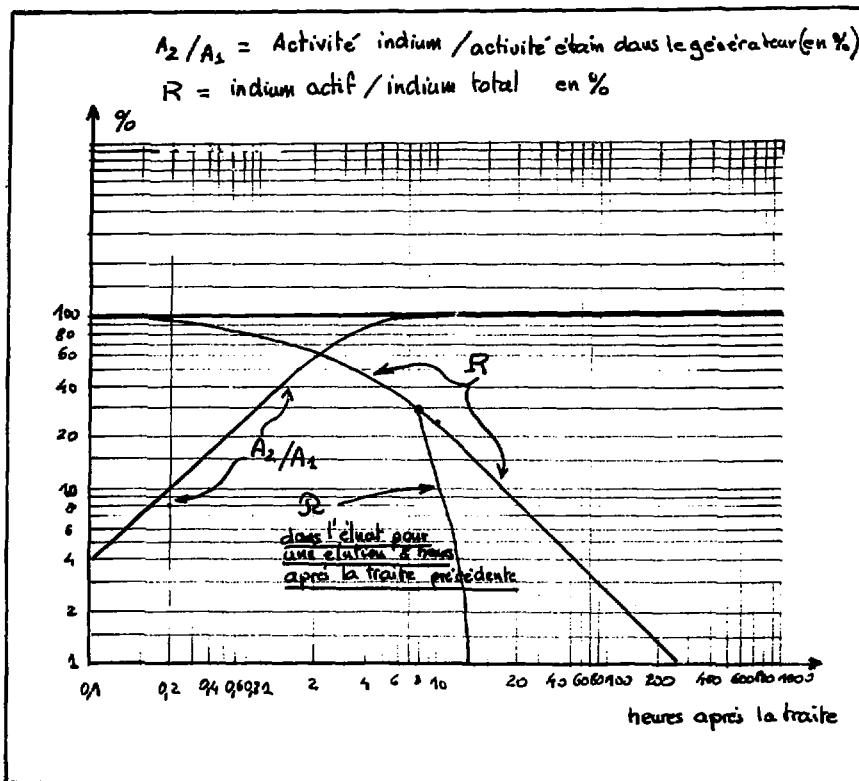
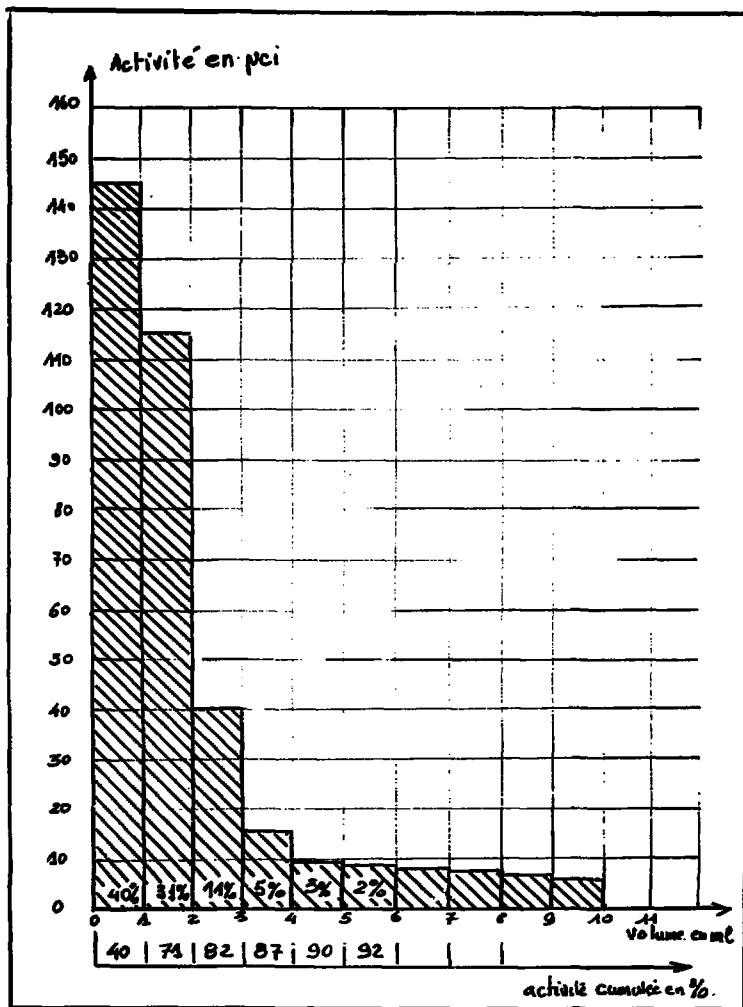


Fig III - 7



Histogramme de l'activité éluee en fonction du volume d'élation pour une vache Sn-In<sup>113</sup> de 58,5 pci

Fig III-8

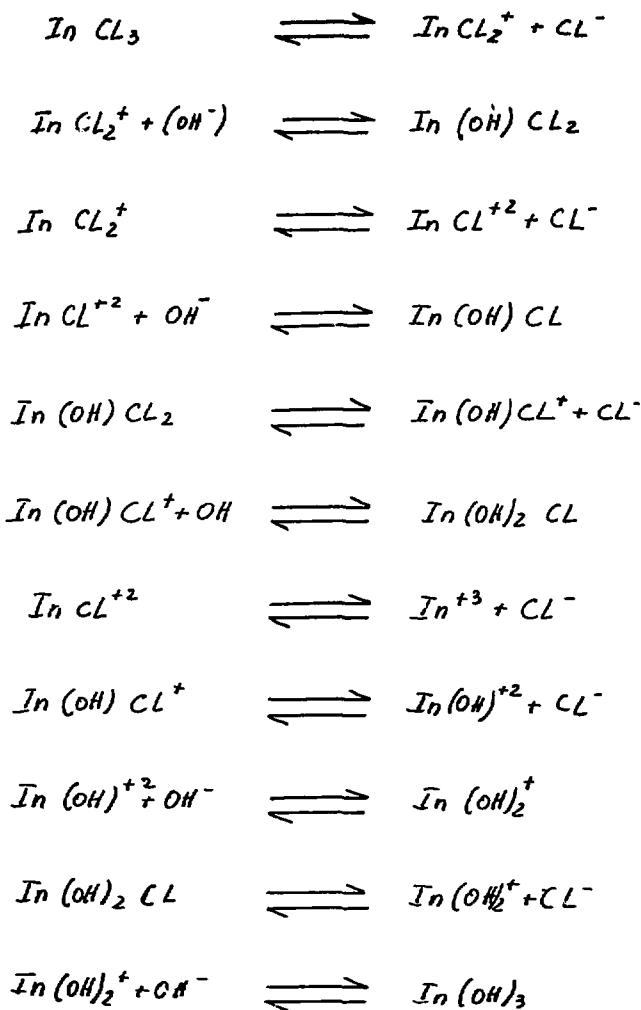


Fig III-9

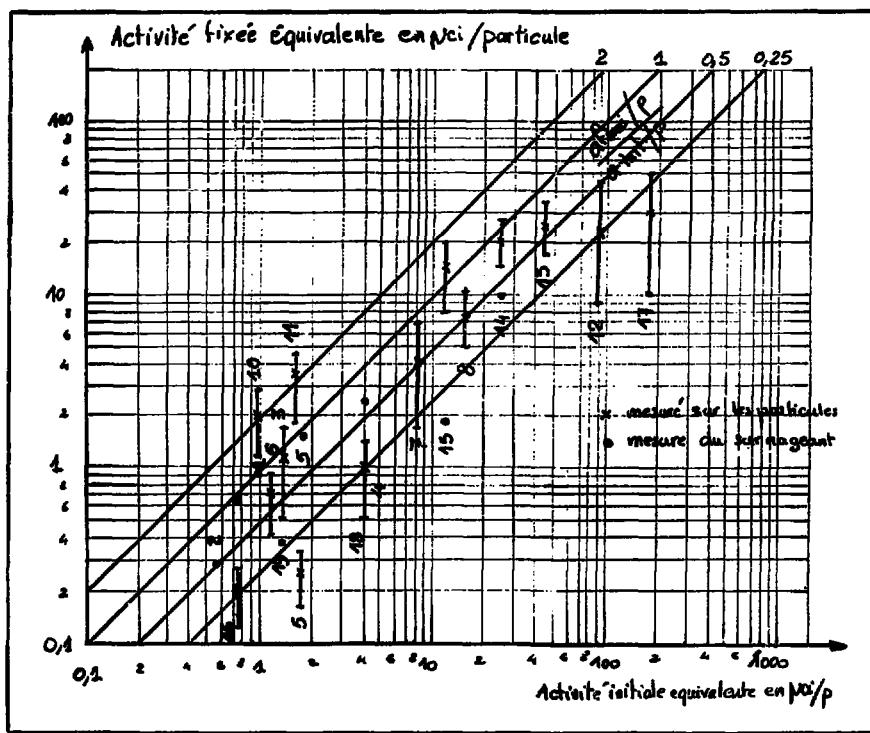
Références	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Dates (1979)	9.1	11.1	12.1	15.1	16.1	19.1	19.1	25.1	6.2	2.2	7.2	14.2
Masse de "S.A.H." en mg	0,95	1,0	0,4	0,5	0,4	0,2	0,6	0,45	0,6	0,7	0,7	0,46
Nombre de particules	7500	38000	15300	19300	15300	7770	23000	47200	23000	26800	26800	47850
Volume total en ml	4,2	2,45	2,4	3,07	2,4	0,42	2,45	3,66	6	2,5	3,6	2,45
Nbr de particules par mm <sup>3</sup>	6	15	6	6	6	64	9	5	4	11	7	7
Température en °C	20	20	20	20	20	20	20	20	80	75	70	90
Temps d'agitation en mo	50	45	45	45	45	45	45	45	45	45	50	45
Activité initiale effective en pCi	8427	2160	2020	2477	1800	930	18600	53000	2130	930	4130	9350
Activité initiale par particule en pCi/part	5,08	0,057	0,132	0,138	0,118	0,12	0,81	4,92	0,095	0,035	0,154	0,52
Activité effective du surnageant en pCi	4027	1140	1150	2231	262							4700
Activité équivalente fixée par particule (depuis la lachute du surnageant) en pCi/part	0,95	0,27	0,37	0,70	1,48							45
Limite supérieure du rendement en % correspondant	87	47	28	17	85							50
Nombre de particules directement mesurées			7	5	2	4	6	9(11)	7	5	9	4
Activité équivalente moyenne par particule en pCi/part			0,1	0,18	0,24	0,69	4,2	7,0	0,9	0,42	3,5	22
± Uerp			0,6	0,06	0,07	0,30	2,5	2,3	0,6	0,6	1,4	13
Rapport de l'activité finale initialisée par particule correspondant en %	84	49	44	59	52	47,21	20	225	287	25		
± 45	± 2	± 4	± 25	± 30	39,42	± 60	± 14	± 91	± 13			
Activité effectivement mesurée sur des particules. L'activité est ramenée à l'heure de la traite			0,40 0,41 0,06 0,06 0,42 0,42 0,42	0,027 0,027 0,022 0,022 0,025	0,049 0,063 0,072 0,033 0,045 0,045 0,042	0,106 0,063 0,072 0,060 0,071 0,122 0,09	0,44 0,62 0,62 0,60 0,71 0,22 0,23	1,32 0,62 0,54 0,71 0,23 0,16 0,06	0,42 0,49 0,42 0,42 0,06 0,33 0,33	0,09 0,07 0,14 0,03 0,06 0,59 0,59	0,43 0,53 0,27 0,25 0,46	
en pCi												
Moyenne et dispersion expérimentale correspondante			0,84 39,05	0,026 ± 0,002	0,016 ± 0,04	0,068 ± 0,03	0,42 ± 0,25	0,91 ± 0,3	0,19 ± 0,06	0,08 ± 0,04	0,35 ± 0,14	0,43 ± 0,6

Fig III - 10

Essais de marquage du S.A.H.

## SECTION 1

3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
12.1	15.1	16.1	19.1	19.1	25.1	6.2	2.2	7.2	14.2	14.2	14.2	14.2	14.2	2.5	5.5	23.5
3.4	0.5	0.4	0.2	0.6	0.15	0.6	0.7	0.7	0.167	0.145	0.325	0.335	0.23	0.5	0.257	0.313
15300	19400	15300	7770	23000	17200	23000	26200	26800	17850	17300	18650	18000	8300	19420	9800	12200
2.4	3.27	2.4	0.12	2.45	3.66	6	2.5	3.66	2.45	1.83	1.52	1.22	0.3	2.5	1.275	4.26
6	6	6	64	9	5	4	11	7	7	9.5	8	11	30	3	8	10
20	20	20	20	20	20	80	75	70	90	99	99	90	90	95	20	20
15	15	15	15	15	15	15	15	50	45	15	15	15	15	15	15	15
2020	2677	1800	930	18600	53000	2350	950	4650	3350	4430	2616	1252	683	434	482	579
0.132	0.138	0.118	0.12	0.81	4.92	0.095	0.085	0.154	0.52	0.26	0.21	0.106	0.077	0.026	0.049	0.047
1450	2231	262							4700	2540	1450	1183	97		195	410
0.37	0.70	1.18							45	20	10	6.9	9.66		2.4	0.38
28	17	85							50	43	45	16	86		60	29
7	5	2	4	6	9(11)	7	5	9	4	6	8	7	7	5	5	
1.1	0.78	0.24	0.69	4.2	7.0	4.9	0.12	3.5	22	2.5	19	14	0.19	32	0.96	
0.6	0.06	0.07	0.30	2.5	2.3	0.6	0.6	1.4	13	7	5	6	0.06	22	0.55	
84	43	14	59	52	47546	200	225	297	25	54	83	116	25	19	24	
± 45	± 2	± 4	± 25	± 50	3952	± 60	± 14	± 91	± 15	± 45	± 24	± 50	± 8	± 13	± 4	
0.90	0.028	0.049	0.106	0.11	1.32	0.12	0.09	0.13	0.16	0.08	0.21	0.16	0.042	6.3 10 <sup>-3</sup>	20 10 <sup>-3</sup>	
0.14	0.027	0.043	0.063	0.62	4.02	0.13	0.07	0.53	0.15	0.44	0.48	0.06	0.044	0.9 10 <sup>-3</sup>	18 10 <sup>-3</sup>	
0.06	0.028		0.072	0.62	0.54	0.42	0.14	0.22	0.084	0.17	0.43	0.46	0.03	3.1 10 <sup>-3</sup>	5 10 <sup>-3</sup>	
0.06	0.022		0.033	0.60	0.71	0.23	0.03	0.25	0.16	0.18	0.41	0.47	0.047	3.7 10 <sup>-3</sup>	8 10 <sup>-3</sup>	
0.92	0.025		0.45	4.22	0.16	0.06	0.33	0.59	0.13	0.13	0.09	0.24	0.047	1.2 10 <sup>-3</sup>	8 10 <sup>-3</sup>	
0.92			0.09	4.23	0.28	0.44	0.18	0.37	0.16	0.47	0.44	0.077				
			0.89	3.65	0.33	0.33	0.11			0.20	0.06	0.047				
2.44	0.026	0.016	0.068	0.12	0.91	0.19	0.08	0.35	0.13	0.14	0.47	0.12	0.019	4.8 10 <sup>-3</sup>	34.8 10 <sup>-3</sup>	
± 9.05	± 0.002	± 0.04	± 9.03	± 9.25	± 9.3	± 9.06	± 9.04	± 0.04	± 0.16	± 0.04	± 9.05	± 0.05	± 9.006	± 9.356	± 9.357	± 9.357



Marquage du S.A.FI avec de l'indium 113<sup>m</sup>

Fig III-11

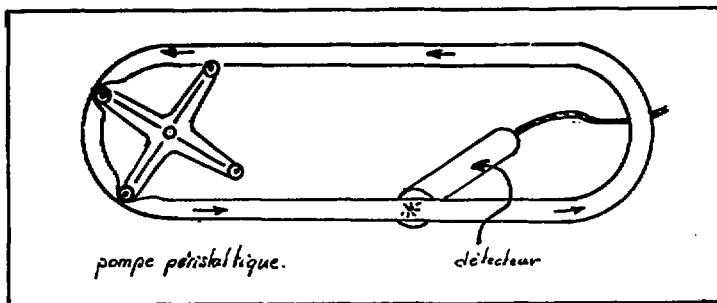


Fig III - 12

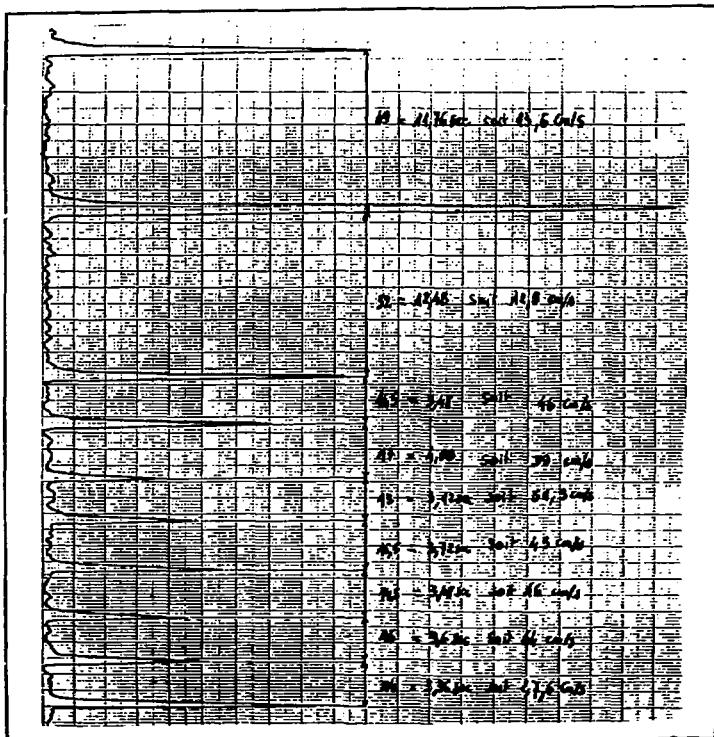


Fig III - 13

Activités fixables à saturation par grain de résine échangeuse cationique  
pour une capacité de 8 meq/g

diamètre du grain	Masse du grain g=1	Inodium 413 <sup>m</sup> fixable par grain	Technetium 99 <sup>m</sup> fixable par grain (Tc O <sub>4</sub> )		
en µm.	en g	masse en g	activité en Ci	masse en g	activités Ci
100	0,52 mg	$\approx 20 \mu\text{g}$	$\approx 312 \mu\text{ci}$	65 mg	$270 \mu\text{ci}$
10	0,52 mg	$\approx 20 \mu\text{g}$	$\approx 312 \mu\text{ci}$	65 µg	$270 \mu\text{ci}$
1	0,52 µg	$\approx 20 \cdot 10^{-6} \text{ g}$	$\approx 0,3 \mu\text{ci}$	$65 \cdot 10^{-6} \text{ g}$	$0,27 \mu\text{ci}$

Fig III - 14

Normalité acide	0,1N	0,2N	0,5	1N	2N	3N	4N
D <sub>0</sub> en (l./kg) Hg <sub>3</sub> H	$> 10^4$	$> 10^4$	680	118	23	10	6
D <sub>0</sub> en (l./kg) ClH.	10	8	5	1	0,9	0,2	0,1

D<sub>0</sub>: Coefficients de partage de l'indium en milieu acide Nd<sub>3</sub>H et HCl pour des résines échangeuses cationiques fortement acides extrait de KORKISCH, p 32.

Fig III - 15

Type de résines employées et diamètre		DOWEX 50X8 - 74-149 mesh HCl 50%	DOWEX 50X12 38-100 mesh HCl 50%				
Référence	Unités, emploies	2.1	2.2	2.3	2.4	2.8	2.9
Date		21.2	22.2	22.2	31.5	4.6	1.
Masse de particules	mg	0,744	0,353	0,400	0,300	0,420	0,4
Nombre de grains et nombre de grains par mm <sup>3</sup>	n / n/mm <sup>3</sup>	11188 58	5340 27	6100 31	3850 39	3380 54	5280
Volume inactif en 10 <sup>-3</sup> cm <sup>3</sup> /g	ml	1	0,5	1	-	-	0,
Volume total	ml	1,5	1,5	2	1	4	1
Température de marquage	°C	22	20	20	20	97	9
Temps d'agitation	mo.	15	15	15	50	15	1
Activité initiale effective	Nci	337	342	287	29,6	25,6	2
Activité initiale équivalente	Nci	1587500	793962	1587587	247	256	15
Activité initiale effective par particule	Nci/part	3,1 10 <sup>-2</sup>	5,8 10 <sup>-2</sup>	6,7 10 <sup>-2</sup>	7,8 10 <sup>-3</sup>	4,7 10 <sup>-3</sup>	3,
Activité initiale équivalente par particule	Nci/part	142	134	260	6,4 10 <sup>-2</sup>	4,7 10 <sup>-2</sup>	3
Surcharge	Activité effective	Nci	236	172	189	161	6,8
	Activité équivalente par particule déduite de A <sub>s</sub>	Nci/part	82	67	89	0,02	0,035
	Limite Supérieure du rendement Correspondant	%	29,9	45	34	35	73
	Coefficient de partage	e/kg	860	3457	2575	1795	0437
Particules individuelles mesurées	Nombre de particules mesurées		2	9	6	3	3
	Activité équivalente moyenne par particule et σ	Nci/part	137±47	28±23	99±33	0,077±0,071	0,052±0,026
	Rapport activité fixe / activité initiale (par particule)	%	96,5	21	38	26,6	74,5
	Activité effectivement mesurée ramenée à l'heure de la traite	Nci	0,037 0,022	0,005 0,016 0,002 0,027 0,005 0,022 0,064 0,042 0,003	0,045 0,009 0,018 0,002 0,029 0,007	0,0043 0,005 0,004 0,003 0,002 0,0055 0,0028	0,0035 0,0015 0,0036 0,0035 0,0038 0,0055 0,0028
	Moyenne effective et dispersion	Nci	0,029±0,001	0,011±0,009	0,018±0,010	0,002±0,001	0,0035±0,0026

Fig III<sub>16</sub>

Essais de marquage de résines échangeuses d'i

## SECTION 1

diamètre		DOWEX 50X8 - 34-46 µm HCl 40%			DOWEX 50X12 37-51 µm HCl 40%			DOWEX 50X12 37-51 µm NO <sub>3</sub> H. 0,05N			
Unités employées		21	22	23	27	28	29	26	50	31	32
	21-2	22-2	22-2	31-5	4-6	1-6	30-5	6-6	13-6	13-6	
Mg	0,744	0,355	0,400	0,300	0,420	0,442	0,430	0,372	0,579	0,455	
n / g/cm <sup>3</sup>	1,118 56	5340 27	6100 31	3850 39	5380 54	5,280 41	5110 58	4710 42	5423 74	5280 58	
me	1	0,5	1	-	-	0,1	-	0,3	0,3	0,2	
mc	1,5	1,5	2	4	4	4,1	4	1	1	1	
C <sub>E</sub>	22	20	20	20	97	90	20	90	70	80	
ma.	15	15	15	30	45	45	15	15	15	15	
Nci	337	342	287	29,6	25,6	21	25,8	42,05	45,6	46,8	
Nci	1587500	793 962	4 587 587	247	256	45873	258	71452	71459	47803	
Nci/part	3,1 10 <sup>-2</sup>	5,1 10 <sup>-2</sup>	4,7 10 <sup>-2</sup>	7,3 10 <sup>-3</sup>	4,7 10 <sup>-3</sup>	3,9 10 <sup>-3</sup>	4,5 10 <sup>-3</sup>	2,5 10 <sup>-3</sup>	2,4 10 <sup>-3</sup>	2,9 10 <sup>-3</sup>	
Nci/part	142	134	260	6,4 10 <sup>-2</sup>	4,7 10 <sup>-2</sup>	3,0	8,4 10 <sup>-2</sup>	14,9	9,62	8,2	
Nci	236	172	169	161	6,8	95	44,5	0,34	0,55	3,78	
Échelle de As	Nci/part	82	67	89	0,02	0,035	1,02	3,6 10 <sup>-3</sup>	9,9	9,3	6,3
Correspondant	%	29,9	45	34	35	73	28,5	43,8	97,13	96,67	77,5
e/kg	860	3457	2575	1795	6437	1064	1732	92584	47260	7570	
		7	9	6	3	7	3	0	4	4	6
articule et JT	Nci/part	437 ± 47	28 ± 23	99 ± 38	0,017 ± 0,017	0,035 ± 0,026	2,6 ± 3,5	-	48,5 ± 0,4	133 ± 69	2,3 ± 2,1
(Cpm par branche)	%	96,5	21	38	26,6	74,5	86,7	-	97,3	138	28
		90,97 0,022	0,005 0,022	0,015 0,009	0,0043 0,005	0,0055 0,0038	2 10 <sup>-3</sup> 9 10 <sup>-3</sup>		4,6 10 <sup>-3</sup> 2,46 10 <sup>-3</sup>	2 10 <sup>-3</sup> 3 10 <sup>-3</sup>	4,6 10 <sup>-3</sup> 4,6 10 <sup>-3</sup>
		0,046 0,002	0,046 0,001	0,009 0,004	0,0064 0,0064	0,0064 0,0055	1,4 10 <sup>-3</sup> 1,4 10 <sup>-3</sup>		3 10 <sup>-3</sup> 3 10 <sup>-3</sup>	4,6 10 <sup>-3</sup> 5 10 <sup>-3</sup>	4,6 10 <sup>-3</sup> 3,8 10 <sup>-3</sup>
		0,022 0,005	0,027 0,005	0,002 0,003	0,001 0,0028	0,0028 0,0055					1,7 10 <sup>-3</sup>
		0,004 0,005	0,023 0,005	0,002 0,007	0,001 0,0024	0,0024 0,0024					
		0,004 0,002	0,012 0,003	0,002 0,003	0,001 0,001	0,001 0,001					
		0,003 0,003									
Nci	0,829 ± 0,01 0,6150,009	0,613 ± 0,046	0,602 ± 0,002	0,6035 ± 0,0016	0,6015 ± 0,002			2,44 10 <sup>3</sup> ± 0,67	2,95 10 <sup>3</sup> ± 45,67	7,540 10 <sup>3</sup> ± 7,307	

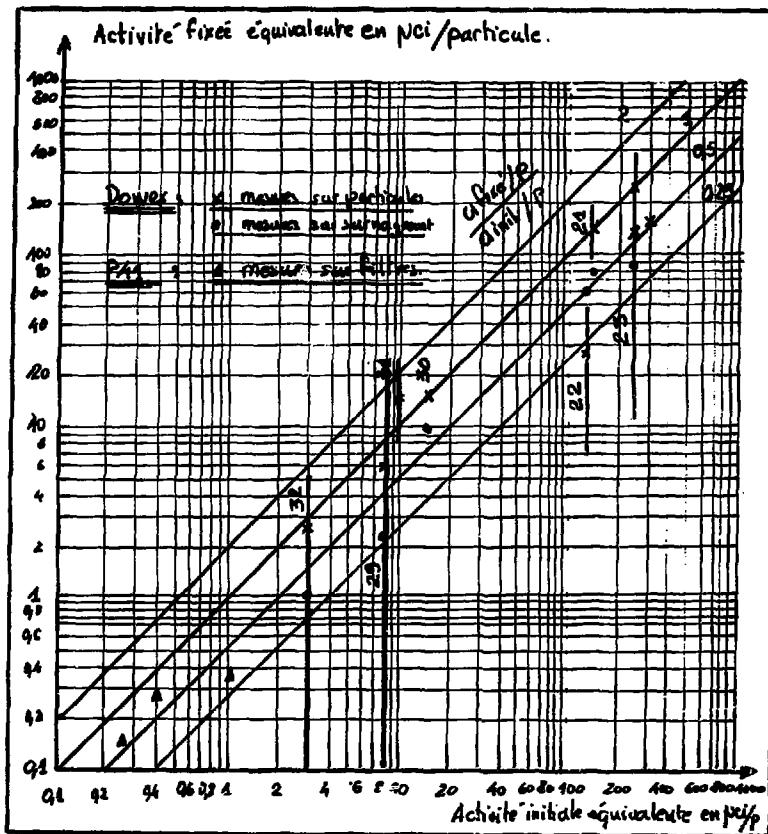
Essais de marquage de résines échangeuses d'ions

## SECTION 2

	Unités	C1 H 0,05 N		N2 H 0,05N	
références		40	44	45	47
dates en 1979		13-11	14-11	16-11	17-11
masse de particules	mg	0,275	0,180	0,473	0,180
Volume total = Vol actif	ml	1	0,5	1,04	0,1
nombre de grains		35000	23000	22000	16000
nombre de grains par mm <sup>3</sup>		35	46	22	140
température	°C	90	90	90	90
Temps d'agitation	mn	45	45	45	45
activité initiale }	pCi	8000	9170	23300	294
équivalente totale }					1666
activité équi/part	pCi/part	0,23	0,40	1,06	0,021
activité équi/fissi/part.	pCi/part	0,14	0,24	0,34	0,012
rendement de marquage	%	61	60	52	31
Coefficient de partage D	1/kg	5460	4167	2367	1062
bilan fermé à :	%	87	85	85	94

- Résise Whatman PTFE: Cylindre 10μm x 40μm (en fait 50 à 100μm); on admet qu'un grain pèse  $1,85 \cdot 10^{-9}$  gr, d'où l'on déduit le nombre de particules utilisées ( $\rho \neq 1$ )
- les résultats ont été obtenus avec un générateur d'essai cinquantaine de mes Jn 113<sup>40</sup> sans addition extérieure d'extenseur inactif.
- Echantillon homogénéisé de 3 à 5 cm<sup>3</sup>. Le rendement de marquage est donné par le quotient (activité fissile lancé chargée des particules / activité solution initiale)

Fig III - 16 bis



Marquage des particules échangeuses d'ions  
avec l'indium  $^{113}\text{m}$

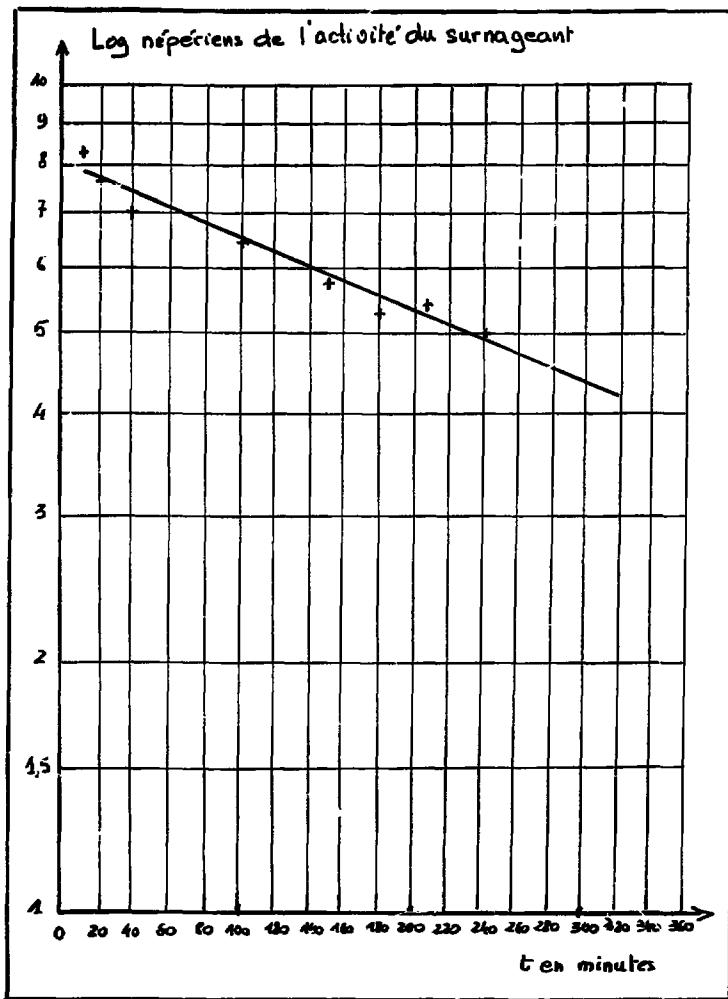
Fig III-17

t(min)	$\sigma$ me	$A_3$ (cpm)	$A_0$ (cpm)	$D_0$ ( $\text{e}/\text{kg}$ )
10	40,0	3660	264 222	5,77 $\cdot 10^3$
20	39,9	4637	245 827	1,20 $\cdot 10^4$
40	39,8	4957	243 540	1,47 $\cdot 10^4$
100	39,7	653	141 588	1,72 $\cdot 10^4$
150	39,6	513	100 540	2,54 $\cdot 10^4$
180	39,5	499	81 420	3,23 $\cdot 10^4$
210	39,4	219	65 876	2,37 $\cdot 10^4$
240	39,3	153	53 355	2,71 $\cdot 10^4$

Fig III-18

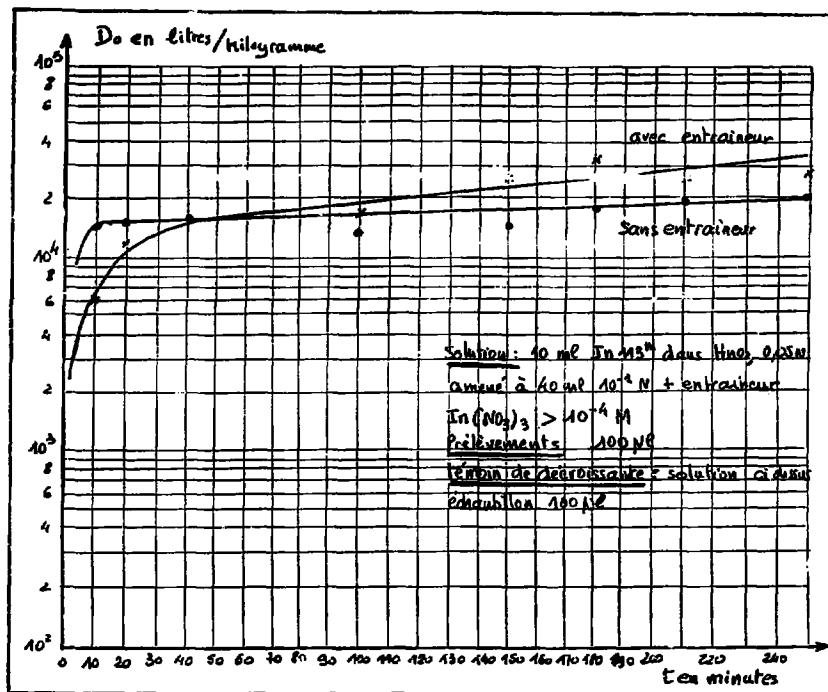
t (min)	$A_3$ (cpm)	$A_0$ (cpm)	$D_0$ ( $\text{e}/\text{kg}$ )
10	960	174 772	1,47 $\cdot 10^4$
20	863	163 669	1,51 $\cdot 10^4$
40	749	143 058	1,52 $\cdot 10^4$
100	578	96076	1,32 $\cdot 10^4$
150	536	65 829	1,59 $\cdot 10^4$
180	237	53 322	1,79 $\cdot 10^4$
210	183	44 507	1,93 $\cdot 10^4$
240	142	35 837	2,00 $\cdot 10^4$

Fig III-19



(kinétique de fixation de l'indium 113<sup>m</sup>)

Fig III-20

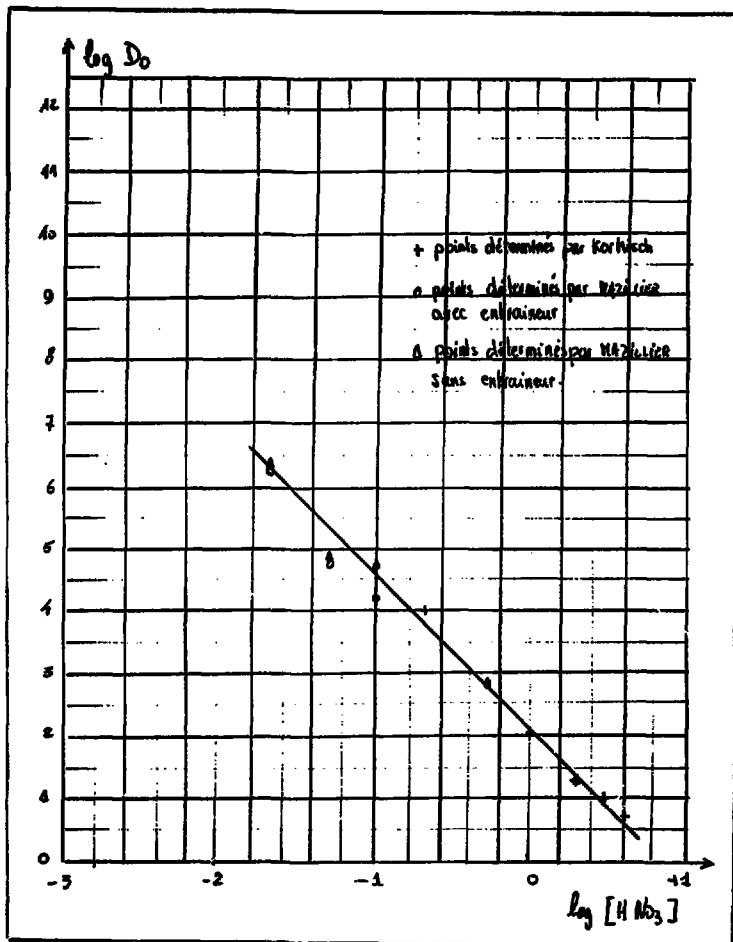


Cinétique de fixation de l'indium  $113m$  sur une résine échangeuse d'ions, du type AG50Y8 sous forme  $H^+$  avec  $HNO_3$  0,2 N

Fig III - 21

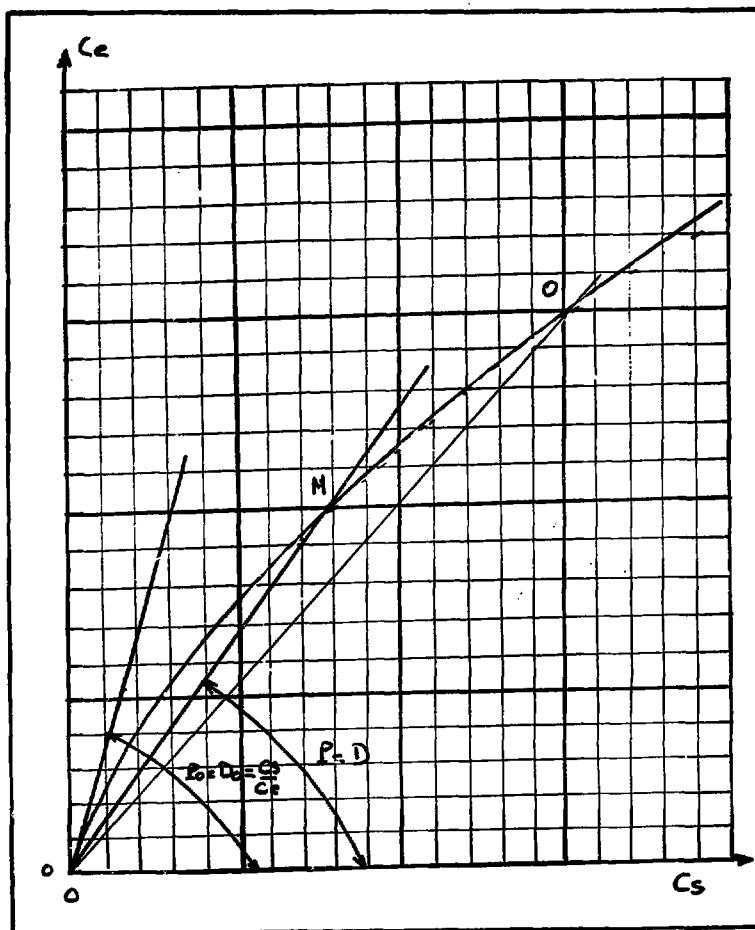
Auteur de la mesure	$D_0$ avec entraînement	Nombre de [arb.]	$D_{Sau}$ entraînement
	$\ell/k$	N	$\ell/k_f$
KORKISCH	5,8	4	-
	10	3	-
	23	2	-
	448	1	-
	680	0,5	-
	$10^4$	0,2	-
MAZILLIER	$5,62 \cdot 10^4$	0,1	$4,55 \cdot 10^4$
	$8,13 \cdot 10^4$	0,05	$7,24 \cdot 10^4$
	$2,92 \cdot 10^6$	0,02	$2,16 \cdot 10^6$

Fig III-22



Influence de la concentration en acide nitrique  
Sur les coefficients limites

Fig III 23



Isotherme d'échange selon TREMILLON

Fig III-24

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES DE LA PARTIE MARQUAGE DES PARTICULES -

ADAM, L. REBOLLO D.V.

Estudios de las características más relevantes en la composición del fluido con miras a la obtención de compuesto marcados de aplicación clínica  
Junta de energía nuclear, J.E.N. 430 MADRID 1978

BUCHANAN J.N., RHODES B.A., WAGNER H.N.

Leballing albumin microspheres with  $^{113m}$  In

Journal of nuclear medicine

Volume 10 - número 7 487 - 490 1966

Volume 12 - número 9 689 - 694 1971

KORKICH J.

Modern methods for separation of rarer metal ions

Pergamon Press, p. 311 1969

LEROUX D.

Marquage radioactif de particules de résines échangeuses d'ions

Rapport de stage

C.E.A. SACLAY ORIS/SAR 1980

LIM T.K., BLOOMFIELD V.A., KRESCAPEK G.

Size and charge distribution of radiocolloid particles

International journal of applied radiation and isotopes

Volume 30 531-536

Pergamon Press 1979

MAZILLIER C.

Marquage radioactif de résines échangeuses de cations

Rapport de stage à l'INSTN C.E.A. SACLAY 1981

PASQUALINI R., PLASSIO G., SOSI S.

The preparation of albumin microspheres

J. Biol. Nucl. Med. 13 : 80 - 84 1969

PLASSIO G., VILLA M., GUINTINI G., PASQUALINI R., SANTOLICANDRO A.

Préparation et marquage au  $^{99m}$  Tc de microsphères d'albumine humaine de

1 à 4  $\mu$ m pour les études dynamiques et la scintigraphie pulmonaire  
IAEA - S M - 171/62

1962

BABAN P. et al

Two alternate techniques of labelling iron free albumin microspheres with  
 $99^{\text{m}}$  Tc and  $113^{\text{m}}$  In

Journal of nuclear medicine

Volume 14 n° 6, 344 - 345

1973

RAJU A. et al

Human serum albumin microspheres for lung imaging - Preparation and evalua-  
tion

Isotopenpraxis 14 Heft 2 57-61

1978

ROUSSELIN R.J., GAUTHIER C.L.

Caractéristiques de deux générateurs d'indium 113<sup>m</sup>

International journal of applied radiation and isotope Vol. 21 599-606

Pergamon Press

1970

STRELOW F.W.E. et al

Analytical chemistry 32 1185

1960

and 37 106

1965

WALES K.A.

Production of  $99^{\text{m}}$  Tc labeled iron oxyde aerosols for human lung deposition  
and clearance studies

International journal of applied radiation and isotope

Vol. 31 689 - 694 Pergamon Press

1980

YVERT J.P., MAZIERE B., VERHAS M., COMAR D.

Simple fast preparation of gallium 68 labeled human serum albumine microspheres

CEA Département de biologie

European J. of Nuclear Medicine 4 95-99

1979

# CHAPITRE

# QUATRE

PRINCIPALES ABBREVIATIONS EMPLOIEES DANS LA PARTIE DENOMBREMENT -

A	Arrêt mesure
C <sup>p</sup> <sub>m</sub>	Combinaison de m objets p à p
C	Concentration particulaire
D	Début mesure
d	Distance source détecteur
e	Epaisseur du collimateur (vers la source)
E <sub>(M)</sub>	Espérance mathématique de compter M particules
F	Fréquence d'échantillonnage
h	Largeur de la fente de collimation
kf	Coefficient de filtrage
L	Longueur pendant laquelle la source est vte par le détecteur
m	Nombre moyen de particules
M <sub>c</sub> , M <sub>r</sub> , M <sub>s</sub> , M <sub>d</sub>	Nombre de particules comptées, réelles, de singulet ..
n	Nombre de tubes ou de disques
P <sub>(0)</sub> , P <sub>{1}</sub> , ... P <sub>{n}</sub>	Probabilité de compter 0, 1, ... n particules
P <sub>(k),v</sub>	Probabilité d'avoir k particules présentes dans le volume V
Q, Q <sub>t</sub> , Q <sub>n</sub>	Débit, débit total, débit mesuré
q <sub>i</sub> ... q <sub>n</sub>	Débit des branches i ... n
R <sub>(t)</sub>	Taux de comptage
s <sub>a</sub>	Surface d'un anneau ou d'un tube de courant "a"
S	Surface ou section de la canalisation
S <sub>1</sub> ... S <sub>2</sub> ... ect	Seuil 1 niveau, 2 niveau ... ect
t, T	Temps, temps de la mesure
t <sub>1</sub> , t <sub>2</sub> , t <sub>3</sub>	Compteurs électroniques sur 8 bits
u <sub>1</sub> , u <sub>2</sub> , u <sub>3</sub>	Compteurs électroniques sur 8 bits (complémentaires de r, T <sub>2</sub> ..)
v, v <sub>max</sub> , v <sub>min</sub> , ect...	Vitesse, vitesse maximum, vitesse minimum etc...
V	Volume

- $x(t)$  Relation décrivant le phénomène réel
- $t_p$  Temps d'occupation du compteur
- $t_s, t_d, t_o \dots$  Temps d'occupation par les singulets, doublets, triplets ect...
- $t_{(1)}, t_{(2)}, t_{(3)}$  Temps d'occupation par au moins une, deux, trois particules
- $\sigma_{Nc}, \sigma_{Nr}$  Ecart-type sur le nombre  $Nc, Nr$
- $\theta$  Durée de l'échantillonnage
- $T_e$  Temps entre deux échantillons

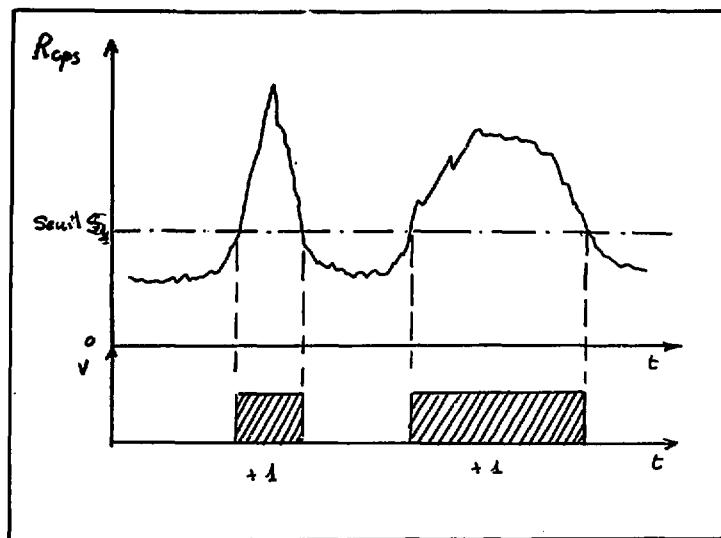


Fig IV-1

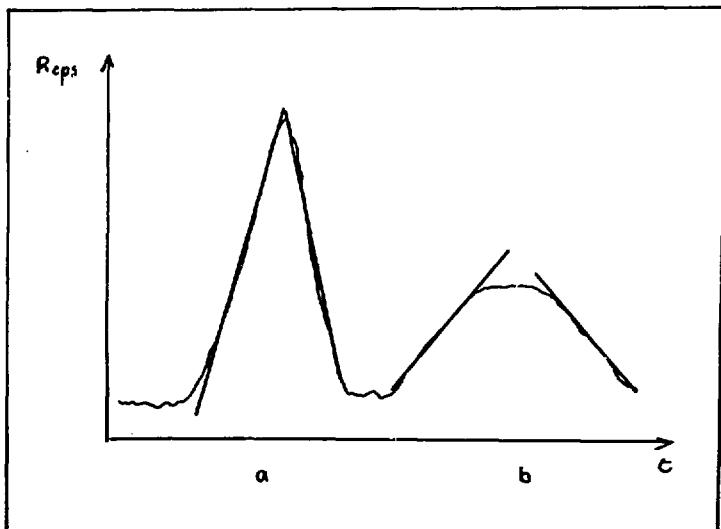


Fig III-2

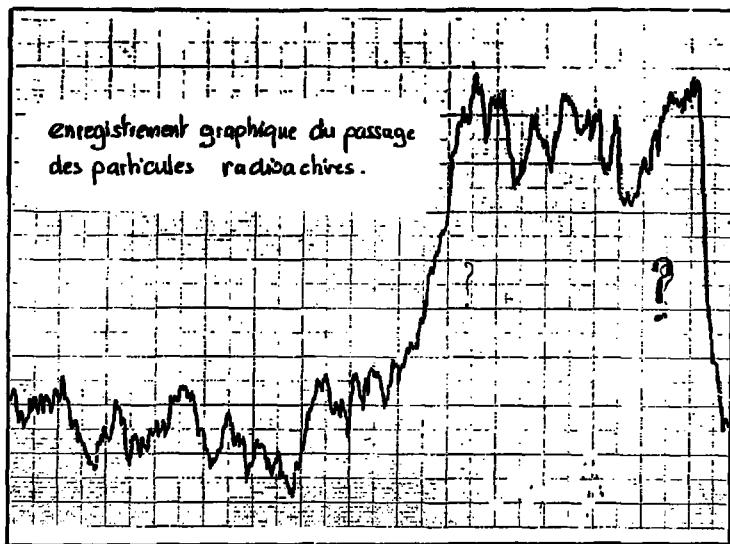


Fig IV-3

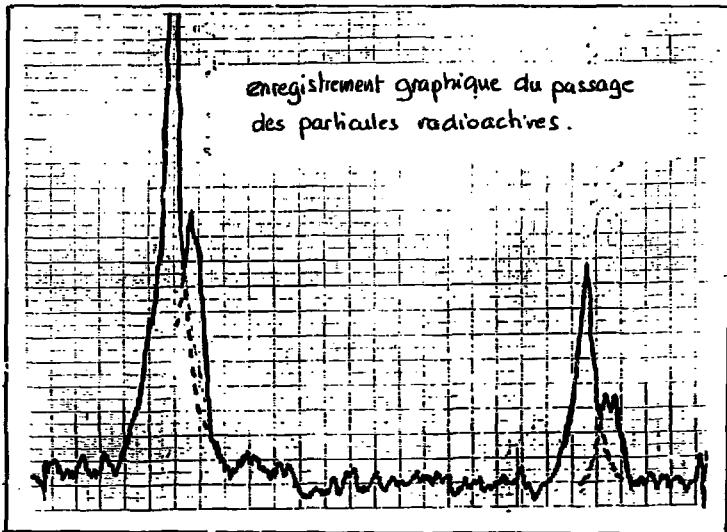


Fig IV-4

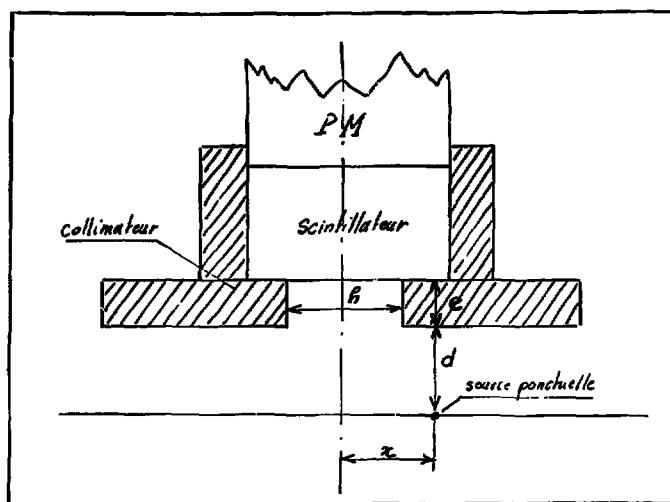


Fig IV-5

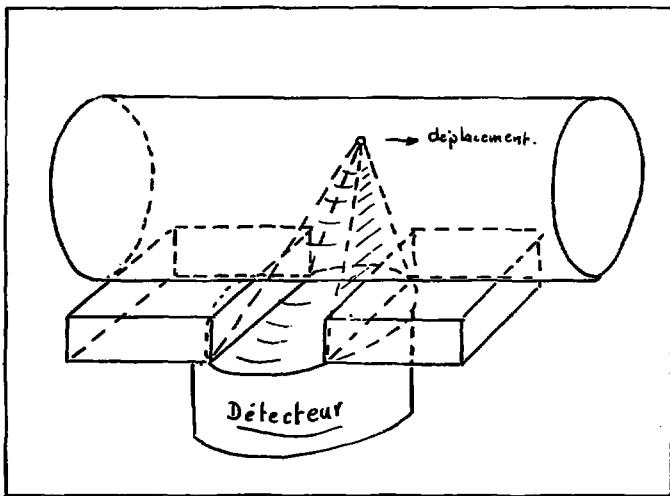
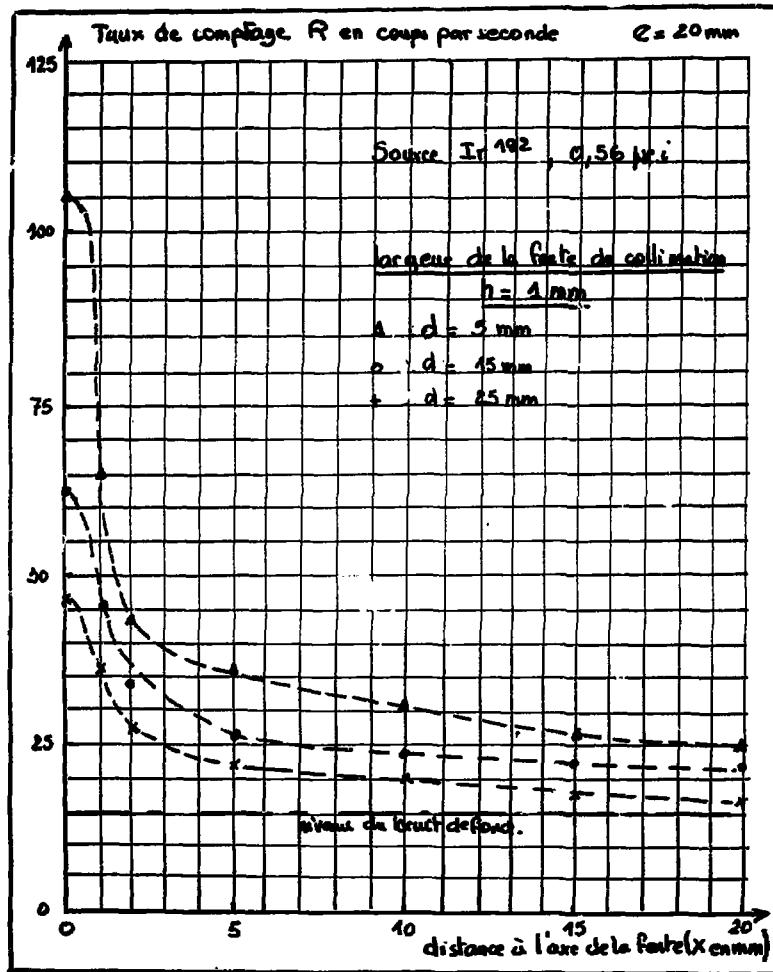


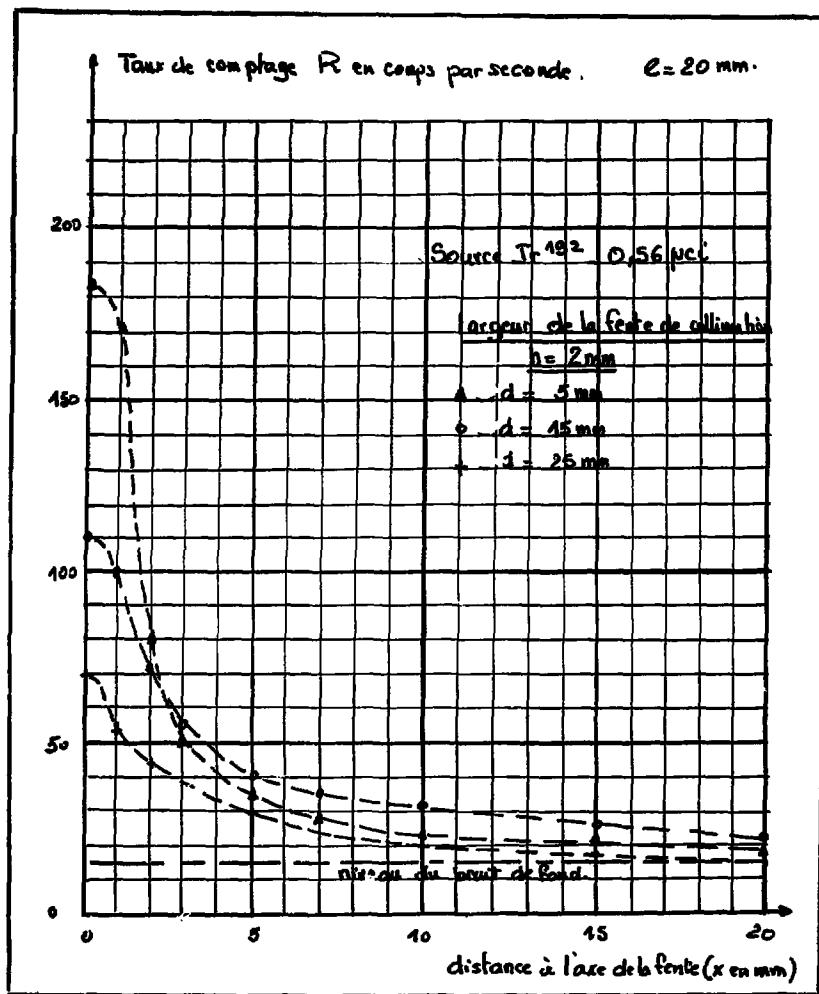
Fig IV-6

<i>h</i> en mm	<i>d</i> en mm	Armé brut en cps	$\bar{B}f$ en cps	Ress. net en cps	Surface en $\text{cm}^2$	échelle sur cylindre à 4 mm de hauteur	<i>M</i> charge net en cps
1	5	105	15	90	84,5	5	40,5
1	15	73	15	58	16,5	5	23,05
1	25	47	15	32	26,7	5	15,35
2	5	183	15	168	52,2	10	52,2
2	15	106	15	91	48,9	10	48,9
2	25	69	15	54	22,5	10	22,5
4	5	498	17	481	74,3	20	1426
4	15	203	17	196	60,7	20	1244
4	25	112	17	95	46,4	20	928
10	5	750	25	725	69	40	2760
10	15	550	25	525	52,1	40	2084
10	25	298	25	273	53,3	40	2432
20	5	1198	50	1149	138,2	50	7560
20	15	749	50	699	104,6	50	5230
20	25	503	50	403	89,2	50	4460



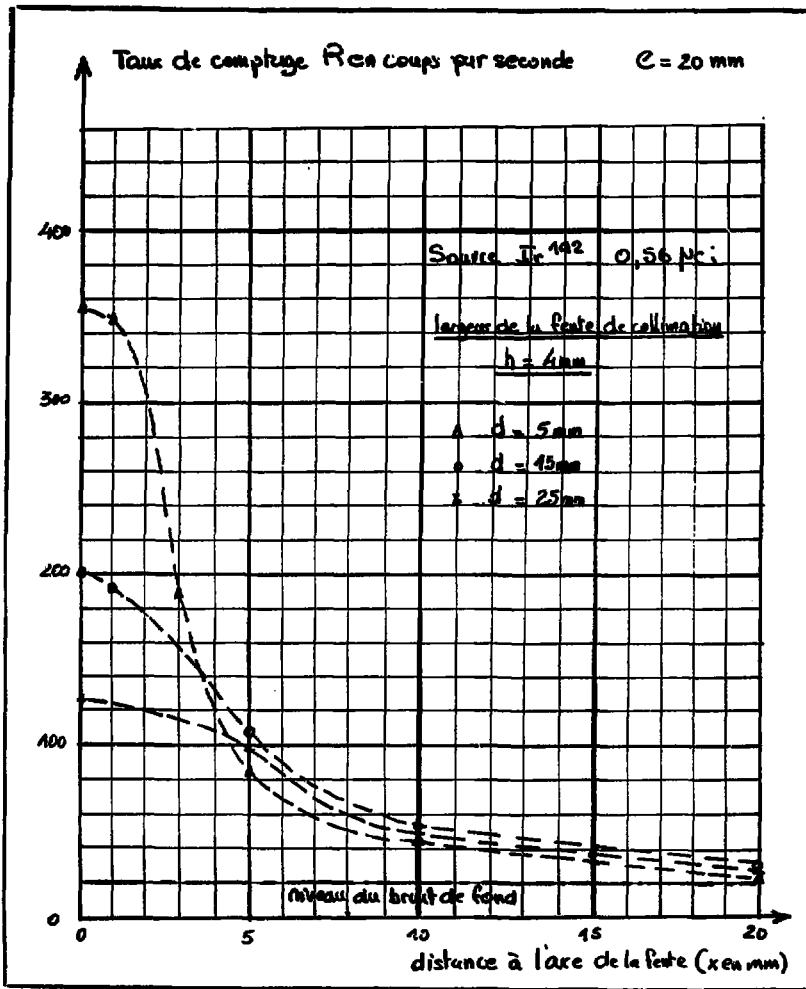
Réponse d'une sonde SGR 5410, en fonction de la distance source-détecteur et des paramètres du collimateur.

Fig IV-8



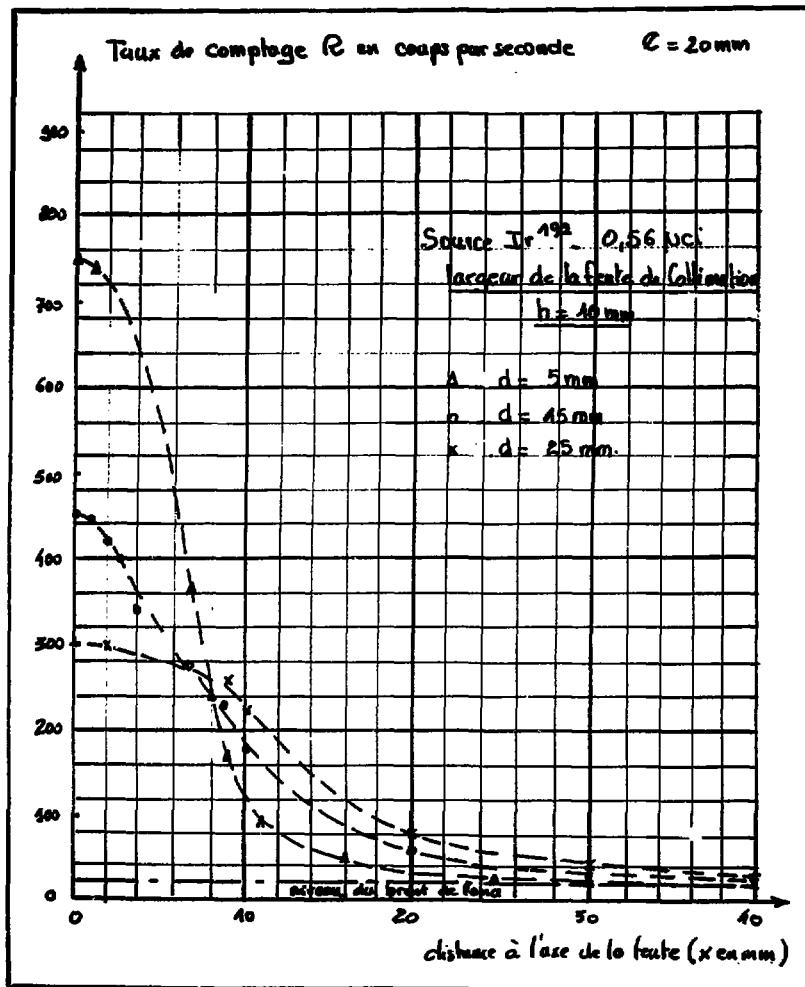
Réponse d'une sonde SGR 54 IO , en fonction de la  
distance source détecteur et des paramètres du collimateur

Fig IV-9



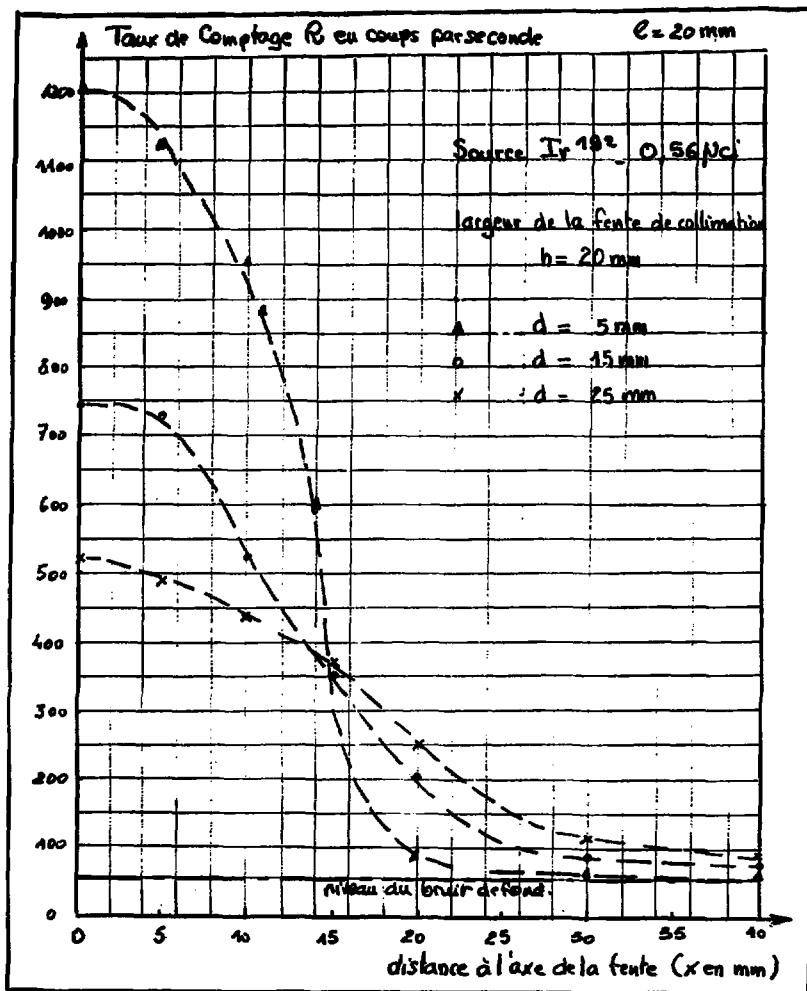
Réponse d'une sonde SGR 54 IO, en fonction de la  
distance source détecteur et des paramètres du collimateur.

Fig IV 10



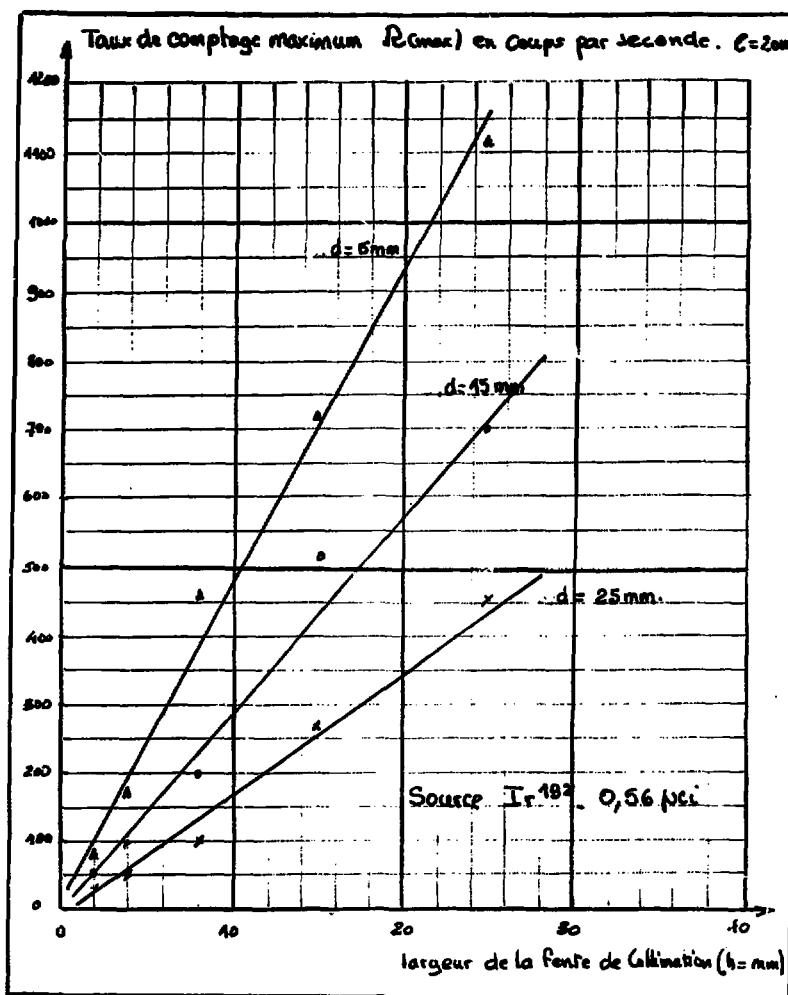
Réponse d'une sonde SGR 5410, en fonction de la  
distance source détecteur et des paramètres du collimateur.

Fig III-11



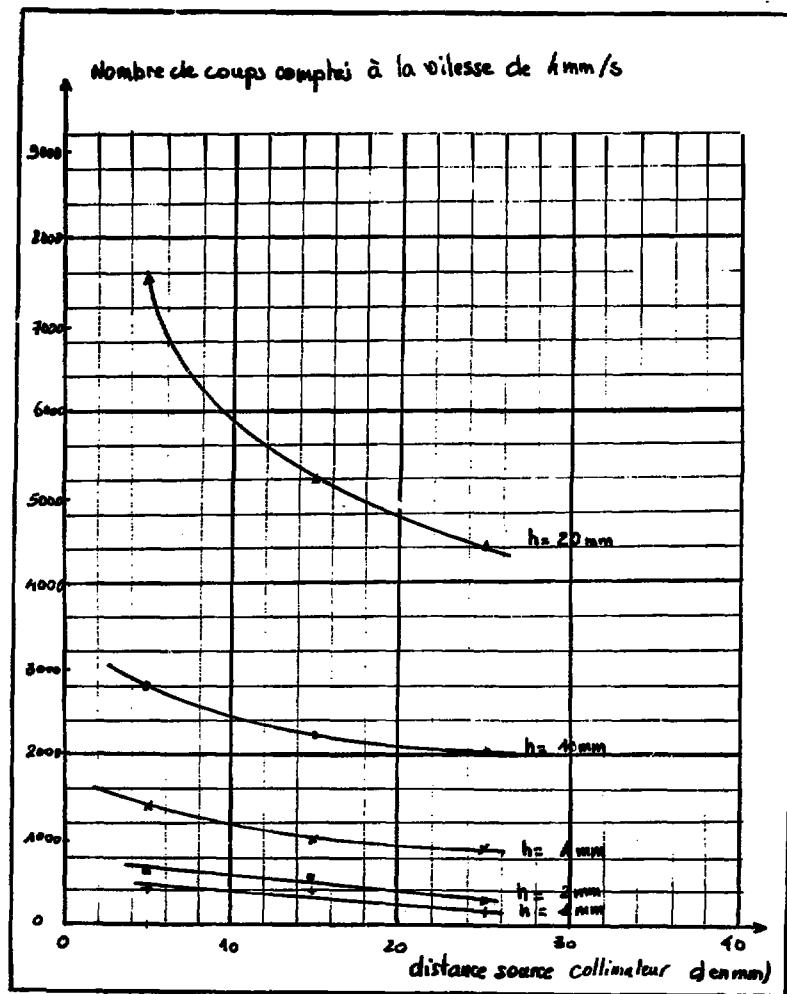
Réponse d'une sonde SGR 54 IO en fonction de la  
distance source détecteur et des paramètres du collimateur

Fig IV - 12

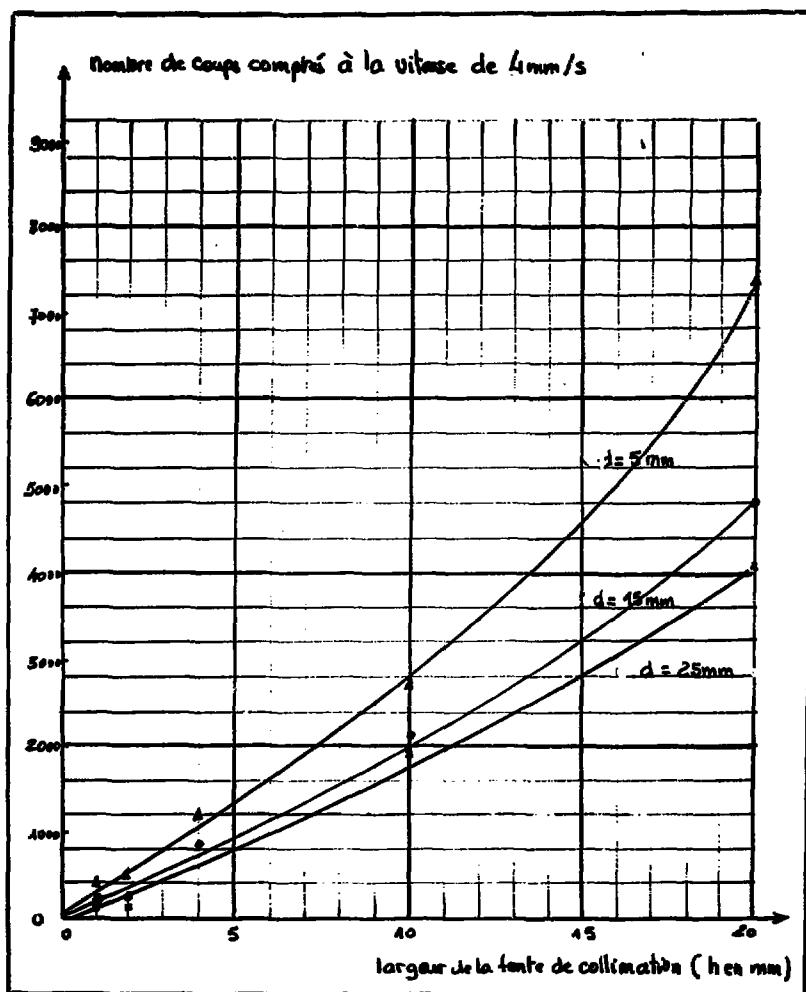


Comptage maximum en fonction de la largeur de la fente de Collimation pour différentes distances sources-détecteur.

Fig IV-13



Nombre de coups comptés lors du passage d'une source d'Ir 192  
de 0,56  $\mu$ m, en fonction de la distance source-détecteur et de la  
longueur de la fente de collimation Fig II-14



Nombre de coups comptés, en fonction de la largeur de la fente de Collimation, lors du passage d'une source d'Ir192 de 0,55 µci

Fig III-15

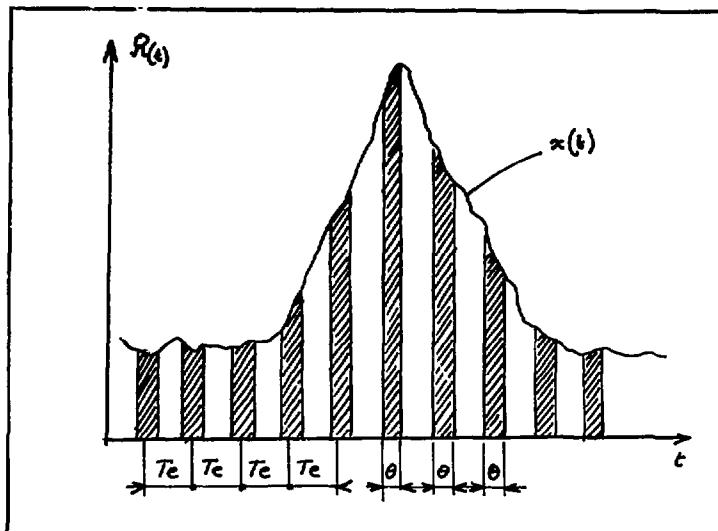


Fig IV-16

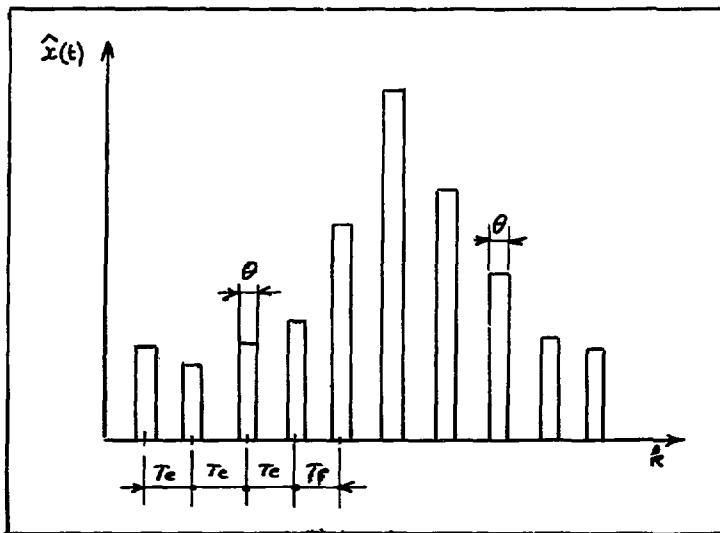


Fig IV-17

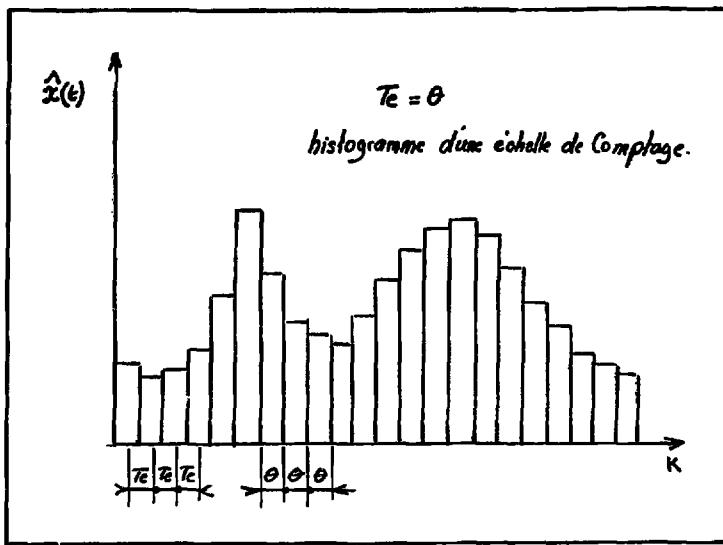


Fig IV - 18

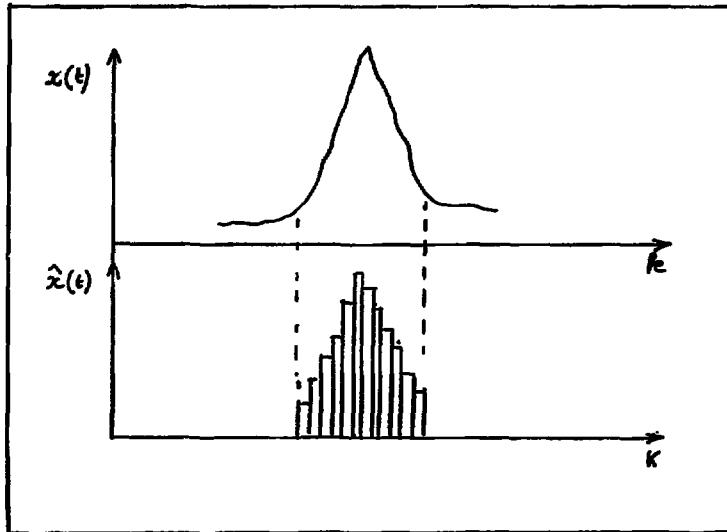


Fig IV - 19

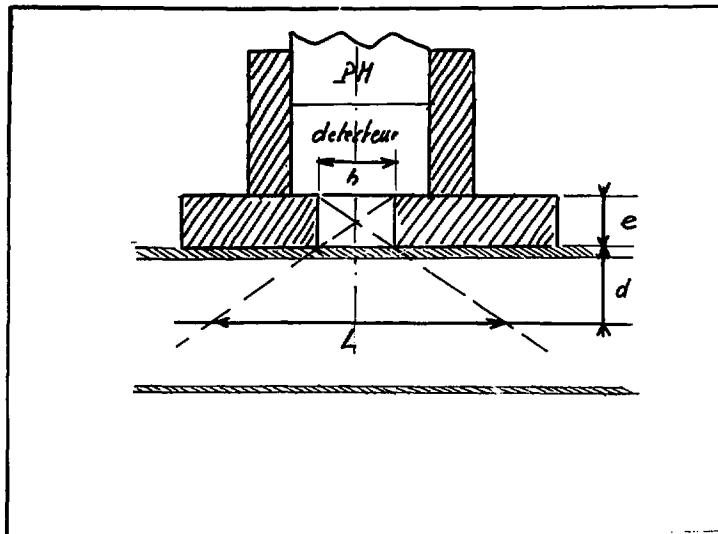


Fig IV-20

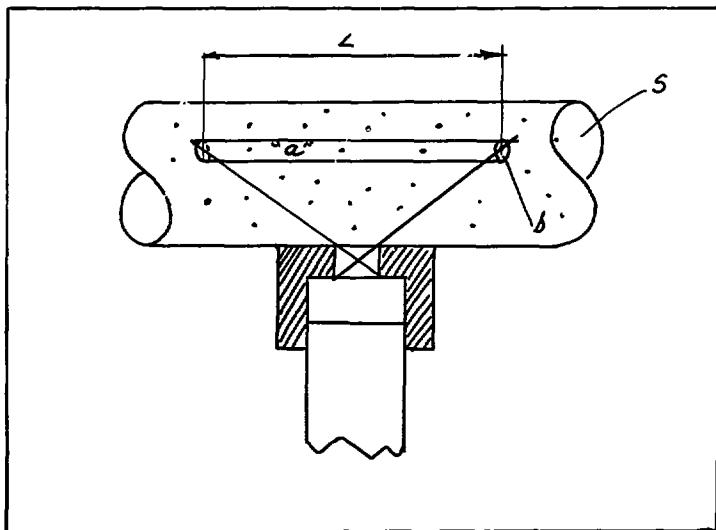


Fig IV-21

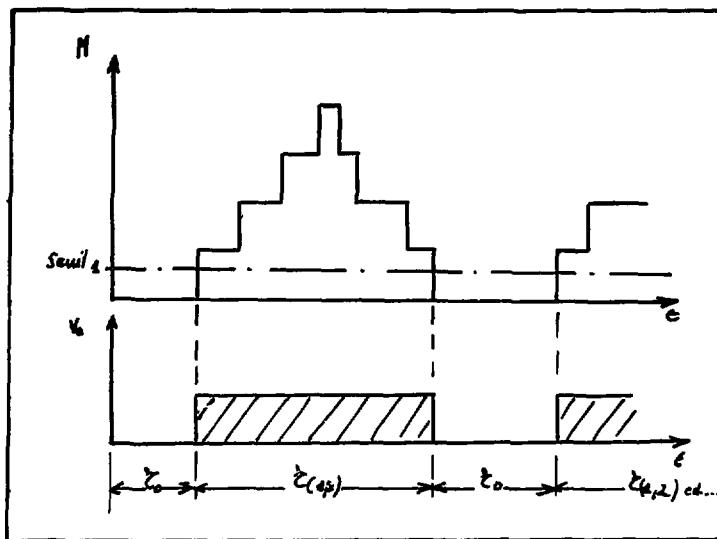


Fig IV-22

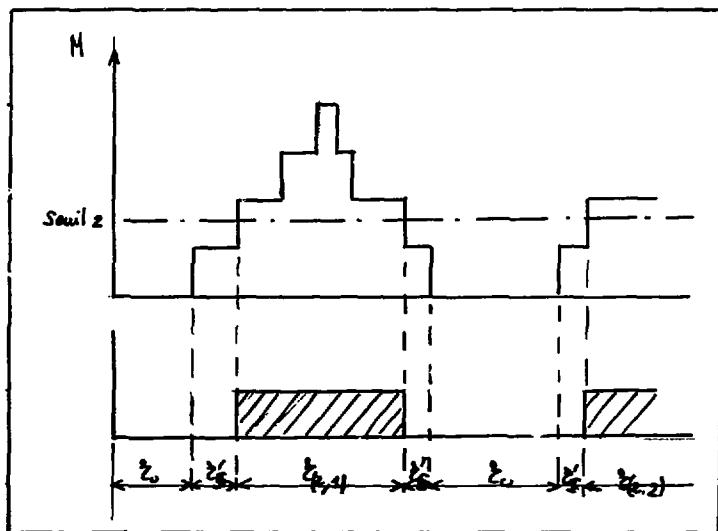


Fig IV-23

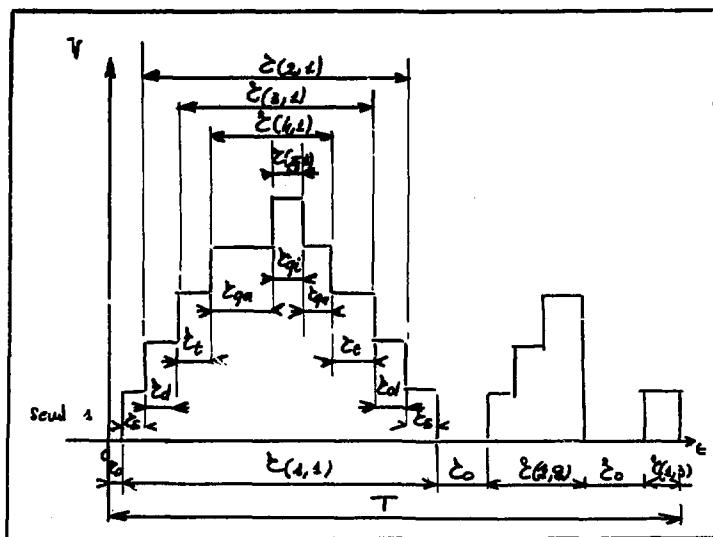


Fig IV - 24

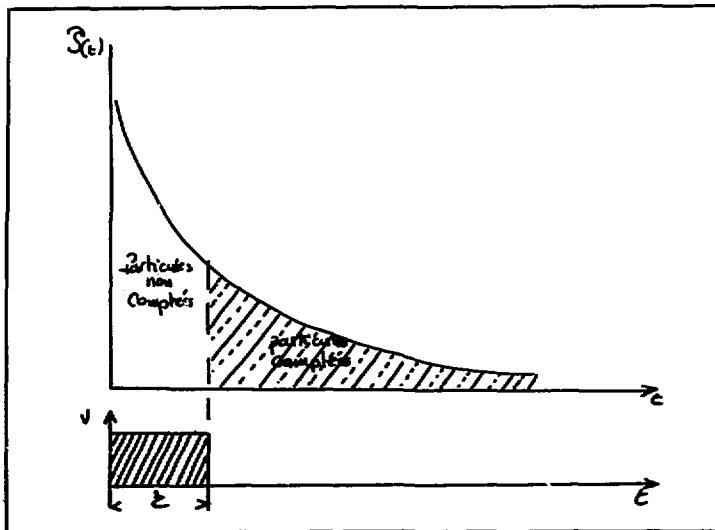


Fig IV - 25

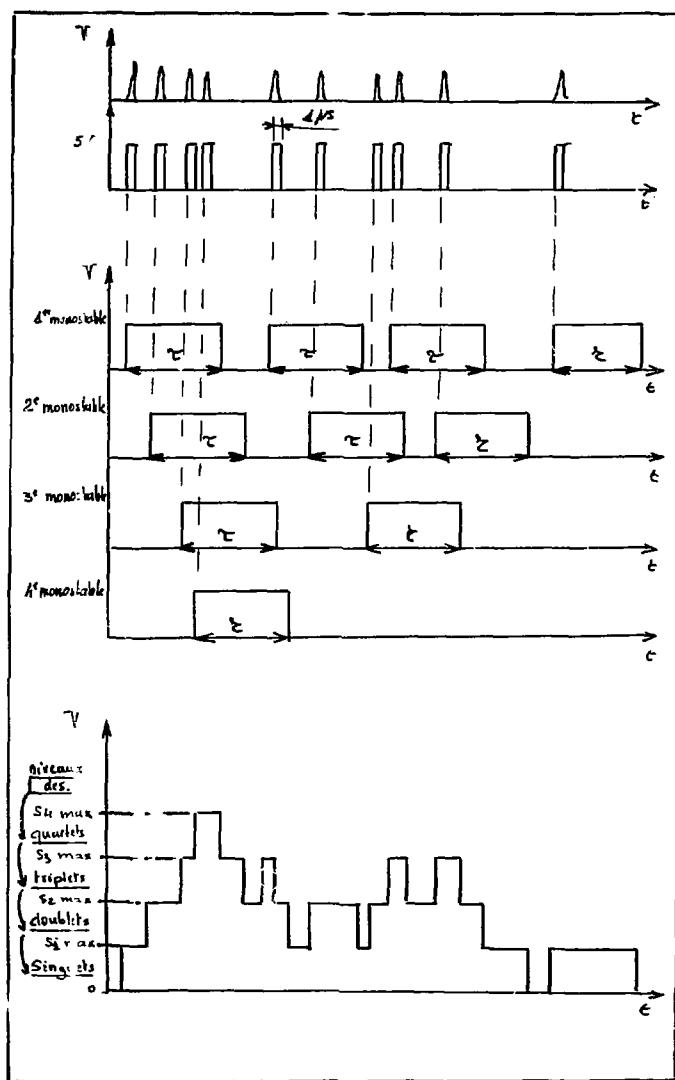


Fig IV-26

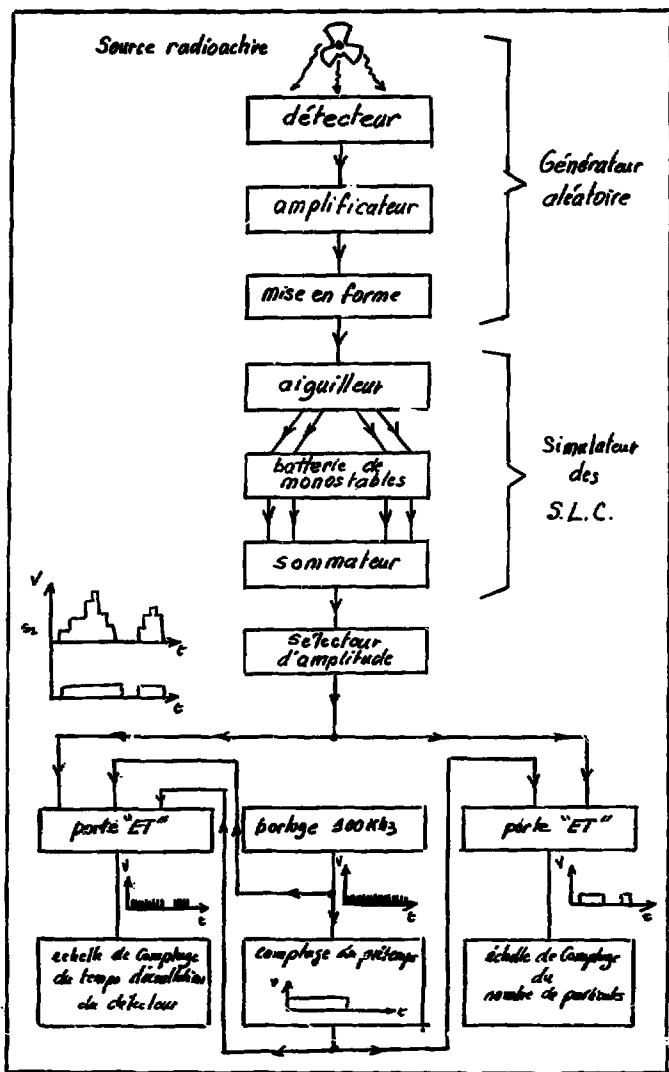


Fig IV-27

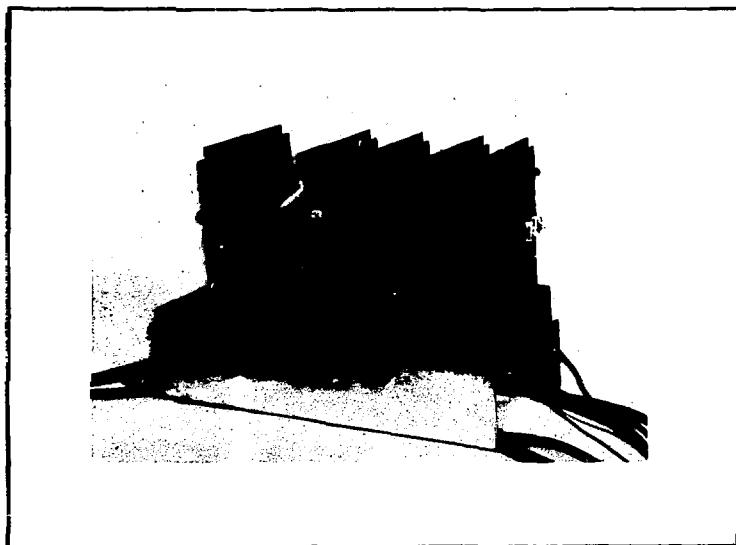


Fig IV-28

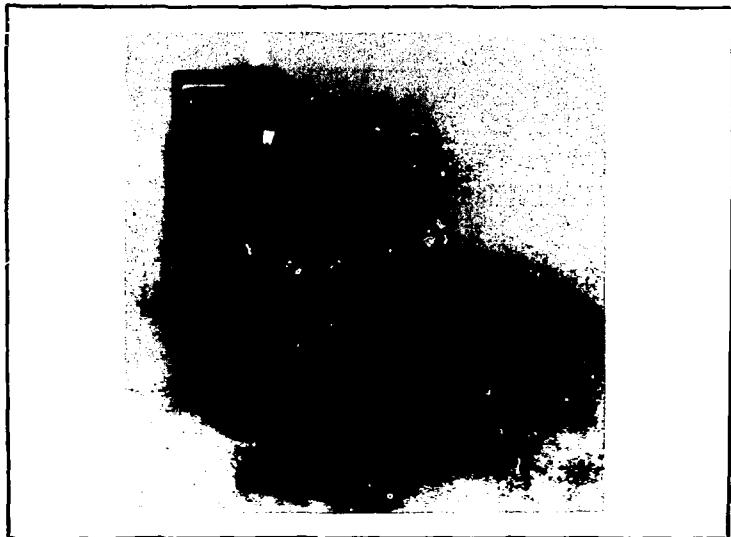
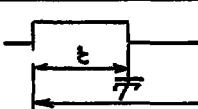


Fig IV-29

## Mesures des Superpositions

Numéro de la mesure: 2661 temps de comptage = 10sec



$$\overline{T} = 3,66 \cdot 10^{-3} \text{ sec}$$

$$\xi = 2 \cdot 10^{-3} \text{ sec}$$

$$\frac{\xi}{T} = S \cdot L \cdot C = 0,55$$

Comptage initial Mr en coups	-1 - 2728 -2 - 2800 -3 - 2676 -4 - 2665 -5 - 2767	-6 - 2653 -7 - 2791 -8 - 2862 -9 - 2806 -10 - 2757	$\bar{x} = 2749 \text{ cp}$ $G_{cp} = 71 \text{ cp}$ $G_{Kc} = 52,4 \%$ $F_C = 1,35$	$\bar{M}_r = 275 \text{ cps}$
Comptage du niveau des Singulets Mr(1)	-1 - 1597 -2 - 1604 -3 - 1597 -4 - 1617 -5 - 1612	-6 - 1635 -7 - 1608 -8 - 1588 -9 - 1629 -10 - 1651	$\bar{x} = 1664 \text{ cp}$ $G_{cp} = 19,5 \text{ cp}$ $G_{Kc} = 60 \text{ %}$ $F_C = 0,48$	$\bar{M}_{C1} = 168 \text{ cps}$ $K(1) = 58,7 \%$ $\Delta K = \pm 43 \%$
Comptage du niveau des doublets Mr(2)	-1 - 861 -2 - 838 -3 - 875 -4 - 842 -5 - 898	-6 - 854 -7 - 843 -8 - 885 -9 - 851 -10 - 859	$\bar{x} = 853 \text{ cp}$ $G_{cp} = 23,3 \text{ cp}$ $G_{Kc} = 29,2 \text{ %}$ $F_C = 0,8$	$\bar{M}_{C2} = 85 \text{ cps}$ $K(2) = 31,1 \%$ $K(2) = 39,7 \%$ $\Delta K = \pm 4,08 \%$
Comptage du niveau des triplets Mr(3)	-1 - 246 -2 - 268 -3 - 227 -4 - 236 -5 - 237	-6 - 246 -7 - 210 -8 - 220 -9 - 287 -10 - 204	$\bar{x} = 223 \text{ cp}$ $G_{cp} = 16,9 \text{ cp}$ $G_{Kc} = 15,3 \text{ %}$ $F_C = 1,23$	$\bar{M}_{C3} = 23 \text{ cps}$ $K(3) = 8,5 \%$ $K(3) = 98,2 \%$ $\Delta K = 0,85 \%$
Comptage du niveau des Quadruplets Mr(4)	-1 - 39 -2 - 48 -3 - 37 -4 - 45 -5 - 37	-6 - 48 -7 - 42 -8 - 49 -9 - 45 -10 - 30	$\bar{x} = 42 \text{ cp}$ $G_{cp} = 6,2 \text{ cp}$ $G_{Kc} = 6,5 \text{ %}$ $F_C = 0,95$	$\bar{M}_{C4} = 4 \text{ cps}$ $K(4) = 3,5 \%$ $K(4) = 99,7 \%$ $\Delta K = 0,48 \%$

Fig IV-30

## Mesures des Superpositions

N° de la mesure = 2662      temps de comptage = 10 sec

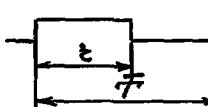


Comptage initial Nr en coups	-1 - 10811 -2 - 10773 -3 - 10815 -4 - 10677 -5 - 10791	-6 - 10557 -7 - 10818 -8 - 10716 -9 - 10945 -10 - 10571	$\bar{x} = 10745 \text{ cp}$ $\bar{G}_{\text{cp}} = 144,6 \text{ cp}$ $G_{\text{Hi}} = 103,7 \text{ cp}$ $F_C = 1,1$	$\bar{N}_r = 105 \text{ cps}$
Comptage du niveau des Singulets Nr <sub>(1)</sub>	-1 - 14411 -2 - 1412 -3 - 1418 -4 - 1435 -5 - 1374	-6 - 1420 -7 - 1380 -8 - 1398 -9 - 1465 -10 - 1429	$\bar{x} = 1413 \text{ cp}$ $\bar{G}_{\text{cp}} = 21,4 \text{ cp}$ $G_{\text{Hi}} = 37,6 \text{ cp}$ $F_C = 0,57$	$\bar{N}_{(1)} = 141 \text{ cps}$ $K_{(1)} = 13,1\%$ $\Delta K = \pm 0,49\%$
Comptage du niveau des doubles Nr <sub>(2)</sub>	-1 - 2887 -2 - 2894 -3 - 2875 -4 - 2959 -5 - 2932	-6 - 2819 -7 - 2922 -8 - 2900 -9 - 2854 -10 - 2900	$\bar{x} = 2900 \text{ cp}$ $\bar{G}_{\text{cp}} = 30,4 \text{ cp}$ $G_{\text{Hi}} = 53,8 \text{ cp}$ $F_C = 0,57$	$\bar{N}_{(2)} = 290 \text{ cps}$ $K_{(2)} = 27\%$ $\Delta K = 40,2\%$ $\Delta K = \pm 0,63\%$
Comptage du niveau des triplets Nr <sub>(3)</sub>	-1 - 2847 -2 - 2848 -3 - 2804 -4 - 2804 -5 - 2799	-6 - 2850 -7 - 2829 -8 - 2157 -9 - 2834 -10 - 2852	$\bar{x} = 2826 \text{ cp}$ $\bar{G}_{\text{cp}} = 35 \text{ cp}$ $G_{\text{Hi}} = 53 \text{ cp}$ $F_C = 0,66$	$\bar{N}_{(3)} = 283 \text{ cps}$ $K_{(3)} = 26,3\%$ $\Delta K = 66,4\%$ $\Delta K = \pm 0,65\%$
Comptage du niveau des Quartets Nr <sub>(4)</sub>	-1 - 2082 -2 - 2066 -3 - 2942 -4 - 2018 -5 - 2021	-6 - 2074 -7 - 2002 -8 - 2072 -9 - 2053 -10 - 2069	$\bar{x} = 2040 \text{ cp}$ $\bar{G}_{\text{cp}} = 43,6 \text{ cp}$ $G_{\text{Hi}} = 45,2 \text{ cp}$ $F_C = 0,96$	$\bar{N}_{(4)} = 204 \text{ cps}$ $K_{(4)} = 15\%$ $\Delta K = 85,4\%$ $\Delta K = \pm 0,67\%$

Fig IV-31

## Mesures des Superpositions

Numéro de la mesure = 2663      temps de comptage = 10 sec



$$\bar{T} = 2 \cdot 10^{-3} \text{ sec}$$

$$t = 2 \cdot 10^{-3} \text{ sec}$$

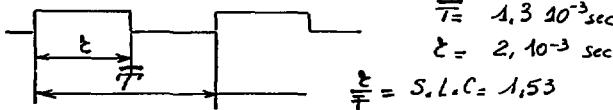
$$\frac{t}{T} = 5, L \cdot C = 1$$

Comptage initial H <sub>1</sub> en coup	-1 - 5413 -2 - 5027 -3 - 4956 -4 - 5047 -5 - 4969	-6 - 5025 -7 - 4937 -8 - 5010 -9 - 4938 -10 - 4974	$\bar{x} = 4,997 \text{ cp}$ $G_{\text{cp}} = 54,5 \text{ cp}$ $G_{\text{tr}} = 70,7$ $F_C = 0,76$	$\bar{N}_T = 500 \text{ cps}$
Comptage du niveau des Singulets H <sub>ccs</sub>	-1 - 1831 -2 - 1894 -3 - 1922 -4 - 1904 -5 - 1924	-6 - 1893 -7 - 1933 -8 - 1908 -9 - 1888 -10 - 1860	$\bar{x} = 1905 \text{ cp}$ $G_{\text{cp}} = 23,9 \text{ cp}$ $G_{\text{tr}} = 43,6 \text{ (p)}$ $F_C = 0,55$	$\bar{N}_{\text{ccs}} = 190 \text{ cps}$ $\Delta N = 88,1 \%$ $\Delta x = \pm 0,8 \%$
Comptage du niveau des doublets H <sub>ccs</sub>	-1 - 1837 -2 - 1852 -3 - 1813 -4 - 1850 -5 - 1734	-6 - 1799 -7 - 1807 -8 - 1937 -9 - 1811 -10 - 1904	$\bar{x} = 1830,6 \text{ cp}$ $G_{\text{cp}} = 23,5 \text{ cp}$ $G_{\text{tr}} = 42,8 \text{ cp}$ $F_C = 0,78$	$\bar{N}_{\text{ccs}} = 183 \text{ cps}$ $\Delta N = 36,6 \%$ $\Delta x = 74,7 \%$ $\Delta x = \pm 0,9 \%$
Comptage du niveau des triplets H <sub>ccs</sub>	-1 - 859 -2 - 868 -3 - 857 -4 - 844 -5 - 846	-6 - 855 -7 - 854 -8 - 913 -9 - 871 -10 - 784	$\bar{x} = 865 \text{ cp}$ $G_{\text{cp}} = 44,9 \text{ cp}$ $G_{\text{tr}} = 29,4 \text{ cp}$ $F_C = 1,42$	$\bar{N}_{\text{ccs}} = 86 \text{ cps}$ $\Delta N = 11,3 \%$ $\Delta x = 92 \%$ $\Delta x = \pm 0,9 \%$
Comptage du niveau des Quarts H <sub>ccs</sub>	-1 - 313 -2 - 288 -3 - 251 -4 - 215 -5 - 297	-6 - 255 -7 - 329 -8 - 266 -9 - 284 -10 - 209	$\bar{x} = 290 \text{ cp}$ $G_{\text{cp}} = 21 \text{ cp}$ $G_{\text{tr}} = 17 \text{ cp}$ $F_C = 1,23$	$\bar{N}_{\text{ccs}} = 29 \text{ cps}$ $\Delta N = 5,8 \%$ $\Delta x = 93,8 \%$ $\Delta x = \pm 0,6 \%$

Fig II-32

## Mesures des Superpositions

Numéro de la mesure: 2664      temps de comptage: 10 sec



Comptage initial Nr en coups	-1 - 7672 -2 - 7655 -3 - 7599 -4 - 7764 -5 - 7628	-6 - 7688 -7 - 7687 -8 - 7595 -9 - 7615 -10 - 7675	$\bar{x} = 7656 \text{ cp}$ $\overline{t}_{\text{cp}} = 54 \text{ cp}$ $\overline{t}_{\text{hi}} = 88,5 \text{ cp}$ $F_C = 0,62$	$\bar{N}_r = 766 \text{ cps}$
Comptage du niveau des Singulets Nr(C1)	-1 - 1788 -2 - 1786 -3 - 1708 -4 - 1734 -5 - 1756	-6 - 1760 -7 - 1785 -8 - 1773 -9 - 1867 -10 - 1840	$\bar{x} = 1778 \text{ cp}$ $\overline{t}_{\text{cp}} = 42,7 \text{ cp}$ $\overline{t}_{\text{hi}} = 42,2 \text{ cp}$ $F_C = 1,01$	$\bar{N}_{C1} = 178 \text{ cps}$ $K_{C1} = 23,2 \%$ $\Delta K = \pm 0,8 \%$
Comptage du niveau des doublets Nr(C2)	-1 - 2614 -2 - 2609 -3 - 2579 -4 - 2590 -5 - 2562	-6 - 2520 -7 - 2532 -8 - 2564 -9 - 2553 -10 - 2602	$\bar{x} = 2573 \text{ cp}$ $\overline{t}_{\text{cp}} = 34,7 \text{ cp}$ $\overline{t}_{\text{hi}} = 50,7 \text{ cp}$ $F_C = 0,62$	$\bar{N}_{C2} = 275 \text{ cps}$ $K_{C2} = 33,6 \%$ $\Delta K = 56,8 \%$ $\Delta K = \pm 0,7 \%$
Comptage du niveau des triplets Nr(C3)	-1 - 1772 -2 - 1803 -3 - 1772 -4 - 1774 -5 - 1797	-6 - 1824 -7 - 1809 -8 - 1605 -9 - 1855 -10 - 1866	$\bar{x} = 1816 \text{ cp}$ $\overline{t}_{\text{cp}} = 29,5 \text{ cp}$ $\overline{t}_{\text{hi}} = 42,5 \text{ cp}$ $F_C = 0,69$	$\bar{N}_{C3} = 188 \text{ cps}$ $K_{C3} = 23,6 \%$ $\Delta K = 80,4 \%$ $\Delta K = \pm 0,6 \%$
Comptage du niveau des Quarklets Nr(C4)	-1 - 955 -2 - 900 -3 - 933 -4 - 975 -5 - 967	-6 - 918 -7 - 954 -8 - 962 -9 - 920 -10 - 947	$\bar{x} = 943 \text{ cp}$ $\overline{t}_{\text{cp}} = 24,3 \text{ cp}$ $\overline{t}_{\text{hi}} = 30,7 \text{ cp}$ $F_C = 0,79$	$\bar{N}_{C4} = 94 \text{ cps}$ $K_{C4} = 12,3 \%$ $\Delta K = 92,7 \%$ $\Delta K = \pm 0,6 \%$

## Mesures des Superpositions

Numéro de la mesure: 2665    temps de comptage = 10 sec

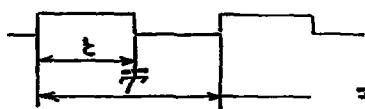


<b>Comptage initial Hr en coups</b>	-1 - 832 -2 - 794 -3 - 782 -4 - 843 -5 - 825	-6 - 828 -7 - 790 -8 - 883 -9 - 825 -10 - 808	$\bar{x} = 822 \text{ cp}$ $S_{\bar{x}} = 30 \text{ cp}$ $S_{Hr} = 28,7 \text{ cp}$ $F_C = 4,114$	$\bar{H}_r = 82 \text{ cps}$
<b>Comptage du niveau des Singulets Hcc1</b>	-1 - 691 -2 - 680 -3 - 719 -4 - 686 -5 - 703	-6 - 631 -7 - 676 -8 - 703 -9 - 739 -10 - 735	$\bar{x} = 703 \text{ cp}$ $S_{\bar{x}} = 26,8 \text{ cp}$ $S_{Hr} = 26,5 \text{ cp}$ $F_C = 0,82$	$H_{CC1} = 70 \text{ cps}$ $K_{Hr} = 65,5 \%$ $\Delta K = \pm 2, \%$
<b>Comptage du niveau des doublets Hcc2</b>	-1 - 102 -2 - 130 -3 - 122 -4 - 135 -5 - 100	-6 - 101 -7 - 99 -8 - 119 -9 - 108 -10 - 109	$\bar{x} = 112 \text{ cp}$ $S_{\bar{x}} = 13,2 \text{ cp}$ $S_{Hr} = 10,6 \text{ cp}$ $F_C = 4,23$	$H_{CC2} = 11 \text{ cps}$ $K_{Hr} = 13,6 \%$ $\Delta K = 99,1 \%$ $\Delta K = \pm 4,29 \%$
<b>Comptage du niveau des triplets Hcc3</b>	-1 - 13 -2 - 10 -3 - 10 -4 - 15 -5 - 8	-6 - 11 -7 - 16 -8 - 5 -9 - 12 -10 - 12	$\bar{x} = 11 \text{ cp}$ $S_{\bar{x}} = 3,2 \text{ cp}$ $S_{Hr} = 3,3 \text{ cp}$ $F_C = 0,9$	$H_{CC3} = 1 \text{ cps}$ $K_{Hr} = 1,44$ $\Delta K = 600 \%$ $\Delta K = 0,6$
<b>Comptage du niveau des quartets Hcc4</b>	-1 - 0 -2 - 0 -3 - 0 -4 - 0 -5 - 0	-6 - -7 - -8 - -9 - -10 -	$\bar{x} =$ $S_{\bar{x}} =$ $S_{Hr} =$	$H_{CC4}$ $K_{Hr}$ $\Delta K =$ $\Delta K$

Fig III-36

## Mesures des Superpositions

N° de la mesure = 2666 temps de comptage = 10 sec



$$\bar{T} = 0,585 \text{ sec}$$

$$t = 2 \cdot 10^{-3} \text{ sec}$$

$$\frac{t}{T} = S \cdot L \cdot C = 3,42$$

Comptage initial Mr en coups	-1 - 17359 -2 - 17028 -3 - 17428 -4 - 17244 -5 - 17064	-6 - 16933 -7 - 17123 -8 - 16667 -9 - 16743 -10 - 17004	$\bar{x} = 17033 \text{ cp}$ $S_{\text{cp}} = 252 \text{ cp}$ $S_{\text{Mr}} = 180 \text{ cp}$ $F_C = 1,93$	$\bar{M}_r = 1703 \text{ cps}$
(Comptage, du niveau des Singulets Nrca)	-1 - 934 -2 - 944 -3 - 963 -4 - 930 -5 - 936	-6 - 968 -7 - 932 -8 - 920 -9 - 946 -10 - 962	$\bar{x} = 943 \text{ cp}$ $S_{\text{cp}} = 16 \text{ cp}$ $S_{\text{Nrca}} = 39,1 \text{ cp}$ $F_C = 0,52$	$\bar{M}_{\text{Nrca}} = 94,3 \text{ cps}$ $k_{\text{Nrca}} = 5,5 \%$ $\Delta k = \pm 0,4 \%$
(Comptage, du niveau des doublets Nrcl)	-1 - 2742 -2 - 2757 -3 - 2728 -4 - 2763 -5 - 2792	-6 - 2754 -7 - 2777 -8 - 2766 -9 - 2749 -10 - 2771	$\bar{x} = 2759 \text{ cp}$ $S_{\text{cp}} = 24,9 \text{ cp}$ $S_{\text{Nrcl}} = 52,5 \text{ cp}$ $F_C = 0,47$	$\bar{M}_{\text{Nrcl}} = 276 \text{ cps}$ $k_{\text{Nrcl}} = 46,4 \%$ $\Delta k = 24,6 \%$ $\Delta k = \pm 0,6 \%$
(Comptage, du niveau des triplets Nrct)	-1 - 3914 -2 - 3895 -3 - 3845 -4 - 3916 -5 - 3854	-6 - 3817 -7 - 3918 -8 - 3924 -9 - 3838 -10 - 3824	$\bar{x} = 3874 \text{ cp}$ $S_{\text{cp}} = 42,8 \text{ cp}$ $S_{\text{Nrct}} = 62,2 \text{ cp}$ $F_C = 0,69$	$\bar{M}_{\text{Nrct}} = 387 \text{ cps}$ $k_{\text{Nrct}} = 22,6 \%$ $\Delta k = 49,2 \%$ $\Delta k = \pm 0,6 \%$
(Comptage, du niveau des Quarts Nrcaj)	-1 - 3996 -2 - 3978 -3 - 3893 -4 - 3950 -5 - 3909	-6 - 3863 -7 - 3977 -8 - 3946 -9 - 3845 -10 - 3963	$\bar{x} = 3941 \text{ cp}$ $S_{\text{cp}} = 62,8 \text{ cp}$ $S_{\text{Nrcaj}} = 62,7 \text{ cp}$ $F_C = 1$	$\bar{M}_{\text{Nrcaj}} = 394 \text{ cps}$ $k_{\text{Nrcaj}} = 23 \%$ $\Delta k = 67,2 \%$ $\Delta k = \pm 0,7$

Fig IV-35

## Mesures des Superpositions

durée d'une mesure :  $T_E = 0,1$  seconde    nb de mesures = 1000

Référence des mesures	Type de réseau	$\frac{f}{f_0}$ $\times 10^{-3}$	$\bar{f}$ en cps	$\bar{f}_{exp}$	$\bar{f}_{theo}$	$F_C$	$K$	$\varepsilon K$	$\Delta k$ échelle	SLC.
2720	H <sub>r</sub>	2	505,3	5,58	5,52	1,01	-	-	-	0,61
2722	H <sub>C(1)</sub>	2	167,6	2,82	4,09	0,6	51,9	54,9	3,6	0,61
2723	H <sub>C(1)</sub>	2	97,7	3,12	3,15	0,99	32	86,9	3,4	0,61
2724	H <sub>C(1)</sub>	2	29,	0,84	1,7	1,00	9,5	96,4	2,5	0,61
2725	H <sub>C(1)</sub>	2	6,2	0,07	0,73	1,1	2,	95,4	2,0	0,61
2726	H <sub>r</sub>	2	488	7,37	6,98	1,05	-	-	-	0,976
2727	H <sub>C(1)</sub>	2	186,4	2,36	4,32	0,55	36,2	38,2	2,7	0,976
2728	H <sub>C(1)</sub>	2	177,2	3,80	4,21	0,9	36,3	74,5	3,1	0,976
2729	H <sub>C(1)</sub>	2	84,5	3,25	2,94	1,42	47,3	91,8	2,7	0,976
27200	H <sub>C(1)</sub>	2	21,6	1,89	1,66	1,16	5,6	91,4	2,	0,976

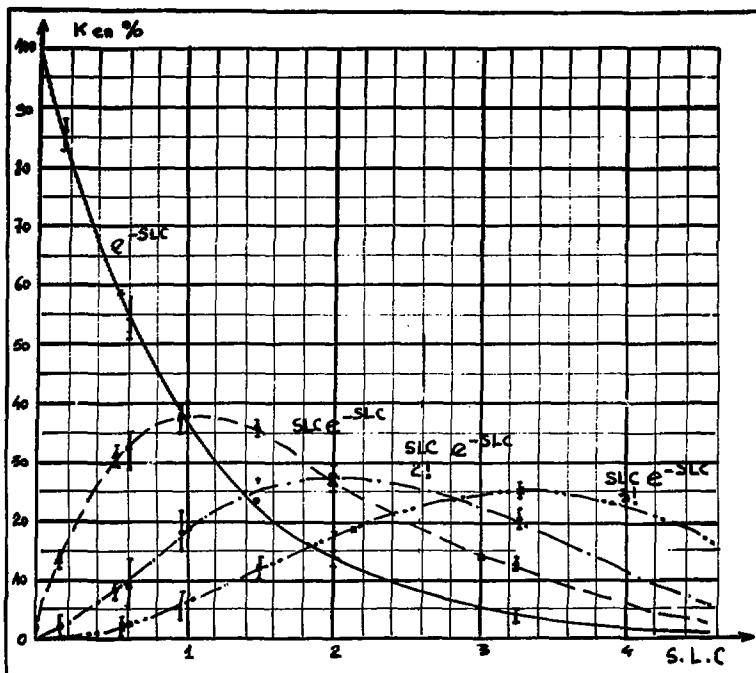
Fig IV - 56

## Mesures des Superpositions

durée d'une mesure :  $T_E = 0,1$  seconde nb de mesures = 1000

référence des mesures	type de niveau	$\Sigma_{\text{exp}}$ en $10^{-3} \text{Sv}$	$\bar{N}_{\text{exp}}$ en $\mu\text{Sv}$	$\sigma_{\text{exp}}$	$\sigma_{\text{fond}}$	$F_C$	$k$	$\Delta K$	$\Delta k_{\text{dériv}}$	SLC
27201	H <sub>r</sub>	2	1032,2	10,29	47,46	4,04	-	-	-	2,06
27202	H <sub>(c)</sub>	2	413,9	2,52	3,19	9,66	13,94	13,9	4,7	2,06
27203	H <sub>(c)</sub>	2	285,1	3,53	5,34	9,66	27,6	21,5	2,1	2,06
27204	H <sub>(c)</sub>	2	276	4,83	5,25	0,92	26,7	62,2	2,3	2,06
27205	H <sub>(c)</sub>	2	488,3	4,63	4,34	4,08	18,2	86,4	2,2	2,06
27210	H <sub>r</sub>	2	1625	12,42	42,75	0,91	-	-	-	3,25
27218	H <sub>(c)</sub>	2	64,9	2,27	2,55	0,89	4,99	4	4,2	3,25
27247	H <sub>(c)</sub>	2	220	3,72	4,10	0,79	15,6	41,6	4,6	3,25
27246	H <sub>(c)</sub>	2	855	4,36	5,94	0,73	21,7	39,3	4,8	3,25
27215	H <sub>(c)</sub>	2	437,8	6,54	6,47	0,89	26,9	66,2	2,1	3,25

Fig IV- 37

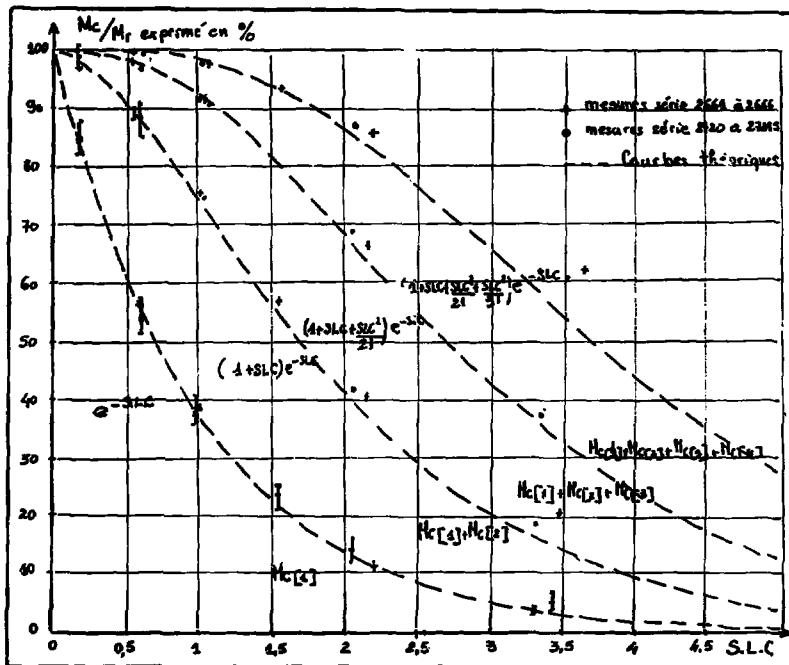


Vérifications expérimentales des formules proposées et

$$\text{détermination du rapport } K = \frac{N_{\text{compté}}}{N_{\text{réel}}}$$

dénombrement avec seuil dans le cas des : singuliers, à doubles, à triplets, à quartets

Fig II - 38

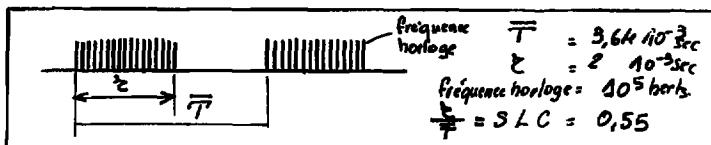


Courbes Cumulées : singulets, doublets, quartets, quintets

Fig IV-39

## Mesures du Temps d'occupation

numéro de la mesure : 2661 temps de Comptage =  $\frac{10 \text{sec}}{\overline{T}}$

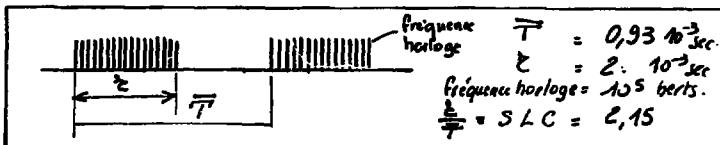


temps d'occupation du niveau des singlets en $10^{-3} \text{sec}$	- 1 - 411585 - 2 - 406362 - 3 - 405170 - 4 - 497768 - 5 - 493635	- 6 - 416562 - 7 - 493808 - 8 - 413378 - 9 - 495995 - 10 - 49978	$\sum_{(1)} = 113444$	$\frac{\sum_{(1)}}{T} = 0,11$ $k = 18\%$
temps d'occupation du niveau des doubles en $10^{-3} \text{s}$	- 1 - 104802 - 2 - 100399 - 3 - 104959 - 4 - 103428 - 5 - 109402	- 6 - 101677 - 7 - 97556 - 8 - 98784 - 9 - 99526 - 10 - 102244	$\sum_{(2)} = 102418$	$\frac{\sum_{(2)}}{T} = 0,10$ $k = 10\%$
temps d'occupation du niveau des triplets en $10^{-3} \text{s}$	- 1 - 18802 - 2 - 21216 - 3 - 19203 - 4 - 19026 - 5 - 17435	- 6 - 20459 - 7 - 17833 - 8 - 17773 - 9 - 18765 - 10 - 16394	$\sum_{(3)} = 18689$	$\frac{\sum_{(3)}}{T} = 0,02$ $k = 2\%$
temps d'occupation du niveau des quarts en $10^{-3} \text{s}$	- 1 - 2976 - 2 - 2542 - 3 - 2553 - 4 - 2358 - 5 - 1864	- 6 - 2394 - 7 - 2751 - 8 - 2625 - 9 - 3035 - 10 - 4785	$\sum_{(4)} = 2549$	$\frac{\sum_{(4)}}{T} = 0,002$ $k = 0,2\%$

Fig 11-40

## Mesures du Temps d'occupation

numéro de la mesure = 2662 temps de Comptage =  $10 \text{ sec}$   
 $= T$

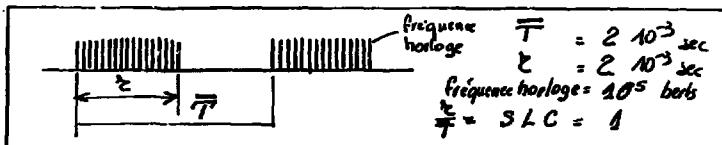


Temps d'occupation du niveau des singulaires en $10^{-3} \text{ sec}$	- 1 - 958957 - 2 - 959288 - 3 - 957782 - 4 - 957920 - 5 - 974434	- 6 - 955141 - 7 - 972985 - 8 - 959140 - 9 - 952245 - 10 - 958710	$\sum_{i=1}^{10} 963674$	$\frac{\epsilon_{(4)}}{T} = 0,96$ $k = 96\%$
Temps d'occupation du niveau des doublets en $10^{-5} \text{ s}$	- 1 - 595635 - 2 - 595792 - 3 - 596087 - 4 - 597093 - 5 - 597623	- 6 - 595147 - 7 - 606295 - 8 - 609388 - 9 - 592460 - 10 - 595453	$\sum_{i=1}^{10} 538006$	$\frac{\epsilon_{(1)}}{T} = 0,60$ $k = 60\%$
Temps d'occupation du niveau des triplets en $10^{-5} \text{ s}$	- 1 - 313407 - 2 - 319663 - 3 - 318168 - 4 - 324250 - 5 - 311077	- 6 - 321305 - 7 - 310367 - 8 - 318521 - 9 - 323625 - 10 - 313568	$\sum_{i=1}^{10} 317454$	$\frac{\epsilon_{(3)}}{T} = 0,32$ $k = 32\%$
Temps d'occupation du niveau des quatuors en $10^{-5} \text{ s}$	- 1 - 122892 - 2 - 126498 - 3 - 118447 - 4 - 122358 - 5 - 131803	- 6 - 123543 - 7 - 121235 - 8 - 110104 - 9 - 126738 - 10 - 125759	$\sum_{i=1}^{10} 123864$	$\frac{\epsilon_{(4)}}{T} = 0,12$ $k = 12\%$

Fig II-41

## Mesures du Temps d'occupation

numéro de la mesure: 2663 temps de Comptage =  $10 \text{ sec}$   
 $= T$

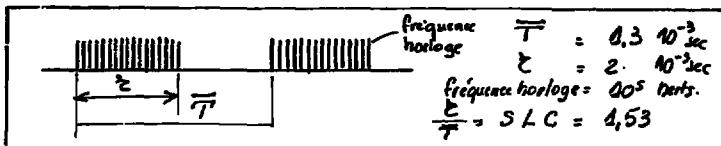


temps d'occupation du niveau des singlets en $10^{-3} \text{ sec}$	- 1 - 524 268 - 2 - 598 932 - 3 - 519 042 - 4 - 521 617 - 5 - 535 845	- 6 - 510 958 - 7 - 515 168 - 8 - 531 992 - 9 - 522 371 - 10 - 541 968	$\bar{t}_{(4)} = 529 782$	$\frac{t_{(4)}}{\bar{T}} = 0,53$ $K = 53\%$
temps d'occupation du niveau des doubles en $10^{-3} \text{ s}$	- 1 - 254 806 - 2 - 251 239 - 3 - 250 190 - 4 - 253 694 - 5 - 255 317	- 6 - 250 249 - 7 - 269 579 - 8 - 254 334 - 9 - 247 075 - 10 - 254 226	$\bar{t}_{(4)} = 252 136$	$\frac{t_{(4)}}{\bar{T}} = 0,45$ $K = 25\%$
temps d'occupation du niveau des triplets en $10^{-3} \text{ s}$	- 1 - 78 446 - 2 - 78 138 - 3 - 77 426 - 4 - 95 936 - 5 - 75 310	- 6 - 75 905 - 7 - 73 835 - 8 - 90 842 - 9 - 91 131 - 10 - 71 376	$\bar{t}_{(3)} = 80 806$	$\frac{t_{(3)}}{\bar{T}} = 0,07$ $K = 8\%$
temps d'occupation du niveau des quartets en $10^{-3} \text{ s}$	- 1 - 18 123 - 2 - 16 750 - 3 - 16 971 - 4 - 17 027 - 5 - 18 204	- 6 - 15 074 - 7 - 18 798 - 8 - 15 233 - 9 - 15 891 - 10 - 16 972	$\bar{t}_{(4)} = 16 565$	$\frac{t_{(4)}}{\bar{T}} = 0,016$ $K = 1,6\%$

Fig III-42

## Mesures du Temps d'occupation

numéro de la mesure: 2664 temps de Comptage =  $10 \text{ sec}$   
 $= \frac{\epsilon}{T}$

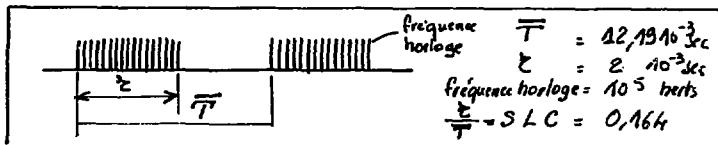


Temps d'occupation du niveau des singlets en $10^{-3} \text{ sec}$	- 1 - 756 042 - 2 - 752 627 - 3 - 752 539 - 4 - 756 042 - 5 - 752 279	- 6 - 758 530 - 7 - 758 916 - 8 - 750 573 - 9 - 752 034 - 10 - 752 363	$\bar{\epsilon}_{(1)} = 758194$	$\frac{\bar{\epsilon}_{(1)}}{\bar{T}} = 0.76$ $K = 76\%$
Temps d'occupation du niveau des doublets en $10^{-3} \text{ s}$	- 1 - 433 318 - 2 - 440 282 - 3 - 437 117 - 4 - 431 809 - 5 - 428 688	- 6 - 429 166 - 7 - 432 183 - 8 - 430 644 - 9 - 428 522 - 10 - 428 942	$\bar{\epsilon}_{(2)} = 462058$	$\frac{\bar{\epsilon}_{(2)}}{\bar{T}} = 0.46$ $K = 46\%$
Temps d'occupation du niveau des triplets en $10^{-3} \text{ s}$	- 1 - 194 705 - 2 - 191 398 - 3 - 192 571 - 4 - 194 196 - 5 - 194 859	- 6 - 196 093 - 7 - 196 567 - 8 - 194 481 - 9 - 198 258 - 10 - 194 383	$\bar{\epsilon}_{(3)} = 197389$	$\frac{\bar{\epsilon}_{(3)}}{\bar{T}} = 0.49$ $K = 19\%$
Temps d'occupation du niveau des quartets en $10^{-3} \text{ s}$	- 1 - 54 976 - 2 - 52 257 - 3 - 55 489 - 4 - 50 152 - 5 - 55 991	- 6 - 54 821 - 7 - 53 937 - 8 - 55 620 - 9 - 53 210 - 10 - 55 593	$\bar{\epsilon}_{(4)} = 54196$	$\frac{\bar{\epsilon}_{(4)}}{\bar{T}} = 0.05$ $K = 5\%$

Fig IV-43

## Mesures du Temps d'occupation

numéro de la mesure: 2665 temps de Comptage = 10sec  
 $= \bar{T}$

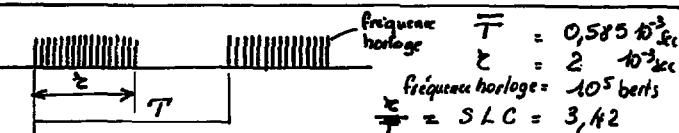


Temps d'occupation du niveau des singuliers en $10^{-5} \text{ sec}$	- 1 - 146731 - 2 - 145361 - 3 - 157178 - 4 - 146773 - 5 - 149202	- 6 - 147088 - 7 - 141919 - 8 - 146709 - 9 - 155819 - 10 - 155518	$\bar{\Sigma}_{(1)} = 149530$	$\frac{\bar{\Sigma}_{(1)}}{\bar{T}} = 0,15$ $K = 15\%$
Temps d'occupation du niveau des doubles en $10^{-5} \text{ s}$	- 1 - 10896 - 2 - 14549 - 3 - 13480 - 4 - 14620 - 5 - 10650	- 6 - 12663 - 7 - 9938 - 8 - 12780 - 9 - 10042 - 10 - 14899	$\bar{\Sigma}_{(2)} = 12153$	$\frac{\bar{\Sigma}_{(2)}}{\bar{T}} = 0,012$ $K = 1,2\%$
Temps d'occupation du niveau des triplets en $10^{-5} \text{ s}$	- 1 - 1214 - 2 - 829 - 3 - 1023 - 4 - 1222 - 5 - 560	- 6 - 971 - 7 - 858 - 8 - 667 - 9 - 1076 - 10 - 1186	$\bar{\Sigma}_{(3)} = 959$	$\frac{\bar{\Sigma}_{(3)}}{\bar{T}} = 0,009$ $K = 0,9\%$
Temps d'occupation du niveau des quartets en $10^{-5} \text{ s}$	- 1 - - 2 - - 3 - - 4 - - 5 -	- 6 - - 7 - - 8 - - 9 - - 10 -	$\bar{\Sigma}_{(4)} =$	$\frac{\bar{\Sigma}_{(4)}}{\bar{T}} =$ $K_0$

Fig. III 44.

## Mesures du Temps d'occupation

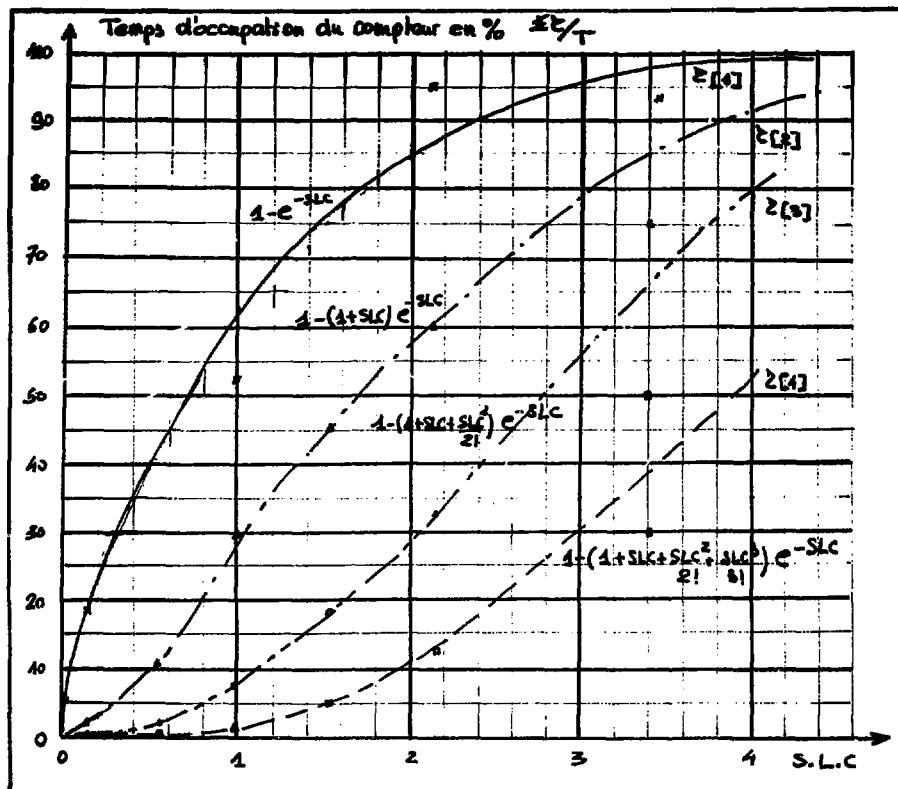
numéro de la mesure: 2666 temps de Comptage =  $\frac{10 \text{ sec}}{\bar{T}}$



Temps d'occupation du niveau des singuliers en $10^{-3}$ sec	- 1 - 941041 - 2 - 940885 - 3 - 937586 - 4 - 939892 - 5 - 942311	- 6 - 942355 - 7 - 940873 - 8 - 948537 - 9 - 942360 - 10 -	$\bar{\epsilon}_{(4)} = 941625$	$\frac{\epsilon_{(4)}}{\bar{T}} = 0,94$ $K = 94\%$
Temps d'occupation du niveau des doubles en $10^{-3}$ sec	- 1 - 770477 - 2 - 757253 - 3 - 750437 - 4 - 770434 - 5 - 751428	- 6 - 750463 - 7 - 750265 - 8 - 758940 - 9 - 750363 - 10 - 771196	$\bar{\epsilon}_{(4)} = 758192$	$\frac{\epsilon_{(4)}}{\bar{T}} = 0,76\%$ $K = 76\%$
Temps d'occupation du niveau des triplets en $10^{-3}$ sec	- 1 - 540324 - 2 - 544909 - 3 - 502106 - 4 - 507815 - 5 - 502263	- 6 - 503515 - 7 - 507648 - 8 - 509216 - 9 - 504662 - 10 - 502373	$\bar{\epsilon}_{(4)} = 506380$	$\frac{\epsilon_{(4)}}{\bar{T}} = 0,51$ $K = 51\%$
Temps d'occupation du niveau des quadruplets en $10^{-3}$ sec	- 1 - 243376 - 2 - 246872 - 3 - 245462 - 4 - 246855 - 5 - 242655	- 6 - 239432 - 7 - 243238 - 8 - 241003 - 9 - 239659 - 10 - 245323	$\bar{\epsilon}_{(4)} = 243315$	$\frac{\epsilon_{(4)}}{\bar{T}} = 0,24$ $K = 24\%$

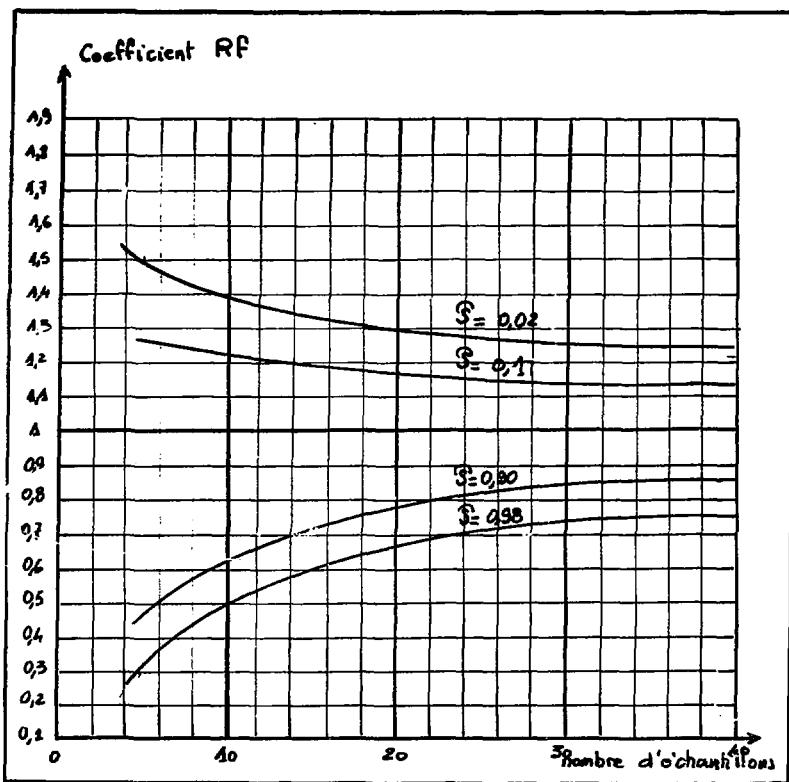
Fig II-45

	référence	$K_{\text{stabilité}} \text{ par superposition}$	$K_{\text{causale}} K_{\text{stabilité}}$ à partir de $\eta_1$	% d'E. $\frac{K_{\text{causale}}}{K_{\text{stabilité}}}$	SLC
$\eta_1 = \frac{M_0(1)}{M_0}$	2661	58,7	58,7	- 0 %	0,55
	2662	13,2	4	+ 69,7	2,15
	2663	38,1	47	+ 23	1
	2664	23,3	24	+ 3,4	1,53
	2665	85,5	85	- 0,5	0,164
	2666	5,52	6	+ 8,7	3,42
$\eta_1 = \frac{M_0(1) M_0(2)}{M_0^2}$	2661	89,7	90	+ 0,3	0,55
	2662	40,2	40	- 0,2	2,15
	2663	74,7	75	+ 0,4	1
	2664	56,8	54	- 4,9	1,53
	2665	99,1	98,8	+ 0,3	0,164
	2666	24,7	24	+ 10,5	3,42
$\eta_1 = \frac{K_{\text{causale}} K_{\text{stabilité}}}{M_0}$	2661	98,2	98	- 0,2	0,55
	2662	66,5	68	+ 2,2	2,15
	2663	92	92	0	1
	2664	80,4	81	+ 0,7	1,53
	2665	100	99,1	- 0,9	0,164
	2666	44,3	49	+ 11,6	3,42
$\eta_1 = \frac{K_{\text{causale}} K_{\text{stabilité}}}{M_0^2}$	2661	99,7	99,8	+ 0,1	0,55
	2662	85,5	88	+ 2,9	2,15
	2663	97,8	98,4	+ 0,6	1
	2664	92,7	95	+ 2,4	1,53
	2665	—	—	—	0,164
	2666	67,3	76	+ 13	3,42



Mesures des temps d'occupation du compteur pour des dénombrements avec le niveau de seuil des :  $\times$  singulets,  
 $\Delta$  doublets,  $\circ$  triplets,  $\diamond$  quartets

Fig IV - 47



le coefficient RF est défini par:  $RF = \frac{\text{déviation standard observée}}{\text{déviation standard théorique}}$   
 $S$  représente la probabilité pour que les observations montrent une  
une plus grande déviation par rapport à une distribution de POISSON  
que celle attendue par la chance seule.

Fig IV - 48

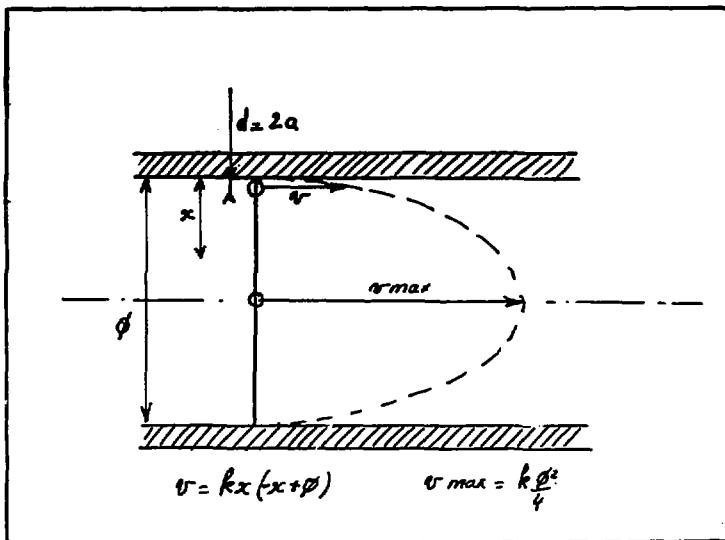


Fig IV-4g

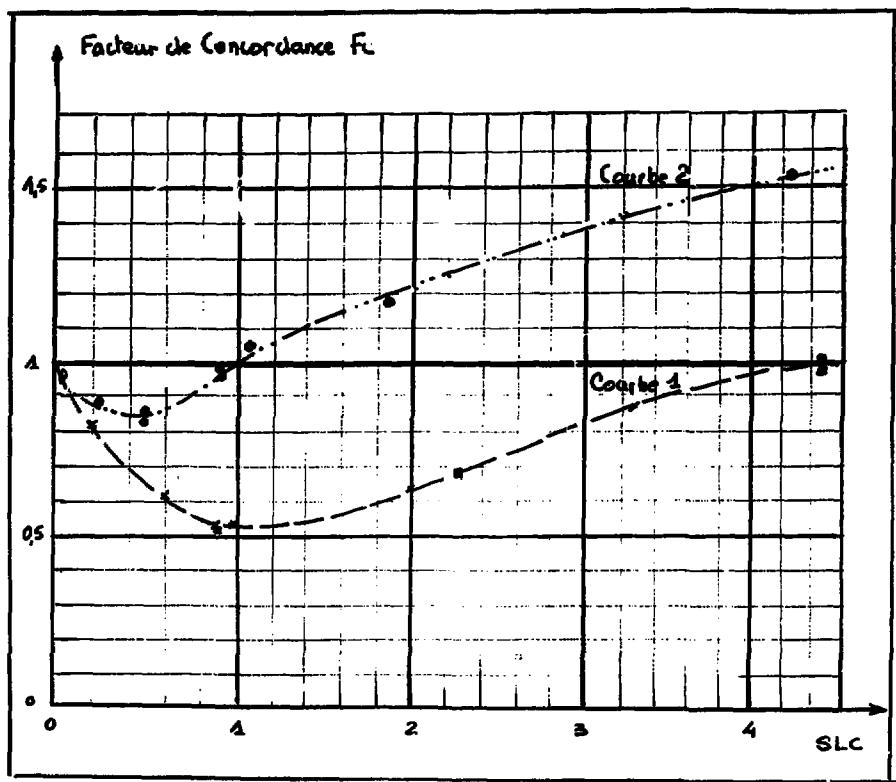
## Mesures de $\frac{G_{\text{eff}}}{V M_e}$ pour les Singulets

Nombre de mesures : 9000

$$\frac{M_1}{M_2} = 10 \text{ et } 1$$

référence des mesures	Type de mesures	Temps en second	R en cps	T <sub>exp</sub> rapporté à T <sup>0</sup>	G <sub>eff</sub> rapporté à T <sup>0</sup>	F <sub>E</sub>	SLC
27513	N <sub>e</sub> initial	0,1	460,4	6,68	6,93	0,96	2,06
27514	N <sub>e</sub> initial	1	50,9	7,37	7,14	1,03	2,18
27515	N <sub>(ee)</sub>	0,1	286	2,59	4,69	1,53	4,24
27516	N <sub>(ee)</sub>	0,1	274	2,49	4,64	1,51	4,24
27517	N <sub>(ee)</sub>	0,1	148	4,55	3,84	1,18	4,87
27518	N <sub>(ee)</sub>	0,1	152	4,43	3,90	1,18	4,87
27519	N <sub>(ee)</sub>	0,1	234	4,77	4,83	0,99	0,89
27520	N <sub>(ee)</sub>	0,1	382	5,23	6,18	0,85	0,45
27521	N <sub>(ee)</sub>	0,1	384	5,22	6,20	0,84	0,45
27601	N <sub>e</sub> initial	0,1	498	6,64	7,06	0,97	0,45
27602	N <sub>e</sub> initial	0,1	502	7,14	7,08	1,0	0,45
27603	N <sub>(ee)</sub>	0,1	400	3,36	6,33	0,53	0,9
27604	N <sub>(ee)</sub>	0,1	402	3,28	6,34	0,52	0,9
27605	N <sub>(ee)</sub>	0,1	41	4,95	2,02	0,96	4,5
27607	N <sub>(ee)</sub>	0,1	41	2,07	2,02	1,03	4,5
27608	N <sub>(ee)</sub>	0,1	272	3,85	5,21	0,74	2,25

Fig IV-51



$$\text{Mesures du rapport } F_C = \frac{\sigma_{\text{expérimental}}}{\sigma_{\text{Théorique (Poisson)}}} = \frac{\sqrt{M_C}}{\sqrt{M_C}}$$

Courbe 1 :  $\times$  mesures avec un générateur aléatoire,  $\square$  mesures avec deux générateurs aléatoires de même débit impulsional

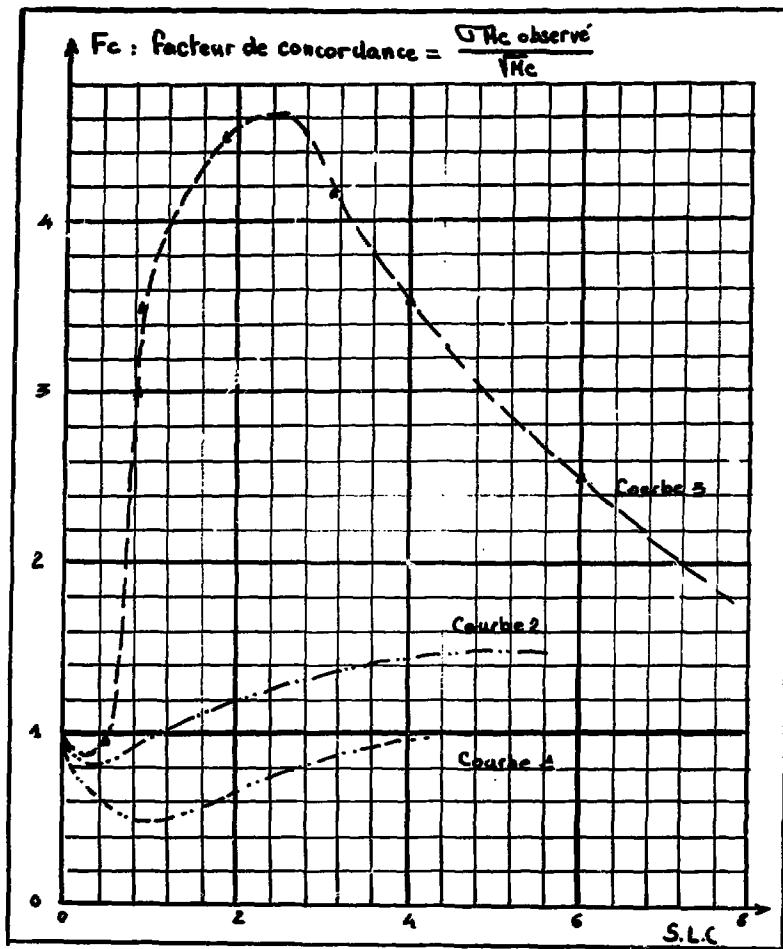
Courbe 2 :  $\circ$  mesures avec deux générateurs aléatoires dont les débits impulsionnels sont dans un rapport de 10

Mesures de  $\frac{B_{\text{app}}}{M_0}$  pour les singulets.

nombre de mesures = 1000       $\frac{i_0}{M_0} = 98$

Nombre des mesures	Type de référence	Temps en sec	R en cps	Gce rapporté à T	G $\frac{M_0}{B_{\text{app}}}$ rapporté à T	F <sub>C</sub>	SIC
27800	M <sub>0</sub> initial	0,1	483,4	19,9	20,8	0,957	0,22
27801	M <sub>0</sub> initial	0,1	44,3	2,41	2,1	1,0	0,22
27802	Hc(1)	0,1	37,2	1,90	1,93	0,98	0,44
27803	Hc(1)	0,2	35,7	2,63	2,67	0,98	0,44
27804	Hc(1)	2	37,1	8,26	8,62	0,96	0,44
27805	Hc(1)	0,1	2449	44,3	46,56	3,04	0,83
27806	Hc(2)	0,5	2104	99,9	32,4	3,08	0,83
27807	Hc(2)	0,2	67	13,04	3,66	3,56	3,94
27808	Hc(2)	0,5	69	20,83	5,81	3,54	3,94
27809	Hc(2)	4	6,5	2,34	2,93	4,5	1,84
27810	Hc(2)	0,1	643	36,9	8,3	4,2	1,84

Fig 17-53



Courbes représentant le facteur de Concordance en fonction  
de S.L.C. La courbe 3 a été établie avec deux générateurs  
aléatoires dont les débits impulsifs étaient dans un rapport 98

Fig IV-54

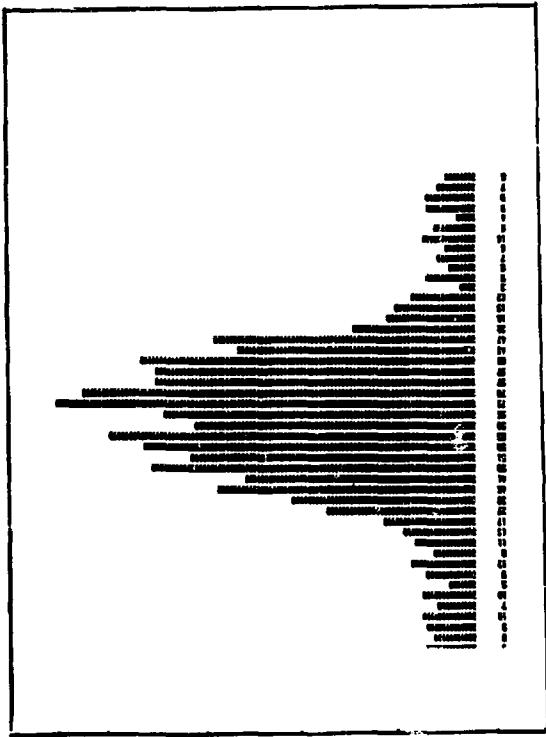


Fig IV-55

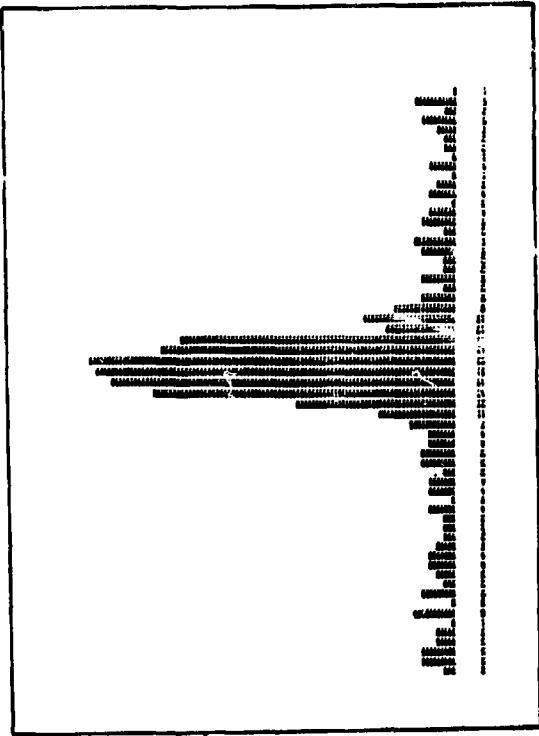
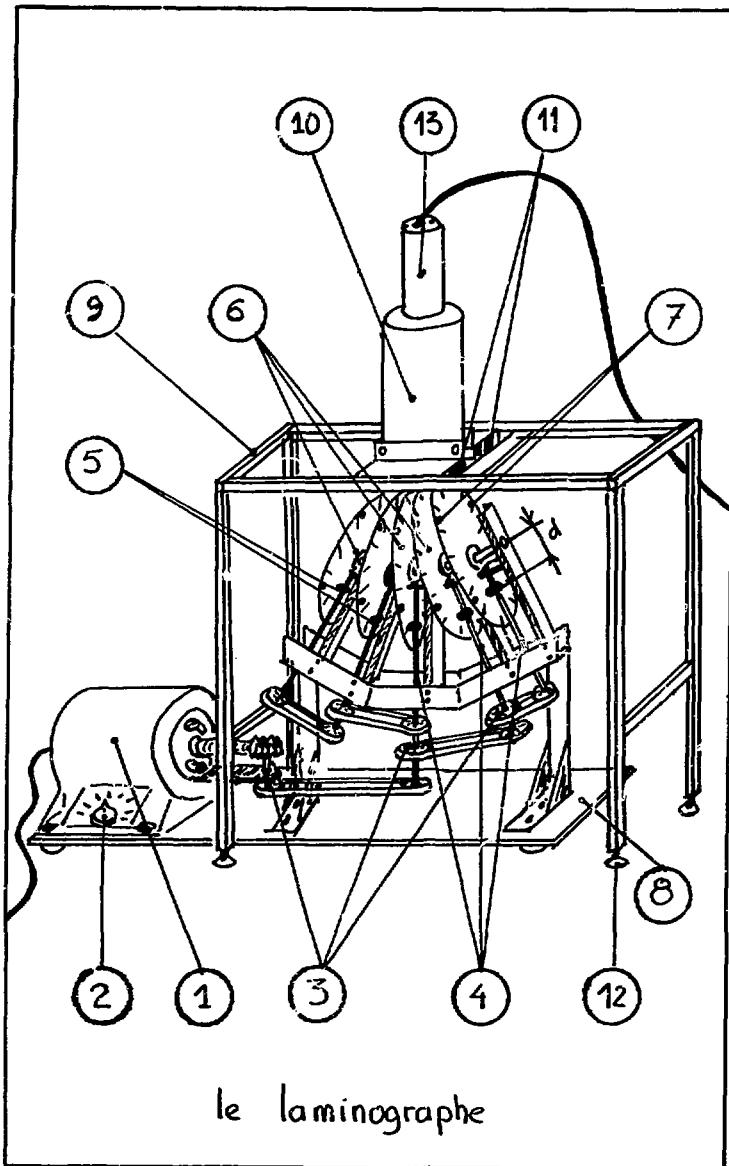


Fig IV-56



le laminographe

Comparaison: "Aleatoirect laminographie"

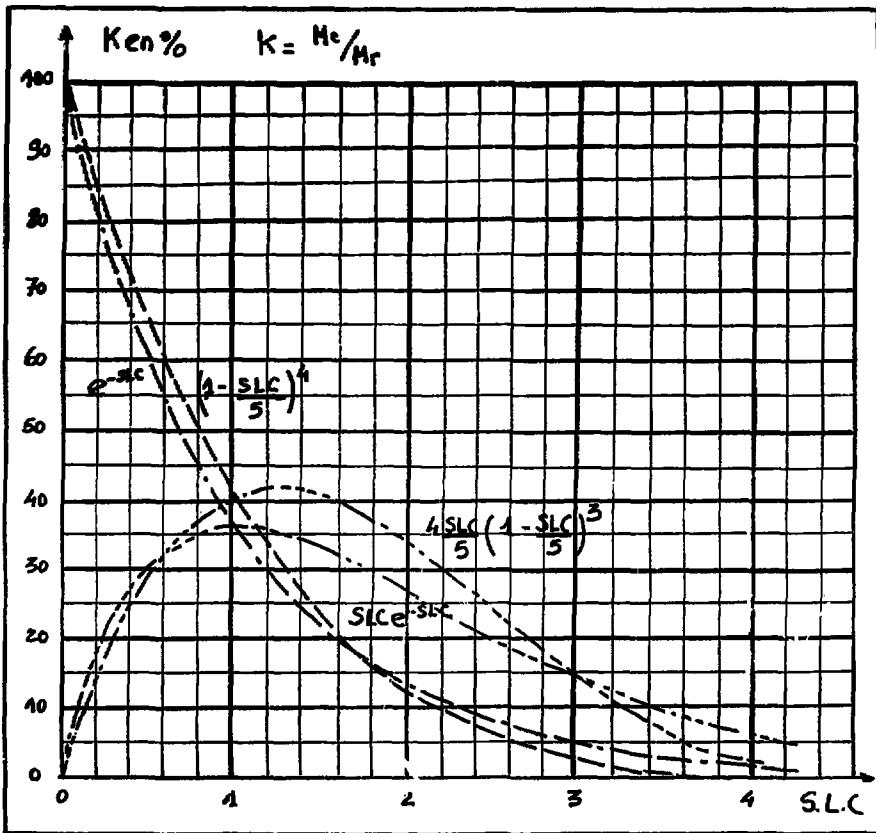
	$\frac{M_{CC1}}{Nr}$ en %	$\frac{M_{CC2}}{Nr}$ en %			$\frac{M_{CC3}}{Nr}$ en %	$\frac{M_{CC4}}{Nr}$ en %
SLC	$(1-\frac{SLC}{5})^4$	$e^{-SLC}$	$\frac{M_{CC1}}{Nr} \cdot (1-\frac{SLC}{5})^{-SLC}$	$SLC \cdot e^{-SLC}$	$(1-\frac{SLC}{5})^4$	$e^{-SLC}$
0,2	85	82	44,2	16,4	3,6	4,0
0,4	74,6	67	24,9	27,0	3,8	3,6
0,6	60	55	52,7	32,9	4,0	0,3
0,8	50	45	37,9	35,9	4,2	0,1
1,0	41	36,8	41	36,8	4,4	0,
1,2	33	30,1	42,1	36,1	4,6	0.
1,4	26,9	24,7	41,8	34,5	4,8	0.
1,6	21,4	20,1	40,2	32,3	5,0	0
1,8	16,8	16,5	37,7	29,7		
2,0	13,0	13,5	34,6	27,1		
2,2	9,8	11,1	30,9	24,4		
2,4	7,3	9,1	27	21,8		
2,6	5,5	7,4	23	19,3		
2,8	3,7	6,1	19,1	17		
3,0	2,7	5,5	15,4	14,9		
3,2	2,0	4,4	11,9	13		
3,4	1,7	3,5	8,9	11,3		

Fig IV-58

Comparaison : Métaire et laminothérapie										
	$\frac{M_{C(5)}}{Hr}$ en %	$\frac{M_{C(7)}}{Hr}$ en %			$\frac{M_{C(9)}}{Hr}$ en %	$\frac{M_{C(11)}}{Hr}$ en %				
SLC	$\frac{(C_1)^2 \cdot 10^4}{S^2}$	$\frac{(C_2)^2 \cdot 10^4}{S^2}$	$\frac{(C_3)^2 \cdot 10^4}{S^2}$	$\frac{(C_4)^2 \cdot 10^4}{S^2}$	SLC	$\frac{(C_5)^2 \cdot 10^4}{S^2}$	$\frac{(C_6)^2 \cdot 10^4}{S^2}$	$\frac{(C_7)^2 \cdot 10^4}{S^2}$	$\frac{(C_8)^2 \cdot 10^4}{S^2}$	$\frac{(C_9)^2 \cdot 10^4}{S^2}$
0,2	0,86	3,64	0,02	0,1	3,6	29,4	47,7	44,8	24,2	
0,4	3,25	5,4	0,2	0,7	5,8	20	16,2	42,4	20,5	
0,6	6,7	9,9	0,6	1,98	4,0	15,4	14,6	41	19,5	
0,8	10,8	14,4	1,4	3,8	4,2	10,8	13,2	34,9	18,5	
1,0	15,4	18,4	2,6	6,1	4,4	6,7	11,9	32,7	17,4	
1,2	20	24,7	4,2	8,7	4,6	3,2	10,6	24,9	16,3	
1,4	24,4	24,2	6,3	11,3	4,8	0,9	9,5	14,4	-	
1,6	28,4	25,8	8,9	13,8	5,0	0	8,4	-	-	
1,8	33,8	26,8	11,9	16,1						
2,0	36,6	27	15,4	18						
2,2	36,4	26,8	19,1	19,7						
2,4	37,4	26,2	23	20,9						
2,6	37,4	25,1	27	21,8						
2,8	36,4	23,8	30,9	22,2						
3,0	36,6	22,4	34,6	22,4						
3,2	34,8	20,9	37,7	24,3						
3,4	28,4	19,5	40,2	24,9						

Comparaison : "Aéatoire et laminographe"

	$\frac{H_{c1}}{H_r} \times 100$ %				$\frac{H_{c1}[2]}{H_r} \times 100$ %		
SIC	$(\frac{SIC}{5})^4$	$\frac{H_{c1}[2]}{H_r} \times 100$			$(\frac{SIC}{5})^4$	$\frac{H_{c1}}{H_r} \times 100$	
0,2	0	0			3,6	25,9	19,1
0,4	0	0			3,8	33,4	19,4
0,6	0	0,3			4,0	41	19,5
0,8	0	0,8			4,2	49,8	19,4
1,0	0,2	1,5			4,4	60	19,2
1,2	0,3	2,6			4,6	74,6	18,7
1,4	0,6	4,0			4,8	84,9	18,2
1,6	1,05	5,5			5,0	100	17,5
1,8	1,7	7,2					
2,0	2,6	9,0					
2,2	3,75	10,0					
2,4	5,3	12,5					
2,6	7,3	14,1					
2,8	9,8	15,6					
3,0	13	16,8					
3,2	16,8	17,8					
3,4	23,4	18,6					

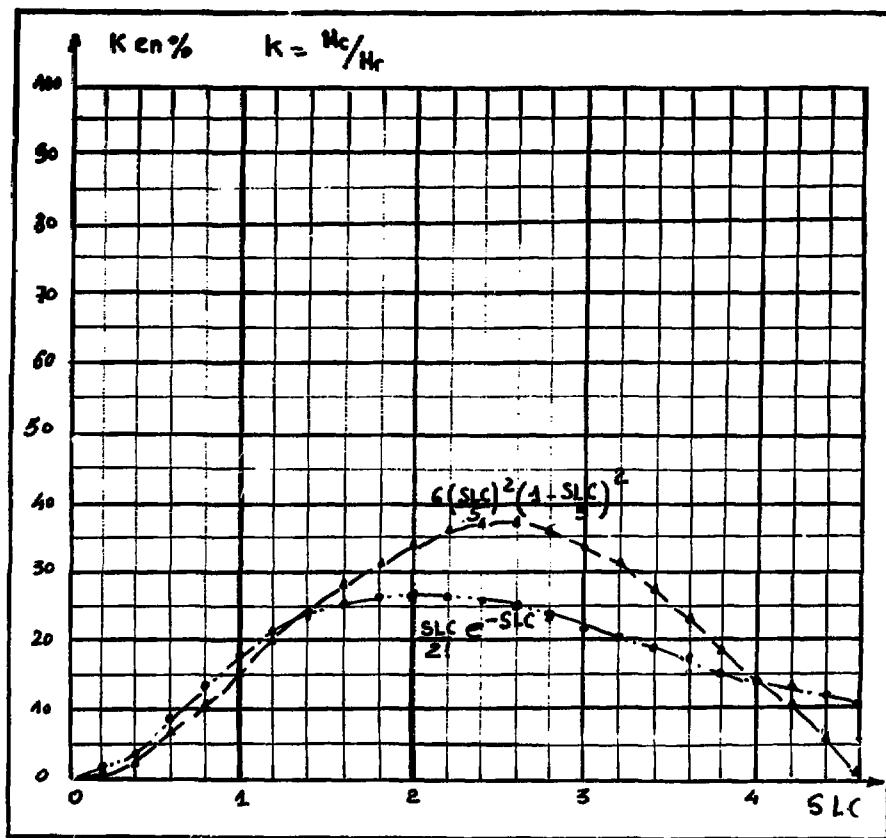


Comparaison entre les expressions établies pour l'alcatoire et pour le laminographe dans le cas d'un dénombrement des transitions positives des niveaux des singulets et doublets.

$$\text{Aléatoire} = e^{-SLC} \text{ et } SLC e^{-SLC}$$

$$\text{laminographe} = \left(1 - \frac{SLC}{5}\right)^4 \text{ et } \frac{4 SLC}{5} \left(1 - \frac{SLC}{5}\right)^3$$

Fig III-61

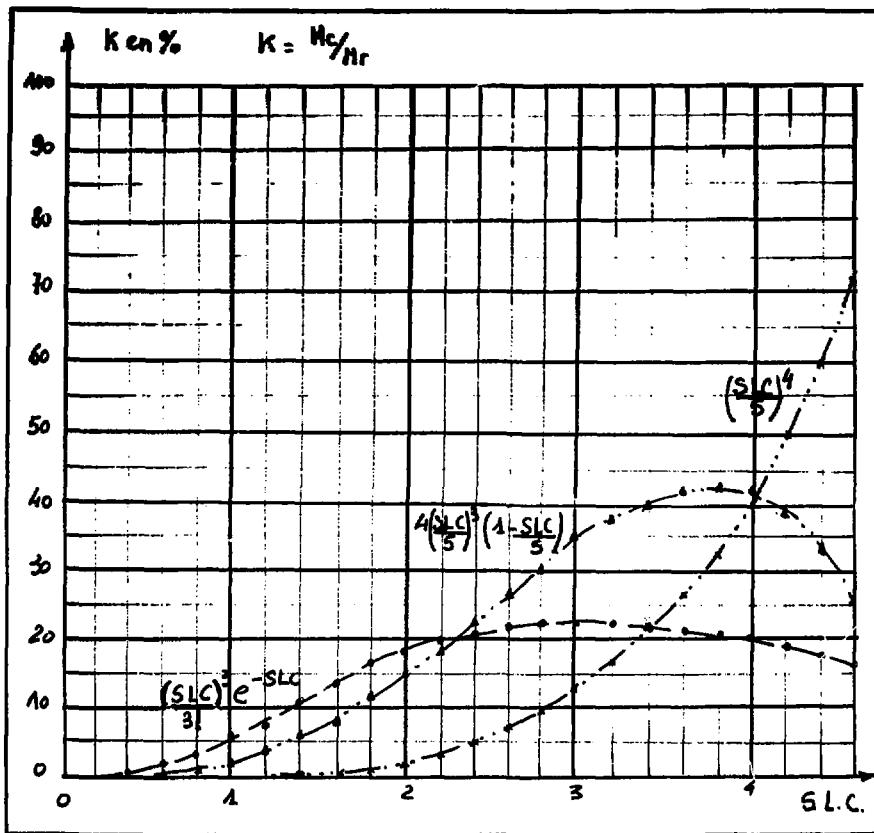


Comparaison entre les expressions établies pour l'aleatoire et pour le laminographie dans le cas d'un dénombrement des transitions positives des niveaux des triplets

$$\text{Aleatoire} = \frac{SLC}{2!} e^{-SLC}$$

$$\text{laminographie} = 6 \left(\frac{SLC}{5}\right)^2 \left(1 - \frac{SLC}{5}\right)^2$$

Fig IV-62



Comparaison entre les expressions établies pour l'aleatoire et pour le laminographe dans le cas d'un dénombrement des transitions positives des niveaux des quartets et quintets.

$$\text{Aleatoire} = \frac{(SLC)^3}{3!} e^{-SLC}$$

$$\text{laminographe} = 4\left(\frac{SLC}{5}\right)^3 \left(1 - \frac{SLC}{5}\right) \text{ et } \left(\frac{SLC}{5}\right)^4$$

Fig IV 63

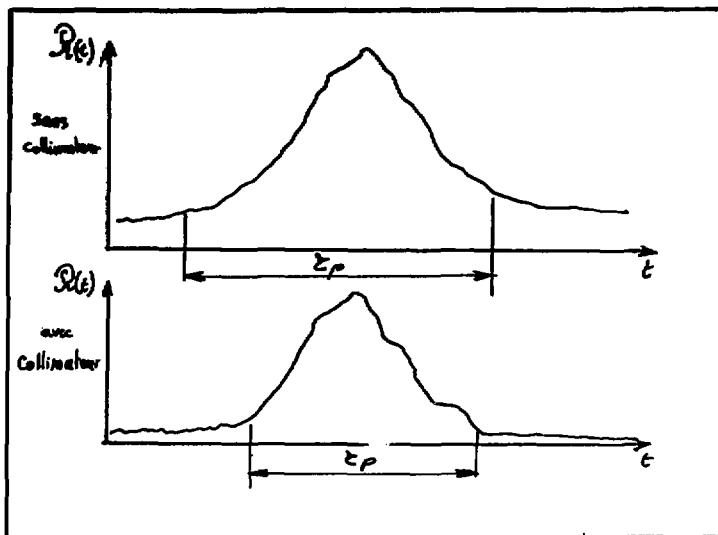


Fig II-64

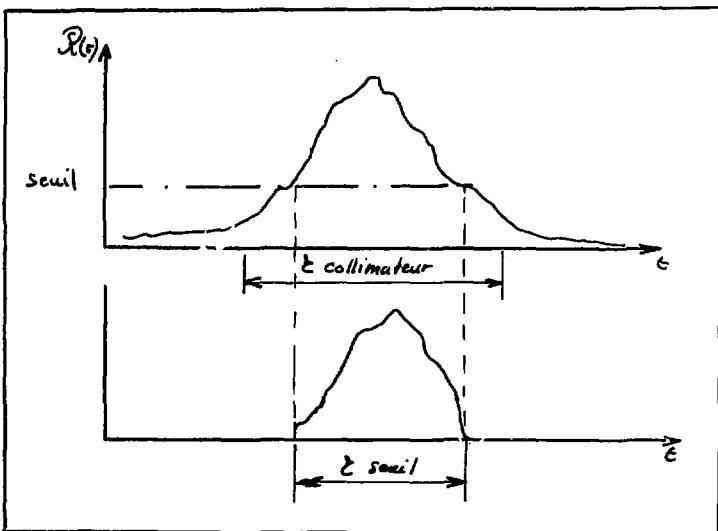


Fig II-65

Comptage maximum des particules d'iridium 192 à 5 pc  
 $h = 1 \text{ cm}$        $d = 1 \text{ cm}$ .

Comptage maximum des particules d'iridium 192 à 5 pc $h = 1 \text{ cm}$ $d = 1 \text{ cm}$ .			
Disque n° 1		Disque n° 2	
n° particule	Comptage en cps	n° particule	Comptage en cps
1	10 187	7	10 892
2	11 250	8	10 275
3	10 630	9	10 540
4	8 954	10	9 424
5	9 876	11	9 939
6	9 772	12	10 381
Disque n° 3		Disque n° 4.	
n° particule	Comptage en cps	n° particule	Comptage en cps
13	9 775	19	10 202
14	9 552	20	10 100
15	11 194	21	9 708
16	9 909	22	10 698
17	10 454	23	11 035
18	9 886	24	9 453

Comptage maximum des particules d'iridium 192 de 5 fm			
$h = 4 \text{ cm} \quad d = 4 \text{ cm}$			
Disque n° 5		Moyennes	
n° particule	Comptage en cps	n° du disque	comptage moyen en cps
25	9861	1	10121
26	9173	2	10242
27	10718	3	9935
28	9266	4	10139
29	10607	5	10115
30	11076	$\bar{x}(+0.5)$	$10135 \pm 101$

Notes: Ces sources d'iridium, provenaient, du découpage en tronçons de 4 mm de longueur, d'une épingle médicale du type IRL2. Le diamètre de ce fil d'iridium est de 0,3 mm, un gainage de platine pur d'une épaisseur de 0,1 mm porte le diamètre total à 0,5 mm. L'activité mesurée au moyen d'une chambre d'ionisation étalonnée était de  $1006 \pm 50$  pCi le 13/8/81 pour une épingle de 112 mm. Rapporté à la date du 14/10/82 et pour des sources élémentaires de 4 mm de longueur, leur activité était de 5 pCi.

Vitesse du disque n°1 $U_1 = 6,43 \text{ cm/s}$					Vitesse du disque n°2 $U_2 = 19,9 \text{ cm/s}$					Vitesse du disque n°3 $U_3 = 32,5 \text{ cm/s}$				
Vitesse du disque n°4 $U_4 = 38,2 \text{ cm/s}$					Vitesse du disque n°5 $U_5 = 46,5 \text{ cm/s}$					$h = 2 \text{ cm} - L = 4 \text{ cm}$ $\theta = 40 \text{ millisecondes}$ $d = 4 \text{ cm} - \Delta = 2 \text{ cm}$ 3 particules par disque.				
référence	nombre de particules calculées à partir de la vitesse des disques	Nombre de particules calculées à partir de la vitesse des disques					$\frac{SLC_1}{SLC_2} = \frac{U_1}{U_2}$	$\frac{N_1}{N_2} = \frac{U_1}{U_2}$	Désenroulement des particules					
		1	2	3	4	5			Nombre de particules calculées à partir de la vitesse des disques	Sans concentra- tion parti- culière de particules	Avec concentra- tion parti- culière de particules	Nombre de particules calculées à partir de la vitesse des disques	Nombre de particules calculées à partir de la vitesse des disques	
28800	1000	-	-	9,45	-	-	0,42	1	10	10	9,45	10	9	
28801	600	-	-	5,67	-	-	0,42	1	6	6	5,67	6	5	
28802	1000	-	-	9,45	-	-	0,42	1	10	10	9,45	10	9	
28803	600	-	-	5,67	-	-	0,42	1	6	6	5,67	6	5	
28804	600	-	-	5,67	-	-	0,42	1	6	6	5,67	6	5	
28805	1000	-	-	9,45	-	-	0,42	1	10	10	9,45	10	9	
28806	1000	-	5,79	9,45	-	-	0,24	1,136	13	15	15,24	16	14	
28807	600	-	3,47	5,67	-	-	0,24	1,136	9	10	9,14	10	8	
28808	600	-	3,47	5,67	-	-	0,24	1,136	9	10	9,14	10	8	
28809	1000	-	5,79	9,45	-	-	0,24	1,136	13	15	15,24	16	14	
28810	1000	1,14	5,79	9,45	-	-	0,36	1,291	16	20	17,08	18	15	
28811	600	1,14	3,47	5,67	-	-	0,36	1,291	9	12	10,24	11	9	
28812	600	1,14	3,47	5,67	-	-	0,36	1,291	9	12	10,24	11	9	
28813	1000	1,14	5,79	9,45	-	-	0,36	1,291	20	26	17,08	18	15	
28814	9000	1,14	5,79	9,45	11,46	-	0,48	1,467	25	37	26,54	30	26	
28815	600	1,14	3,47	5,67	6,88	-	0,48	1,467	17	25	17,42	29	15	
28816	600	1,14	3,47	5,67	6,88	-	0,48	1,467	12	18	17,42	29	15	

Fig II-67

Vitesse du disque n°4					Vitesse du disque n°2					Vitesse du disque n°3				
					$U_2 = 19,3 \text{ cm/s}$					$U_3 = 84,5 \text{ cm/s}$				
Vitesse du disque n°4					Vitesse du disque n°5					$h = 2\text{cm} - L = 4\text{cm}$				
					$U_5 = 46,9 \text{ cm/s}$					$\theta = 10 \text{ millisecondes}$				
Vitesse du disque n°4					Vitesse du disque n°5					$d = 2\text{cm} - C = 2\text{cm}$				
					$z = \text{particules par disque.}$									
références caméra	nomb de mesures	nombre de particules calculées à partir de la vitesse des disques					$\frac{SL \cdot Cr}{LCr} = \frac{K}{N}$	formule IV-106	Dénombrement des particules					
		1	2	3	4	5			Sous comme au seuil successif	avec comme au seuil successif	nomb re moyen de particules $\pm 1,5\%$	écart type et écart type calculé		
28817	1000	1,84	5,79	9,45	11,66	-	0,68	1,667	21	31	28,54	30	26	
28818	x	600	1,40	3,67	5,61	6,88	-	0,68	1,667	15	22	16,12	18	15
28819	x	1000	1,84	5,79	9,45	11,66	11,83	0,60	1,667	28	47	42,64	45	40
28820	x	600	1,40	3,67	5,67	6,88	8,44	0,60	1,667	16	27	25,56	26	23
28821	x	600	1,40	3,67	5,67	6,88	8,44	0,60	1,667	18	30	25,56	28	23
28822	x	600	1,40	3,67	5,67	6,88	8,44	0,60	1,667	17	28	23,56	28	23
28823	x	1000	1,84	5,79	9,45	11,66	11,07	0,60	1,667	32	53	42,64	45	40
28824	x	600	1,40	3,67	5,67	6,88	8,44	0,60	1,667	14	23	25,56	28	23
28825	x	1000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Fig IV 68

Notes : 28817 : mesures effectuées avec le microordinateur Apple II

28824 : mesures effectuées avec l'UCLT 01

Vitesse du disque n° 1 $U_3 = 5,8 \text{ cm/s}$			Vitesse du disque n° 2 $U_3 = 17,4 \text{ cm/s}$			Vitesse du disque n° 3 $U_3 = 27 \text{ cm/s}$							
Vitesse du disque n° 4 $U_4 = 37,6 \text{ cm/s}$			Vitesse du disque n° 5 $U_5 = 50 \text{ cm/s}$			$h = 2 \text{ cm} ; L = 4 \text{ cm}$ $\theta = 10 \text{ millisecondes}$ $d = 4 \text{ cm} ; e = 2 \text{ cm}$ 3 particules par disque							
Références Comme	nb de mesures	Nombre de particules calculées et parti de la vitesse des disques	$SLC_p = LCC_p$	$N_p = \frac{N_p}{K_p}$ Formule IT-106	Dénombrément des particules								
					Nombre moyen sous 1000 particules	avec Comme	Nombre moyen de particules E345	Nombre maximum Calculé					
		Nombre du disque				K							
		1	2	3	4	5							
28900	1000	1,74	5,22	8,1	11,34	-	0,68	1,167	21	31	26,4	29	25
28901	1000	1,74	5,22	8,1	11,34	-	0,68	1,167	28	41	26,4	39	25
28902	600	1,04	3,13	4,86	6,8	-	0,68	1,167	14	20	15,83	18	14
28903	600	1,04	3,13	4,86	6,8	-	0,68	1,167	12	18	15,83	18	14
28904	600	1,04	3,13	4,86	6,8	9,0	0,60	1,167	17	28	24,83	28	23
28905	600	1,04	3,13	4,86	6,8	9,0	0,60	1,167	14	23	24,83	28	23
28906	1000	1,74	5,22	8,1	11,34	15,0	0,60	1,167	32	53	41,4	45	40
28907	600	1,04	3,13	4,86	6,8	9,0	0,60	1,167	17	28	24,83	28	23
28908	1000	1,74	5,22	8,1	11,34	15,0	0,60	1,167	28	47	41,4	45	40
28909	600	1,04	3,13	4,86	6,8	9,0	0,60	1,167	18	30	24,83	28	23
28910	600	1,04	3,13	4,86	6,8	9,0	0,60	1,167	14	23	24,83	28	23

Fig III 69

Vitesse du disque n° 2 $U_2 = 5,8 \text{ cm/s}$		vitesse du disque n° 2 $U_2 = 17,4 \text{ cm/s}$		vitesse du disque n° 3 $U_3 = 27 \text{ cm/s}$	
vitesse du disque n° 4 $U_4 = 37,0 \text{ cm/s}$		vitesse du disque n° 5 $U_5 = 50 \text{ cm/s}$		$t = 2 \text{ sec}$ & $L = 1 \text{ cm}$ $\theta = 10 \text{ millisecondes}$ $d = 4 \text{ mm} - 6 \text{ grammes}$ 3 particules par disque	
Référence	Diamètre avec Correction S=disque	Référence	Diamètre avec Correction S=disque	Référence	Diamètre avec Correction S=disque
28944	23,3	28928	34,6	28945	25
28942	28,3	28929	30	28946	25
28943	30	28930	26,6	28947	33,3
28944	23,3	28931	33,3	28948	34,6
28945	28,3	28932	26,6	28949	26
28946	24,6	28933	33,3	28950	34,6
28947	25	28934	23,3	28951	34,6
28948	25	28935	26,6	28952	26,6
28949	30	28936	24,3	28953	25,6
28950	25	28937	28,3	28954	33,3
28951	30	28938	25	28955	24,3
28952	33,3	28939	26,6	28956	23,3
28953	28,3	28940	26,6	28957	34,6
28954	23,3	28941	24,3	28958	34,6
28955	34,6	28942	28,3	28959	25
28956	28,3	28943	24,6	28960	33,6
28957	26,6	28944	25	28961	25

Fig IV-70

Vitesse du disque n°1 $U_1 = 5,8 \text{ cm/s}$	Vitesse du disque n°2 $U_2 = 17,4 \text{ cm/s}$	Vitesse du disque n°3 $U_3 = 27 \text{ cm/s}$					
Vitesse du disque n°4 $U_4 = 37,8 \text{ cm/s}$	Vitesse du disque n°5 $U_5 = 50 \text{ cm/s}$	$n = 2 \text{ cm} ; L = 6 \text{ cm}$ $\Theta = 10 \text{ millisecondes}$ $d = 4 - 600 \text{ micromètres}$ 5 particules par tirage					
référence	Nombre corrigé Schröder/cm <sup>2</sup>	référence	Nombre corrigé Schröder/cm <sup>2</sup>	référence	Nombre corrigé Schröder/cm <sup>2</sup>	référence	Nombre corrigé Schröder/cm <sup>2</sup>
28979	30	28980	26,6	28981	29,3		
Nombre de particules déterminé à partir du calcul de la vitesse des disques : 24,83 (compris entre 23 et 28)			$\bar{N}_e = 27,8 \text{ particules.} - \bar{U}_{\text{exp}} = 3,15 \text{ particules}$			$\bar{U}_{\text{théorique}} = \sqrt{\bar{N}_e} = 5,27 \text{ particules}$	

Fig IV-71

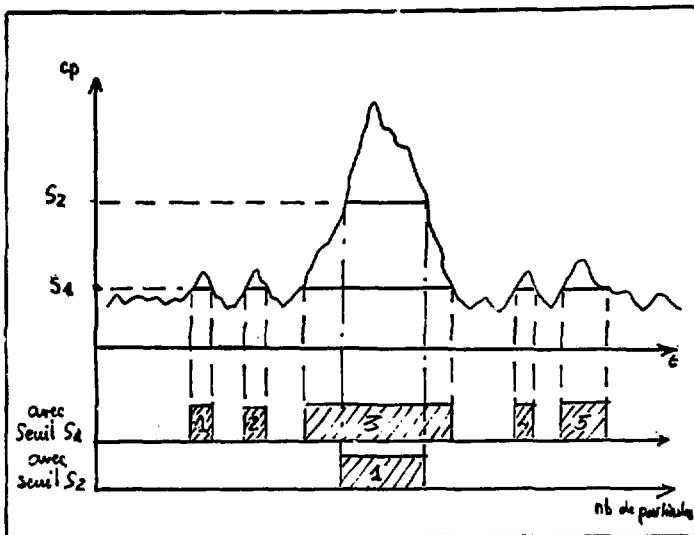


Fig IV-72

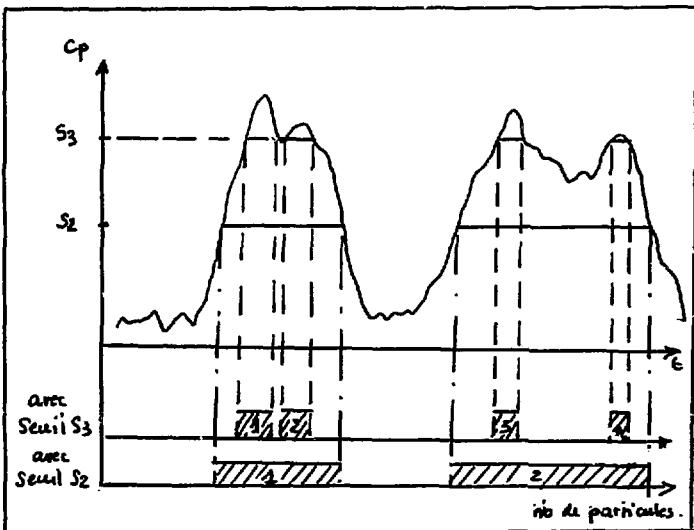
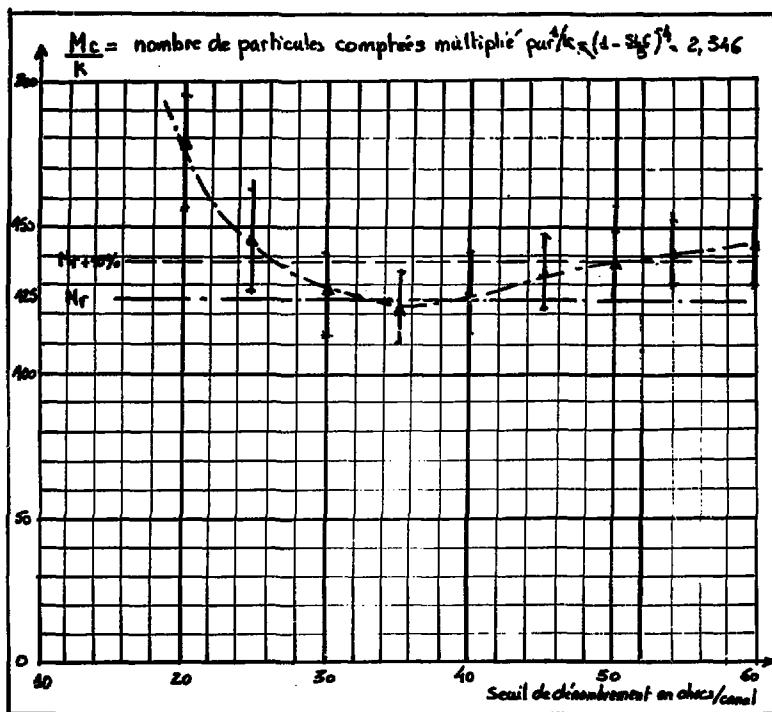


Fig IV-73

vitesse du disque n° 4			vitesse du disque n° 2			vitesse du disque n° 3		
$U_4 = 5,8 \text{ cm/s}$			$U_2 = 17,4 \text{ cm/s}$			$U_3 = 27 \text{ cm/s}$		
vitesse du disque n° 4			$t = 4,6 - C = 2 \text{ cm} \cdot t = 1 \cdot \text{cm}$ $0,5 \cdot 10 \text{ millisecondes} - 1 = 3,2 \text{ cm}$ $1500 \text{ mesures} \quad SLC = 0,96$ $1/16 \cdot 2,346 \quad 6 \text{ particules/disque}$			vitesse du disque n° 3		
référence	seuil 20 coups par second	seuil 25 coups par second	seuil 30 coups par second	seuil 35 coups par second	seuil 40 coups par second	seuil 45 coups par second	seuil 50 coups par second	seuil 55 coups par second
31000	159	169	148	138	144	138	149	148
31001	206	159	129	122	129	129	159	141
31002	188	124	124	129	134	138	143	141
31003	167	159	122	117	115	120	120	122
31004	164	143	150	120	129	129	129	138
31005	144	165	113	117	159	159	134	145
31006	165	155	117	129	127	127	134	138
31007	192	143	149	115	124	129	159	145
31008	183	134	113	122	117	131	165	138
31009	152	110	120	103	129	129	134	144
31010	124	124	124	117	122	127	129	159
31011	176	150	150	117	127	144	124	159
31012	183	169	129	131	145	120	125	150
31013	176	144	120	108	143	159	124	124
$\frac{\bar{M}_C}{K}$	177	165	128	121	129	135	137	142
$\bar{U}_{exp}$	$\pm 48$	$\pm 47$	$\pm 43$	$\pm 40$	$\pm 49$	$\pm 44$	$\pm 42$	$\pm 48$



Evolution du dénombrement des particules en fonction du seuil.

Expériences 31000 à 31013

Fig IV-75

Vitesse du disque n° 4 $U_1 = 5,8 \text{ cm/s}$			vitesse du disque n° 2 $U_2 = 17,4 \text{ cm/s}$			vitesse du disque n° 3 $U_3 = 23 \text{ cm/s}$				
Vitesse du disque n° 4 $U_4 = 37,8 \text{ cm/s}$			vitesse du disque n° 5 $U_5 = 50 \text{ cm/s}$			$h = 4,6 \text{ cm} = 0,10 \text{ mètres}$ $d = 8 \text{ cm} = 0,08 \text{ m}$ $L = 3 \text{ m}$ $\rho_{air} = 1,2 \text{ kg/m}^3$ $S/L = 0,96$ $f_k = 2,366 \text{ équation/étape}$				
$R_c$ c e t e r e s	Seuil 20 coups/ canal		Seuil 50 coups/ canal		seuil 40 coups/ canal		Seuil 50 coups/ canal		Seuil 60 coups/ canal	
	$H_c$ brut	$H_c$ corrige' de K	$H_c$ brut	$H_c$ corrige' de K	$H_c$ brut	$H_c$ corrige' de K	$H_c$ brut	$H_c$ corrige' de K	$H_c$ brut	$H_c$ corrige' de K
31300	65	152	49	115	50	117 (116)	57	134	63	148
31301	58	136	51	120	62	115 (119,4)	60	141	64	150
31302	62	115	49	115	56	131 (135,7)	60	149	68	159
31303	62	115	53	124	57	134 (133,6)	58	136	63	148
31304	77	181	54	127	58	136 (121,2)	69	143	63	148
31305	77	181	56	131	60	144 (120,3)	59	138	64	150
31306	68	159	57	134	58	136 (132,3)	60	141	65	152
31307	71	167	52	122	52	120 (121)	59	138	62	145
31308	69	162	54	127	58	136 (162,9)	64	150	73	174
31309	56	147	51	120	49	115 (145,3)	62	145	70	166
31310	74	174	54	127	54	127 (119,3)	58	136	62	145
$H_c$ minimum = 123			$H_c = 124,2$			$H_c$ maximum = 127				

Pour le seuil 40, on donne, entre parenthèses, le  $H_c$  corrigé' par la formule  $H_c = H_c / ((\frac{T}{S})^{2,0})^{4/5}$

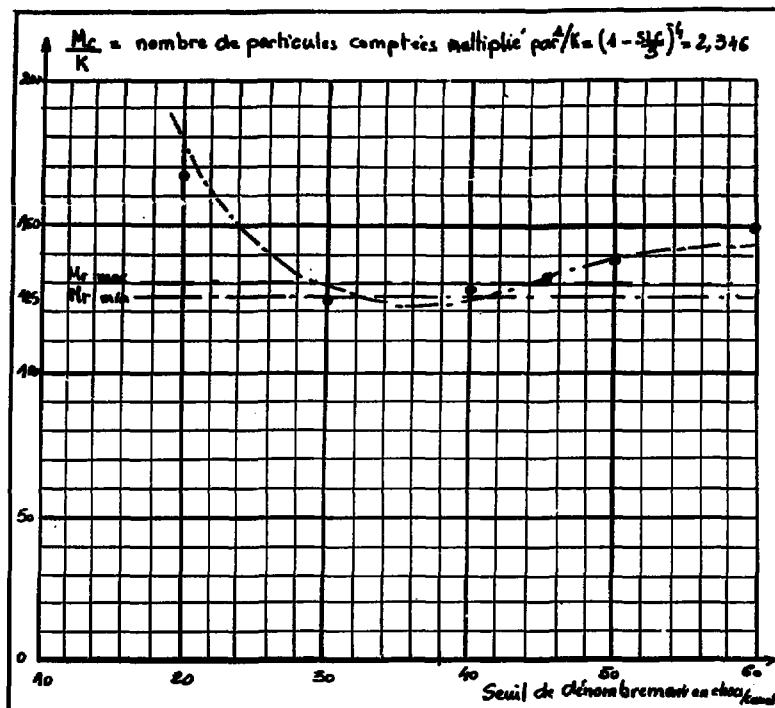
Fig - IV - 76

Vitesse du disque n° 1				Vitesse du disque n° 2				Vitesse du disque n° 3			
		$U_1 = 57,8 \text{ cm/s}$				$U_2 = 117,4 \text{ cm/s}$				$U_3 = 277 \text{ cm/s}$	
Vitesse sur chaque n° 4				Vitesse du disque n° 5				$\Omega = 3,6 \text{ m/s} \quad \theta = 45^\circ \text{ degrés}$ $a = 4 \text{ cm} \quad c = 2 \text{ cm} \quad L = 3,2 \text{ cm}$ $1800 \text{ tours/min} \quad SLC = 0,36$ $4/\kappa = 2,546 \quad 6 \text{ particules par disque}$			
R é s e c c e s		Seuil 20 coups/canal		Seuil 30 coups/canal		Seuil 40 coups/canal		Seuil 50 coups/canal		Seuil 60 coups/canal	
Rc brut		Rc corrige de K		Rc brut		Rc corrige de K		Rc brut		Rc corrige de K	
31311	63	148	50	117	55	129 (127)	60	144	65	152	
31312	68	159	51	120	54	127 (119)	57	134	63	148	
31313	70	164	56	131	54	127 (116)	58	136	63	148	
31314	65	152	56	131	55	129 (121)	54	127	57	134	
31315	86	202	57	134	60	141 (124)	60	144	63	148	
31316	72	167	55	129	57	134 (122)	64	150	67	157	
31317	68	143	49	115	48	113 (110)	54	127	61	143	
31318	64	130	44	103	50	117 (112)	55	129	69	142	
31319	67	157	40	94	45	106 (103)	54	127	61	143	
$\bar{R}_c$	67,4	158	58,9	122	58,55	128	58,7	138	64,3	151	
Tapp	7,76	18	4,36	10	4,50	10	2,98	7			8
$\bar{R}_{tapp}$	8,2		7,32		7,4	11,3	7,66				
$R_c \text{ minimum} = 123$				$\bar{R}_c = 124,2$				$R_c \text{ maximum} = 127$			

(suite du tableau IV-76)

Fig IV-77

Pour le seuil 40, on donne, entre parenthèses, le  $R_c$  corrigé par la formule  
 $R_c = R_{c0} / \left( \frac{T}{T_0} \right)^{4/5}$ , ainsi que la moyenne et la dispersion.



(comparaison entre le dénombrement par seuil expérimental (31000 à 31043) --- " ---"  
et le dénombrement par seuil expérimental (31300 à 31340) "○"

Fig IV - 78

Vitesse du disque n°1 $U_1 = 5,8 \text{ cm/s}$		Vitesse du disque n°2 $U_2 = 17,4 \text{ cm/s}$		Vitesse du disque n°3 $U_3 = 27 \text{ cm/s}$	
Vitesse du disque n°4 $U_4 = 37,8 \text{ cm/s}$		Vitesse du disque n°5 $U_5 = 50 \text{ cm/s}$		$h = 6 \text{ cm} \quad B = 40 \text{ millimètres}$ 6 particules pour disque $\Sigma U = 0,98 - L = 38 \text{ cm} \quad 1500 \text{ mm}$	
Références	Seuil 20 coups	Seuil 30 coups	Seuil 40 coups	Seuil 50 coups	Seuil 60 coups
	$\Sigma [4]$ en millisecondes	$\Sigma [4]$ en millisecondes	$\Sigma [4]$ en millisecondes	$\Sigma [4]$ en millisecondes	$\Sigma [4]$ en millisecondes
34300	11930	10510	9880	9350	8700
34301	12150	10870	10290	9640	8720
34302	11830	10610	10060	9350	8720
34303	11930	10600	9830	9360	8700
34304	11620	10120	9260	8800	8360
34305	11670	10150	9340	8660	8340
34306	11800	10380	9630	9140	8580
34307	12120	10650	9910	9300	8700
34308	11860	10760	10160	9610	8890
34309	11610	10680	9440	9190	8560

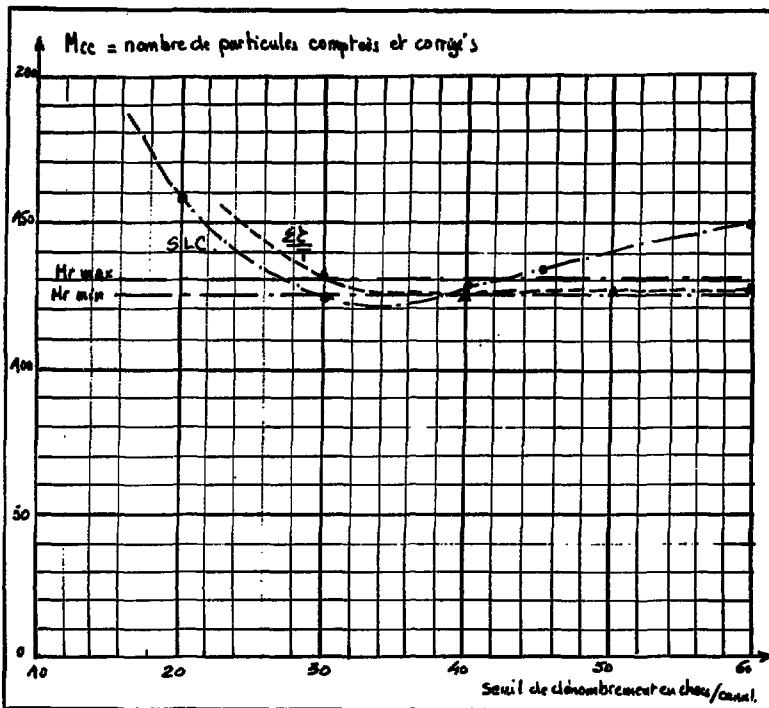
Fig IV-79

Vitesse du disque n° 1 $U_1 = 55,8 \text{ cm/s}$		Vitesse du disque n° 2 $U_2 = 57,4 \text{ cm/s}$		Vitesse du disque n° 3 $U_3 = 57 \text{ cm/s}$	
Vitesse du disque n° 4 $U_4 = 58,8 \text{ cm/s}$		Vitesse du disque n° 5 $U_5 = 59 \text{ cm/s}$		$t = 1,6 \text{ ms} \rightarrow G = 10 \text{ millisecondes}$ 6 particules par disques $SAC = 0,96 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2/\text{disque}$	
références	Souil 20 coups	Souil 30 coups	Souil 40 coups	Souil 50 coups	Souil 60 coups
	$\Sigma [1]$ en millisecondes	$\Sigma [1]$ en millisecondes	$\Sigma [1]$ en millisecondes	$\Sigma [1]$ en millisecondes	$\Sigma [1]$ en millisecondes
34310	11640	10150	9430	9020	8480
34311	11640	10460	9340	9190	8560
34312	11600	10420	9150	8860	8270
34313	11230	9920	9250	8730	8160
34314	11650	10170	9390	9000	8540
34315	11300	9620	8940	8420	7920
34316	11370	9910	9230	8550	7950
34317	11620	10280	9710	9170	8670
34318	11370	10240	9550	9040	8350
34319	11410	10130	9690	9040	8410
$\bar{\Sigma}_p$	11670	10230	9620	9050	8470
$\bar{\Sigma}_m$	270	310	323	310	274
$SAC$	1,300	1,034	0,926	0,844	0,766

Fig IV-80

vitesse du claque n° 1 $U_1 = 5,8 \text{ cm/s}$	vitesse du claque n° 2 $U_2 = 17,4 \text{ cm/s}$	vitesse du claque n° 3 $U_3 = 27 \text{ cm/s}$			
vitesse du claque n° 4 $U_4 = 37,8 \text{ cm/s}$	vitesse du claque n° 5 $U_5 = 50 \text{ cm/s}$	$h = 1,6 \text{ cm}$ $B = 10 \text{ mm}$ $d = 6 \text{ cm}$ $C = 2 \text{ cm}$ $L = 3,2 \text{ cm}$ 1700 mises			
Déambulat. corrigé par la mesure de seuil 20 temps	Déambulat. corrigé par la mesure de seuil 20 temps	Déambulat. corrigé par la mesure de seuil 20 temps	Déambulat. corrigé par la mesure de seuil 20 temps	Déambulat. corrigé par la mesure de seuil 60 temps	Déambulat. corrigé par la mesure de seuil 60 temps
$\bar{M}_e$	158	122	128	158	151
$\bar{M}_{exp}$	18	10	10	7	8
	Déambulat. corrigé par la mesure de seuil 20 temps	Déambulat. corrigé par la mesure de seuil 20 temps	Déambulat. corrigé par la mesure de seuil 20 temps	Déambulat. corrigé par la mesure de seuil 20 temps	Déambulat. corrigé par la mesure de seuil 60 temps.
$\bar{M}_e$	225	131	124	123	125
$\bar{M}_{exp}$					
Mr minimum = 123      Mr = 124,2      Mr maximum = 127					

Fig IV - 81



Evolution du nombre de particules comptées, corrigé à partir des paramètres géométrique et de SLC déterminé à partir des temps d'occupation du compteur d'après la formule  $\frac{E_2}{T} = \left(1 - \frac{SLC}{n}\right)^{n-1}$

Fig III 82

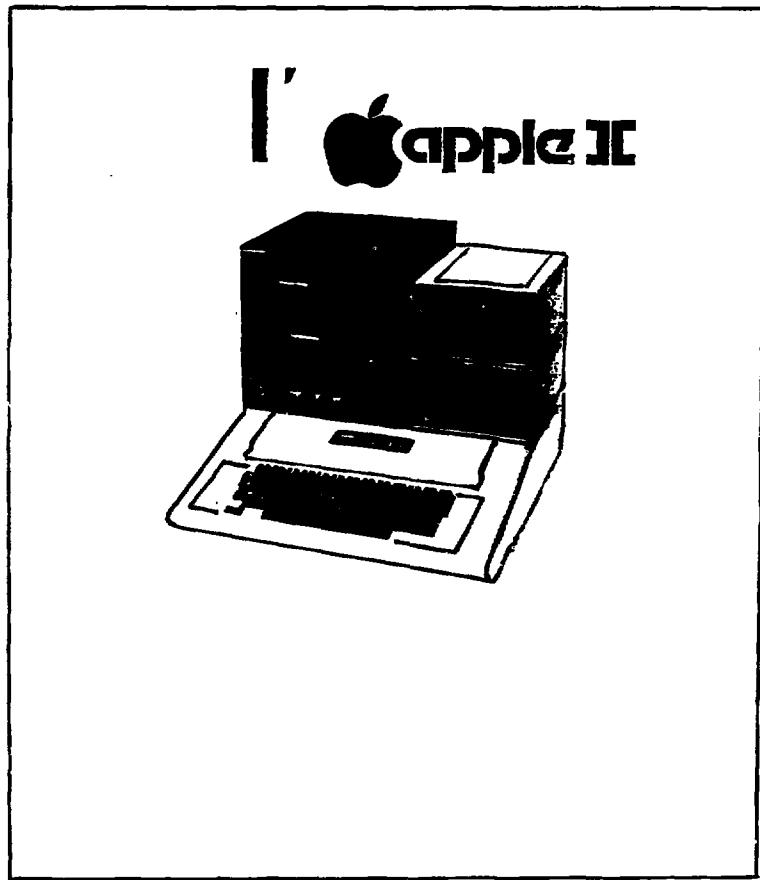
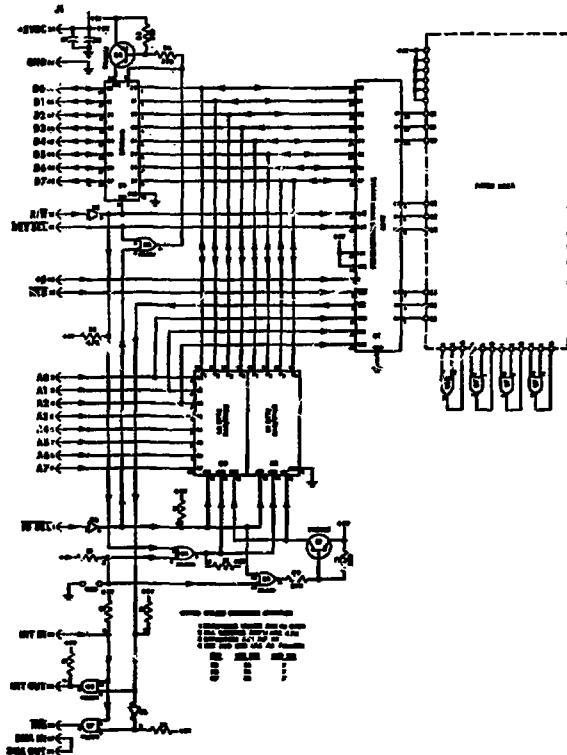


Fig. IV-83



Carte -IRQ TGBU

Fig IV-34

```
7000 REM ACQUISITION
7001 HOME
7004 A = B
7005 M = B
7010 D$ = CHR$(6)
7011 F = 0
7020 POKE 116,158
7030 PRINT D$;"LOAD COMPT2"
7040 FLASH
4 7050 INPUT "TEMPS EN SECONDE : ";T
7051 PRINT : INPUT "NOMBRE DE CANAUX (MAXI=1000) ";CN
7052 NORMAL : INVERSE
7053 PRINT : PRINT "C'EST PARTI !"
7054 R = R20 + T - 1
7055 VI = 35976
7070 DI = INT((24576 + CN) / 256)
7071 POKE 35968,DI
7072 CI = ((24576 + CN) - (DI * 256))
7073 POKE 35961,CI
7080 POKE 35952,255: POKE 35953,1
7090 POKE 1622,81: POKE 1623,144
7100 CR = 43528:C2 = CR + 14*U1 = CR + 2*T1 = CR + 3
7110 U2 = CR + 4*T2 = CR + 5*U3 = CR + 6*T3 = CR + 7
7120 POKE C2,13: POKE CR,1
7130 POKE CR,0: POKE U1,255: POKE T1,255
7140 POKE C2,68: POKE U2,R: POKE T2,2
7150 POKE CR,133: POKE US,8: POKE TS,234
7170 CALL VI
4 7180 N = C PEEK (35877) + PEEK (35878) + 256 - 24576
7190 IF N = M GOTO 7190
7200 D2K(M + 1) = 65535 - PEEK (28672 + M) - (PEEK (24576 + M) + 256)
7205 PRINT M + 1;" "ID2K(M + 1)
7206 M = M + 1
5 7207 IF N = CN GOTO 7209
7208 GOTO 7215
7209 IF A = B THEN HTAB (13): PRINT "L'ACQUISITION EST TERMINEE"
7210 A = 1
7215 IF M = CN GOTO 7300
7220 GOTO 7190
7230 TD = CN + 1
7700 GET #6
7900 RETURN
```

Fig IV-85

2200- AD 01 CB AD 04 CP AL BS +20001LLL						
2200-	AD	01	CB	1	DA	4C681
2201-	AD	04	CP	1	LDA	#C984
2202-	AD	05	CB	1	LDA	#C985
2203-	AD	02	CB	1	LDA	#C982
2204-	SD	03	BS	STA	#59008	
2205-	SD	03	CB	LDA	#10005	
2206-	SD	03	CB	STA	#10005	
2207-	SD	03	BS	LDA	#20000	
2208-	SD	03	CB	STA	#20000	
2209-	SD	03	BS	LDA	#20000	
2210-	SD	03	CB	STA	#20000	
2211-	SD	03	CB	LDA	#20000	
2212-	SD	03	CB	STA	#20000	
2213-	SD	03	CB	LDA	#20000	
2214-	SD	03	BS	TNC	#5901X	
2215-	SD	03	CB	BME	#5902E	
2216-	SD	03	CB	TNC	#5900F	
2217-	SD	03	CB	TNC	#5901X	
2218-	SD	13	BS	TNC	#5901X	
2219-	SD	03	BS	TNC	#5901X	
2220-	SD	03	BS	BME	#5902E	
2221-	SD	03	BS	TNC	#5900F	
2222-	SD	14	BS	TNC	#5901X	
2223-	SD	03	BS	LDA	#59060	
2224-	SD	03	BS	CMP	#5906E	
2225-	SD	03	BS	BED	#59064	
2226-	SD	03	BS	REG	#59038	
2227-	SD	03	BS	LDA	#443	
2228-	AD	05	BS	R71		
2229-	AD	01	BS	LDA	#59051	
2230-	CD	05	BS	CMP	#5906D	
2231-	FB	03	BS	BED	#59064	
2232-	AD	03	BS	LDA	#443	
2233-	AD	03	BS	R71		
2234-	AD	03	BS	LDA	#59053	
2235-	SD	01	CB	STA	#590A1	
2236-	SD	02	CB	STA	#5909A	
2237-	SD	03	BS	LDA	#443	
2238-	AD	03	BS	R71		
2239-	SD	03	BS	BPK		
2240-	SD	03	BS	BPK		
2241-	SD	03	BS	BPK		
2242-	SD	03	BS	BPK		
2243-	SD	03	BS	BPK		
2244-	SD	03	BS	BPK		
2245-	SD	03	BS	BPK		
2246-	SD	03	BS	BPK		
2247-	SD	03	BS	BPK		
2248-	SD	03	BS	BPK		
2249-	SD	03	BS	BPK		
2250-	SD	03	BS	BPK		
2251-	SD	03	BS	BPK		
2252-	SD	03	BS	BPK		
2253-	SD	03	BS	BPK		
2254-	SD	03	BS	BPK		
2255-	SD	03	BS	BPK		
2256-	SD	03	BS	BPK		
2257-	SD	03	BS	BPK		
2258-	SD	03	BS	BPK		
2259-	SD	03	BS	BPK		
2260-	SD	03	BS	BPK		
2261-	SD	03	BS	BPK		
2262-	SD	03	BS	BPK		
2263-	SD	03	BS	BPK		
2264-	SD	03	BS	BPK		
2265-	SD	03	BS	BPK		
2266-	SD	03	BS	BPK		
2267-	SD	03	BS	BPK		
2268-	SD	03	BS	BPK		
2269-	SD	03	BS	BPK		
2270-	SD	03	BS	BPK		
2271-	SD	03	BS	BPK		
2272-	SD	03	BS	BPK		
2273-	SD	03	BS	BPK		
2274-	SD	03	BS	BPK		
2275-	SD	03	BS	BPK		
2276-	SD	03	BS	BPK		
2277-	SD	03	BS	BPK		
2278-	SD	03	BS	BPK		
2279-	SD	03	BS	BPK		
2280-	SD	03	BS	BPK		
2281-	SD	03	BS	BPK		
2282-	SD	03	BS	BPK		
2283-	SD	03	BS	BPK		
2284-	SD	03	BS	BPK		
2285-	SD	03	BS	BPK		
2286-	SD	03	BS	BPK		
2287-	SD	03	BS	BPK		
2288-	SD	03	BS	BPK		
2289-	SD	03	BS	BPK		
2290-	SD	03	BS	BPK		
2291-	SD	03	BS	BPK		
2292-	SD	03	BS	BPK		
2293-	SD	03	BS	BPK		
2294-	SD	03	BS	BPK		
2295-	SD	03	BS	BPK		
2296-	SD	03	BS	BPK		
2297-	SD	03	BS	BPK		
2298-	SD	03	BS	BPK		
2299-	SD	03	BS	BPK		
2300-	SD	03	BS	BPK		
2301-	SD	03	BS	BPK		
2302-	SD	03	BS	BPK		
2303-	SD	03	BS	BPK		
2304-	SD	03	BS	BPK		
2305-	SD	03	BS	BPK		
2306-	SD	03	BS	BPK		
2307-	SD	03	BS	BPK		
2308-	SD	03	BS	BPK		
2309-	SD	03	BS	BPK		
2310-	SD	03	BS	BPK		
2311-	SD	03	BS	BPK		
2312-	SD	03	BS	BPK		
2313-	SD	03	BS	BPK		
2314-	SD	03	BS	BPK		
2315-	SD	03	BS	BPK		
2316-	SD	03	BS	BPK		
2317-	SD	03	BS	BPK		
2318-	SD	03	BS	BPK		
2319-	SD	03	BS	BPK		
2320-	SD	03	BS	BPK		
2321-	SD	03	BS	BPK		
2322-	SD	03	BS	BPK		
2323-	SD	03	BS	BPK		
2324-	SD	03	BS	BPK		
2325-	SD	03	BS	BPK		
2326-	SD	03	BS	BPK		
2327-	SD	03	BS	BPK		
2328-	SD	03	BS	BPK		
2329-	SD	03	BS	BPK		
2330-	SD	03	BS	BPK		
2331-	SD	03	BS	BPK		
2332-	SD	03	BS	BPK		
2333-	SD	03	BS	BPK		
2334-	SD	03	BS	BPK		
2335-	SD	03	BS	BPK		
2336-	SD	03	BS	BPK		
2337-	SD	03	BS	BPK		
2338-	SD	03	BS	BPK		
2339-	SD	03	BS	BPK		
2340-	SD	03	BS	BPK		
2341-	SD	03	BS	BPK		
2342-	SD	03	BS	BPK		
2343-	SD	03	BS	BPK		
2344-	SD	03	BS	BPK		
2345-	SD	03	BS	BPK		
2346-	SD	03	BS	BPK		
2347-	SD	03	BS	BPK		
2348-	SD	03	BS	BPK		
2349-	SD	03	BS	BPK		
2350-	SD	03	BS	BPK		
2351-	SD	03	BS	BPK		
2352-	SD	03	BS	BPK		
2353-	SD	03	BS	BPK		
2354-	SD	03	BS	BPK		
2355-	SD	03	BS	BPK		
2356-	SD	03	BS	BPK		
2357-	SD	03	BS	BPK		
2358-	SD	03	BS	BPK		
2359-	SD	03	BS	BPK		
2360-	SD	03	BS	BPK		
2361-	SD	03	BS	BPK		
2362-	SD	03	BS	BPK		
2363-	SD	03	BS	BPK		
2364-	SD	03	BS	BPK		
2365-	SD	03	BS	BPK		
2366-	SD	03	BS	BPK		
2367-	SD	03	BS	BPK		
2368-	SD	03	BS	BPK		
2369-	SD	03	BS	BPK		
2370-	SD	03	BS	BPK		
2371-	SD	03	BS	BPK		
2372-	SD	03	BS	BPK		
2373-	SD	03	BS	BPK		
2374-	SD	03	BS	BPK		
2375-	SD	03	BS	BPK		
2376-	SD	03	BS	BPK		
2377-	SD	03	BS	BPK		
2378-	SD	03	BS	BPK		
2379-	SD	03	BS	BPK		
2380-	SD	03	BS	BPK		
2381-	SD	03	BS	BPK		
2382-	SD	03	BS	BPK		
2383-	SD	03	BS	BPK		
2384-	SD	03	BS	BPK		
2385-	SD	03	BS	BPK		
2386-	SD	03	BS	BPK		
2387-	SD	03	BS	BPK		
2388-	SD	03	BS	BPK		
2389-	SD	03	BS	BPK		
2390-	SD	03	BS	BPK		
2391-	SD	03	BS	BPK		
2392-	SD	03	BS	BPK		
2393-	SD	03	BS	BPK		
2394-	SD	03	BS	BPK		
2395-	SD	03	BS	BPK		
2396-	SD	03	BS	BPK		
2397-	SD	03	BS	BPK		
2398-	SD	03	BS	BPK		
2399-	SD	03	BS	BPK		
2400-	SD	03	BS	BPK		
2401-	SD	03	BS	BPK		
2402-	SD	03	BS	BPK		
2403-	SD	03	BS	BPK		
2404-	SD	03	BS	BPK		
2405-	SD	03	BS	BPK		
2406-	SD	03	BS	BPK		
2407-	SD	03	BS	BPK		
2408-	SD	03	BS	BPK		
2409-	SD	03	BS	BPK		
2410-	SD	03	BS	BPK		
2411-	SD	03	BS	BPK		
2412-	SD	03	BS	BPK		
2413-	SD	03	BS	BPK		
2414-	SD	03	BS	BPK		
2415-	SD	03	BS	BPK		
2416-	SD	03	BS	BPK		
2417-	SD	03	BS	BPK		
2418-	SD	03	BS	BPK		
2419-	SD	03	BS	BPK		
2420-	SD	03	BS	BPK		
2421-	SD	03	BS	BPK		
2422-	SD	03	BS	BPK		
2423-	SD	03	BS	BPK		
2424-	SD	03	BS	BPK		
2425-	SD	03	BS	BPK		
2426-	SD	03	BS	BPK		
2427-	SD	03	BS	BPK		
2428-	SD	03	BS	BPK		
2429-	SD	03	BS	BPK		
2430-	SD	03	BS	BPK		
2431-	SD	03	BS	BPK		
2432-	SD	03	BS	BPK		
2433-	SD	03	BS	BPK		
2434-	SD	03	BS	BPK		
2435-	SD	03	BS	BPK		
2436-	SD	03	BS	BPK		
2437-	SD	03	BS	BPK		
2438-	SD	03	BS	BPK		
2439-	SD	03	BS	BPK		
2440-	SD	03	BS	BPK		
2441-	SD	03	BS	BPK		
2442-	SD	03	BS	BPK		
2443-	SD	03	BS	BPK		
2444-	SD	03	BS	BPK		
2445-	SD	03	BS	BPK		
2446-	SD	03	BS	BPK		
2447-	SD	03	BS	BPK		
2448-	SD	03	BS	BPK		
2449-	SD	03	BS	BPK		
2450-	SD	03	BS	BPK		
2451-	SD	03	BS	BPK		
2452-	SD	03	BS	BPK		
2453-	SD	03	BS	BPK		
2454-	SD	03	BS	BPK		
2455-	SD	03	BS	BPK		
2456-	SD	03	BS	BPK		
2457-	SD	03	BS	BPK		
2458-	SD	03	BS	BPK		
2459-	SD	03	BS	BPK		
2460-	SD	03	BS	BPK		
2461-	SD	03	BS	BPK		

```
*LIST
30 PRN 0
100 REM -----MENU-----
110 POKE 16143, 0
120 D$ = CHR$(4)
130 DIM DK(1121)
131 DIM D2$(1121)
132 DIM D3$(1121)
200 HOME
201 TEXT
210 SD = 0
211 INVERSE
220 VTAB (3)
230 PRINT "***** MENU DU JOUR *****"
240 VTAB (18)
245 COLOR= 2
250 PRINT "STOCKAGE SUR FLOPPY :1"
260 PRINT "RECUPERATION DONNEES :2"
270 PRINT "HISTOGRAMME :3"
275 PRINT "GRAPHIQUE :4"
280 PRINT "IMPRESSION :5"
290 PRINT "TRAITEMENT :6"
300 PRINT "ACQUISITION :7"
310 PRINT "RELOCATION :8"
320 PRINT "DEBAR PENTE :9"
330 PRINT "ZOOM :10"
340 PRINT "SEUIL :11"
380 FLASH
390 VTAB (23); HTAB (5); PRINT "QUEL EST L'OBJET DE VOS DESIRS :"
391 NORMAL : INVERSE
401 INPUT R$
405 R = VAL (R$)
410 IF R > 12 THEN GOSUB 28000
420 ON R GOSUB 1000, 2000, 3000, 4000, 5000, 6000, 7000, 8000, 30000, 40000, 50000,
500 GOTO 200
```

Fig IV 87

```
1888 REM ---ENREGISTREMENT DATA---"
1889 MAX = 8
1890 HOME
1891 PRINT : PRINT : PRINT
1892 PRINT "2000 ENTRÉE DE COURSE 2000"
1893 PRINT
1894 PRINT "CREATION+STORAGE :1"
1895 PRINT "PRINT SIMPLE STOCKAGE :2"
1896 VTRB (12): INPUT "CHOIX :" ; IRB:R2 = VAL (RB)
1897 INPUT "COURBE NO :" ; INC$ 
1898 IF INC$ = "" THEN RETURN
1899 PRINT : PRINT
1900 VTRB (28)
1901 ON R2 GOTO 1950,1288
1902 GOTO 1988
1903 PRINT "POUR CLORE LE FICHIER TAPER UN NBRE <0"
1904 PRINT : PRINT
1905 TD = 1
1906 PRINT
1907 PRINT TD;".... "
1908 PRINT CHR$ (7); CHR$ (7); CHR$ (7);
1909 INPUT X
1910 IF X < 0 THEN 1288
1911 D2X(TD) = X
1912 TD = TD + 1
1913 GOTO 1188
1914 ACS = "ACCU" + INC$
1915 TD = TD - 1
1916 IF TD < 1 THEN PRINT : PRINT "COURBE ABSENTE"; HOME : GOTO 228
1917 PRINT D61"OPEN " + ACS
1918 PRINT D61"DELETE " + ACS
1919 PRINT D61"OPEN " + ACS
1920 PRINT D61"WRITE " + ACS
1921 PRINT TD
1922 FOR I = 1 TO TD
1923 PRINT D2K(I)
1924 IF D2K(I) > MAX THEN MAX = D2K(I)
1925 NEXT I
1926 PRINT D61"CLOSE " + ACS
1927 GOSUB 3988
1928 RETURN
```

Fig IV-88

```
2800 REM -----RECUP DES DATA-----
2805 HOME
2810 MAX = 0
2815 COLOR= 5
2820 PRINT "RECUPERATION D'UNE COURSE"
2825 INPUT : PRINT
2830 INPUT "COURSE NO :"INC6
2831 IF INC6 = "" THEN RETURN
2833 PRINT : PRINT : PRINT
2840 PRINT "ATTEND UN PEU"
2845 ACS = "ACCU" + INC6
2850 PRINT D6;"OPEN " + ACS
2855 PRINT D6;"READ " + ACS
2860 INPUT TD
2865 FOR I = 1 TO TD
2870 INPUT X
2875 IF X > MAX THEN MAX = X
2880 D2K(I) = X
2885 DK(I) = X
2890 NEXT I
2900 PRINT D6;"CLOSE " + ACS
2905 PRINT "C'EST BON"
2910 GOSUB 3000
2915 RETURN
2920 REM DATAS DANS D2:TRAILLE TD: DATA:MAX: MAX
2925
2930 REM -----TRACE DE COURSE----- ( histogramme )
2935 HOME
2940 REM -----UTILISE D2:TD,MAX---
2945 IF MAX = 0 THEN PRINT : PRINT "COURSE ABSENTE " : HOME : GOTO 220
2950 HOME2
2955 HCOLOR= 2
2960 HPLDT 0,0 TO 0,191
2965 HPLDT 0,191 TO 279,191
2970 HCOLOR= 1
2975 S = 256 / TD
2980 FOR H = 1 TO TD
2985 Y = (160 + D2*(H)) / MAX
2990 FOR Z = S + H TO S + (H + 1)
2995 HPLDT Z,198 TO Z,199 - Y
3000 NEXT Z
3005 NEXT H
3010 GET RS: IF RS = "" THEN 3500
3015 IF RS = "M" THEN RETURN
3020 RETURN
3025
```

fig IV-89

```
4000 REM GRAPHIQUE-----
4001 REM
4002 IF TD = 0 THEN PRINT : PRINT "COURS ARRENTE :: HOME : GOTO 220"
4003 S = 250 / TD
4005 IF MAX = 0 THEN RETURN
4010 HOME
4020 HCOLOR= 2
4030 HPLOT B,B TO 0,191
4035 HPLOT B,191 TO 279,191
4055 Y1 = 190:X1 = 2
4060 NY = 150 / MAX
4065 HCOLOR= 5
4070 NX = 250 / TD
4080 FOR I = 1 TO TD
4090 X2 = INT(X1)*Y2 = INT(Y1)
4100 Y1 = 190 - NY * D2(I)
4110 X1 = S1 = 2 + NX * I
4120 HPLOT X2,Y2 TO X1,Y1
4130 NEXT I
4135 IF CINE = 1 THEN 4150
4140 DEF RS: IF RS = "" THEN 4145
4145 PRINT CHR$(7)
4150 IF RS = "O" THEN 10000
4155 RETURN
```

```
5001 DS = CHR$(6)
5010 PRINT DS;"PR01"
5020 PRINT CHR$(12): PRINT CHR$(29)
5025 FOR I = 1 TO 10: PRINT : NEXT I
5030 PRINT " COURSE NO : " INC$ 
5040 PRINT " * * * * * * * * * * "
5050 PRINT : PRINT
5060 IS = CHR$(9)
5065 EC = MAX / 120
5070 L = 150
5080 PRINT IS;L;L;""
5090 FOR I = 1 TO TD
5100 V = D2X(I) / EC
5110 :PRINT D2X(I))
5120 O = LED( STR$( C INT (D2X(I)))) 
5130 PRINT SPCK( B - O):
5140 FOR C = 1 TO V
5150 PRINT "B"
5160 NEXT C
5170 PRINT
5180 NEXT I
5185 PRINT : PRINT "ECHELLE = ":(1 / EC)
5190 FOR I = 1 TO 10: PRINT : NEXT I
5195 PRINT DS;"PR06"
5200 RETURN
```

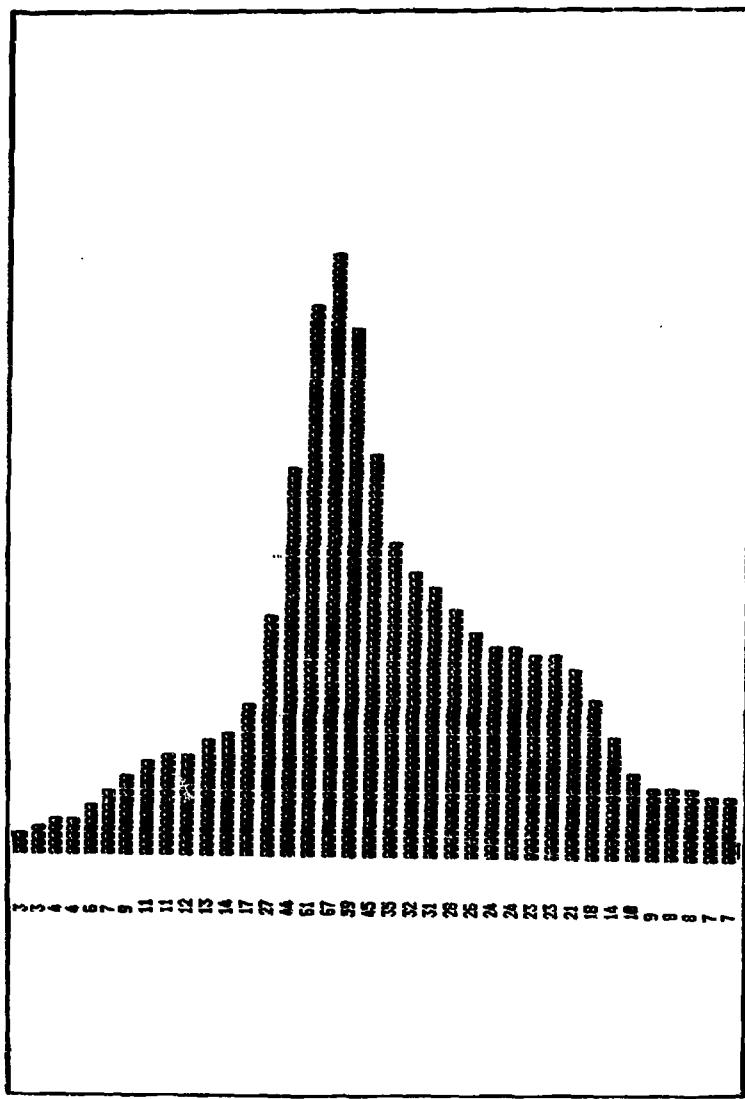


Fig IV-91

```
6000 REM DEMONSTRATION NXL (PAR PENTE)
6001 CINI = 1
6002 HOME : INPUT "SEUIL : " ; SE
6003 EP = 70
6004 CP = 0
6005 INIT = SGN (D2(1)) - D2(2))
6006 FOR I = 1 TO TD
6007 IF D2K(I) < - SE THEN 6048
6008 A = D2K(I) - D2K(I + 1)
6009 IF SGN (A) < 0 THEN INIT = SGN (A)
6010 CP = INT (CP / 2) + 1
6011 VTAB (21): PRINT "NOMBRE DE PARTICULES : "; CP;
6012 REM DEMONSTRATION PAR ADDITIVITE
6013 REM CALCUL SURFACE TOTALE
6014 INIT = D2K(I) - D2K(2)/SU = 0: FOR J = 1 TO TD
6015 SP = 0
6016 IF D2K(J) < - SE THEN 6088
6017 SU = SU + D2K(J)
6018 M=INT J/10 = 13H = 2
6110 A = (D2K(H) - D2K(H + 1))
6128 IF SGN (A) < 0 SGN (INIT) THEN DEP = H: GOTO 6168: X = 0: GOTO 6148
6130 INIT = A
6132 X = X + 1
6140 H = H + 1: IF H > TD THEN 6110
6142 HTAB (1)
6150 VTAB (10): PRINT "S TOTALE! "; SU: VTAB (12): PRINT "S ESTIMEE: "; SP;
6152 HTAB (1)
6153 IF SP = SU < EP THEN VTAB (23): PRINT "RESULTAT FINAL: "; CP;
6154 IF SP = SU > EP THEN 6158
6155 GET RE: IF RE = "" THEN 6155
6156 RETURN
6158 GO SUB 7100: TEXT : GOTO 6018
6160 REM TRAITEMENT 1 PIC
6170 B2 = 0: FOR B = DEP - 1 TO DEP - X STEP - 1
6172 B2 = B2 + D2K(B)
6180 NEXT B: SP = SP + (2 * B2) + D2K(DEP)
6188 FOR V = 1 TO C
6194 K = D2K(DEP + V): L = D2K(DEP - V)
6196 IF K < L THEN R = 0
6197 IF K ) = L THEN R = K - L
6200 D2K(DEP + V) = D2K(DEP - V) = 0
6218 NEXT V: D2K(DEP) = 0
6220 INIT = D2K(HD - D2K(H + 1)): GOTO 6148
6230 I = 1: INIT = - D2K(H + 1): GOTO 6148
```

Fig IV-92

```
38000 HOME
38010 VTRD (5): HTAB (10): PRINT "DENOMBREMENT PAR LES PENTES "
38020 VTRD (10): HTAB (10): INPUT "BRUIT DE FOND = "1BF"
38030 FOR I = 1 TO TD
38040 DSK(I) = B
38050 NEXT I
38060 J = 1
38070 J = J + 1
38080 P(J) = B
38090 SI = BF + (I + J) * SQR (BF)
38100 FOR I = 1 TO TD
38110 DSK(I) = INT (D2X(I) - SI)
38120 IF DSK(I) > 0 GOTO 38140
38130 DSK(I) = B
38140 NEXT I
38150 FOR I = 1 TO TD
38160 DSK(I) = BGN (DSK(I + 1) - DSK(I))
38170 NEXT I
38180 FOR I = 1 TO TD
38190 IF (DSK(I) - DSX(I + 1)) < 2 GOTO 38210
38200 P(J) = P(J) + 1
38210 NEXT I
38220 IF (P(J) - P(J - 1)) = 0 GOTO 38240
38230 GOT0 38070
38240 PRINT "NOMBRE DE PARTICULES = "1P(J)
38250 GET A$: IF A$ = "" THEN 38250
38260 RETURN
```

```
2800 REM --RELOCATION--
2810 FOR I = 1 TO TD
2820 D2X(I) = DSX(I)
2830 NEXT I
2840 RETURN
```

Fig IV-93

```
48000 REM -----ZOOM-----
48005 HOME
48010 INPUT "COEFFICIENT DE GROSSISSEMENT":10
48015 TI = INT (10 / 6)
48020 HOME :KI = 0
48025 IF MAX = 0 THEN PRINT "COURBE ABSENTE": HOME : GOTO 30
48030 HGR2
48035 HCOLOR= 2
48040 HPLOT 0,0 TD 0,191
48045 HPLOT 0,191 TD 279,191
48050 HCOLOR 1
48055 S = 269 / TI
48060 FOR H = 1 TD TI
48065 Y = ((150 + D2*(H + KI)) / MAX
48070 FOR Z = S + H TD S + (H + 1)
48075 HPLOT Z,190 TD Z,190 - Y
48080 NEXT Z
48085 NEXT H
48090 IF KI = TI THEN RETURN
48095 KI = KI + 1
48100 GET A#
48105 IF ASC (A#) = 13 GOTO 48198
48110 GOTO 48195
48115 HOME : TEXT
48120 PRINT "VOULEZ VOUS LA PARTIE SUIVANTE "
48125 INPUT "DUX-1NON-0": PR
48130 IF PR = 0 THEN RETURN
48135 HOME
48140 GOTO 48045
```

```
50000 REM -----PAR SEUIL-----
50001 HOME
50005 INPUT "SEUIL": SI:A = 0:C = 0
50010 TH = 0
50015 FOR I = 1 TD TI
50020 IF D2*I(KI) > 0 GOTO 50045
50025 A = 0: GOTO 50035
50030 A = A + 1:C = C + 1: IF A = 0, GOTO 50060
50035 TH = TH + 1:C = C + 1: IF A = 0, GOTO 50060
50040 C = C + 1: GOTO 50035
50045 A = 1
50050 NEXT I
50055 PRINT "NOMBRE DE PARTICULES =": IC: " : TH
50060 GET A#
50065 RETURN
```

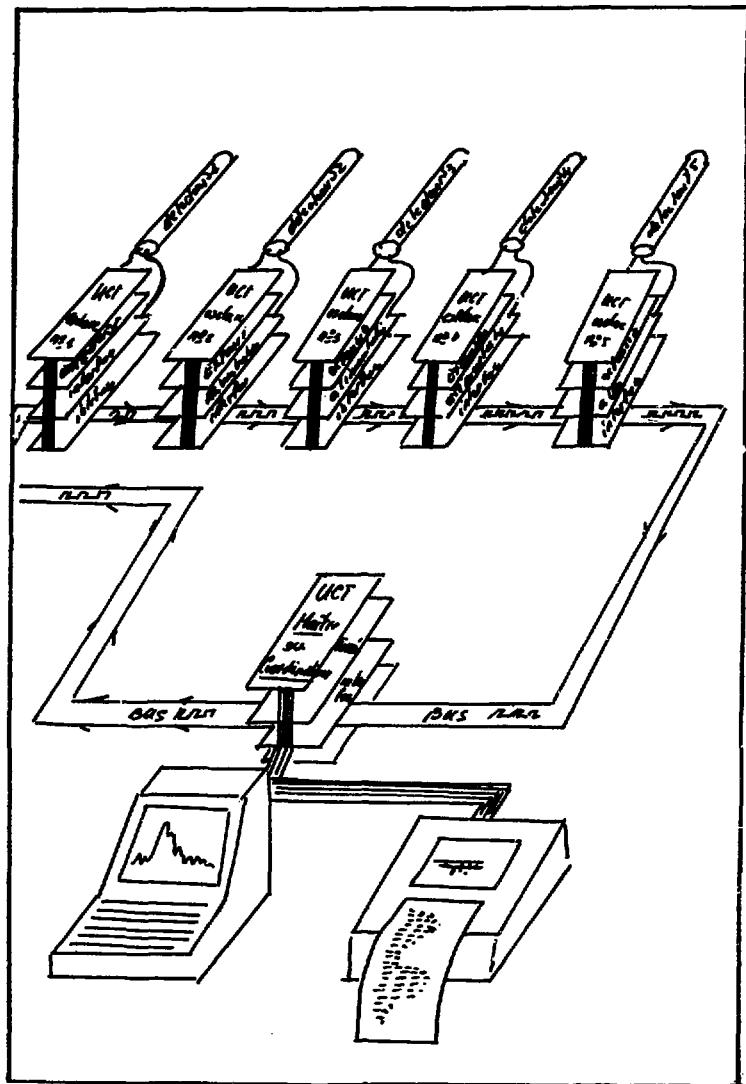


Fig. II-95

CONNECTEUR d' EXTENSION : CONVENTION B.S.P.I.B.

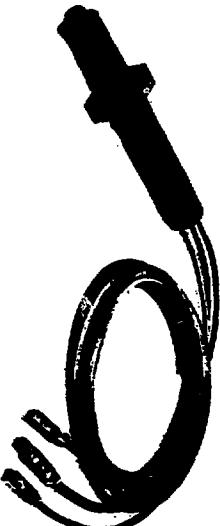
La broche numéro 1 est celle repérée par un triangle sur les Connecteurs. Elle correspond au fil bleu du câble multibrin.

Le Connecteur comporte deux rangées de broches au pas de 2,54 mm (I/IO °). La numérotation se fait comme pour les C.I. à partir de 1 et dans le sens trigonométrique.

A0	1	40	DO
AI	2	39	DI
A2	3	38	D2
A3	4	37	D3
A4	5	36	D4
A5	6	35	D5
A6	7	34	D6
A7	8	33	D7
A8	9	32	NRW ( Synchro écriture )
A9	10	31	NRD ( Synchro lecture )
A10	11	30	ALE ( Adress Latch Enable )
A11	12	29	RST 7.5
A12	13	28	RST 5.5
A13	14	27	INT
A14	15	26	RESET
A15	16	25	INTA
READY	17	24	HMP/62 ( Horloge uP )
HLDA	18	23	HOLD
+5V	19	22	+5V
MASSE	20	21	MASSE

19/22 et 20/21 sont électriquement reliées.

  
**SONDE  
PHOTO-  
SCINTILLATEUR**  
Page 1/6



La PS 2010/50 est une sonde miniaturisée, spécialement destinée à la détection de rayonnements lumineux de faible intensité, nécessitant une grande sensibilité photodétructrice. Utilisée avec un préamplificateur à basse tension, elle offre un bon rapport signal/bruit et peut être utilisée en physique nucléaire, où grâce à ses faibles dimensions, elle permet la déviation d'oscilloscopes comportant un grand nombre de détecteurs (physique des hautes énergies).

#### caractéristiques principales

Réponse spectrale .....	type A (S 11)
Diamètre cellule photoconductrice .....	14 mm
Sensibilité amplifiée à $V_B = 1\ 900\text{V}$ .....	$600 \text{ A} \text{dm}^{-2}$
Temps de montée de l'impulsion anodique .....	3,5 ns
Linéarité à $V_B = 1\ 900\text{V}$ .....	30 mA
Alimentation haute tension :	
Polarité .....	négative (positif à la masse)
Tension de service .....	max 2 500 V
Courant d'alimentation .....	0,25 mA A.V.

#### description

La sonde scintillante PS 2010/50 se compose :

- d'un élément de base buna flexible et transparent
- un photomultiplicateur de la série XP 1710
- un pont d'alimentation
- deux billes de paraffine, l'une en sur-molécul, l'autre en noir, deux « caps » destinés à recevoir le photomultiplicateur & l'élément des champs magnétiques élevés.
- d'accessoires
- fourni avec le module :
  - un appareil ensemble PTA 200 placé à la partie avant des bimètres et destiné à maintenir un scintillateur ou un cristal de bumba;
- non fourni avec la sonde :
  - un adaptateur PTA 200 permettant la fixation simple et rapide de la sonde sur le bâti de mesure;
  - un cristal de bumba (diamètre maxi. 16 mm)
  - un scintillateur
  - une rendille de silicium pour le couplage optique et électrique avec le photomultiplicateur.

R.T.C. LA RADIOTECHNIQUE - COMPELEC  
Téléphone : 2578239

Fig IV-97

## 1. caractéristiques générales de l'élément de base

<b>Photocathode</b>	
Semi-transparente, francière.	
Diamètre utile .....	min 14 mm
Réponse spectrale (note 1) Fig. 1 .....	type A (S 11)
Maxima de sensibilité pour .....	420 à 330 nm
Sensibilité dans le blanc (note 2) .....	max 60 pA.J.m <sup>-2</sup>
Sensibilité monochromatique .....	min 40 pA.J.m <sup>-2</sup>
A 437 nm (note 3) d <sub>g</sub> .....	max 80 nA.W <sup>-1</sup>
A tire indicatif :	
$G_{\text{A}} \text{mA.W}^{-1} = \frac{P \times 2 \text{ nm}}{124} \cdot \frac{1}{\lambda} \text{ Electron unique } \cdot 2 \text{ nm}$	
$G_{\text{A}} \text{mA.W}^{-1} = \frac{1}{124} \cdot \frac{1}{\lambda} \text{ collection } \cdot 1.74$	
p: efficacité quantitative	
<b>Système de multiplication</b>	
Nombre d'angs .....	12
Composants .....	Argent-Magnésium
<b>Sortie d'anode</b>	
par un câble 50 Ω, longueur 2 m terminé	
par un connecteur — BNC/UG 88 CU/OU	
— LEMO FC/CS0 ou	
— Radial Miniquip 15300	
(à préciser à la commande)	
<b>Sorties de dynodes :</b>	
Les dynodes S <sub>10</sub> - S <sub>9</sub> - S <sub>8</sub> sont sorties par un câble commun. Ceci permet de les alimenter au moyen d'une source extérieure à plus grand débit (note 4).	
Connecteur LEMO FJ.84 x 1,3 (sur demande).	
<b>Alimentation haute tension</b>	
Potentiomètres .....	négatives (postez à la masse)
Tension de service .....	max 1300 V
Courant d'alimentation .....	0.35 mA.V <sup>-1</sup>
Connecteur — SHV (norme NIMI) Radial R 317 005 ou	
— LEMO FD - NTN ou	
— Radial Miniquip 24070	
(à préciser à la commande)	

## 2. caractéristiques nominales

Sensibilité maxique pour V <sub>b</sub> = 1900 V	max 800 A.lux <sup>-1</sup>
(Fig. 2)	min 300 A.lux <sup>-1</sup>
Courant d'absorption pour S <sub>10</sub> = 600 A.m	max 10 mA
(A 25°C) (Fig. 2) .....	
Taux de maniement de bruit (note 5)	
pour un seuil de 2 mA critère 0 à l'onde	max 330 c.s. <sup>-1</sup>
pour un seuil de 4 mA critère 0 à l'onde	max 45 c.s. <sup>-1</sup>
min 100 c.s. <sup>-1</sup>	
Unterlai entre les 10 dynodes de courant absorbant et de flux lumineux : jusqu'à un courant de : (notes 6 et 7) .....	max 30 mA
Temps de montée de l'impulsion quadratique pour V <sub>b</sub> = 1900 V (note 8) .....	max 3.5 ns
Réponse impulsionnelle à un-harmonique pour V <sub>b</sub> = 1900 V (note 9) .....	max 7 ns
Temps de train pour V <sub>b</sub> = 1900 V .....	30 ns

## 3. valeurs à ne pas dépasser

(Valeurs absolues)

Hausse tropicaux d'alimentation (note 10) .....	max 2 500 V
Courant analogique continu (note 11) .....	max 100 μA
Valeur recommandée pour une bonne stabilité et un fonctionnement (note 12) .....	max 10 μA

## 4. notes

- Page 2/6
- Le photomultiplicateur type A 8111, semi-transparente, se présente sous forme d'un cylindre de diamètre 14 mm et d'une hauteur d'environ 300 à 600 nm. Sa sensibilité maximale se situe à 430 nm et à environ 300 à 600 nm.
  - La sensibilité de la photocathode en lumière blanche est mesurée avec une lampe à filament; et tungstène porté à la température de couleur de 2854 à 297 K.
  - Le sensibilité monochromatique est mesurée par comparaison avec un thermomètre de Schottweil; en placé au filtre (interposé devant une lampe à filament de tungstène porté à la température de couleur de 2854 à 297 K).
  - Caractéristiques du spectre transmis :  
maximum de la réponse spectrale = 437 ± 5 nm.

- Pour obtenir une bonne linéarité, le rapport entre le courant moyen continu et le courant de point doit être limité à 0.05. Des courants moyens supérieurs peuvent entraîner des intervalles de temps assez courts ou allongés séparant deux impulsions dynamiques. En tout état de cause, le taux étant limité sur des temps supérieurs à 30 s doit toujours rester inférieur à 100%.

- Même si toutes les conditions établies § 5. C, on recherche la meilleure de la tension de base pour éviter d'obtenir un courant analogique élevé de cette valeur. Pour cette raison, la sensibilité analogique est élevée à 700 A.lux<sup>-1</sup>.

- À la tension V<sub>b</sub> un taux d'absorption de source radiante et de scintillateur, on compare les impulsions de bruit dépassant le seuil de discrimination. Ce seuil est réglé au moyen d'un discriminateur à deux volets mis à la place de l'oscilloscope. Le voltage de 2 mA correspond environ à 3 fois l'impulsion de 7 photoélectrons à la cathode.

- Tous mesures sont effectuées à l'aide d'impulsions lumineuses très brèves de longeur de l'ordre inférieur à la nano-seconde et délivrées par le générateur d'ondes S 1109 ou S 1109 sur commande ; établissement de la photocathode : un cercle de 14 mm de diamètre.

- Toutes mesures sont faites dans les conditions établies § 5. C.

- Compte tenu des capacités de décharge rapides dans la sonde, cette limitation ne peut être atteinte que si la charge de l'impulsion à l'onde est inférieure à 10<sup>-10</sup> coulombs.

- Il n'est pas sûr que la haute tension totale d'alimentation ne doit dépasser la valeur pour laquelle le gain est égal à 10<sup>12</sup> si cette valeur est inférieure à 2 500 V. Il est cependant recommandé de ne pas dépasser de plus de 200 V la tension V<sub>b</sub> lorsque pour chaque tension il existe plusieurs tensions de tension.

## 5. recommandations générales

### A - ALIMENTATION ELECTRIQUE

#### 1 - Troubles de la haute tension

- Si il est le nombre d'étages de photomultiplicateurs, les implications relatives du gain G pour une variation de tension de tension V sont données par la relation :

$$\frac{\Delta G}{G} = \frac{\Delta V}{V}$$

- L'oscillateur devrait donc empêcher une haute tension très bien stabilisée. La photocathode devrait être placée dans le circuit ayant 12 étages. Il sera nécessaire d'utiliser une tension de tension de tension V pour avoir une stabilité de gain de 1%. Il est bon ici de préciser qu'il s'agit d'un résultat en fonction des variations du secteur et non en fonction du débit fourni par l'alimentation. De ce dernier point de vue, les exigences sont extrêmement modestes mais ce car un peu chercher que l'alimentation travaille à charge constante.

#### 2 - Réglage de la sensibilité analogique

- Les sensibilités analogiques des photomultiplicateurs à tension élevée peuvent varier d'un facteur à l'autre dans de grands rapports (épaisseur...). Introduites dans la mesure d'émission secondaire des matériaux constitutifs des dynodes et dans les revêtements quantiques, ces variations peuvent être assez grandes. Il est nécessaire de prévoir une possibilité de les régler par le réglage de la haute tension.

- Il existe dans la grande variété de gain avec la HT, ce qui facilite leur utilisation.

## SONDE PHOTO- SCINTILLATEUR

Page 3/6

### B - PRECAUTIONS D'EMPLOI

#### 1 - Exposition à la lumière

Pendant les 15 à 30 premières minutes, de mise sous tension le courant d'obscurité diminue généralement avant de se stabiliser. Une certaine précaution à prendre est donc d'effectuer les mesures dans la mesure sous tension avant d'utiliser le photomultiplicateur.

Afin de réduire cette attente, le tube, même non alimenté doit être conservé dans l'obscurité et être exposé le moins possible à la lumière. En effet, dans ces conditions, le photomultiplicateur retrouve très vite l'ancienne valeur du courant d'obscurité qu'il avait à la fin de la dernière mise sous tension.

Par contre, il est absolument contre-indiqué d'appliquer la haute tension sur un photomultiplicateur exposé à la lumière ambiante.

Le tube est, en effet, très sensible et les débits provoqués par une telle lumière dépasseraient les limites admissibles; le photomultiplicateur serait définitivement endommagé.

Il est bon de noter que ceci est vrai, même si la lumière ambiante paraît faible à l'œil; les débits maximum admissibles correspondent à des flux lumineux extrêmement petits :  $< 10^{-3}$  lm.

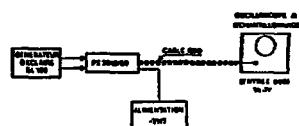
#### 2 - Utilisation avec une sensibilité analogique élevée

En adoptant une haute tension d'alimentation élevée, il est possible d'obtenir des sensibilités analogiques importantes. Dans tous les cas, la tension totale d'alimentation ne devra jamais dépasser la valeur limite indiquée dans le paragraphe « Valeurs à ne pas dépasser ». Le courant analogique en régime permanent ne devra pas non plus dépasser la valeur indiquée.

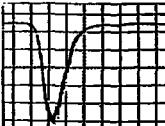
Dans le cas d'une seule utilisation, la haute tension devra être augmentée lentement et progressivement jusqu'à la valeur désirée. Il sera nécessaire de laisser le tube se stabiliser pendant un temps assez long (une heure et même plus suivant les cas).

### C - MESURES DES CARACTÉRISTIQUES DE L'ÉLÉMENT DE BASE

La sonde PS 2010/50 est couplée optiquement à une source de lumière type E2 100 qui émet une impulsion lumineuse de longueur à mi-hauteur < 1 ns.



L'oscillogramme ci-dessous représente la forme de l'impulsion produite.



THT : - 1000 V

5 ns/cm  
0.2 V/cm

Caractéristiques de l'impulsion produite :

- Largeur à mi-hauteur  $\approx 7$  ns
- Temps de montée  $\approx 3,5$  ns

### D - MESURES A L'AIDE D'UN SCINTILLATEUR

1 - La sonde est couplée optiquement à l'aide d'une rondelle de silicium à un scintillateur plastique de section 13 x 5 mm<sup>2</sup> et de 100 mm de longueur revêtu d'une pellicule d'alumine de 0,03 mm d'épaisseur. Ce scintillateur est excité en son milieu et sur sa face la plus large (13 mm) par une source de  $^{60}\text{Co}$  donnant  $263\ 000 \text{ c.cm}^{-1}(\text{ns})^{-1}$ .



THT : - 2300 V  
Vs : 1 V sur 500  
5 ns/cm  
0.2 V/cm

2 - Une deuxième sonde PS 2010/50 est montée en regard de la première, comme indiqué ci-dessous :



De cette façon, les deux scintillateurs sont excités par leur plus grande face (qui est couplée optiquement de l'un par moyen d'un miroir à l'autre) et sont donc synchronisés. La distance séparant les deux scintillateurs constitue alors le plan de séparation, du côté du scintillateur devant à l'observation (sonde n° 1).

Le signal issu de la sonde n° 2 sera au déclencheur du balayage d'un oscilloscope. Celui issu de la sonde n° 1 est envoyé sur l'écran du même oscilloscope. Par conséquent, tous les 2 énergie supérieure à 1 MeV (énergie de l' $^{60}\text{Co}$ ) qui ont traversé le scintillateur de la sonde n° 1 ont donné naissance à une impulsion, recueillie à l'anode du photomultiplicateur et qui est observée sur l'écran de l'oscilloscope.

**RTC**  
**R.T.C. LA RADITECHNIQUE - COMPELEC**  
Téléphone - 357.86.30

Fig IV-99

## 6. courbes caractéristiques

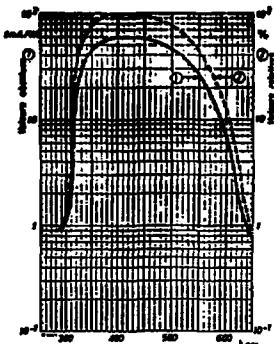


Fig. 1 — Courbe de réponse spectrale.

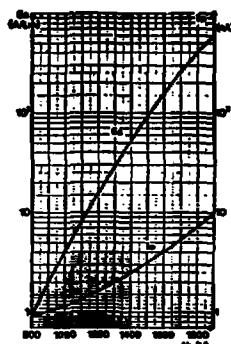
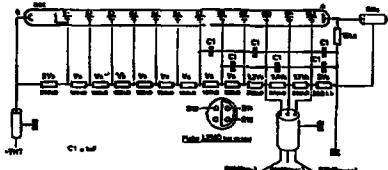


Fig. 2 — Courbes moyennes de la sensibilité  $S_a$  et du courant d'absorption  $I_0$  en fonction de la haute tension.

## 7. schémas électriques



### PS 2010/100

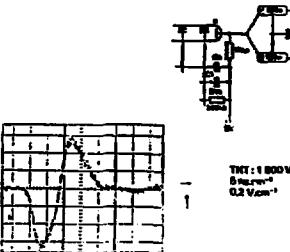
Le PS 2010/100 peut être fermé avec une seule signal en 100 ns. Dans ce cas, le module prend l'appellation PS 2010/100. La seule différence réside dans la grille d'anode, qui sera utilisée en parallèle d'une résistance 100 Ω et de longueur 1 mètres, ce qui, de ce fait, ne change en rien la charge d'anode du photomultiplicateur — Voir schéma ci-dessous.

### REMARQUE CONCERNANT LA SORTIE « MISE EN FORME » DE LA SONDE PS 2010/100

Les manipulations décrites au paragraphe 5 doivent être faites avec les deux câbles fermés sur 100 Ω.

Dans le cas où l'on désire utiliser un discriminateur à déclenchement par passage au zéro, il est nécessaire de former une impulsion bipolaire. Cela s'obtient en court-circuitant le câble d'anode en ferme de la PS 2010/100.

On obtient l'oscillogramme ci-contre avec le générateur d'éclairs ST 100.

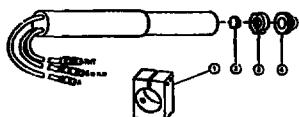


A noter que la longueur du câble de mise en forme doit être fonction de la longueur de l'impulsion nécessaire à l'ondeuse. La portion de câble devant émerger sur la sonde PS 2010/100 a une longueur de 1 mètre ( $2 \times 5 \text{ ms} = 10 \text{ ms}$ ).

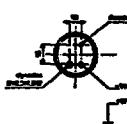
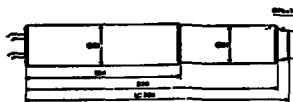
SONDE  
PHOTO-  
SCINTILLATEUR

Page 5/6

8. encombrement et câbles



- 1 - Enfer de sondage PSA 200
- 2 - Rondelle utilisée de revêtement épaisse
- 3 et 4 - Pinces conducteur de ferraille PSA 205



- 1 câble de couleur rouge pour alimentation - THT, longueur 2 m terminé par une fiche LEMO ref. PEI NWL SHV R 217002, ou Miniquip 24070.
- 1 câble de couleur grise pour alimentation des 3 dernières dynodes, longueur 2 m terminé, sur demande par une fiche LEMO, ref. PW NW 1,2.
- 1 câble de couleur verte pour sortie photo, impédance 50 Ω, longueur 2 m, terminé par une fiche LEMO, ref. PC IC 50 ou BNCUG 50 C/U ou Miniquip 15300.

CAS DE LA PS 2010/100

Le cas de différence obtenu dans la partie d'onde, qui pour la PS 2010/100 est fait par deux câbles de couleur verte : impédance 100 Ω, longueur 1 m, et terminés chacun par une fiche LEMO, ref. PC TC 100.



R.T.C. LA RADIOTÉCHNIQUE - COMPELEC  
Tél./fax - 367.00.30

Fig 14-101

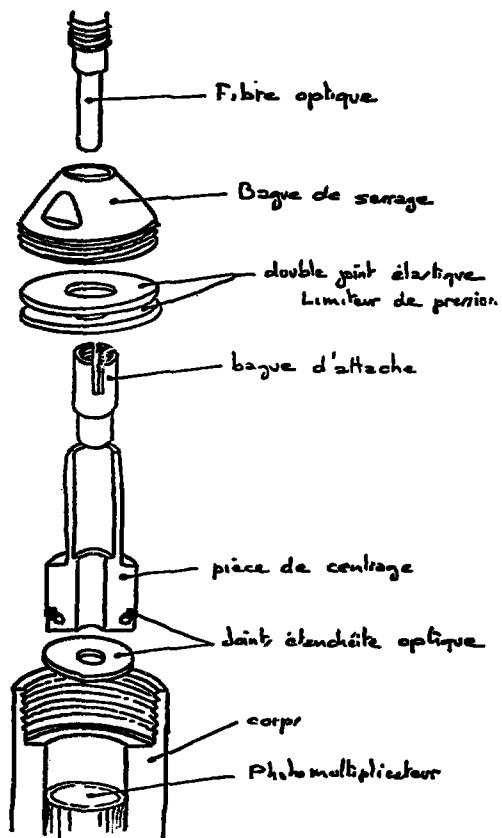
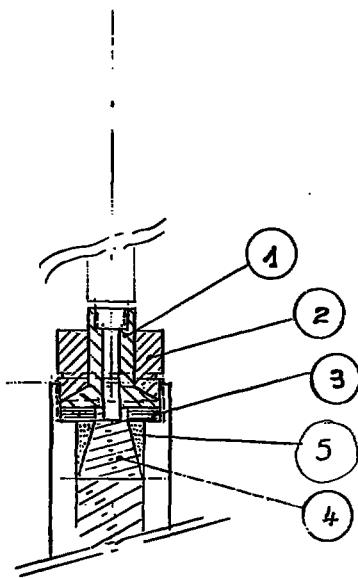


Fig IV-102



Technique Générique

MATIERE TRAITEMENT	BRANCHE DE PROTECTION	Statut LCA
Adaptation d'une fibre de verre sur RM!		
Il vous permet d'utiliser ce dessin en toute sécurité après avoir obtenu une autorisation expresse (B.I du 11 Mars 1957)		
COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE		SAR
TECHNIQUE	DESSINÉ PAR GR	Ind. date à viser MODIFICATIONS
DATE 7/11/72	VEILLE PAR	
B	A	

Fig IV-103

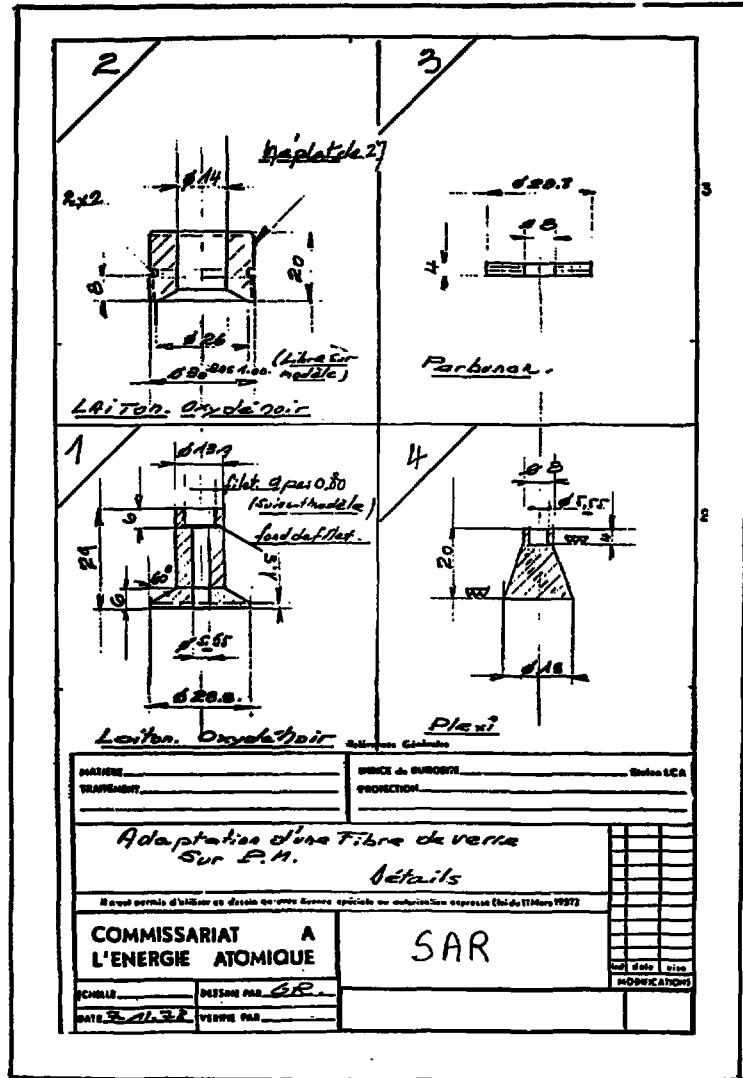


Fig 18 - 104

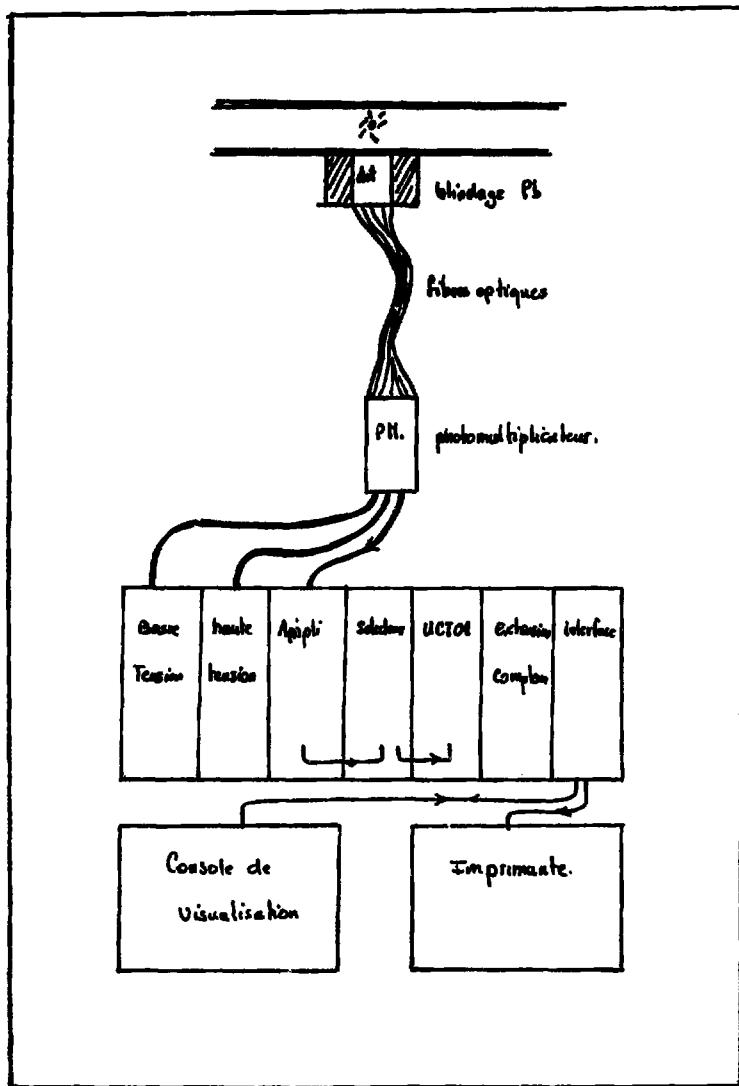


Fig IV-105

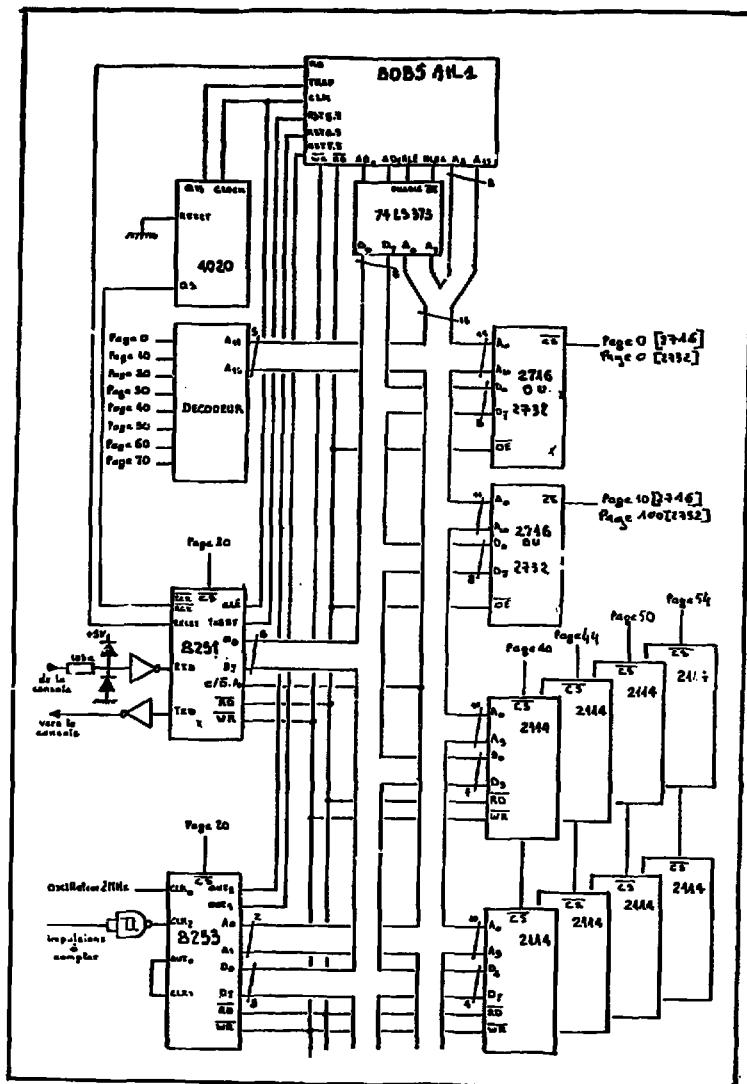
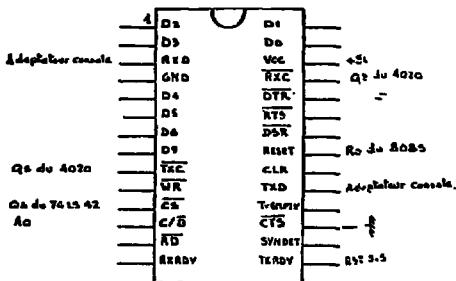


Fig IV-106

- INTERPACE SERIE PARALLELE POUR DIALOGUE : " LA CONSOLE "  
" S-1 "

Brochage.



L'Emission de caractère en mode synchrone n'étant pas utilisée, la patte C.T.S. est reliée à la masse.

RxD est reliée à la sortie Q<sub>5</sub> du 4020.

TxD est reliée à la sortie Q<sub>6</sub> du 4020

cela permet de fixer respectivement pour la réception et l'émission une vitesse de 4800 BAUD.

C/R relié à A<sub>0</sub> : si A<sub>0</sub> = 1 la donnée présente est le mot de contrôle si A<sub>0</sub> = 0 la donnée présente est un caractère.

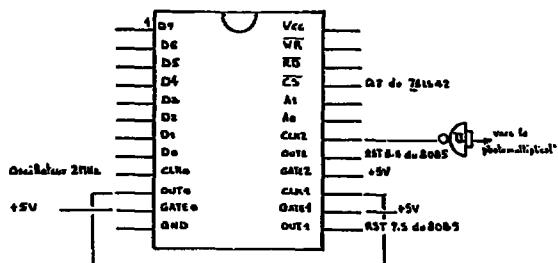
T.xD. est la broche servant à l'émission des Caractères

R.xD. - - - - - la réception. " "

La liaison entre C.S. et la patte 3 fers apparaîtra le 6255 en page 30 de la mémoire centrale du calculateur.

- COMPTEUR TIMEX 8253

triple décompteur sur 16 bits



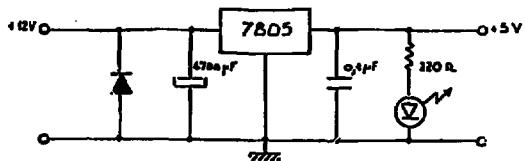
C.L.K.0.: Horloge du Compteur 0 relié à l'oscillateur 2 MHz qui délivre la fréquence de base pour le comptage. On reliera la sortie OUT 0 à l'entrée CLK1 pour générer les temps de comptage.

C.L.K.2.: Horloge du Compteur 2 relié à la sortie du V-trigger. Les impulsions en provenance du photomultiplicateur sont donc appliquées sur cette patte afin d'être comptés.

Toutes les entrées de synchronisation des compteurs n'étant pas utilisées, elles seront reliées au + 5 V autorisant ainsi le fonctionnement des Compteurs.

- ALIMENTATION des CARTES :

elle sera implantée sur la carte principale



La tension d'entrée sera + 12 V continue non régulée.

La tension de sortie sera + 5 V continue. Le courant que pourra débiter cette alimentation sera d'environ 1 A.

- MICROPROCESSEUR 8085.

Brochage du Circuit.

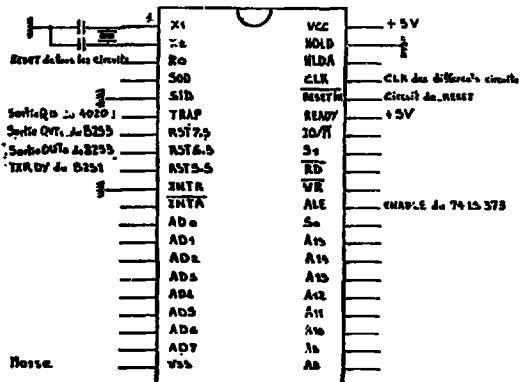


Fig IV-109

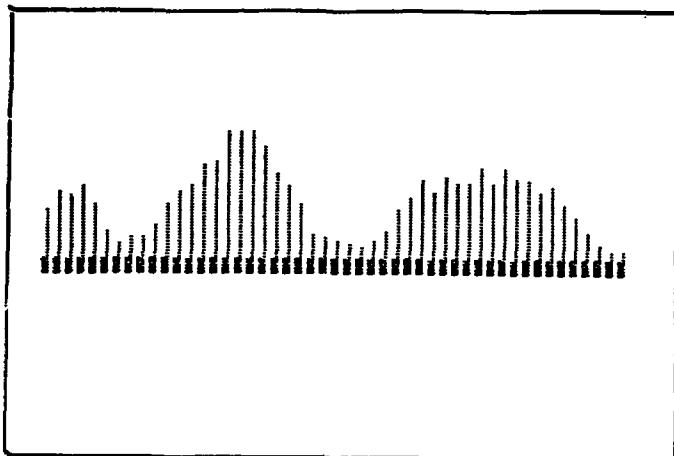


Fig. II-440

88515.....	88382	88538.....	88821
88516.....	88169	88539.....	88818
88517.....	88655	88540.....	88820
88518.....	88617	88541.....	88821
88519.....	88615	88542.....	88835
88520.....	88627	88543.....	88863
88521.....	88618	88544.....	88123
88522.....	88655	88545.....	88184
88523.....	88112	88546.....	88289
88524.....	88632	88547.....	88287
88525.....	88654	88548.....	88221
88526.....	88661	88549.....	88267
88527.....	88657	88550.....	88214
88528.....	88181	88551.....	88879
88529.....	88625	88552.....	88835
88530.....	88628	88553.....	88838
88531.....	88622	88554.....	88832
88532.....	88617	88555.....	88828
88533.....	88617	88556.....	88821
88534.....	88616	88557.....	88829
88535.....	88605	88558.....	88819
88536.....	88614	88559.....	88872
88537.....	88619	88560.....	88823

Fig. II-444

Temps par canal en $10^{-3}$ secondes	$\bar{N}$ en chocs	Temps chocs	$\sqrt{\bar{N}}$ en chocs	$\overline{P_{ch}}$ mégawatt en cps	$\overline{P_{ch}}$ en cps	$\overline{P_{ch}}$ mégawatt en cps
0,01	-	-	-	-	-	-
0,1	-	-	-	-	-	-
1	3,4	2,5	2,3	1900	5600	7900
2	12,0	4,1	3,6	2640	5870	5100
3	19,2	4,7	4,4	4850	5760	7170
5	34,2	5,7	5,8	5624	6824	7964
10	69,06	7,9	8,3	6114	6364	7694
100	703,2	28,1	26,5	6747	7032	7917
1000	7002	74,7	83,7	6926	7002	7276

Fig IV - 442

REFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES DE LA PARTIE DÉNOMBREMENT -

BADER H., GORDON H.R.,  
Rev. Sci. Inst. n° 10 1047-1412 1972

BATEMAN H.  
Phil. Mag. 20, 704 1910

BAUDET G.  
Bull soc. française de céramique n° 95 31-51 1972

BENNERT, HILBIG  
Staub reinhalt  
27 - 4 24 - 29 1967

BROWNING Jr. N.E.,  
Nucleonics Vol. 9 n° 3 62-69 1951

BRUNET J.P.  
Utilisation en cryogénic de réseaux d'instruments délocalisées - Thèse ORSAY 1983 1982

COX  
Théorie de renouvellement DUNJDE

DIDBY Jr., GERMAN A.  
Biometrics  
29 281 - 292 1973

DELLOTTO J., MANFREDI  
Energia Nuclear Vol. 11 n° 10 557 - 564 1964  
Energia Nuclear Vol. 12 n° 95-97 102 - 103 1965  
Energia Nuclear Vol. 11 599 - 611 1966

EDMUNSON I.C.  
Nature 212 n° 5069 1450 - 1452 1966

ELMORE C.  
Nucleonics 27 - 34 1950

EVANS R.D.

Physic Rev. 45 : 144 1934  
The atomic Nucleus Chap. 26, 746 - 817  
Mc GRAN HILL 1955

FELLER W.

Studies and Essays  
nterscience publisher inc N.W. 1948  
An introduction to probability and applications  
Vol. 1 Vol. 2 John WILEY 1970

KELLY J.L.F.

Fourth British Coulter user's conference 1966

MAX

Théorie du signal DUNOD 63-64

MILLER W.M.

An introduction to correlation and linear regression analysis  
TRG report 2798 S.

MOLINA E.C.

Poisson's exponential binomial limit  
D. Van Nostrand Comp. Inc N.W. 1942

PISANI, J.F., THOMSON G.H.

Journal Phys. E 4 - 359 - 361 1971

PRINCEN L.H., KINCLER

Rev. Sci. Inst 36 n° 5 646 - 653 1965

PRINCIPIO P.

Energie Nuclear Vol. 11 599-611 1966

RAINWATER L.R.

Nucleonics 60 - 69 1947

ROSENGARD Alex  
Probabilités et statistiques en recherche scientifique  
DUNOD 1972

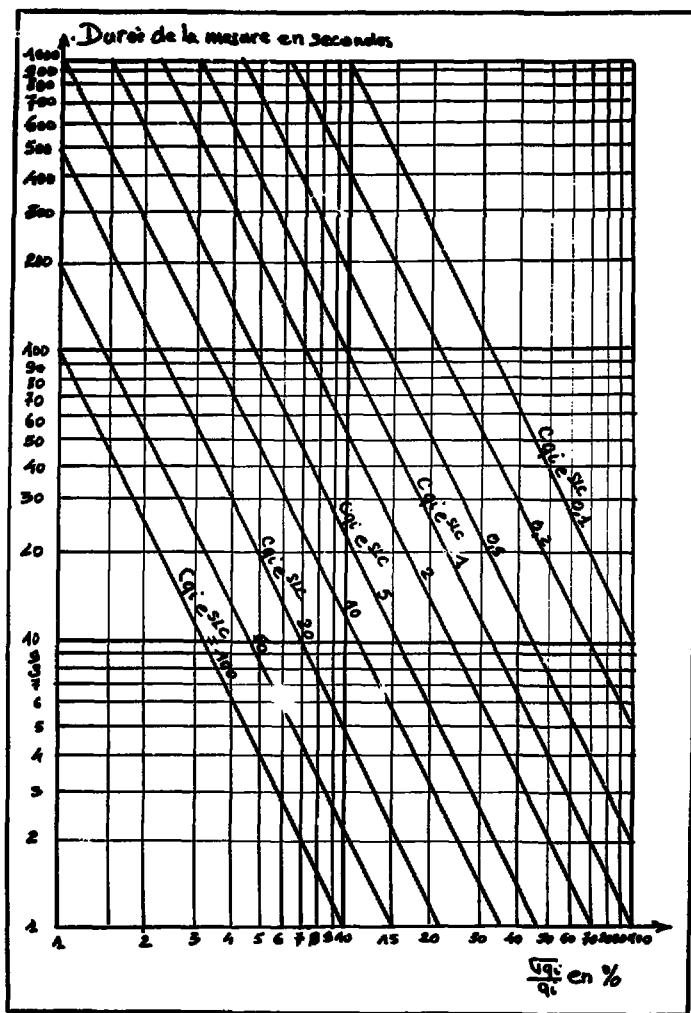
WALES M., WILSON J.N.  
Rev. Sci. Inst. 32 n° 10 1132-1136 1961

WALSER H.  
Coulter counter user's conference Chicago 1968

CHAPITRE

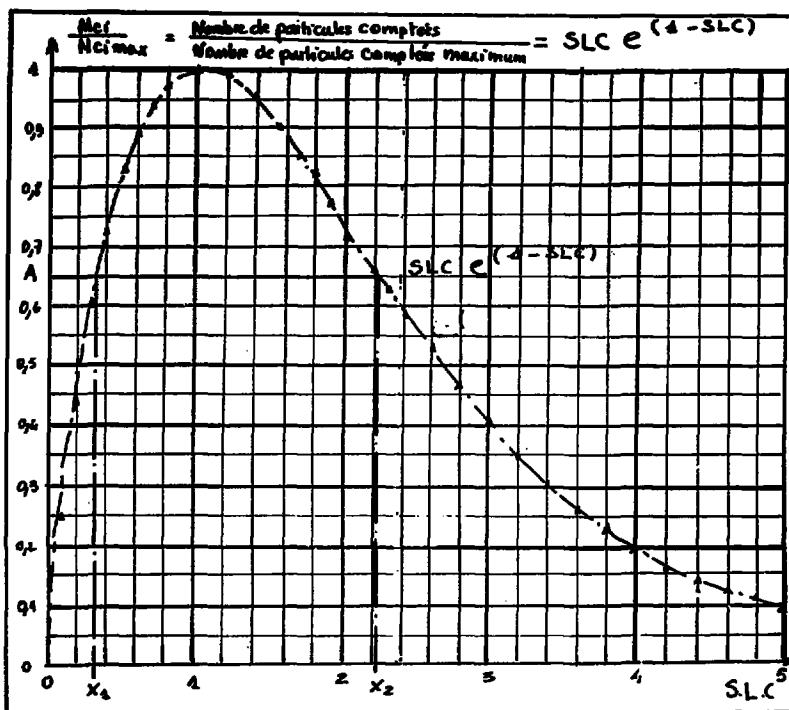
CINQ

limite inférieure du temps de mesure nécessaire pour obtenir une précision  $\frac{\delta q_i}{q_i}$  donnée (d'après la formule simplifiée U-34 où l'on néglige les erreurs sur K et C).



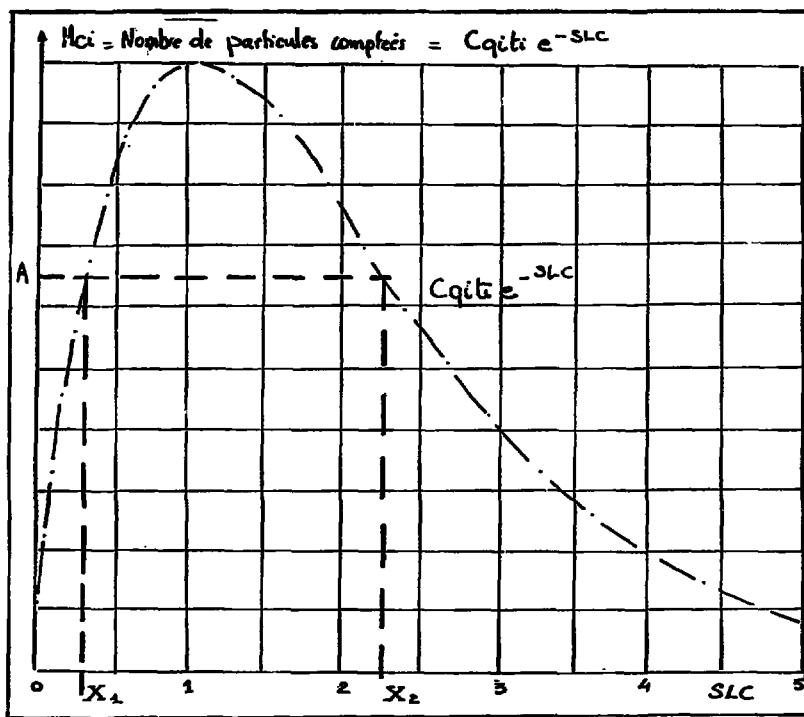
Précision statistique :  $\frac{\delta q_i}{q_i} = \frac{100}{\sqrt{c_{statique} - 1}} \%$

Fig IV-1



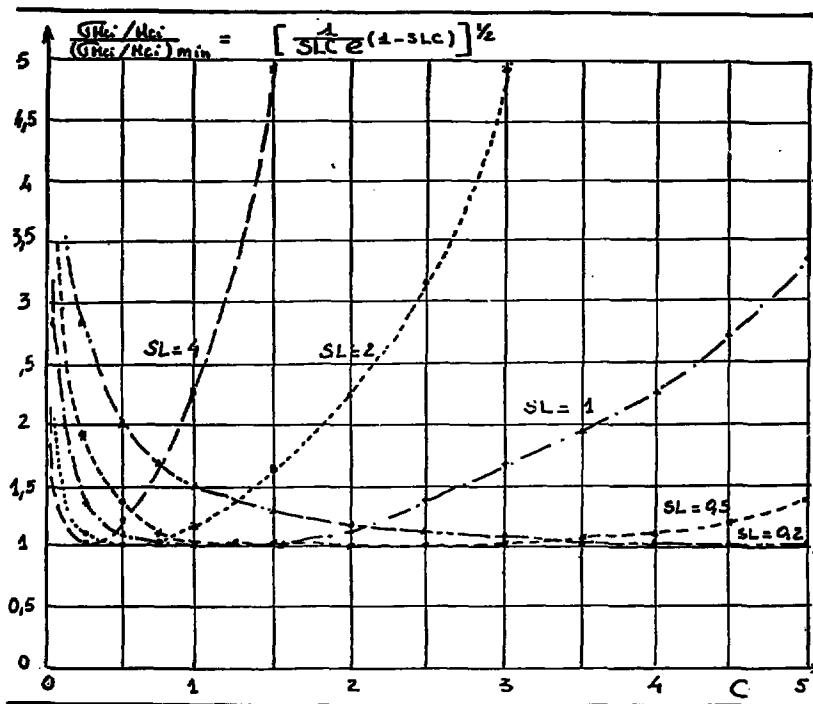
Évolution du rapport  $M_{ci}/M_{cimax}$  en fonction de S.L.C  
pour  $SL=1$

Fig IV-2



Evolution du nombre de particules comptées en fonction  
de SLC pour Qiti donné, c'est à dire un volume écouté  
Qi donné

Fig II-3



Rapport de l'erreur relative courante à l'erreur relative minimum

Fig IV-4

*Achevé d'imprimer*  
*par*  
**le CEA, Service de Documentation, Saclay**  
**Avril 1983**

**DEPOT LEGAL**  
**2ème trimestre 1983**

ISSN 0429 - 3460

*La diffusion des rapports et bibliographies du Commissariat à l'Energie Atomique est assurée par le Service de Documentation, CEN-Saclay, 91191 Gif-sur-Yvette Cedex, (France)*

*Reports and bibliographies of the Commissariat à l'Energie Atomique are available from the Service de Documentation, CEN-Saclay, 91191 Gif-sur-Yvette Cedex, (France)*

---

*Édité par*  
*le Service de Documentation*  
*Centre d'Etudes Nucléaires de Saclay*  
**91197 GIF-sur-YVETTE Cedex (France)**

---