

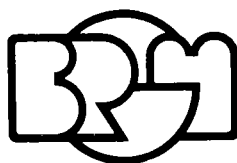
MINISTÈRE DE LA RECHERCHE ET DE LA TECHNOLOGIE  
**DIRECTION GÉNÉRALE DE LA RECHERCHE ET DE LA TECHNOLOGIE**  
**Direction du Financement de la Recherche**  
1, rue Descartes - 75005 PARIS

NON PUBLIC

**ÉTUDE DU TRAITEMENT DES SCHLAMMS  
DE LA LAVERIE DE BARYTINE DE CHAILLAC  
(INDRE - FRANCE)**

par

G. BAUDET



**BUREAU DE RECHERCHES GÉOLOGIQUES ET MINIÈRES**

**DIRECTION DES ACTIVITÉS MINIÈRES**

**Département minéralurgie**

B.P. 6009 - 45060 Orléans Cedex - Tél.: (38) 64.34.34

Rapport du B.R.G.M.

Décision d'aide n° 79.7.1346

**85 DAM 039 MIN**

Août 1985

## R E S U M E

Les travaux effectués par le Département "Minéralurgie" du B.R.G.M. dans le cadre de l'Action Concertée de la D.G.R.S.T. "Barytine de CHAILLAC" ont porté sur l'étude des schlamms ; incluant :

- la caractérisation chimique, granulométrique et minéralogique
- l'enrichissement des schlamms de broyage par agglomération sélective
- la décantation, la floculation globale, l'épaississement, la clarification de l'eau décantée
- la filtration sous pression, par filtre-presse conventionnel, des schlamms épaissis. L'essentiel de l'activité a été localisé sur ce dernier point, compte tenu de son impact sur la mise en décharge des rejets fins et la gestion des bassins de décantation-stockage.

La composition des schlamms varie entre 2,2-39 %  $\text{BaSO}_4$ , 3,5-13,4 %  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , 16,2-55 %  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , la proportion de particules - 0,5  $\mu\text{m}$  est comprise entre 15,5 et 46 %, ils sont constitués principalement de barytine, oxydes et hydroxydes de fer, minéraux micacés et argiles : kaolinite et parfois un peu d'illite.

La barytine récupérable par voie physique est contenue dans la fraction - 10 + 0,5 m des schlamms de broyage titrant 38,7 %  $\text{BaSO}_4$  - 10,6 %  $\text{SiO}_2$  - 38 %  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  et 4,3 %  $\text{Al}_2\text{O}_3$ . Le concentré produit par agglomération sélective à l'aide d'une émulsion aqueuse d'alkylsulfate et de fuel oil titre 84,8 %  $\text{BaSO}_4$  - 2,31 %  $\text{SiO}_2$  et 8,9 %  $\text{R}_2\text{O}_3$  avec une récupération  $\text{BaSO}_4$  de 58,7 %.

Les essais de décantation ont permis de sélectionner deux types de flocculant pour accélérer la sédimentation : copolymère acrylamide-acrylate de Na à haut poids moléculaire et 25 % d'anionité, et clarifier l'eau décantée : polyéthylénimine.

Les essais de filtration sous pression ont impliqué la mise au point d'une méthodologie incluant des programmes de calcul, adaptée à la détermination des caractéristiques de filtrabilité des pulpes de schlamms pour les deux périodes de filtration : filtration et formation libre des gâteaux, consolidation des gâteaux à pression constante. Un modèle empirique décrivant la période de consolidation a été évalué, sa validité apparaît comme satisfaisante. En complément du modèle connu de la filtration libre, ce modèle permet de simuler et d'optimiser le fonctionnement d'un filtre-presse à volume de chambres fixes travaillant au-delà de la formation libre des gâteaux. Les paramètres caractéristiques de la filtrabilité ont été déterminés en fonction des variables opératoires suivantes : pression, concentration en solides de l'alimentation, épaisseur des gâteaux. Par ailleurs, des essais complémentaires ont permis :

- de tester l'influence de la coagulation par la chaux, de la floculation par des polymères, de l'ajout de produits grenus
- de déterminer la variabilité de la résistance à la filtration, cette dernière augmente avec la teneur en alumine et la proportion de particules - 0,5  $\mu\text{m}$ .

Le traitement de 500 t/jour de schlamms exigerait une surface de filtration de 1 360  $\text{m}^2$ . Le rendement de filtration est de 15  $\text{kg}/\text{m}^2/\text{h}$ , temps de débâtissage inclus, pour une pression de 15  $\text{kg}/\text{cm}^2$ , une épaisseur de gâteau de 27,5 mm, une concentration de la suspension d'alimentation de 575 g/l, une addition de 1 % de  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  et une humidité résiduelle des gâteaux de 25 %. La simulation par calcul montre que le rendement est fortement dépendant du mode d'alimentation des presses, un rendement maximal est obtenu par une combinaison d'une pompe centrifuge et d'un ballon aéro-éjecteur.

## TABLE DES MATIERES

Pages

### R E S U M E

<u>1. INTRODUCTION</u> .....	1
<u>2. CARACTERISATION DES ECHANTILLONS DE SCHLAMMS</u> .....	3
2.1. COMPOSITION CHIMIQUE .....	3
2.2. CARACTERISTIQUES PHYSIQUES .....	3
2.3. FRACTIONNEMENTS GRANULOMETRIQUES .....	7
2.4. ANALYSES MINERALOGIQUES .....	7
2.5. CARACTERISATION D'ECHANTILLONS DE SCHLAMMS A ET B .....	15
<u>3. ETUDE DE LA RECUPERATION DE LA BARYTINE A PARTIR DES SCHLAMMS DE BROYAGE</u> .....	39
<u>4. ETUDE DE LA DECANTATION ET DE LA FLOCCULATION GLOBALE DES SCHLAMMS</u> .....	44
4.1. OPTIMISATION DES CONDITIONS DE FLOCCULATION GLOBALE .....	44
4.2. COMPARAISON DU COMPORTEMENT DES DIFFERENTS TYPES DE SCHLAMMS LORS DE LA DECANTATION ET DE LA FLOCCULATION .....	50
4.3. CLARIFICATION DE L'EAU SEPEREE PAR DECANTATION .....	50
4.4. EPAISSISSEMENT DES SCHLAMMS (EFFLUENTS GLOBAL A 52 G/L) .....	51
<u>5. ETUDE DE LA FILTRABILITE DES SCHLAMMS</u> .....	53
5.1. METHODOLOGIE EXPERIMENTALE .....	53
5.2. BILANS MATIERES ET VERIFICATION DES BONNES CONDITIONS EXPERIMENTALES .....	54
5.3. DETERMINATION DE LA FILTRABILITE ET DES PARAMETRES CARACTERISTIQUES DE LA FILTRATION A PRESSION CONSTANTE .....	57
5.3.1. formation libre des gâteaux à pression constante .....	57
5.3.2. Consolidation des gâteaux primaires à pression constante .....	58



5.4. PROGRAMMES DE CALCUL .....	61
5.4.1. Programmes sur HP 97 .....	61
5.4.1.1. Programme 1 : détermination de la période de filtration libre .....	61
5.4.1.2. Programme 2 : déterminations de la siccité et de $m'$ en fonction du temps de filtration .....	62
5.4.1.3. Programme 3 : calculs des caractéristiques de la filtration libre à pression constante .....	62
5.4.1.4. Programme 4 : détermination des caractéristi- ques de compressibilité des gâteaux .....	63
5.4.1.5. Programme 5 : déterminations des paramètres $R_{\infty}$ , $R_0$ et $k$ du modèle non linéaire .....	64
5.4.1.6. Programme 6 : simulation de la filtration sur filtre-presse conventionnel .....	65
5.4.2. Programmes sur APPLE II .....	67
5.5. RESULTATS DES ESSAIS .....	69
5.5.1. Etude des paramètres caractéristiques de la filtration à pression constante .....	73
5.5.1.1. Influence de la pression de filtration sur la résistance à la filtration .....	73
5.5.1.2. Variations expérimentales sur les paramètres caractéristiques de la filtration à pression constante .....	74
5.5.1.3. Influence des principales variables opératoires sur le temps de formation libre des gâteaux à pression constante .....	77
5.5.1.4. Influence de la concentration en solides de la suspension d'alimentation sur la résistance spécifique à la filtration .....	81
5.5.1.5. Influence du conditionnement de la pulpe sur la résistance spécifique à la filtration .....	82
5.5.1.6. Influence de l'addition de produits grenus aux schlammes .....	83
5.5.1.7. Influence de la pression sur le volume de gâ- teaux .....	83
5.5.1.8. Influence des caractéristiques chimiques et granulométriques des pulpes sur la filtrabi- lité .....	85

5.5.2. Etude du modèle de la consolidation .....	103
5.5.2.1. Validité du modèle .....	103
5.5.2.2. Influence des principales variables opératoires sur les paramètres du modèle .....	109
5.6. ESTIMATION DE LA SURFACE DE FILTRATION .....	117
5.7. SIMULATION DU CYCLE DE FILTRATION POUR DIFFERENTES CONFIGURATIONS DU DISPOSITIF D'ALIMENTATION .....	118

\*\*\*

## A N N E X E S

<u>ANNEXE 1</u> - Listings des programmes originaux développés sur : HP 97 APPLE II+ 64 K .....	124
<u>ANNEXE 2</u> - Exemples d'exploitation des données brutes des essais de filtration à pression constante sur filtre-presse à cadres et plateaux : - listings des résultats fournis par les programmes : . sur HP 97 . sur APPLE II+ . sur HP 9845 B - diagrammes de filtration $t^*/V^* = f(V^*)$ .....	142
<u>ANNEXE 3A</u> - Filtration des schlamms de la mine de Chaillac .....	226
<u>ANNEXE 3B</u> - A. Tableaux des résultats calculs de $\bar{\alpha}_0$ -s-t-V- ..... B. Courbes caractéristiques de pompes diagrammes $\Delta P = f(t)$ $V = f(t)$ .....	235  244

\*\*\*

## 1. INTRODUCTION

Les travaux effectués par le Département Minéralurgie dans le cadre de l'Action Concertée de la D.G.R.S.T., décision d'aide n° 79.7.1346, "*Etude du traitement des schlamms de la mine de barytine de CHAILLAC (Indre)*", ont porté sur :

- la caractérisation physico-chimique des schlamms
- l'enrichissement des schlamms de broyage par agglomération sélective
- la décantation et la floculation globale, la clarification de l'eau décantée
- la filtration sous pression, par filtre-presse conventionnel, des schlamms épaissis.

Un effort particulier de recherche a été consacré à ce dernier point, compte tenu de la nécessité pour la mine de CHAILLAC, d'accélérer le processus de consolidation des schlamms ; la mise en service de nouveaux bassins de décantation et stockage des boues n'ayant pas été autorisée par l'Administration. Une solution envisagée à ce problème était de reprendre les boues épaissies des anciens bassins et de les consolider par filtration sous pression, ce procédé permettait de dégager un volume libre pour la décantation des schlamms produits par la laverie, sans extension des bassins de stockage.

En complément d'un rendement de filtration maximal, assurant un coût d'investissement modéré, la principale performance exigée des filtres était de fournir des gâteaux à 7,5 % de siccité, aisément manipulables et stockables sur des sols laissés libres par l'exploitation minière. Ce processus devait favoriser une future réhabilitation du site minier.

La laverie de CHAILLAC a fourni au B.R.G.M. les échantillons suivants :

- . échantillons cumulés "1 semaine", représentatifs de la production d'une semaine
- OF BC II : surverses des hydrocyclones de déschlaggage du circuit de broyage

OF BC III : surverses des hydrocyclones de déschlammage  
du circuit de débouillage

"surverses fer" : surverses des hydrocyclones de déschlammage des stériles de flottation

"effluent global" : composite pondéré des 3 schlamms précédents

- . échantillons "instantanés" prélevés au fil de l'eau correspondant aux 4 types de schlamms précédents
- . 3 séries d'échantillons de schlamms "effluent total" prélevés dans les bassins de décantation et stockage (boues de bassins)
- . divers échantillons d'"effluent global" de caractéristiques différentes pour définir l'étendue de variation de la filtrabilité et tenter de mettre en évidence des relations entre caractéristiques physico-chimiques des schlamms et filtrabilité.

## 2. CARACTERISATION DES ECHANTILLONS DE SCHLAMMS .

Des échantillons secondaires ont été prélevés pour les analyses et les essais, à l'aide de diviseurs de pulpe.

### 2.1. Composition chimique .

Certains de ces échantillons représentatifs ont été filtrés, séchés et broyés pour analyses chimiques. Les résultats pour  $\text{BaSO}_4$  -  $\text{SiO}_2$  -  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  -  $\text{Al}_2\text{O}_3$  sont présentés au tableau n° 1, les analyses chimiques complètes des échantillons cumulés sur 1 semaine sont présentés au tableau n° 2.

### 2.2. Caractéristiques physiques .

Les caractéristiques physiques des échantillons représentatifs des pulpes ont été déterminées :

- densité de pulpe, concentration en solides et pH
- masse volumique moyenne des solides par la méthode de la balance hydrostatique après dégazage prolongé de la pulpe
- granularité par sédimentation à l'aide du sédimento-mètre automatique SEDIGRAPH 5 000 D. Les conditions opératoires ont été les suivantes : concentration en solide 25 à 35 g/l, dispersion mécanique par agitateur à turbines pendant 5 minutes, dispersion complémentaire par action des ultra-sons pendant 30 secondes, addition de dispersants sous forme de  $(\text{NaPO}_3)_6$  : 3 kg/t, polyacrylate de sodium à faible poids moléculaire (DISPEX N40 d'ALLIED COLLOIDS) : 3 kg/t (solution à 40 %) - pH 9 réglé par NaOH.

Les résultats sont présentés au tableau n° 3, les courbes de distribution granulométrique aux figures n° 3 à 20, en fin de chapitre.

	BaSO <sub>4</sub> %	SiO <sub>2</sub> %	R <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %
éch. instantanés 1/7/80					
schlamms BC II OF hydrocyclones broyage	36,87	18,40	37,10		
schlamms BC III OF hydrocyclones débouillage	7,36	29,30	47,50		
schlamms "surverse fer"	2,19	49,80	40,90		
schlamms composites "effluent global"	24,30	23,80	44,20		
éch. "1 semaine" 1/7/80					
schlamms BC II	38,70	10,60	42,30	38,00	4,30
schlamms BC III	9,27	19,80	59,50	46,90	12,60
schlamms "surverse fer"	2,90	30,10	58,46	55,00	3,46
schlamms composites "effluent global"	25,20	18,00	48,45	42,40	6,05
éch. ponctuels 6/1/81					
boues du bassin 2ème série	22,30	21,30	45,00	33,20	11,80
boues du bassin 3ème série	26,50	19,30	46,79	39,80	6,99
"effluent global" grès barytique	21,90	42,20	26,90	16,20	10,70
"effluent global" 18/9/80	15,50	25	47,90	37,10	10,80
éch. ponctuels* 1/12/80 "effluent global"					
n° 1	14,99	21,61	41,92	29,42	12,50
n° 3	12,28	21,14	45,22	34,12	11,10
n° 11	14,92	18,43	42,83	34,29	8,54
n° 14	18,00	13,28	47,54	36,04	11,50
n° 19	31,11	18,13	36,95	23,55	13,40
* Analyses BaSO <sub>4</sub> -SiO <sub>2</sub> -Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> communiquées par le laboratoire de la laverie de CHAILLAC					

Tableau n° 1 : Compositions chimiques partielles d'échantillons de schlamms de CHAILLAC .

## BUREAU DE RECHERCHES GEOLOGIQUES ET MINIERES

## SERVICE GEOLOGIQUE NATIONAL

Département : M. G. A., le 20 octobre 1980

Demandeur : M. BAUDET SGN/MIN

Service : CHIMIE

V/Réf. : 14421/UV 737

N/Réf. : M. 6511/5490

Provenance :

	RESULTATS D'ETUDES			
	OF BC II	OF BC III	"surverse fer"	"effluent global"
	1 %	2 %	3 %	4 %
Ba SO <sub>4</sub>	38,70	9,27	2,90	25,20
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	38,00	46,90	55,00	42,40
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	4,30	12,60	3,46	6,05
SiO <sub>2</sub>	10,60	19,80	30,10	18,00
CaO	0,16	0,15	0,18	0,11
K <sub>2</sub> O	0,21	0,75	0,23	0,30
Na <sub>2</sub> O	0,08	0,13	0,21	0,08
CO <sub>2</sub>	0,30	0,60	0,40	0,50
MgO	0,07	0,25	0,07	0,11
F	0,15	0,15	0,13	0,13
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,11	0,22	0,12	0,14
H <sub>2</sub> O-	0,80	1,50	0,60	0,70
H <sub>2</sub> O+	5,70	6,60	6,10	5,70
TiO <sub>2</sub>	0,14	0,28	0,07	0,20
PF 1000°C	9,30	13,30	8,90	10,60
C organique	0,12	0,35	0,33	0,45
- 0 pour F	0,06	0,06	0,06	0,06
Σ :	99,38	99,49	99,84	100,01

Tableau n° 2 : Composition chimiques complètes des échantillons de schlamms de CHAILLAC (échantillon "1 semaine").

	d Masse volumique pulpe g/l	cs Concen- tration en solide g/l	ρs Masse volumique du solide g/cm <sup>3</sup>	pH pulpe	granularité SEDIGRAPH 5000 D ΔP % < d (passants cumulés %)						
					40 μm	20 μm	10 μm	5 μm	2 μm	1 μm	0,5 μm
Ech. instantanés 1/7/80											
Schlamms BCII	1 061,3	83,41	3,6664	6,35	100	100	99	87	57	41,5	31
BCIII	1 035,3	54,35	3,1378	5,4	100	99	95,5	84,5	69	58,5	46
"surverse fer"	1 066,1	96,74	3,1386	6,8	87,5	68,5	46	32,5	26,5	22,5	19,5
"effluent global"	1 034,2	52,08	3,4690	6,5	99	93	84,5	73,5	50	36	26
Ech. "1 semaine" 1/7/80											
Schlamms BCII	1 244,4	327,69	3,8919		99,5	99	98	91	58,5	40,5	28
BCIII	1 170,8	236,14	3,4069		100	98,5	96	88,5	72,5	62	52
"surverse fer"	1 075,9	108,31	3,4632		92,5	72	45	28,5	22,5	18,5	15,5
"effluent global"	1 203,8	279,85	3,6353		99,5	94	84	72	48,5	35,5	28,5
Ech. ponctuels											
boues de bassin 1ère série - 3,15mm		709	3,362		99,3	96,4	87,7	72,3	50,6	39	30,8
boues de bassin 2ème série			3,468		100	97,5	86,5	70,5	50	39	30
boues de bassin 3ème série		834,7	3,6119		99	85,5	63,5	48,5	32	22,5	18,5
souverse fer			3,1296								
effluent global "grès barytique"			3,1148		87,5	77,5	68	57,5	44,5	32,5	25,5
effluent global 18/9/80	1 040,2	67,6	3,296		97	89	79	66	48	37,5	28,5
Ech. ponctuels 1/12/80 effluent global											
n° 1			3,156		99,5	91	79,5	65,5	48,5	39	30,5
n° 3			3,183		96,5	87	76,5	64	48	38	29,5
n° 11			3,317		94,5	85	74	60,5	44	32,5	24
n° 14			3,308		99	94	84	68,5	49	38,5	29
n° 19					100	94,5	86	69	49	37,5	29

Tableau n° 3 : Caractéristiques physiques des échantillons de schlamms de CHAILLAC .



### 2.3. Fractionnements granulométriques .

Les échantillons prélevés dans les lots de schlamms représentatifs de la production d'une semaine ont été soumis à des fractionnements granulométriques afin de déterminer les distributions de  $\text{BaSO}_4$ ,  $\text{SiO}_2$  et  $\text{R}_2\text{O}_3$  ( $\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{Al}_2\text{O}_3$ ).

Les fractionnements ont été conduits sur des pulpes défloculées par addition de  $(\text{NaPO}_3)_6$  et DISPEX N40. Les procédés suivants ont été mis en oeuvre :

- tamisage humide, pour séparer les fractions  $+ 20 \mu\text{m}$
- élutriation par élutriateurs MINEMET, pour séparer les fractions
  - $20 + 10$ , -  $10 + 5$ , -  $5 + 2$  et -  $2 \mu\text{m}$  ou -  $5 \mu\text{m}$
- centrifugation en centrifugeuse JOUAN équipée de bols en forme de secteur, pour séparer les fractions -  $2 + 1$ , -  $1 + 0,5$ , -  $0,5 + 0,25$  et -  $0,25 \mu\text{m}$ . Ces séparations impliquent 5 à 7 lavages successifs pour extraire quantitativement les fractions fines.

Les points expérimentaux correspondant à ces fractionnements sont représentés sur les courbes de distribution granulométrique des figures n° 3 à 6.

L'accord, entre les déterminations par le SEDIGRAPH et les séparations granulométriques, est satisfaisant.

Les distributions de  $\text{BaSO}_4$ ,  $\text{SiO}_2$  et  $\text{R}_2\text{O}_3$  sont présentées aux tableaux n° 4 à 7.

### 2.4. Analyses minéralogiques .

Les fractions séparées de l'effluent global "1 semaine" ont été soumises à des examens minéralogiques par diffractométrie de rayons X. La désignation des échantillons transmis au laboratoire est indiquée au tableau n° 8, les résultats des analyses sont présentés au tableau n° 9.

Fraction granulométrique μm	Rend <sup>t</sup> - pondéral ΔP %	BaSO <sub>4</sub>		SiO <sub>2</sub>		R <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	
		Teneur %	Distrib. %	Teneur %	Distrib. %	Teneur %	Distrib. %
+ 10	3,42	58,50	5,12	11,10	3,67	25,40	2,07
- 10 + 5	8,53	61,80	13,48	9,60	7,33	24,10	4,89
- 5 + 2	33,33	61,75	52,64	10,40	33,55	23,28	18,47
- 2 + 1	11,57	50,29	14,88	7,80	8,74	33,60	9,25
- 1 + 0,5	10,06	33,47	8,61	7,90	7,69	48,70	11,66
- 0,5 + 0,25	14,29	11,72	4,28	10,80	14,94	65,80	22,38
- 0,25	18,80	2,04	0,99	12,90	23,48	69,90	31,28
alimentation calculée	100,00	39,10	100,00	10,33	100,00	42,02	100,00
alimentation analysée		38,70		10,60		42,30	

00

Tableau n° 4 : Résultats des fractionnements granulométriques sur l'échantillon BC II (éch. 1 semaine)  
OF hydrocyclones desclammeurs du broyage.

	Rend <sup>t</sup> - pondéral ΔP %	BaSO <sub>4</sub>		SiO <sub>2</sub>		R <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	
		Teneur %	Distrib. %	Teneur %	Distrib. %	Teneur %	Distrib. %
+ 10	3,60	47,20	20,99	14,20	2,61	33,60	1,99
- 10 + 5	6,95	32,80	28,15	21,80	7,75	39,10	4,48
- 5 + 2	10,80	29,50	39,35	19,10	10,55	45,40	8,08
- 2 + 1	8,02	7,37	7,30	15,40	6,32	65,60	8,67
- 1 + 0,5	12,00	1,94	2,88	13,00	7,98	74,30	14,70
- 0,5 + 0,25	17,37	0,29	0,62	16,90	15,01	69,50	19,90
- 0,25	41,26	0,14	0,71	23,60	49,78	62,00	42,18
alimentation calculée	100,00	8,10	100,00	19,56	100,00	60,66	100,00
alimentation analysée		9,27		19,80		59,50	

Tableau n° 5 : Résultats des fractionnements granulométriques sur l'échantillon BC III (éch. 1 semaine)  
OF hydrocyclones deschlammeurs du débouage.

	Rend <sup>t</sup> - pondéral ΔP %	BaSO <sub>4</sub>		SiO <sub>2</sub>		R <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	
		Teneur %	Distrib. %	Teneur %	Distrib. %	Teneur %	Distrib. %
+ 40	16,35	0,84	5,10	57,80	31,31	35,80	10,11
- 40 + 31,5	5,77	0,82	1,76	41,90	8,01	52,10	5,19
- 31,5 + 25	5,22	0,82	1,59	36,60	6,33	56,50	5,09
- 25 + 20	8,65	0,82	2,63	32,20	9,51	59,50	8,89
- 20 + 10	27,47	2,00	20,38	23,00	20,93	67,70	32,12
- 10 + 5	13,01	2,21	10,67	23,80	10,26	62,10	13,96
- 5	23,53	6,63	57,87	17,50	13,65	60,60	24,64
alimentation calculée	100,00	2,70	100,00	30,18	100,00	57,89	100,00
alimentation analysée		2,90		30,10		58,46	

Tableau n° 6 : Résultats des fractionnements granulométriques sur l'échantillon "surverse fer"  
(éch. 1 semaine).

	Rend <sup>t</sup> - pondéral ΔP %	BaSO <sub>4</sub>		SiO <sub>2</sub>		R <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	
		Teneur %	Distrib. %	Teneur %	Distrib. %	Teneur %	Distrib. %
+ 20	12,40	18,35	9,55	41,70	29,59	35,50	9,15
- 20 + 10	9,89	32,10	13,33	15,60	8,83	45,10	9,27
- 10 + 5	12,65	44,50	23,64	14,10	10,21	35,20	9,25
- 5 + 2	15,06	43,78	27,68	14,10	12,15	35,00	10,95
- 2 + 1	8,68	41,24	15,03	7,70	3,82	42,50	7,66
- 1 + 0,5	8,73	18,52	6,79	9,00	4,50	61,20	11,10
- 0,5 + 0,25	11,05	6,73	3,12	13,40	8,47	65,60	15,06
- 0,25	21,54	0,95	0,86	18,20	22,43	61,60	27,56
alimentation calculée	100,00	23,82	100,00	17,48	100,00	48,14	100,00
alimentation analysée		25,20		18,00		48,45	

Tableau n° 7 : Résultats des fractionnements granulométriques sur l'échantillon "effluent global"  
(éch. 1 semaine).

n° échantillon	fraction granulométrique $\mu\text{m}$
110	+ 20
111	- 20 + 2
112	- 2 + 1
113	- 1 + 0,5
114	- 0,5 + 0,25
115	- 0,25

Tableau n° 8 : Désignation des fractions soumises aux analyses minéralogiques par diffractométrie de rayons X. "Effluent global 1 semaine" .

ETUDE M ...7005..B.....

DEMANDEUR : M. BAUDET .....

Références Demandeur : .....

DEPT. MINERALURGIE

D.E. n° 14445 du 14/09/81

C. JACOB

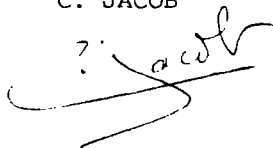


Tableau n° 9

ANALYSE MINERALOGIQUE

PAR DIFFRACTOMETRIE DE RAYONS X

DE DEUX ECHANTILLONS DE SCHLAMMS DE CHAILLAC

CONDITIONS OPERATOIRES :

APPAREILLAGE UTILISE : Philips APD 10 ..... RAYONNEMENT : CoK $\alpha$ .....  
 MONOCHROMATEUR : à cristal de graphite ..... COMPTEUR : proportionnel.....  
 REGIME DE FONCTIONNEMENT 40 ..... KV 30 ..... MA.  
 SECTEUR EXPLORE : DE 2 ° $\theta$  à 31 ° $\theta$  pour les échantillons tout-venant.  
 DE ..... ° $\theta$  à ..... ° $\theta$  pour les fractions argileuses.  
 VITESSE D'EXPLORATION DU COMPTEUR : ..... ° $\theta$  par pas à pas.....  
 SENSIBILITE : 1000 coups/sec..... pour les échantillons tout-venant.  
 ..... pour les fractions argileuses.  
 INERTIE : 3 secondes ..... MONTAGE : par réflexion .....

MODE DE PREPARATION DES ECHANTILLONS :

ECHANTILLONS TOUT-VENANT :

BROYAGE : non.....  
 ATTAQUE : .....  
 SEPARATION : .....  
 CHAUFFAGE : .....  
 .....

FRACTION ARGILEUSE :

ATTAQUE : .....  
 SEPARATION : .....  
 CENTRIFUGATION : .....  
 CHAUFFAGE : .....  
 SATURATION : .....  
 .....

ECHANTILLONS		ECHANTILLONS TOUT-VENANT																			ABREVIATIONS (TA : très abondant - A : abondant - P : présent - F : faible - Tr : traces)																			
		QUARTZ	FELDSPATH		CALCITE	DOLOMITE	GISEL	ANHYDRITE	GIEHTITE	HEMATITE	GIBBSITE	MICA illite	CHLORITE	TALC	KADOLITE	Autres Minéraux								OBSERVATIONS																
			PLAGIO	K												ISARGITE																								
110	P								P			F				P									estimations difficiles à réaliser, à cause de la faiblesse des réflexions X															
111	F								P à A							P à A																								
112									P							A																								
113									A			F			F	P																								
114									TA						F	P																								
115									TA						P	F																								
FRACTION ARGILEUSE (Estimation quantitative du rapport entre eux des minéraux argileux sur une base décimale)																									14															
		KADOLITE	SERPENTINE	CHLORITE	VERMICULITE	SMECTITE (Non montmorillonite)	ILLITE	SEPIOLITE	ATTAPULGITE	Interstratifiés	TALC														OBSERVATIONS															

Tableau n° 9 bis : Résultat des analyses minéralogiques.

Voir au verso les remarques et commentaires



## 2.5. Caractérisation d'échantillons de schlamms A et B.

L'échantillon A présente une meilleure filtrabilité, après coagulation par  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ , par rapport à la filtrabilité observée après coagulation par  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ .

L'échantillon B présente une filtrabilité médiocre, après coagulation par  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ , par rapport à la filtrabilité observée après coagulation par  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ .

Les analyses chimiques, granulométriques et minéralogiques sont présentées aux tableaux n° 10 et 11 et figures n° 1 et 2.

	Schlamms	
	A	B
BaSO <sub>4</sub> %	23,20	26,00
SiO <sub>2</sub> %	19,20	15,80
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	10,20	7,80
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	35,80	35,80
R <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	46,00	43,60
total %	88,40	85,40
Masse volumique des solides g/cm <sup>3</sup>	3,321	3,470

Tableau n° 10 : Compositions chimiques partielles et masses volumiques des échantillons de schlamms A et B.

ETUDE M 7005.....

DEMANDEUR : .....M. BAUDET.....

Références Demandeur : .....

SGN/MIN

D.E. n° 14424 du 6/01.81

C. JACOB

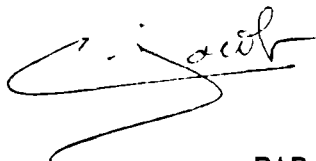


Tableau n° 11

**ANALYSE MINERALOGIQUE**

**PAR DIFFRACTOMETRIE DE RAYONS X**

D'EFFLUENTS DE LA MINE DE CHAILLAC

**CONDITIONS OPERATOIRES :**

APPAREILLAGE UTILISE : ..... SIGMA 80 C.G.R. .... RAYONNEMENT : ..... COka .....

MONOCHROMATEUR : ..... à lame de quartz ..... COMPTEUR : ..... à scintillation .....

REGIME DE FONCTIONNEMENT ..... 45 ..... KV ..... 7 ..... MA.

SECTEUR EXPLORE : DE ..... 2 ..... °θ à ..... 35 ..... °θ pour les échantillons tout-venant.

DE ..... °θ à ..... °θ pour les fractions argileuses.

VITESSE D'EXPLORATION DU COMPTEUR : ..... 1 ..... °θ par ..... minute .....

SENSIBILITE : ..... 100 coups/sec ..... pour les échantillons tout-venant.

..... pour les fractions argileuses.

INERTIE : ..... 10 secondes ..... MONTAGE : ..... par réflexion .....

**MODE DE PREPARATION DES ECHANTILLONS :**

**ECHANTILLONS TOUT-VENANT :**

BROYAGE : ..... non .....

ATTAQUE : .....

SEPARATION : .....

CHAUFFAGE : .....

.....

**FRACTION ARGILEUSE :**

ATTAQUE : .....

SEPARATION : .....

CENTRIFUGATION : .....

CHAUFFAGE : .....

SATURATION : .....

.....

ECHANTILLONS	ECHANTILLONS TOUT-VENANT (ABREVIATIONS : TA : très abondant - A : abondant - P : présent - F : faible - Tr : traces)																			OBSERVATIONS		
	QUARTZ	FELDSPATH		CALCITE	DOLOMITE	GYPSE	ANHYDRITE	GÆTHITE	HEMATITE	GIBBSITE	MICA	CHLORITE	TALC	KAOLINITE	Autres Minéraux							
		PLAGIO	K																			
A	F							A			P			P	A							
B	F							A			Tr			P	A							
FRACTION ARGILEUSE (Estimation quantitative du rapport entre eux des minéraux argileux sur une base décimale)																						
KAOLINITE	SERPENTINE	CHLORITE	VERMICULITE	SMECTITE (Montmorillonite)	ILLITE	SEPIOLITE	ATTAPULGITE	Interstratifiés	TALC													OBSERVATIONS

17

Voir au verso les remarques et commentaires

Tableau n° 11 bis : Résultat des analyses minéralogiques.

Les compositions chimiques et granulométriques de ces échantillons s'insèrent dans la gamme présentée précédemment.

La différence essentielle entre les 2 échantillons qui explique probablement leur comportement différent lors de la coagulation par le sulfate d'alumine, est la présence d'une proportion notablement plus importante de minéraux micacés dans l'échantillon A.

La présence de minéraux micacés dans A est traduite par une teneur plus élevée en  $Al_2O_3$  et une granularité plus fine :

$\Delta P$ % < 2 $\mu m$	:	46,5	dans A - 40,5 dans B
< 1 $\mu m$	:	35,5	dans A - 30,5 dans B
< 0,6 $\mu m$	:	29,5	dans A - 25,5 dans B

# ANALYSE GRANULOMETRIQUE

Figure n° 1 :

ECHANTILLON A CHAILLAC

9/81

DATE 16/9/81

Densité 3,321 g/cc LIQUIDE

Densité g/cc Viscosité cps

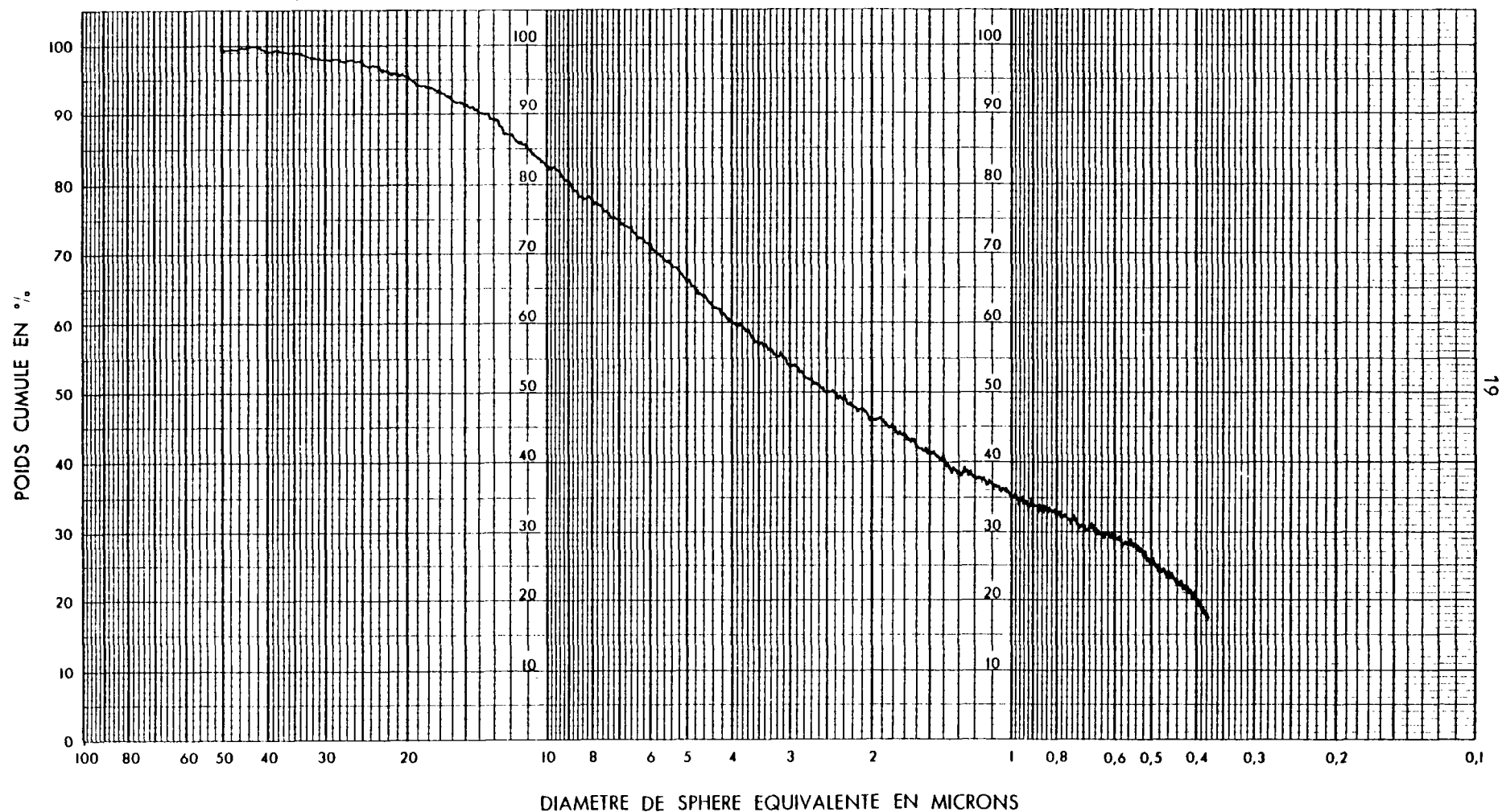
OPERATEUR

Préparation 20 g/l 5 kg/t HMP + 5 kg/t Dispex N40

TEMPERATURE 26 °C

pH : 9,0 avec 1 goutte NaOH 1N

TAUX 676



COULTRONICS FRANCE S.A

Division Industrielle

14, rue E. Legendre

95380 - MARGENCY



# Figure n° 2 : ANALYSE GRANULOMETRIQUE

ECHANTILLON B

CHAILLAC

9/81

DATE 16/9/81

Densité 3,47 g/cc

LIQUIDE

Densité

g/cc

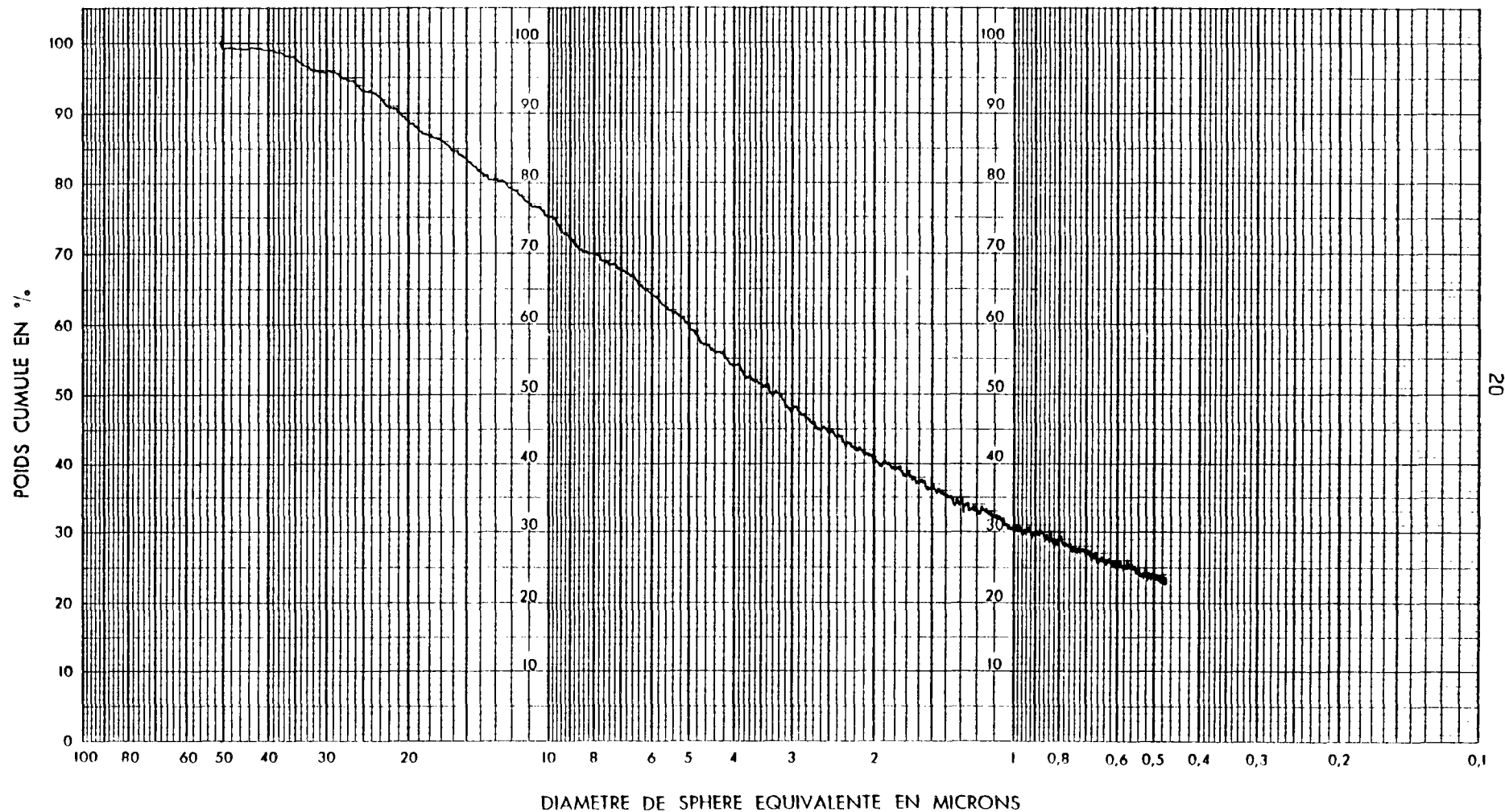
Viscosité cps

OPERATEUR

Préparation 50 g/l

TEMPERATURE 26 °C

TAUX 719



**COULTRONICS FRANCE S.A**

Division Industrielle

14, rue E. Legendre

95580 - MARGENCY

# ANALYSE GRANULOMETRIQUE

Figure n° 3 :

ECHANTILLON BC II

éch. "1 semaine"

DATE

Densité 3,8919 g cc

LIQUIDE

Densité

g cc

Viscosité

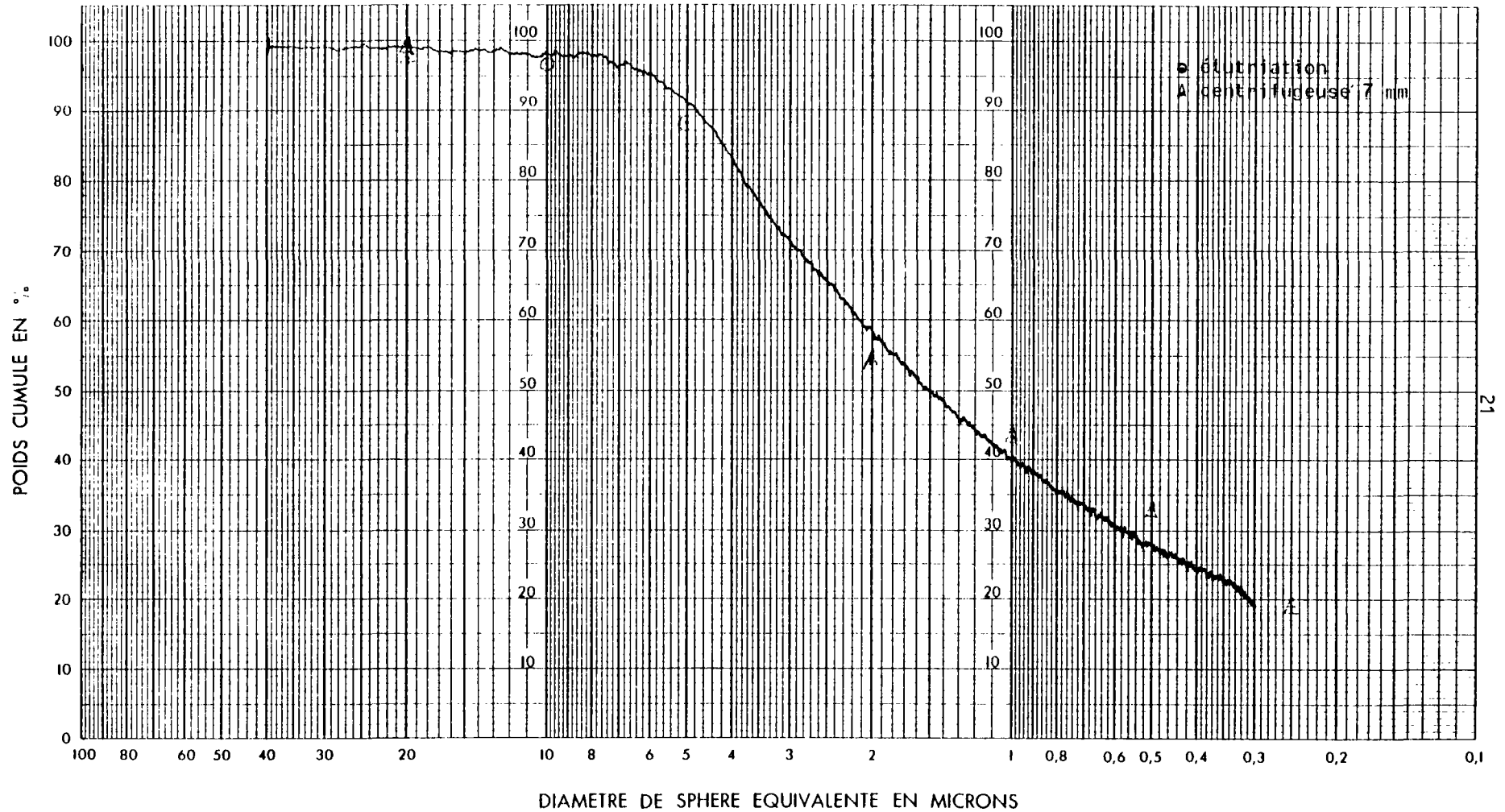
cps

OPERATEUR

Préparation 30 g/l

TEMPERATURE 23 °C

TAUX 563



# Figure n° 4 : ANALYSE GRANULOMETRIQUE

ECHANTILLON BC III

éch. "1 semaine"

DATE

Densité 3,4069 g cc

LIQUIDE

Densité

g cc

Viscosité

cps

OPERATEUR

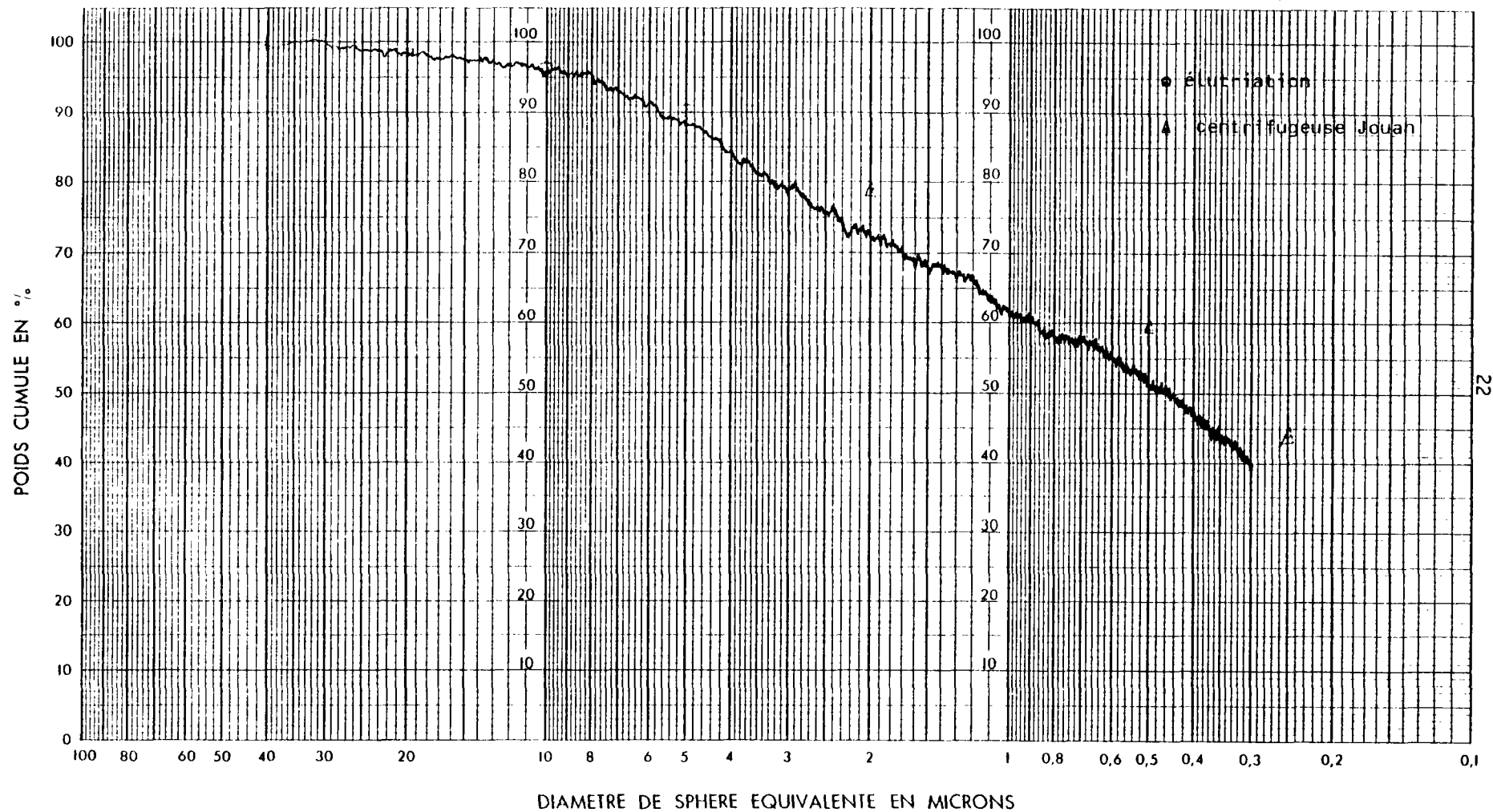
Préparation 30 g/l

3 kg/t HMP + 3 kg/t Dispex N40

TEMPERATURE 26 °C

pH : 9,0 NaOH 1N

TAUX 449



**COULTRONICS FRANCE S.A**

Division Industrielle

14, rue E. Legendre

95580 - MARGENCY





Figure n° 5: **ANALYSE GRANULOMETRIQUE**

ECHANTILLON Surverse fer "1 semaine"

DATE

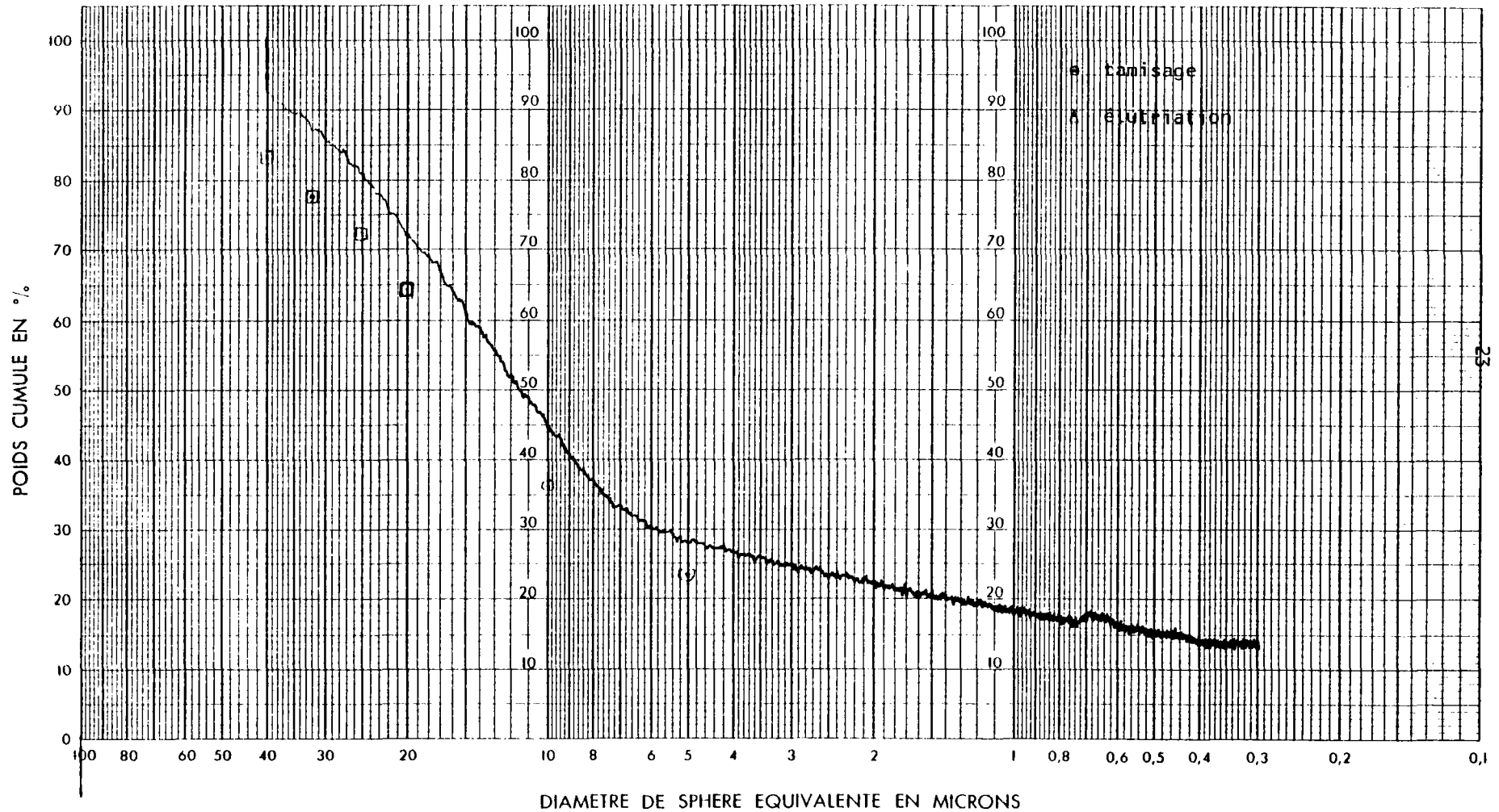
Densité 3,4632 g cc LIQUIDE Sucrose 30 % Densité 1,1252 g cc Viscosité 2,735 cps

OPERATEUR

Préparation 30 g/l, dans solution de sucrose à 30 %

TEMPERATURE °C

TAUX



**COULTRONICS FRANCE S.A**

Division Industrielle

14, rue E. Legendre

95380 - MARGENCY



# ANALYSE GRANULOMETRIQUE

Figure n° 6 :

ECHANTILLON effluent global n° 4 "1 semaine"

DATE .....

Densité 3,635 g/cc LIQUIDE eau

Densité g/cc Viscosité cps

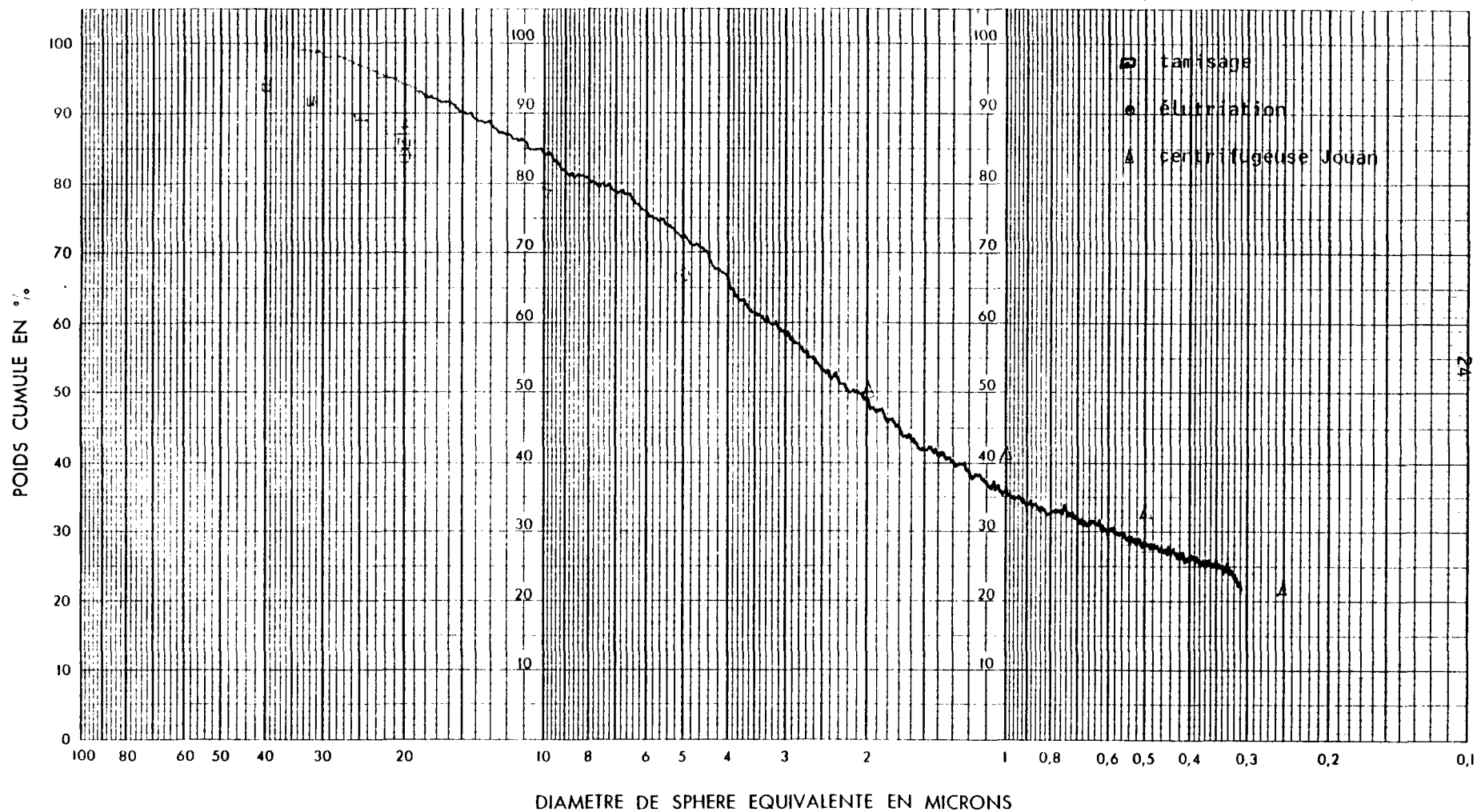
OPERATEUR .....

Préparation 30 g/l

TEMPERATURE 26 °C

3 kg/t HMP + 3 kg/t Displex + NaOH → pH 9,0

TAUX 431



COULTRONICS FRANCE S.A

Division Industrielle

14, rue E. Legendre

95580 - MARGENCY



# Figure n° 7 : ANALYSE GRANULOMETRIQUE

ECHANTILLON BC II instantané 1/7/80 (broyage)

DATE

Densité 3,6664 g cc

LIQUIDE

Densité

g cc

Viscosité

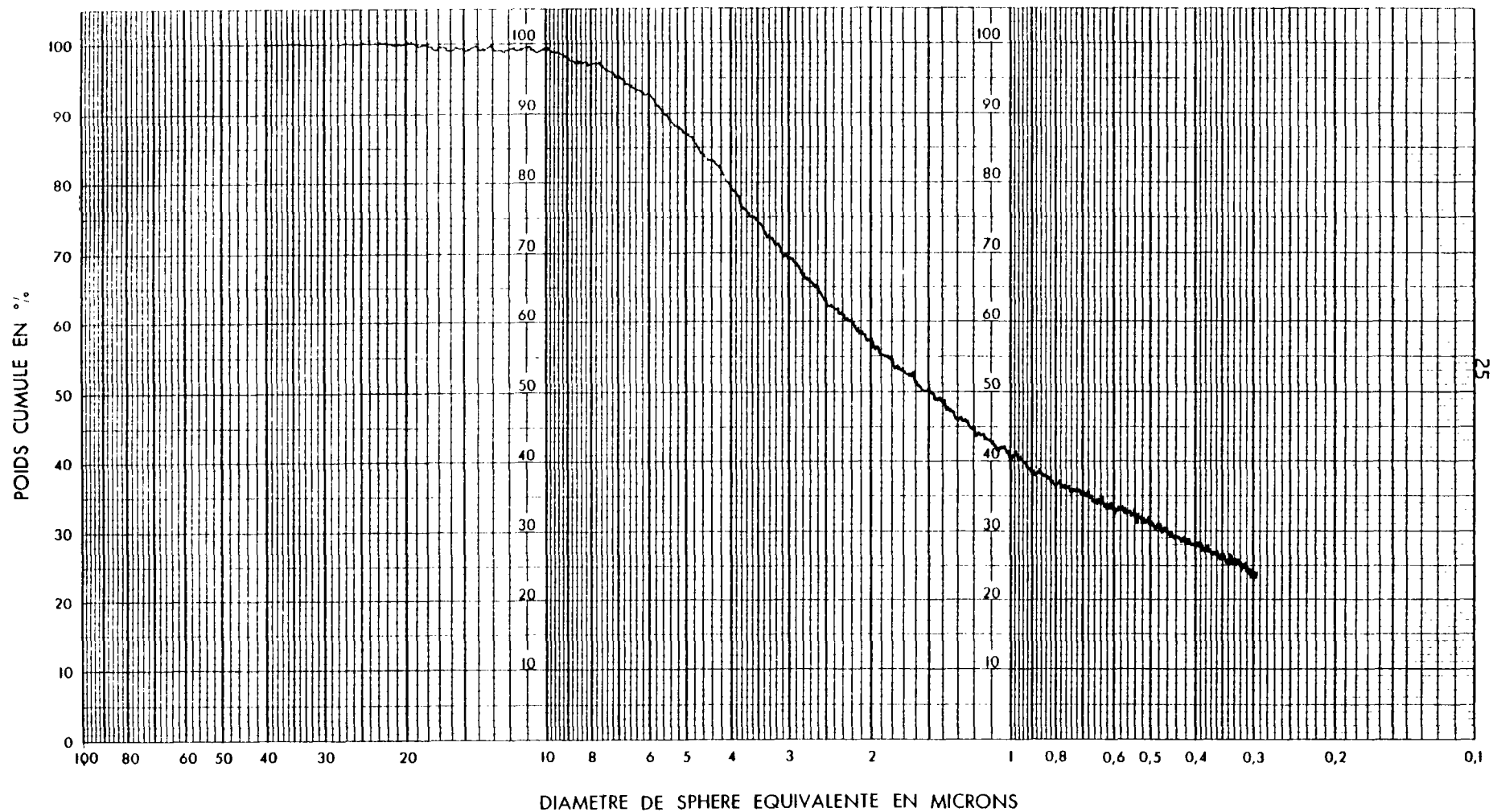
cps

OPERATEUR

Préparation 25 g/l

TEMPERATURE 29 °C

TAUX 531



**COULTRONICS FRANCE S.A**

Division Industrielle

14, rue E. Legendre

95580 - MARGENCY



# Figure n° 8 : ANALYSE GRANULOMETRIQUE

ECHANTILLON BC II instantané 17/7/80 (débouillage)

DATE

Densité 3,1378 g cc LIQUIDE

Densité

g cc

Viscosité

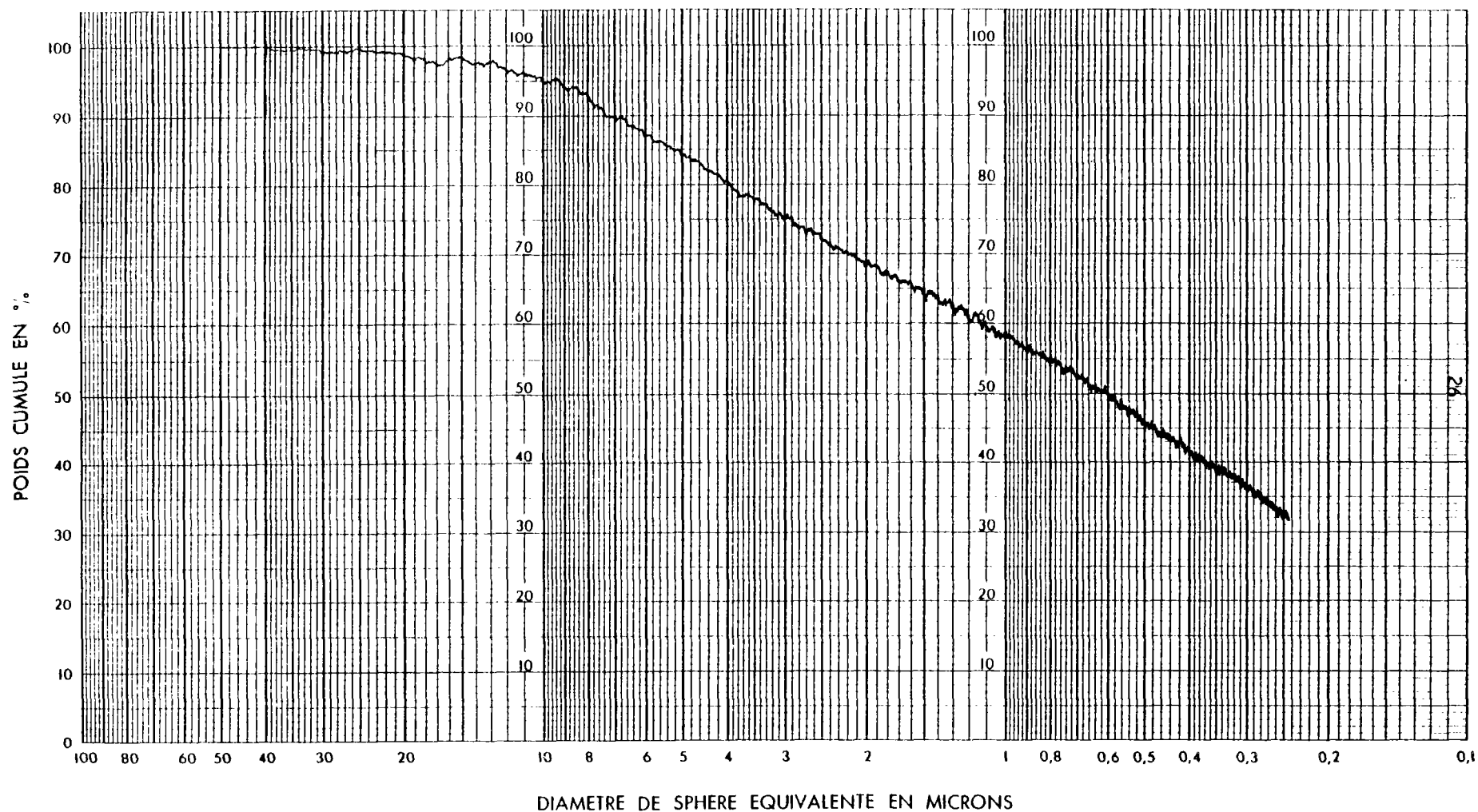
cps

OPERATEUR

Préparation 28 g/l

TEMPERATURE 26 °C

TAUX 399



COULTRONICS FRANCE S.A

Division Industrielle

14, rue E. Legendre

95380 - MARGENCY



# Figure n° 9 : ANALYSE GRANULOMETRIQUE

ECHANTILLON Surverse fer instantané 1/7/80

DATE

Densité 3,1386 g cc LIQUIDE

Densité

g cc

Viscosité

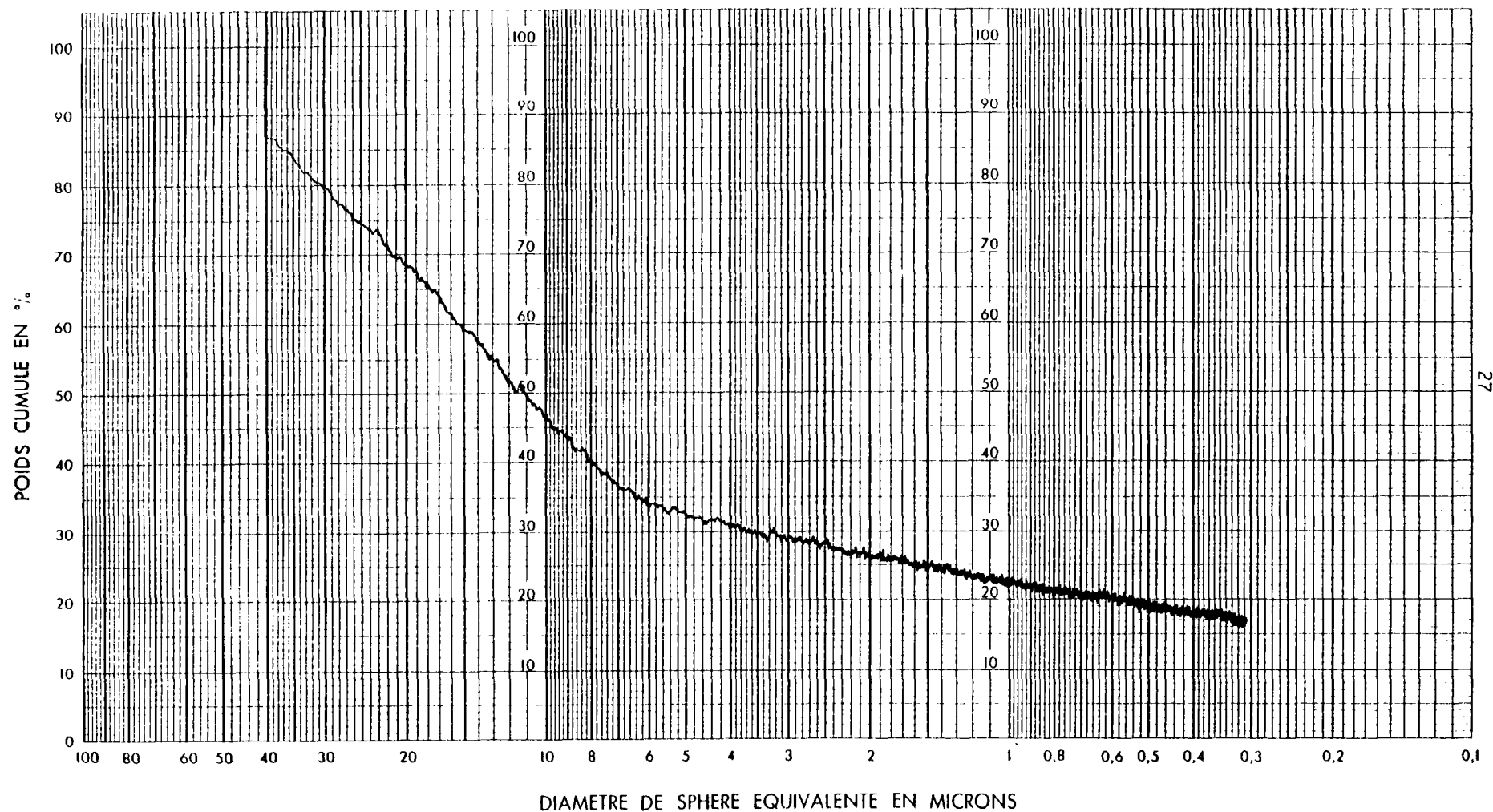
cps

OPERATEUR

Préparation sucrose à 30 %

TEMPERATURE 25 °C

TAUX 120



**COULTRONICS FRANCE S.A**

Division Industrielle

14, rue E. Legendre

95380 - MARGENCY



# Figure n° 10 : ANALYSE GRANULOMETRIQUE

ECHANTILLON Effluent global instantané 1/7/80

DATE

Densité 3,469 g cc LIQUIDE

Densité

g cc

Viscosité

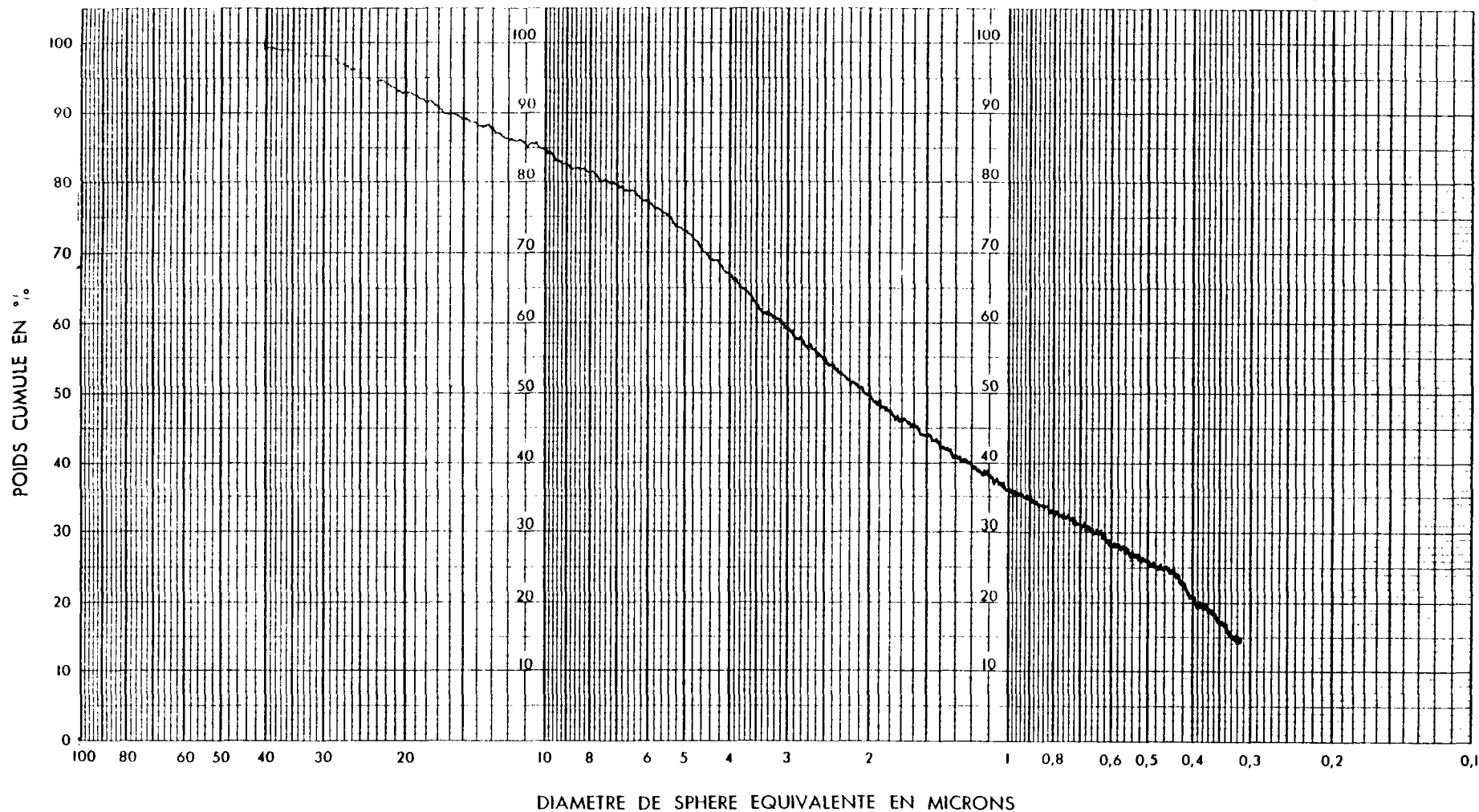
cps

OPERATEUR

Préparation 30 g/l

TEMPERATURE 28 °C

TAUX 481



28



**COULTRONICS FRANCE S.A**

Division Industrielle

14, rue E. Legendre

95580 - MARGENCY

# Figure n° 11 : ANALYSE GRANULOMETRIQUE

ECHANTILLON - 20 µm, boue de bassin d'égout - 1 ère série - (- 20 µm = 96,41 %)

DATE .....

Densité 3,362 g/cc LIQUIDE .....

Densité g/cc Viscosité cps

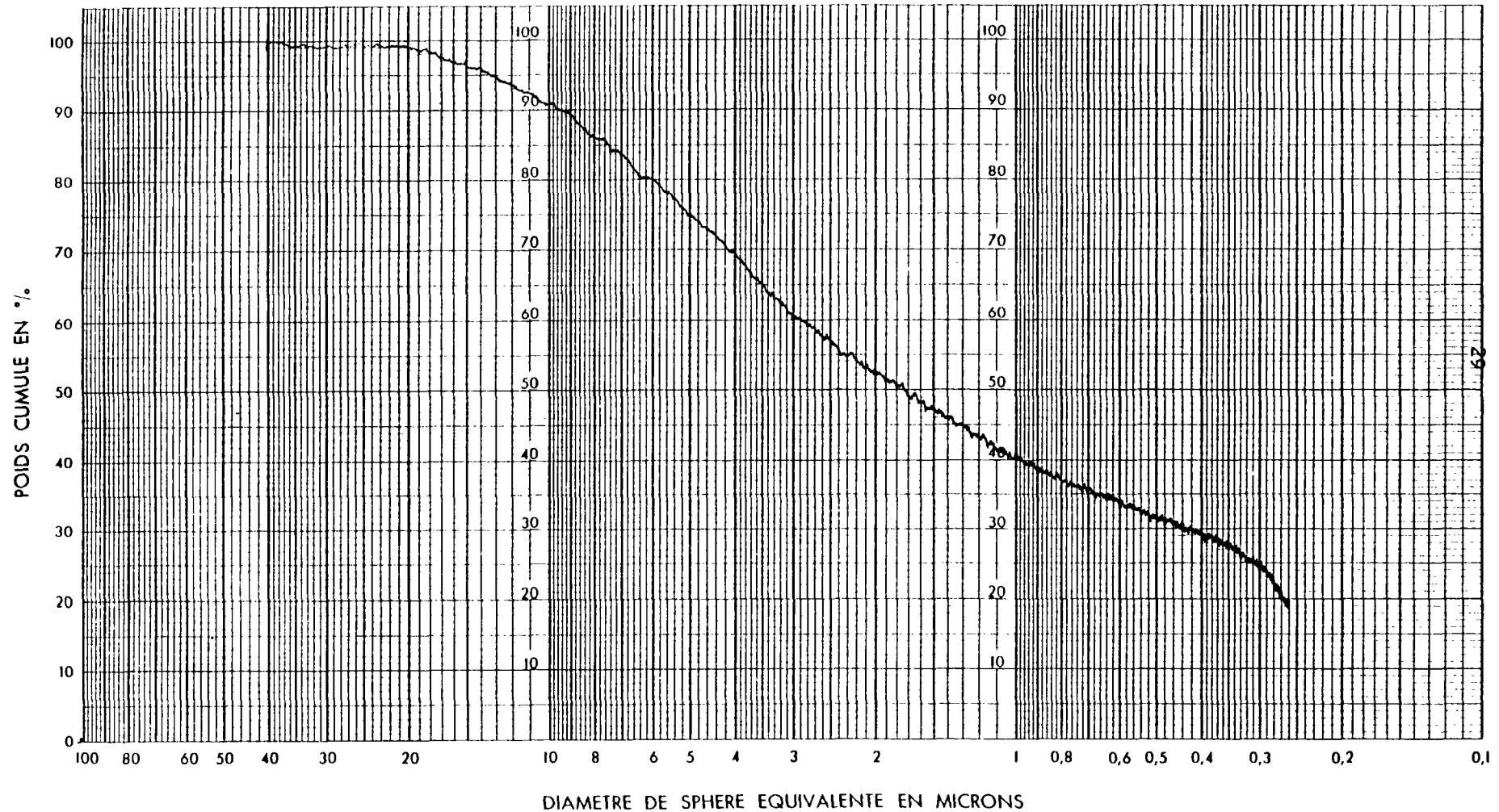
OPERATEUR .....

Préparation 3 kg/t HMP + 3 kg/t Dispex N40

TEMPERATURE 20 °C

2 gouttes NaOH 1N pH 9,0

TAUX 491



**COULTRONICS FRANCE S.A**

Division Industrielle

14, rue E. Legendre

95580 - MARGENCY



Figure n° 12 : **ANALYSE GRANULOMETRIQUE**

ECHANTILLON B.B. 2ème série

DATE 18/12/80

Densité 3,468 g.cc

LIQUIDE

Densité

g.cc

Viscosité

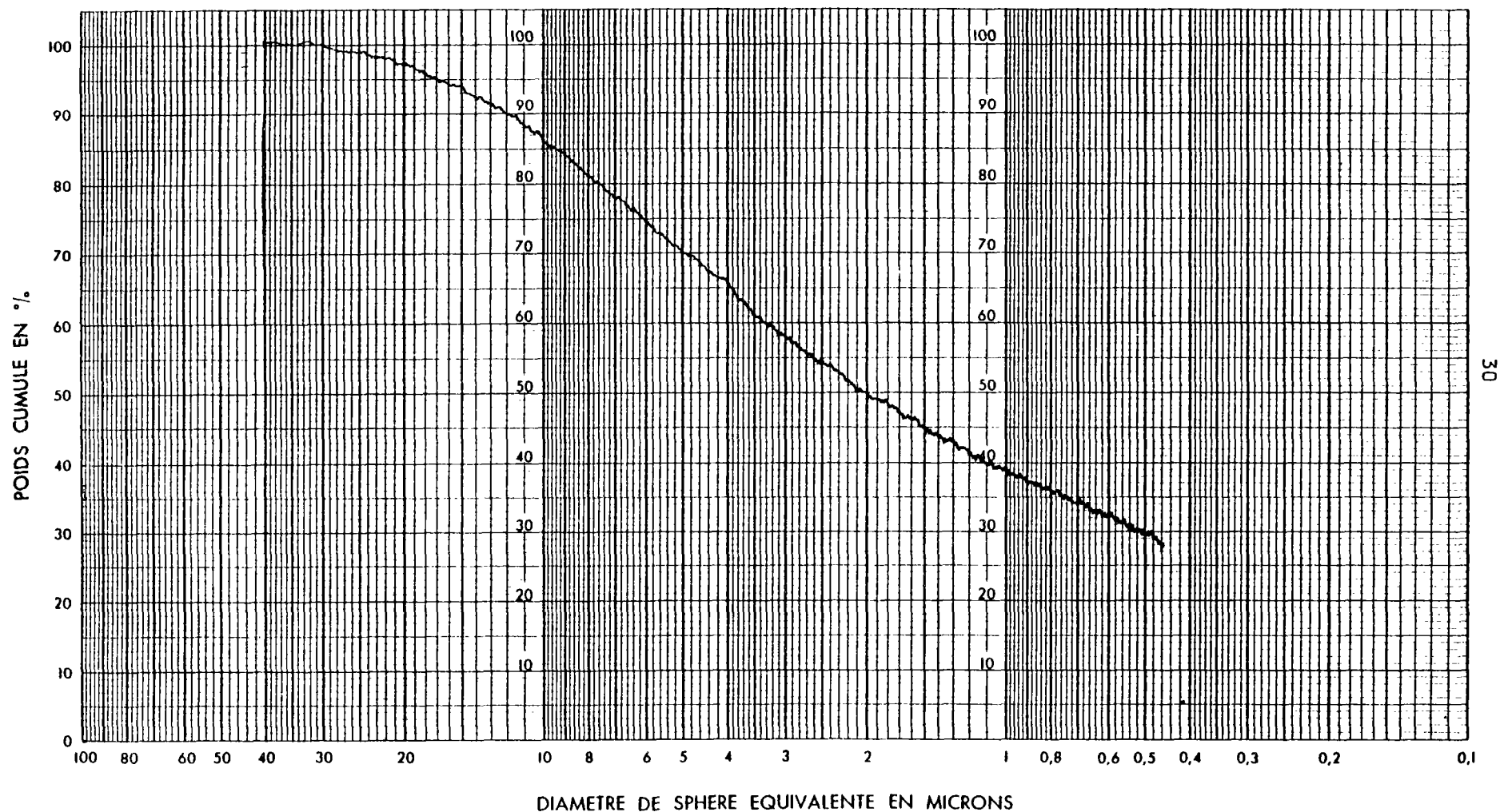
cps

OPERATEUR

Préparation

TEMPERATURE 26 °C

TAUX 491





# Figure n° 13 : ANALYSE GRANULOMETRIQUE

ECHANTILLON B.B. 3ème série 23/12/80

DATE 31/12/80

Densité 3,612 g cc LIQUIDE

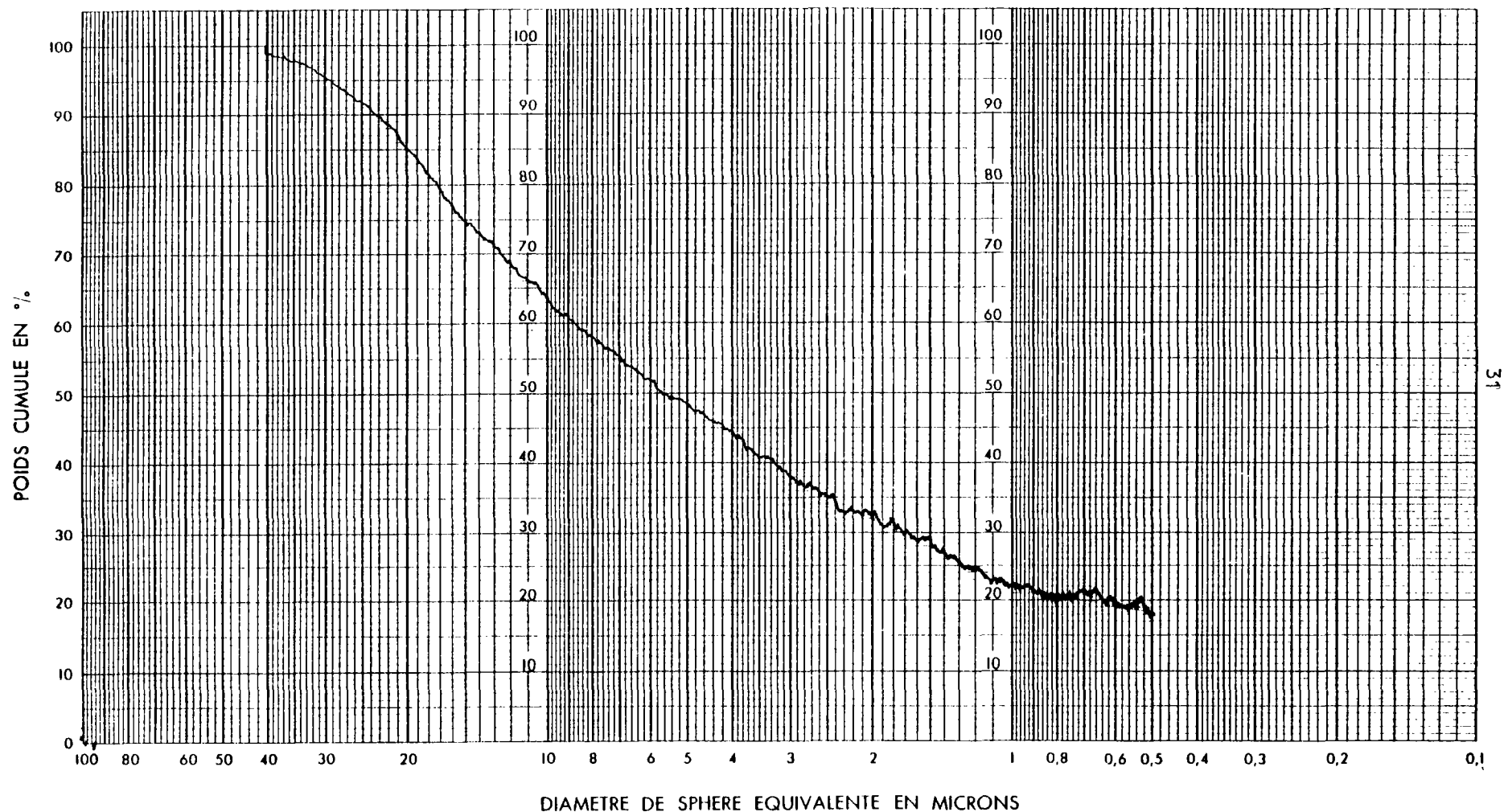
Densité g cc Viscosité cps

OPERATEUR

Préparation

TEMPERATURE 26 °C

TAUX 491



**COULTRONICS FRANCE S.A**

Division Industrielle

14, rue E. Legendre

95580 - MARGENCY



# ANALYSE GRANULOMETRIQUE

Figure n° 14 :

ECHANTILLON Effluent global du 18/9

DATE

Densité 3,296 g cc

LIQUIDE

Densité

g cc

Viscosité

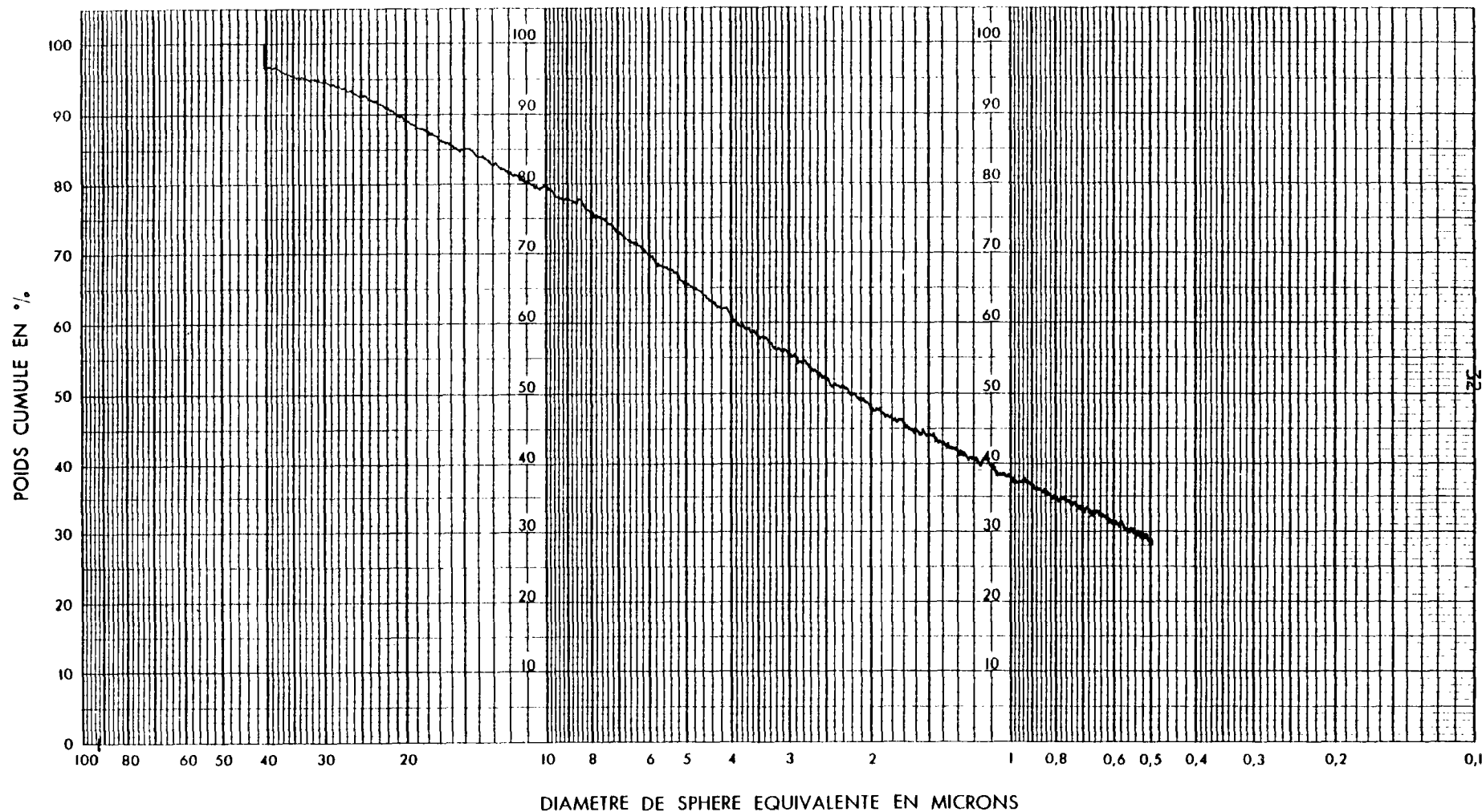
cps

OPERATEUR

Préparation

TEMPERATURE 26 °C

TAUX 430



**COULTRONICS FRANCE S.A**

Division Industrielle

14, rue E. Legendre

95580 - MARGENCY



# Figure n° 15 : ANALYSE GRANULOMETRIQUE

ECHANTILLON Effluent gréseux du 23/12/80

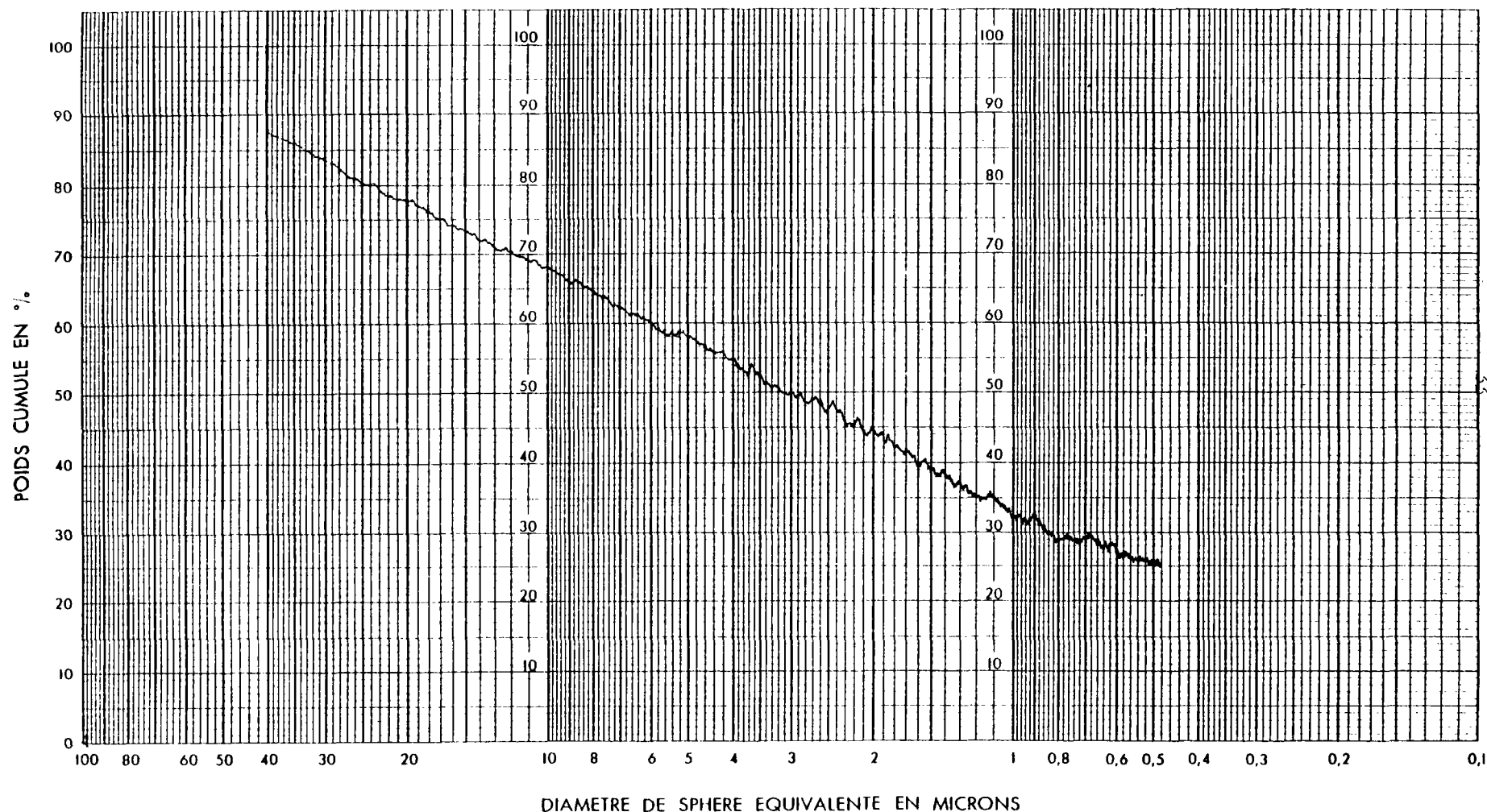
DATE 31/12/80

Densité 3,115 g/cc LIQUIDE Densité g/cc Viscosité cps OPERATEUR

Préparation 4 kg/t HMP + 4 kg/t Dispex N40 TEMPERATURE 26 °C

pH 5,2 → 2 gouttes NaOH 1N

TAUX 430



**COULTRONICS FRANCE S.A**

Division Industrielle

14, rue E. Legendre

95380 - MARGENCY



# ANALYSE GRANULOMETRIQUE

Figure n° 16 :

ECHANTILLON Bidon n° 1

DATE 18/12/80

Densité 3,156 g/cc

LIQUIDE

Densité

g/cc

Viscosité

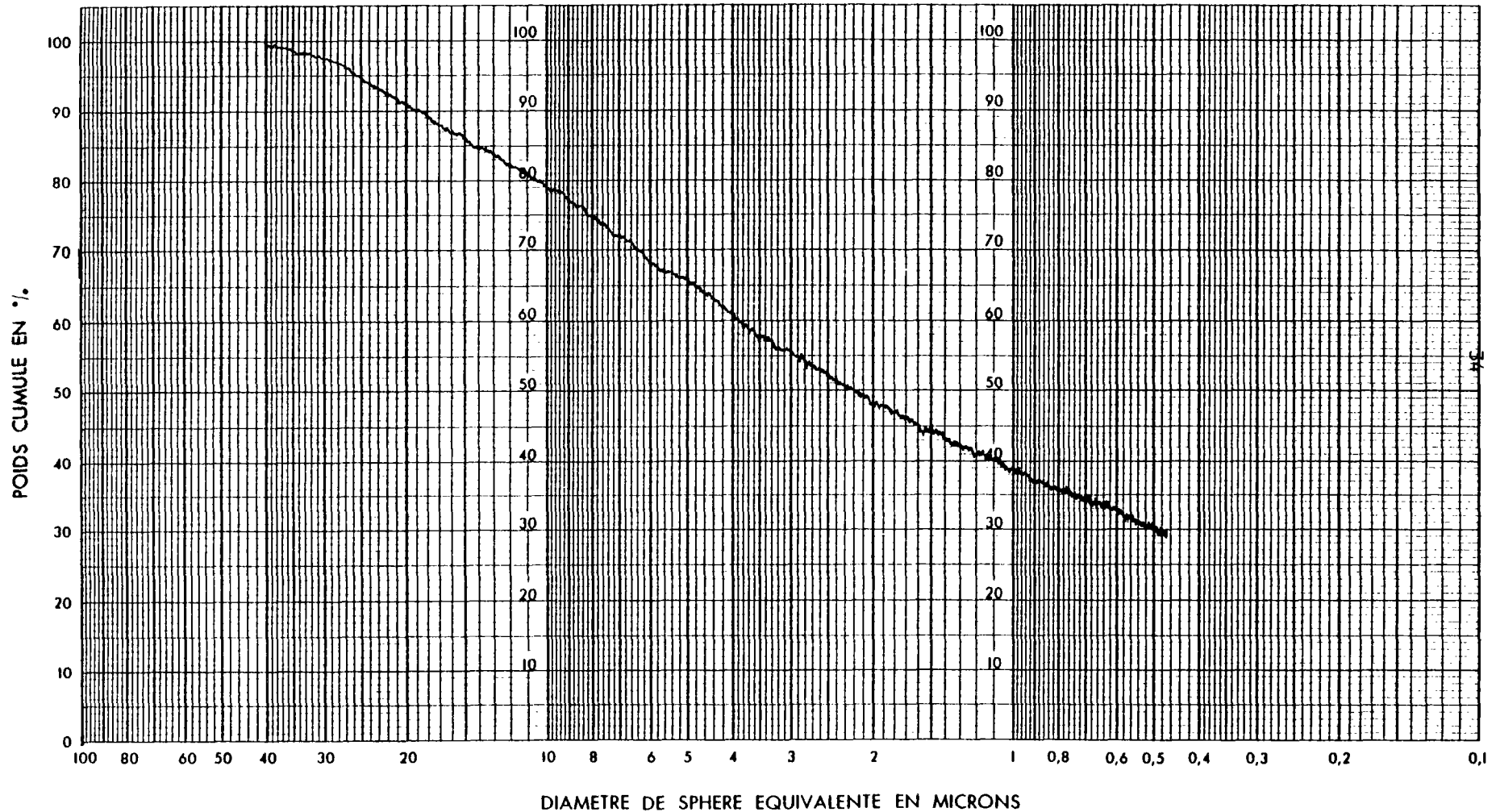
cps

OPERATEUR

Préparation

TEMPERATURE 26 °C

TAUX 402



**COULTRONICS FRANCE S.A**

Division Industrielle

14, rue E. Legendre

95580 - MARGENCY

# Figure n° 17 : ANALYSE GRANULOMETRIQUE

ECHANTILLON Bidon n° 3

DATE

Densité 3,183 g cc LIQUIDE

Densité

g cc

Viscosité

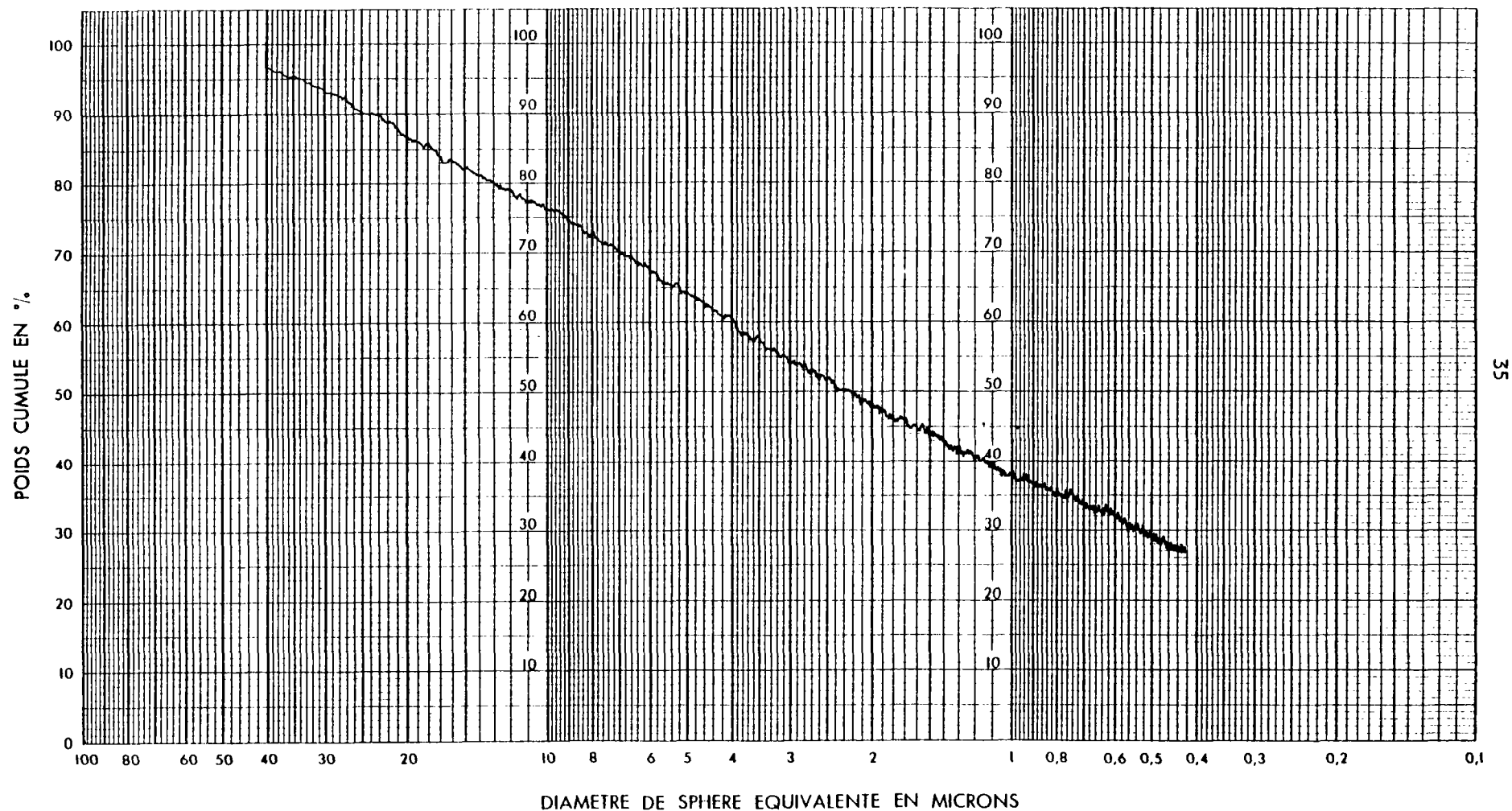
cps

OPERATEUR

Préparation

TEMPERATURE 26 °C

TAUX 407



35



**COULTRONICS FRANCE S.A**

Division Industrielle

14, rue E. Legendre

95580 - MARGENCY

# Figure n° 18 : ANALYSE GRANULOMETRIQUE

ECHANTILLON Bidon n° 11

DATE

Densité g/cc LIQUIDE

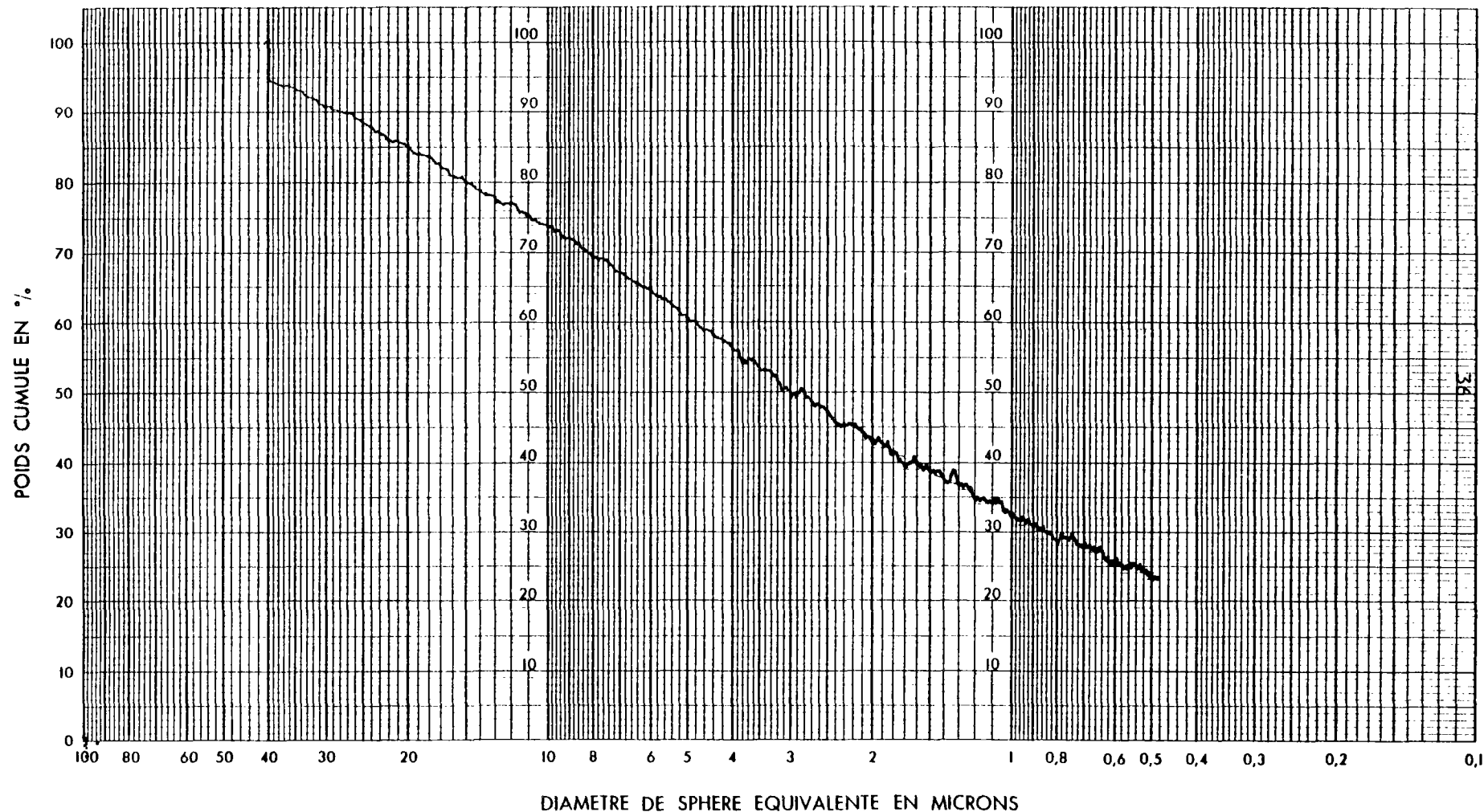
Densité g/cc Viscosité cps

OPERATEUR

Préparation

TEMPERATURE 26 °C

TAUX 432



**COULTRONICS FRANCE S.A**

Division Industrielle

14, rue E. Legendre

95580 - MARGENCY



# Figure n° 19 : ANALYSE GRANULOMETRIQUE

ECHANTILLON Bidon n° 4

DATE 19/12/80

Densité 3,308 g/cc LIQUIDE

Densité

g cc

Viscosité

cps

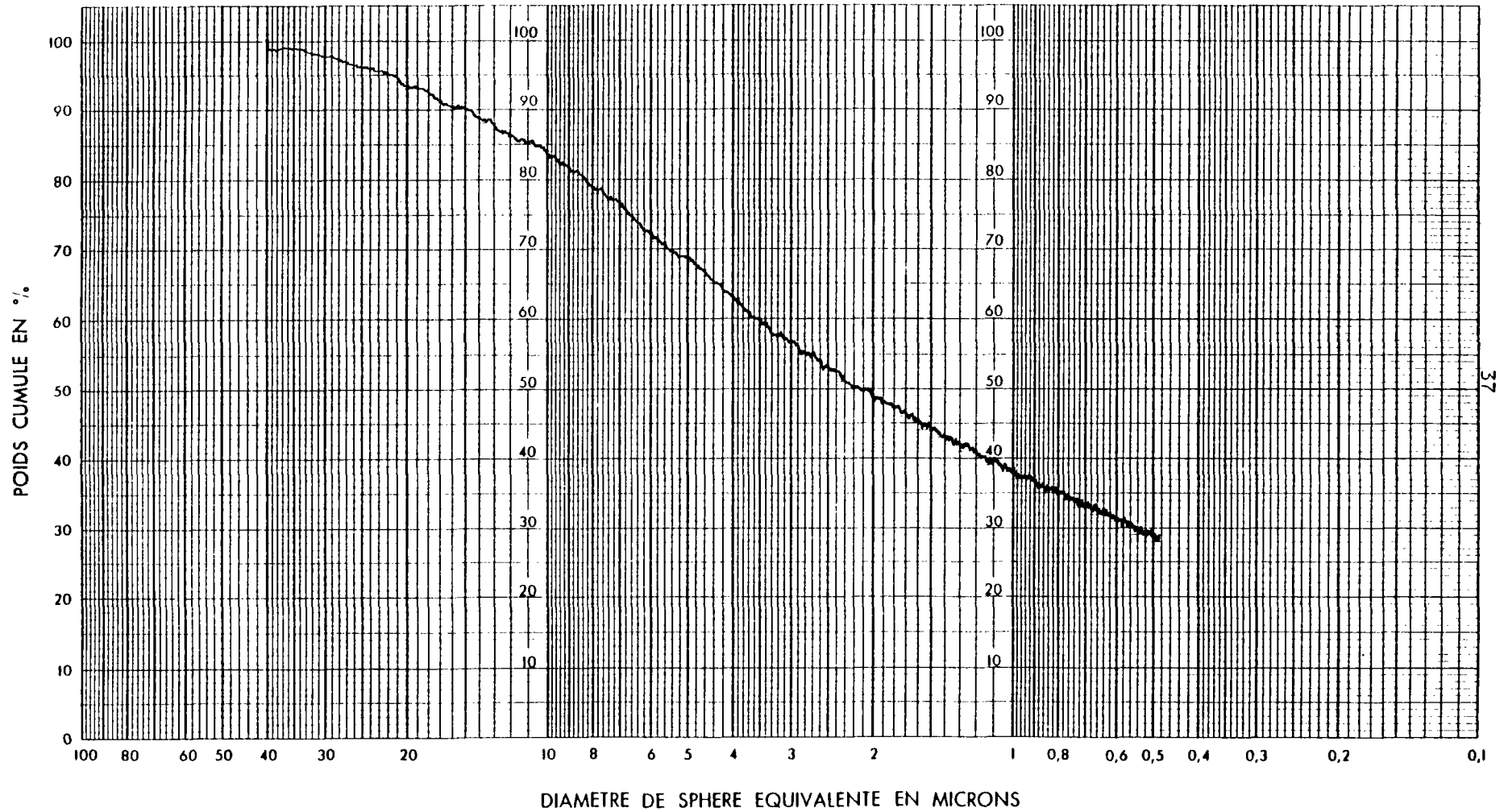
OPERATEUR

Préparation 4 kg/t HMP + 4 kg/t Dispex N40

TEMPERATURE 26 °C

+ 2 gouttes NaOH 1 N → pH 9,2

TAUX 430



**COULTRONICS FRANCE S.A**

Division Industrielle

14, rue E. Legendre

95380 - MARGENCY



# Figure n° 20. : ANALYSE GRANULOMETRIQUE

ECHANTILLON Bidon n° 9

DATE 19/12/80

Densité 3,308 g/cc

LIQUIDE

Densité

g/cc

Viscosité

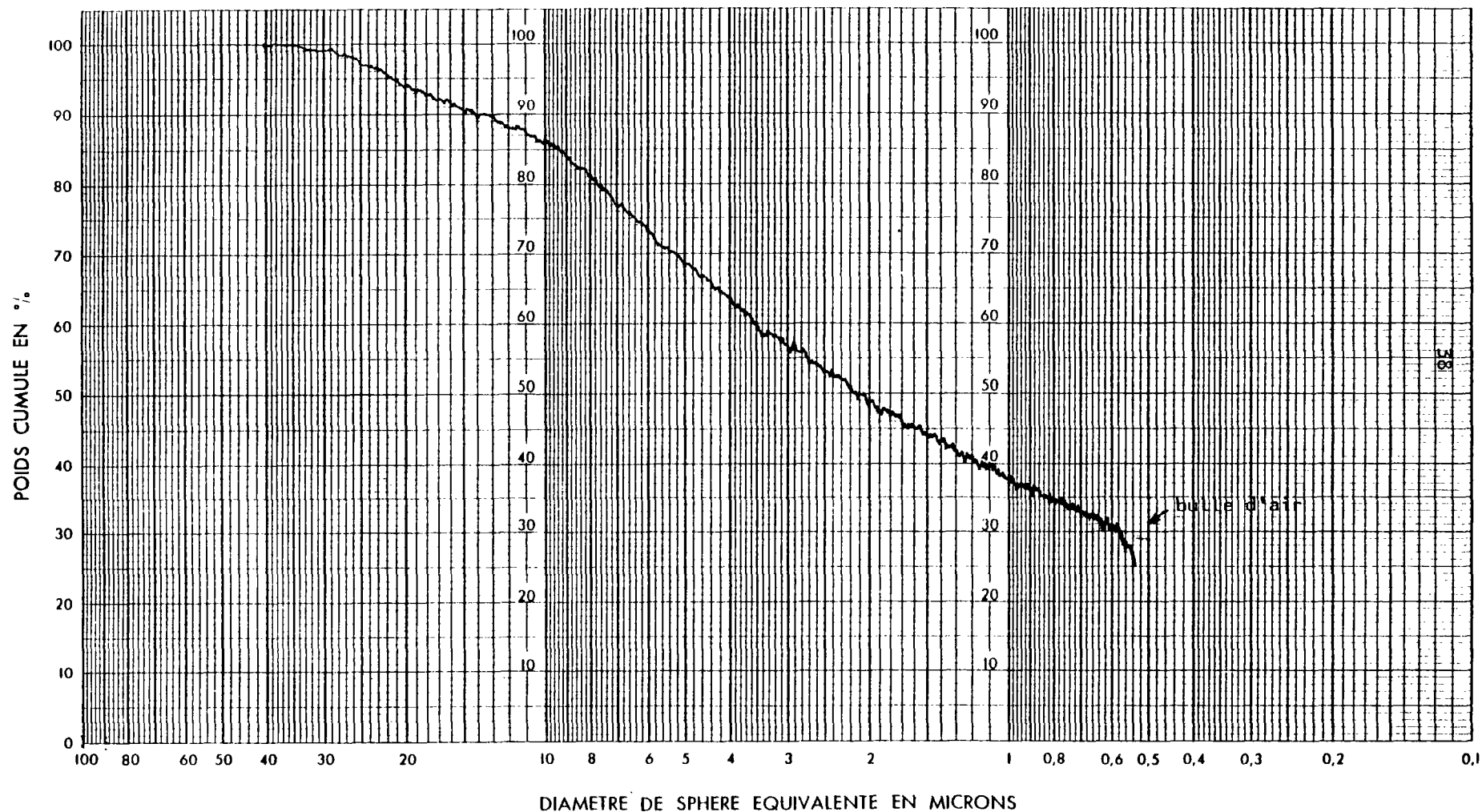
cps

OPERATEUR

Préparation

TEMPERATURE 26 °C

TAUX 430





### 3. ETUDE DE LA RECUPERATION DE LA BARYTINE A PARTIR DES SCHLAMMS DE BROUAGE .

Les bilans de la laverie, ainsi que les caractéristiques physico-chimiques des schlamms, montrent que seuls les schlamms de broyage "OF BC II" sont intéressants en termes de teneur et distribution  $\text{BaSO}_4$ , de teneur en  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , en vue d'un enrichissement par voie physique.

En 1976, le Département "Minéralurgie" du B.R.G.M. avait mis au point en laboratoire un procédé d'enrichissement des schlamms de broyage de CHAILLAC, par agglomération sélective des particules fines de barytine à l'aide d'une émulsion aqueuse de collecteur (RESANOL) et du fuel oil léger. Le conditionnement par l'émulsion H/E était conduit en pulpe épaisse dispersée par addition de silicate de sodium. La séparation de la barytine agglomérée d'avec les stériles : silice, hydroxydes de fer et kaolinite était effectuée par décantation et lavage par élutriation.

Ce procédé appliqué à des schlamms plus grenus que les schlamms actuels, le diamètre des hydrocyclones de déschlammage ayant été diminué, avait conduit à un enrichissement intéressant. Les meilleurs résultats des essais sont résumés ci-après :

- granularité et composition des schlamms :

- 40  $\mu\text{m}$  : 98,15 % ; - 20  $\mu\text{m}$  : 82,50 % ; - 10  $\mu\text{m}$  : 64,42 % ; - 5  $\mu\text{m}$  : 43,95 % ; - 2  $\mu\text{m}$  : 27,50 % ; - 1  $\mu\text{m}$  : 20,51 % ; - 0,5  $\mu\text{m}$  : 14,10 %  
 $\text{BaSO}_4$  : 50,56 % -  $\text{SiO}_2$  : 6,96 % -  $\text{R}_2\text{O}_3$  : 33,14 % dont  
 $\text{Al}_2\text{O}_3$  : 1,90 %

	Rendt. pondé- ral %	Teneurs %					Distributions %		
		BaSO <sub>4</sub>	SiO <sub>2</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	R <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	BaSO <sub>4</sub>	SiO <sub>2</sub>	R <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
Essais 10/76									
OF (stérile)	53,10	11,58	13,74	57,24		60,57	12,08	98,61	96,51
UF (concentré)	46,90	95,46	0,22	2,21	0,27	2,48	87,92	1,39	3,49
Alimentation	100,00	50,92	7,40	31,43	1,90	33,33	100,00	100,00	100,00
Essais 12/76									
OF (stérile)	53,96	17,45	12,97			56,09	18,43	94,29	93,05
UF (concentré)	46,04	90,52	0,92			4,91	81,57	5,71	6,95
Alimentation	100,00	51,09	7,42			32,53	100,00	100,00	100,00

Les analyses chimiques des produits séparés avaient été effectuées par le laboratoire de la laverie de CHAILLAC. Les consommations de réactifs avaient été les suivantes : fuel oil : 19,3 à 20 kg/t, collecteur : 3 à 3,86 kg/t, silicate de sodium : 5 kg/t.

Les essais effectués sur OF BC II échantillon "1 semaine" selon le procédé d'agglomération sélective précédent, ont mis en évidence :

- des difficultés de dispersion des schlamms par le seul silicate de sodium. Des dosages de 15 kg/t sont insuffisants pour stabiliser la pulpe. Pour défloculer les schlamms et améliorer la sélectivité de séparation BaSO<sub>4</sub>-R<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, il a été nécessaire :
  - . d'éliminer une partie de l'eau d'imbibition de la pulpe initiale, par centrifugation. Le produit épaissi, à 800 g/l a été dilué par de l'eau de la ville d'Orléans pour atteindre la concentration de conditionnement de 400 g/l
  - . d'introduire des réactifs, précipitant ou complexant les cations tels Ca<sup>2+</sup> ou Fe<sup>3+</sup> : acide citrique, oxalate de sodium, fluorure de sodium

- une efficacité des collecteurs à base de sulfonates, B130 et B140 de GERLAND, moindre que celle du collecteur RESANOL (de EKOF), à base d'alkyl-sulfates. Cette efficacité a été estimée en termes de performances de l'agglomération : rendement pondéral moindre de la phase agglomérée contenant le concentré, couleur plus rougeâtre et masse volumique moindre de ce dernier, quand, à dosages égaux, le RESANOL est remplacé par les sulfonates de GERLAND.

L'efficacité plus faible des sulfonates en agglomération est peut-être attribuable à la structure ramifiée de la molécule de sulfonate comportant un noyau aromatique sur lequel sont branchées des chaînes paraffiniques.

Le pouvoir flocculant supérieur des alkylsulfates serait dû à une structure linéaire du collecteur, favorisant les liaisons hydrophobes chaîne-chaîne et les liaisons minéral-hydrophobisé-gouttelette d'huile.

Les conditions opératoires de l'agglomération sélective ont été :

- 1er conditionnement par les agents dispersants à la concentration en solides de 400 g/l, durée 6 minutes, dosages : NaF : 350 g/t, acide citrique : 250 g/t, oxalate de sodium : 250 g/t, silicate de sodium en solution de densité 1,33 et rapport molaire  $\text{SiO}_2/\text{Na}_2\text{O}$  : 3,4 : 12 kg/t
- 2ème conditionnement par l'émulsion aqueuse d'huile et de collecteurs, durée 6 minutes. L'émulsion est élaborée avec un disperseur ULTRA TURRAX équipé du générateur T 30G. Le conditionneur est équipé de 4 chicanes et d'une double turbine pour éviter l'introduction d'air et favoriser le processus d'agglomération qui requiert une agitation intensive à fortes concentrations en solides.  
Dosages : fuel oil léger : 30 kg/t, collecteur (RESANOL) 3 à 8 kg/t, proportion d'huile dans l'émulsion : 15 % en volume
- séparation de la phase agglomérée (concentré) d'avec les stériles dispersés par lavage (eau de la ville d'Orléans) dans

un élutriateur MINEMET, de 25 mm de section droite, réglé pour une séparation à 25  $\mu\text{m}$  (avec  $\rho_s = 4 \text{ g/cm}^3$ ).

Les stériles sont séparés dans la surverse (OF), le concentré de  $\text{BaSO}_4$  dans la souverse (UF).

Les produits séparés des meilleurs essais, sur la base des rendements pondéraux des concentrés agglomérés, de leur couleur et de leur masse volumique, ont été analysés pour  $\text{BaSO}_4$ , éventuellement  $\text{SiO}_2$  et  $\text{R}_2\text{O}_3$  (la masse volumique du concentré est un guide d'estimation de la teneur  $\text{BaSO}_4$ ).

Les bilans sont présentés au tableau n° 12.

La qualité des concentrés, titrant 84,8 à 86,5  $\text{BaSO}_4$ , est quasiment constante pour des dosages en collecteur compris entre 3 et 8 kg/t, un optimum de récupération  $\text{BaSO}_4$  (58,7 %) est atteint pour un rapport pondéral collecteur/huile de 0,2.

L'enrichissement obtenu sur ces schlamms BC II est beaucoup moins bon que celui obtenu en 1976 sur les schlamms de broyage (OF cyclones broyeur barres et boulets). La baisse de performance de l'agglomération est probablement liée :

- . aux difficultés de défloculation de la pulpe résultant de son vieillissement et des fortes proportions de minéraux argileux et hydroxydes de fer colloïdaux (de granularité essentiellement - 0,5  $\mu\text{m}$ )
- . à la granularité plus fine de la barytine à récupérer :  
- 10 + 1  $\mu\text{m}$  en place de - 40 + 1  $\mu\text{m}$ .

Fuel oil léger kg/t	Collec- teur Résanol kg/t	Produit	Rendement pondéral %	Teneurs %			Distributions %		
				BaSO <sub>4</sub>	SiO <sub>2</sub>	R <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	BaSO <sub>4</sub>	SiO <sub>2</sub>	R <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
30	3	OF UF Alim.	88,92 11,08 100,00	32,80 86,51 38,75			75,26 24,74 100,00		
30	4	OF UF Alim.	83,88 16,12 100,00	30,27 85,23 39,13			64,89 35,11 100,00		
30	5	OF UF Alim.	79,04 20,96 100,00	26,42 85,62 38,83			53,78 46,22 100,00		
30	6	OF UF Alim.	72,85 27,15 100,00	22,27 84,80 39,25	13,79 2,31 10,67	54,23 8,90 41,92	41,34 58,66 100,00	94,12 5,88 100,00	94,24 5,76 100,00
30	7	OF UF Alim.	75,46 24,54 100,00	24,14 85,15 39,11			46,57 53,43 100,00		
30	8	OF UF Alim.	77,65 22,35 100,00	25,29 84,83 38,60			50,88 49,12 100,00		

Tableau n° 12 : Résultats des essais de concentration de la barytine par agglomération sélective à partir des schlamms de broyage BC II.

#### 4. ETUDE DE LA DECANTATION ET DE LA FLOCCULATION GLOBALE DES SCHLAMMS .

Cette étude a été conduite principalement sur l'échantillon d'effluent global "instantané" de la laverie, alimentée par du minerai du type "ferro-barytique", à sa concentration en solides initiale, en vue d'optimiser :

- la composition du flocculant,
- l'addition du flocculant,

pour accélérer la décantation des schlamms, clarifier les eaux séparées et tenter d'épaissir au maximum les boues rejetées.

##### 4.1. Optimisation des conditions de flocculation globale.

Des essais préliminaires ont montré que seuls les flocculants de synthèse, à haut poids moléculaire à base de polyacrylamide, permettent d'atteindre sur les schlamms de CHAILLAC, des vitesses de décantation importantes pour un épaississement primaire rapide, une dimension et une texture de floccs compatibles avec un processus d'épaississement par surflocculation et compaction des floccs.

Deux séries homogènes de flocculants, copolymères d'acrylamide et d'acrylate de sodium, à proportions variables d'acrylate de sodium, présentant de ce fait une anionicité croissante, ont été fournies, pour les essais, par la Société FLOERGER.

Les deux séries se distinguent par les masses moléculaires des polymères :

- a) - série H : FA 20H à FA 60H, présentant la plus faible masse moléculaire moyenne ( $\approx 10 \times 10^6$ ).

La proposition de groupements anioniques,  $\text{COO}^-$ , liés à l'acrylate de sodium, augmente régulièrement de FA 20H à FA 60H :

FA 20H - FA 25H - FA 40H - FA 52H - FA 57H - FA 60H  $\rightarrow$   
anionicité croissante

La proportion de groupements ionogènes COOH est d'environ 0 % pour FA 20H (non ionique) et d'environ 40 à 45 % pour FA 60H (floculant fortement anionique).

- b) - série SH : FA 22SH à FA 57SH, présentant la plus forte masse moléculaire moyenne ( $\approx 15 \times 10^6$ ) :

FA 22SH - FA 25SH - FA 40SH - FA 52SH - FA 57SH →  
anionicité croissante

Les proportions de groupements ionogènes dans les molécules sont sensiblement équivalentes à celles des floculants de même numéro de série H, le floculant FA 22SH est quasiment non ionique et équivalent au FA 20H.

Afin d'assurer une bonne répétabilité, les essais ont été conduits dans un flocculateur de caractéristiques suivantes :

- b cher en plastique transparent
- agitation par hélice marine tripale et moteur d'entraînement à variateur de vitesse
- vitesse périphérique : 1,02 m/s pour 250 t.p.m.
- durée de conditionnement : 30 secondes
- puissance dissip e : 18,5 Watts/m<sup>3</sup>
- gradient de vitesse moyen G : 111 sec.<sup>-1</sup>
- paramètre G.t = 3 300, rendant compte des contraintes moyennes appliqu es aux floccs pendant le conditionnement mécanique.

Les solutions de floculant ont été pr par es à une concentration de 0,5 g/l. La vitesse de sédimentation libre des floccs,  $v_0$ , a été calcul e à partir des déterminations de la hauteur de l'interface liquide clair-suspension lors de la décantation dans le b cher de conditionnement ou dans une éprouvette de 2 litres (pulpes à vitesse  lev e de décantation).

Un exemple des courbes de décantation relevées est présenté à la figure n° 21 pour les flocculants de la série H dosé à 175 g/t.

Les résultats, en termes de vitesse de sédimentation libre  $v_0$ , en fonction du dosage et de l'ionocité du flocculant, sont résumés graphiquement aux figures n° 22 et 23.

Le flocculant d'efficacité optimale est le FA 52SH (proportion de groupements anioniques :  $\approx 25\%$ ), le dosage optimal est de l'ordre de 150 g/t.



Figure n° 21 : courbes de décantation, dosage flocculant : 175 g/t

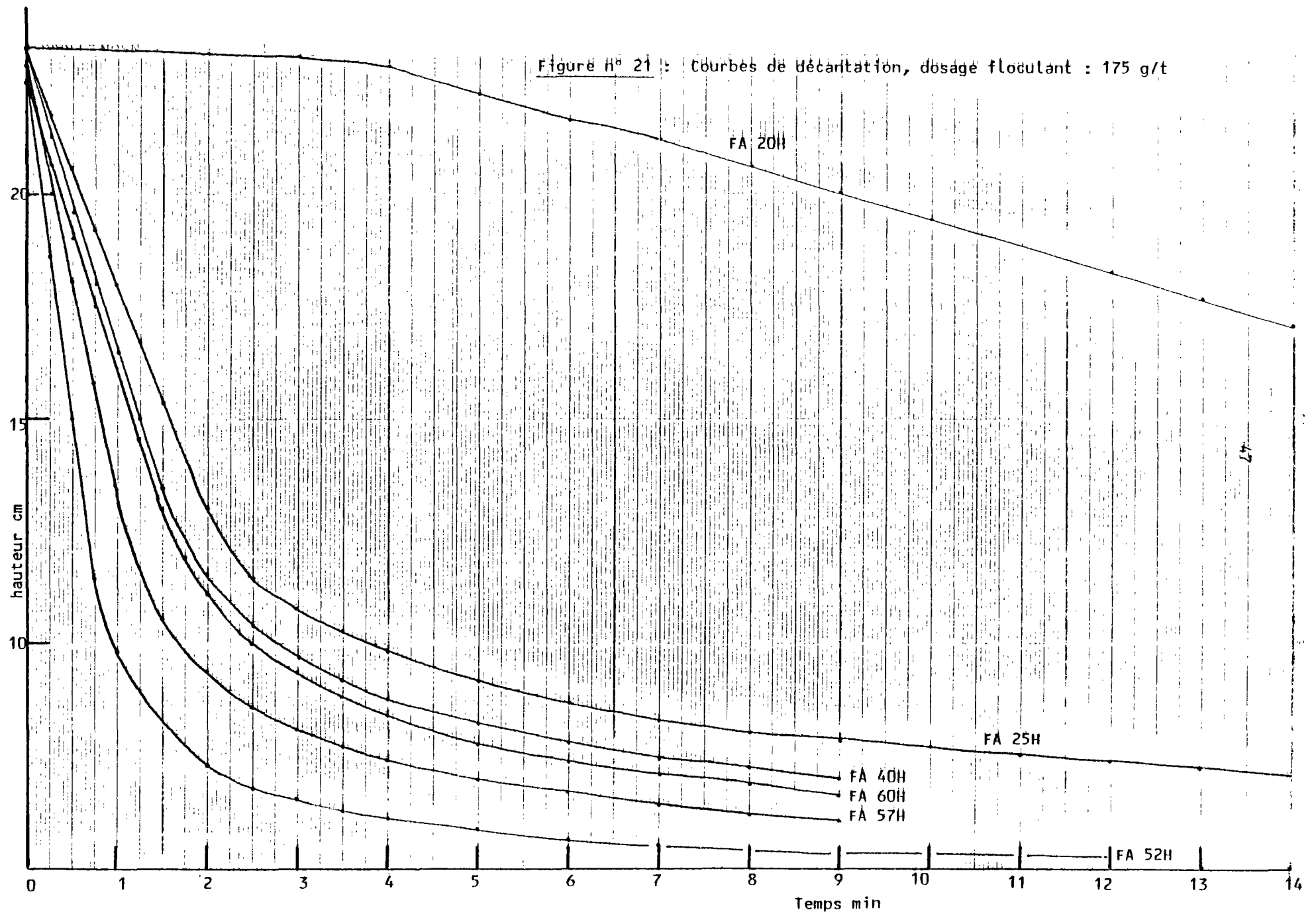


Figure n° 22 - Vitesse de sédimentation libre en fonction du dosage en floculant.

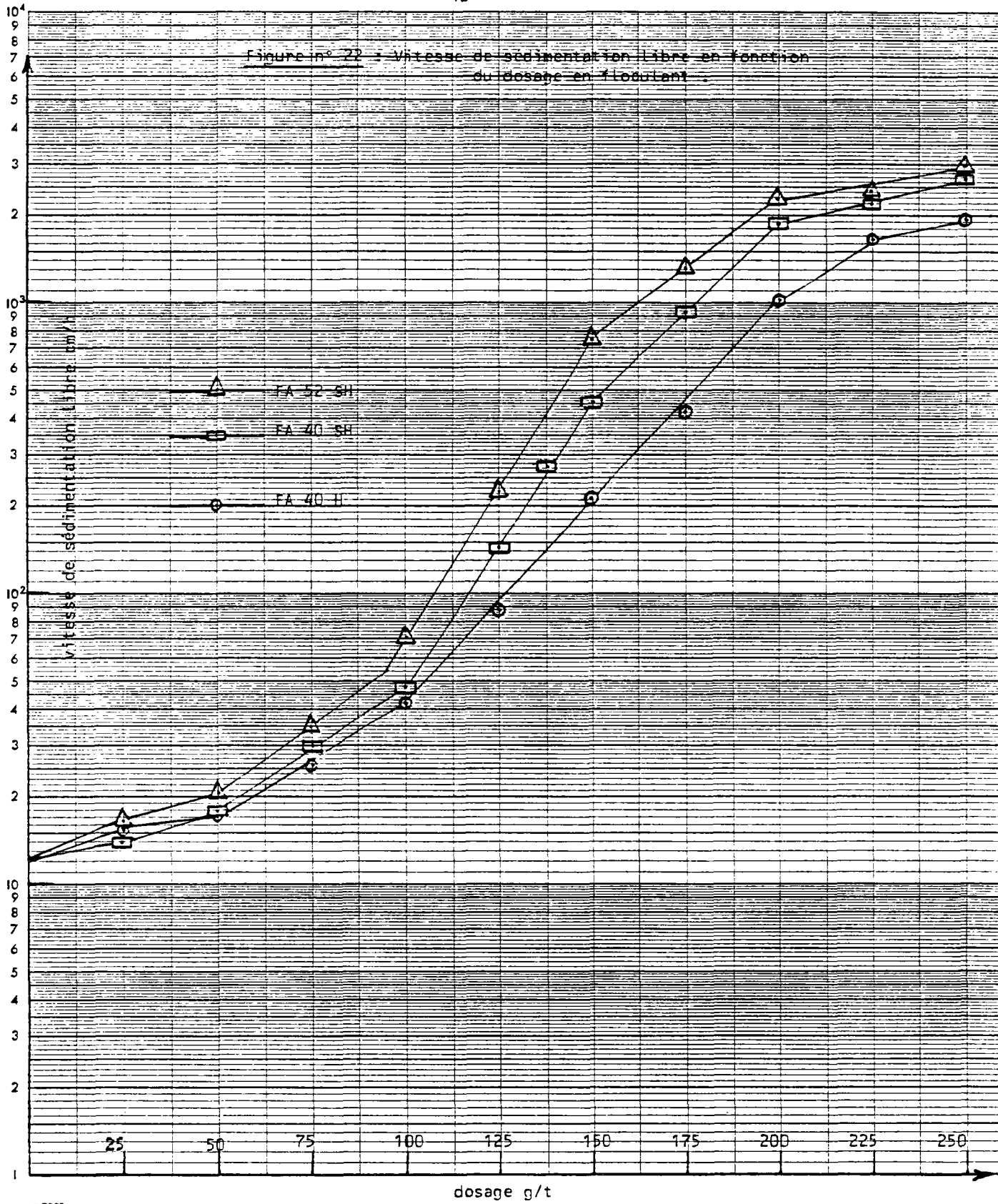
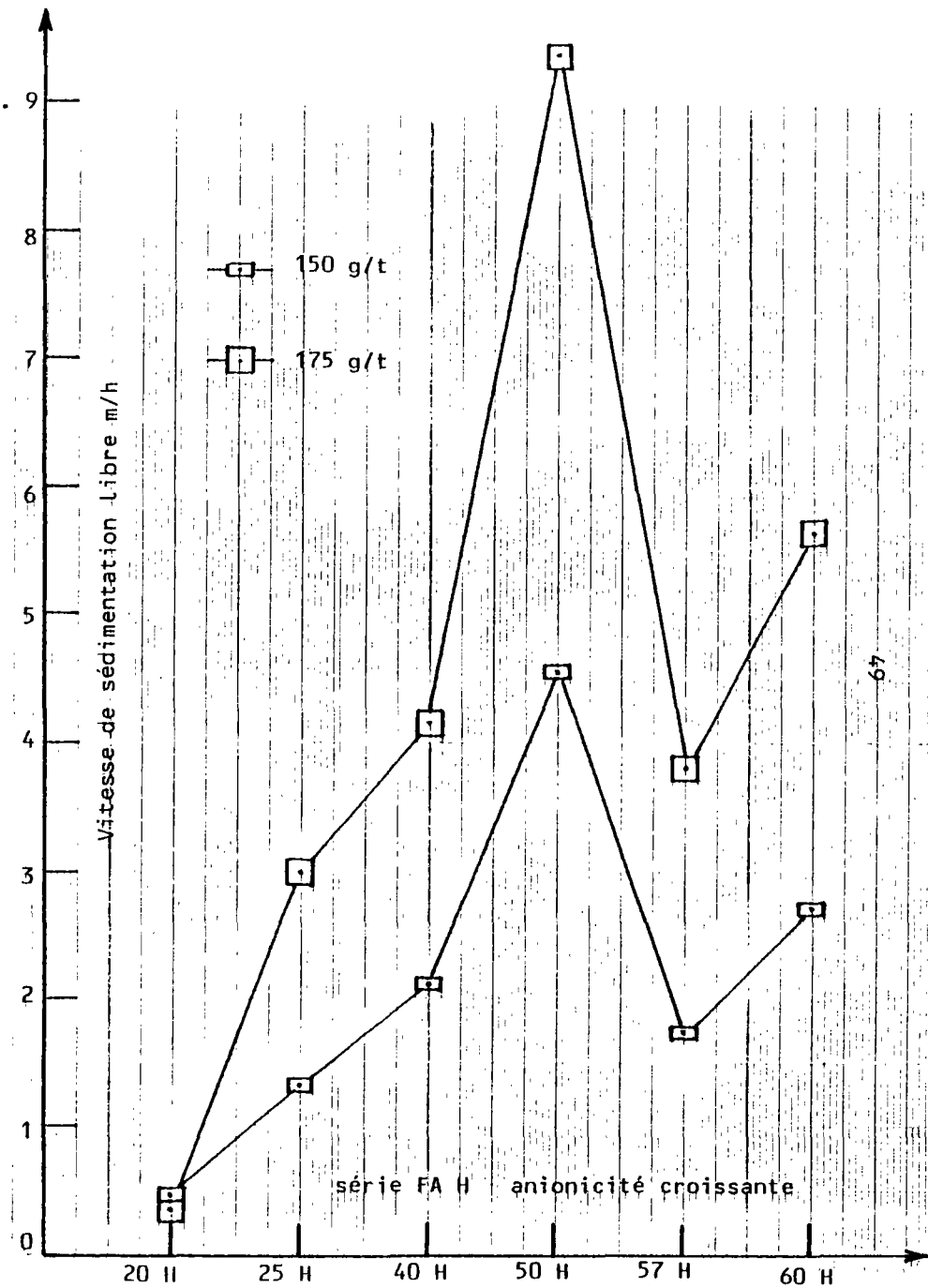
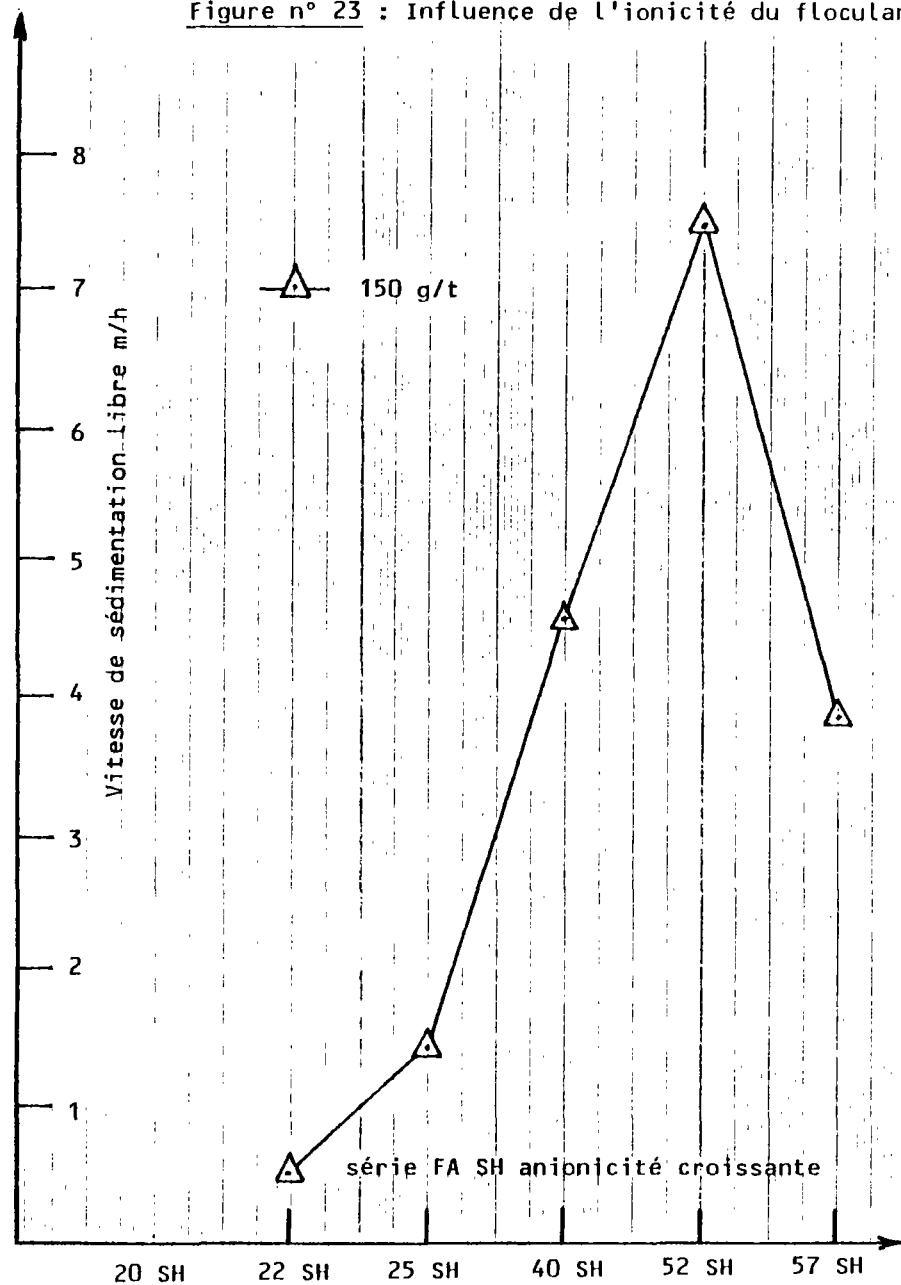


Figure n° 23 : Influence de l'ionicté du flocculant.



#### 4.2. Comparaison du comportement des différents types de schlamms lors de la décantation et de la floculation .

Les résultats comparatifs sont résumés au tableau ci-après :

	v <sub>0</sub> m/h	concentration en solides, g/L après			
		24 h	48 h	72 h	144 h
Schlamms tels quels :					
. schlamms broyage OF BC II	0,102	216	255,7	277	300
. schlamms débouillage OF BC III :	0,085	120,8	135,9	144,2	152
. "surverse fer" :	n.d.*				
. effluent global (composite BC II, BC III, surverse fer) :	0,123	233,1	275,9	288,1	304,3
Schlamms floculés par 150 g/t FA 52 SH					
. BC II :	0,353	222,1			
. BC III :	0,181	114,2			
. surverse fer :	≈ 45	689,3			
. effluent global :	7,44	269,0	271,7		
n.d. * : pas d'interface liquide clair-suspension visible, les très fines particules sédimentent très lentement, les particules grenues décantent rapidement.					

Le comportement des schlamms (sédimentation libre et compaction) apparaît relié à la proportion de particules ultra-fines - 0,5 µm qu'ils contiennent.

#### 4.3. Clarification de l'eau séparée par décantation .

Les essais de clarification ont été effectués sur l'échantillon de schlamms "Effluent Global" du 18/9/80 à sa concentration en solides initiale. Les floculants polymériques cationiques du type polyéthylèneimine (P.E.I.) se sont avérés très efficaces pour floculer les très

fines particules d'argile et d'hydroxyde de fer et clarifier l'eau décantée, une solution commerciale à 20 % de produit actif : POLYMIN HS de B.A.S.F., a été utilisée pour les essais. Les résultats sont résumés au tableau suivant :

	$v_0$ m/h	Conc. solides (g/l) après 24 h (sédiment)	Conc. solides (mg/l) dans l'eau décantée après 30 min
E.G. effluent global tel quel	0,092	225	126
E.G. avec 1 % $\text{Ca(OH)}_2$	0,162	220,5	58*
E.G. avec P.E.I. 60 g/t	0,215	230	27
E.G. avec P.E.I. 250 g/t	0,246	228	20
E.G. avec FA 52 SH 150 g/t	4,75	249	211
E.G. avec P.E.I. : 60 g/t et FA 52 SH 150 g/t	5,26	254	33

L'addition de P.E.I. permet de rejeter de l'eau contenant moins de 35 mg/l de particules ultra-fines, pour un temps de rétention dans la zone de clarification de l'épaississeur de 30 min.

\* pH de l'eau décantée : 11

#### 4.4. Epaississement des schlamms (effluent global à 52 g/l) .

Des essais d'épaississement par surfloculation et tassement des floccs ont été conduits avec une cellule de laboratoire TASSTER (NEYRTEC), selon la procédure recommandée par NEYRTEC pour les petits échantillons. Les résultats sont résumés au tableau ci-après :

	Essai 1	Essai 2
1) Flocculation initiale : dosage flocculant FA 52 SH (g/t)	150	150
Décantation initiale : concentration en solides $c_s$ après 5 min(g/L)	184,9	178,8
2) Surfloculation : dosage flocculant FA 52 SH (g/t)	150	300
$c_s$ après 5 min (g/L)	277,3	286
3) Tassement en cellule TASSTER de laboratoire durée : 5 min extrait sec du sédiment compacté (%)	36,19	41,77
(g/L)	487,5	594,4

## 5. ETUDE DE LA FILTRABILITE DES SCHLAMMS .

Les travaux ont eu pour objet la définition des caractéristiques de filtrabilité d'échantillons de schlamms de CHAILLAC, en particulier d'échantillons des boues des bassins, en vue d'estimer par calcul, le rendement de filtration en fonction des variables opératoires suivantes :

- pression de filtration :  $\Delta P$
- concentration en solides de la pulpe d'alimentation :  $c_s$  %
- épaisseur des gâteaux :  $e$
- addition d'un rejet grenu sous forme de "souverse fer",  
(souverse d'hydrocyclone)
- mode d'alimentation du filtre-presse :  
pompe centrifuge + ballon aéro-éjecteur ou  
pompe centrifuge + pompe à membranes.

### 5.1. Méthodologie expérimentale

La méthodologie mise en oeuvre a été la suivante :

- coagulation des schlamms ou des boues des bassins par un ajout de lait de chaux, correspondant à 10 kg/t de  $\text{Ca(OH)}_2$  par rapport à la matière sèche ;

- cycle de filtration : 2 min sous 1  $\text{kg/cm}^2$ , 1 min sous 4  $\text{kg/cm}^2$ , puis filtration à pression constante de 5 - 10 - 15 ou 20  $\text{kg/cm}^2$  ;

- essais de filtration sur filtre à plateaux et cadres CHOQUENET de surface projetée de 570  $\text{cm}^2$  (pour 2 gâteaux) avec des cadres d'épaisseurs 12 - 17 - 22 - 27 mm, donnant des gâteaux d'épaisseurs moyennes : 17 - 22,5 - 27,5 - 33 mm. Les plateaux sont du type à "pointes de diamant", la surface effective de filtration pour 2 gâteaux est de 961  $\text{cm}^2$  (données constructeur), les mesures conduisent à une valeur effective de 804,8  $\text{cm}^2$ . Détermination de la masse de filtrat écoulé en fonction du temps à l'aide d'une balance automatique, les relevés sont effectués toutes les 30 secondes ou toutes les minutes. Afin d'éliminer les poches d'air qui se forment avec des pulpes très concentrées en solides, à fortes viscosités et limites

d'écoulement, lors du remplissage du ballon aéro-éjecteur, la pulpe à filtrer est introduite sous vide et dégazée pendant 15 minutes avant d'alimenter le filtre.

La pression d'injection est contrôlée depuis le ballon aéroéjecteur par un mano-détendeur fixé sur la bouteille d'air comprimé ou d'azote.

Le medium de filtration est une toile FYLTIS monofilament en polypropylène. Sauf spécifié dans les résultats d'essais, les toiles ont été lavées à l'eau sous pression entre chaque essai, elles ont été brossées soigneusement environ tous les 6 essais. De ce fait, la résistance du médium a été maintenue sensiblement constante. Un agitateur manuel à pale permet d'homogénéiser la pulpe contenue dans le ballon aéro-éjecteur.

## 5.2. Bilans matières et vérification des bonnes conditions expérimentales.

Le fonctionnement "batch" (discontinu) du filtre-presse peut conduire à une filtration de la pulpe hors filtre après la phase de consolidation des gâteaux. Ce fonctionnement est caractérisé par un dépôt de solide dans les tubulures d'alimentation de la presse ; la gâteau déposé dans les cadres servant de médium filtrant, le filtrat correspondant à cette phase s'écoule normalement par les orifices de collection des plateaux. Cette phase doit être décelée et les points expérimentaux correspondants doivent être éliminés pour aboutir à une interprétation correcte des données de la phase de consolidation. Il est nécessaire, par ailleurs, de vérifier l'homogénéité de la pulpe d'alimentation pendant la phase de filtration libre et de consolidation.

Pour ce faire, un bilan matière a posteriori a été effectué sur quelques essais ; il consiste en les déterminations suivantes :

- . mesures des masses volumiques moyennes des solides par la méthode de la balance hydrostatique avec l'eau comme fluide
- . mesures du poids des gâteaux humides et du volume apparent par la méthode de la balance hydrostatique, avec le fuel oil léger ou le kérosène comme fluide



- mesures du poids du filtrat cumulé, mesure du poids des solides ultra-fins séparés par décantation du filtrat (ce poids est généralement négligeable pour les besoins et la finalité du bilan matière)
- mesures répétées de la concentration en solides de la pulpe d'alimentation :  $c_s$  %
- mesures de l'humidité résiduelle des gâteaux.

La fin de la période de consolidation est décelée par un bilan matière consistant à comparer la détermination expérimentale de  $c_s$  % (moyenne des mesures), avec sa valeur calculée à partir du volume des gâteaux, de l'humidité résiduelle et du volume du filtrat écoulé.

Les relations suivantes sont utilisées :

$$(M + m)/c_s = WM + \rho V + m \quad (1)$$

$$V_c = M/\rho_s + M(W-1)/\rho \quad (2)$$

$$c_s = (M + m) / (V_c + V) \quad (3)$$

$$c_s = (M + m) / (V_g + V) \quad (4)$$

$$V = (P - m/\rho_s) / \rho \quad (5)$$

où

- M : poids des gâteaux secs (g)
- V : volume total du filtrat ( $\text{cm}^3$ )
- P : poids du filtrat (g)
- m : poids des solides secs séparés du filtrat (g)
- $\rho_s$  : masse volumique des solides ( $\text{g}/\text{cm}^3$ )
- $\rho$  : masse volumique du liquide du filtrat ( $\text{g}/\text{cm}^3$ )
- $c_s$  : concentration en solides de la pulpe d'alimentation (valeur décimale)

- $V_c$  : volume des gâteaux humides, volume calculé ( $\text{cm}^3$ )  
 $V_g$  : volume des gâteaux humides, volume expérimental  
 déterminé par la balance hydrostatique ( $\text{cm}^3$ )  
 $W$  : poids du gâteau humide / poids du gâteau sec

La conversion de la concentration en solides des pulpes,  $C_0$ , exprimée en g de solides par litre de pulpe, en % pondéral ( $c_s$ ) est parfois nécessaire dans les bilans, elle est effectuée par la relation suivante :

$$c_s = 100 C_0 / (C_0 + \rho (1.000 - C_0 / \rho_s)) \quad (6)$$

Du fait que  $m$  est très petit ( $m < 10^{-3} M$ ) les relations précédentes sont utilisées avec  $m = 0$ .

Une homogénéité satisfaisante de l'alimentation du filtre et le non dépassement de la période de consolidation impliquent que :

$$\begin{aligned}
 (c_s \text{ expérimental} - c_s \text{ calculé}) / c_s \text{ expérimental} &\leq 1,5 \times 10^{-2} \\
 (V_g - V_c) / V_g &\leq 10^{-2}
 \end{aligned}$$

En complément des bilans matières, une coupe des gâteaux dans le sens de l'injection de la pulpe est examinée en fonction du temps, pendant la période de consolidation, afin de vérifier le remplissage complet des chambres et le volume du gâteau affecté par la consolidation.

### 5.3. Détermination de la filtrabilité et des paramètres caractéristiques de la filtration à pression constante .

Sur les schlamms de CHAILLAC, formant des gâteaux compressibles, deux périodes de filtration peuvent être distinguées :

- formation libre des gâteaux,
- consolidation du dépôt formé lors de la période de formation libre sous l'effet de la pression d'injection de la pulpe et de l'augmentation de résistance hydraulique due à la forte épaisseur de gâteau déposé sur le médium filtrant.

#### 5.3.1. Formation libre des gâteaux à pression constante .

Pendant la première période, les variables  $t^*$  et  $V^*$  sont liées par la relation :

$$t^* = \frac{\eta \bar{\alpha} m'}{2 \Delta P S^2} V^{*2} + \frac{\eta R_{mg}}{S \Delta P} V^* \quad (7)$$

où

- $t^*$  : temps en secondes =  $t - t_i$  ( $t_i$  = temps origine des mesures pour lequel la pression est égale à la pression constante de filtration fixée pour l'essai)
- $V^*$  : volume du filtrat écoulé au temps  $t^*$   
 $V^* = V - V_i$  ( $V_i$  = volume origine), ( $\text{cm}^3$ )
- $\Delta P$  : gradient de pression en baryes
- $\bar{\alpha}$  : résistance spécifique moyenne à la filtration du dépôt ( $\text{cm.g}^{-1}$ )
- $m'$  : masse de gâteau sec déposé par unité de volume de filtrat ( $\text{g.cm}^{-3}$ )
- $S$  : surface de filtration ( $\text{cm}^2$ )
- $\eta$  : viscosité du filtrat à la température de l'essai (poises)
- $R_{mg}$  : résistance du médium filtrant et du gâteau déposé à  $t_i$  ( $\text{cm}^{-1}$ ).

La relation (7) est linéarisée :

$$t^*/V^* = aV^* + b \quad (8)$$

- où  $a = \text{tg}\theta$ , pente de la droite obtenue en portant  $V^*$  en abscisses et  $t^*/V^*$  en ordonnées
- $b$  = ordonnée à l'origine.

Les résistances  $\bar{\alpha}$  et  $R_{mg}$  sont calculées à partir des déterminations expérimentales de  $a$  et  $b$  :

$$\alpha = \operatorname{tg} \theta \cdot K/m' \quad (9)$$

où  $k = 2 \Delta P \cdot S^2 / \eta$  est la constante du filtre

$$R_{mg} = b \cdot \Delta P \cdot S / \eta \quad (10)$$

La variation de  $\bar{\alpha}$  en fonction de  $\Delta P$  est décrite par la relation empirique :

$$\bar{\alpha} = \bar{\alpha}_0 \Delta P^s \quad (11)$$

$\bar{\alpha}$  : résistance spécifique moyenne à la filtration ( $\text{cm} \cdot \text{g}^{-1}$ )

$\bar{\alpha}_0$  : résistance spécifique à la filtration pour l'unité de gradient de pression

$\Delta P$  : gradient de pression (baryes)

$s$  : coefficient de compressibilité des gâteaux (égal à 0 pour un gâteau non compressible).

### 5.3.2. Consolidation des gâteaux primaires à pression constante .

Pendant la seconde période, la relation  $t^* / V^* = f(V^*)$  dévie progressivement d'une relation linéaire. Le mécanisme de consolidation est mal connu, il n'existe pas de relation définie entre  $t$  et  $V$  permettant de rendre compte de la vitesse d'élimination de l'eau du gâteau.

Les bilans matières pour cette seconde période aboutissent aux équations suivantes :

$$R = 1/w = (V + V_c) / (V(1 - \rho/\rho_s) + V_c/c_s) \quad (12)$$

où

$R = 1/w$  : siccité du gâteau (valeur décimale)

$V$  : volume du filtrat écoulé depuis  $t = 0$  ( $\text{cm}^3$ )

$V_c$  : volume des gâteaux ou des chambres du filtre ( $\text{cm}^3$ )

$\rho$  : masse volumique du filtrat ( $\text{g}/\text{cm}^3$ )

$\rho_s$  : masse volumique des solides ( $\text{g}/\text{cm}^3$ )

$c_s$  : % de solides dans la pulpe d'alimentation.

La relation (11) permet de connaître la siccité du dépôt au temps  $t$ .

$$m' : \rho / (1/c_s - (V_c / c_s + V (1 - \rho / \rho_s)) / (V_c + v)) \quad (13)$$

La relation (13) permet de calculer  $m'$  correspondant à la formation libre du gâteau.

L'étude effectuée sur les schlamms de CHAILLAC a conduit à la mise en évidence d'une relation empirique entre la siccité  $R$  des gâteaux et le temps de consolidation  $t'$  :

$$\ln ((R_\infty - R) / (R - R_0)) = kt' \quad (14)$$

$$R = R_\infty - (R_\infty - R_0)e^{-kt'} \quad (15)$$

où

$R$  : siccité des gâteaux (%) pendant la période de consolidation

$t'$  :  $t - t_{f,LL}$  avec  $t$  : temps écoulé depuis le début de l'alimentation de la presse,  $t_{f,LL}$  : temps de formation libre du gâteau correspondant à la durée de la première période de filtration,  $t_{f,LL}$  est estimé soit graphiquement, soit par un programme de calcul

$R_0$  : siccité du dépôt (%) pour  $t : t_{f,LL}$  ou  $t' : 0$

$R_\infty$  : siccité du dépôt (%) pour  $t \rightarrow \infty$  c'est la valeur limite de la siccité du dépôt pour un temps très grand d'application de la pression.

Le modèle (15) est un modèle non linéaire à 3 paramètres  $R_0$ ,  $R_\infty$  et  $k$  qui sont fonction de  $\Delta P$ ,  $e$  et  $c_s$ .

Ce modèle empirique pour la période de consolidation, joint au modèle de la filtration libre pour la première période de filtration, doit permettre de piloter intégralement et d'optimiser le cycle de filtration d'un filtre-pressé conventionnel si ce dernier est équipé des capteurs nécessaires :  $\gamma$  densimètre sur l'alimentation, débitmètres électromagnétiques ou capteurs de poids avec dispositif d'intégration ... et d'un

calculateur associé. Un tel modèle est particulièrement utile si les gâteaux sont assujettis à une contrainte de siccité minimale.

La transformation de l'équation (15) fournit une relation entre le temps et le volume de filtrat cumulé dans la période de consolidation :

$$(V + V_c) / (V(1 - \rho/\rho_s) + V_c / c_s) = R_\infty - (R_\infty - R_0)e^{-k(t-t_{f.l.})}$$

#### 5.4. Programmes de calcul .

Les données de la filtration ont été analysées grâce à des programmes de calcul implantés sur :

- . une calculatrice programmable H.P. 97, avec programmes stockés sur cartes magnétiques (éventuellement données et résultats intermédiaires)
- . un micro-ordinateur APPLE II + 64K, avec programmes, fichiers de données et de résultats stockés sur disquette 143K (système d'exploitation D.O.S. 3.3)

Accessoirement, un programme de régression non linéaire de la bibliothèque H.P., implanté sur mini ordinateur H.P. 9845 a été utilisé pour déterminer les 3 paramètres du modèle (14).

##### 5.4.1. Programmes sur HP 97 .

##### 5.4.1.1. Programme 1 : détermination de la période de filtration libre .

A partir des données :

$t_i$ ,  $V_i$ ,  $k_1$  facteur d'échelles et de corrections d'unités et des couples de valeur  $t$  et  $V$

ce programme fournit :

- les valeurs de  $y = t^*/V^*$  et  $x = V^*$  nécessaires à l'établissement des diagrammes conventionnels de filtration à pression constante
- une première estimation des coefficients  $a$  et  $b$  à partir des 3 premiers couples  $t^*/V^*$  et  $V^*$
- l'estimation de l'écart type  $s_{y.x}$  des observations autour de la droite de régression (relation (8)) pour  $n$  points (ou  $n$  couples  $t^*/V^*$  et  $V^*$ )
- l'estimation de la prédiction  $\hat{y}$  de  $y$  pour la valeur  $x$  de  $V^*$  correspondant au  $(n+1)^{\text{ème}}$  point relevé, cette estimation est obtenue à partir des  $n$  points précédents

- l'estimation de l'écart type  $s_p$  de la prédiction  $\hat{y}$  pour la valeur  $x$  (ou  $V^*$ ) en supposant que la relation (8) est valable
- l'intervalle de confiance de  $\hat{y}$  :  $\hat{y} \pm 2 s_p$
- les valeurs de  $a$  et  $b$  pour les  $n$  points pris en compte
- l'écart type  $s_a$  sur la pente  $a$
- la somme des carrés des écarts des observations  $\sum d^2$  à la droite de régression
- le coefficient de corrélation linéaire  $r$ , correspondant à la relation (8)

La durée du calcul et de l'impression (12 lignes) est de 22 secondes par point, ce programme permet de déterminer le temps de filtration libre  $t_{f.l.}$  par un test sur l'écart du  $(n+1)^{\text{ème}}$  point à la droite de régression ajustée aux  $n$  points précédents, ceci implique que la variance expérimentale est sensiblement constante dans le domaine  $V-V_i$  exploité.

$t_{f.l.}$  correspond au 1er point supérieur à  $\hat{y} + 2 s_p$ .

#### 5.4.1.2. Programme 2 : Déterminations de la siccité et de $m'$ en fonction du temps de filtration .

A partir des données :

$V_c$  (ou  $V_g$ ),  $\rho$ ,  $\rho_s$ ,  $c_s$  (en valeur décimale) et  $t_{f.l.}$

ce programme fournit pour chaque couple  $t$  et  $V$  ; les valeurs de  $R$  et  $m'$ , (relations (12) et (13)), pour  $t \leq t_{f.l.}$  et  $t > t_{f.l.}$  correspondant aux périodes de formation libre et de consolidation.

Ce programme permet, en particulier, de définir les valeurs de  $V$  et  $m'$ , pour  $t = t_{f.l.}$ , qui seront rentrées comme données de base dans le programme 3 calculant  $\alpha$  pour la période de formation libre du gâteau.

#### 5.4.1.3. Programme 3 : calculs des caractéristiques de la filtration libre à pression constante .

A partir des données :



$N$  : nb de couples de valeurs  $t$  et  $V$  pris en compte pour le calcul de  $\alpha$ , avec  $t < t_{f.l.}$ .

$k_1, t_i, V_i, k'$  : facteur de correction d'unités sur  $tg\theta$  et  $b, p$  = poids de gâteau sec correspondant à  $t = t_{f.l.}$  ou valeur conventionnelle de 100 ou 1 000 g correspondant à la valeur de  $m'$  pour  $t = t_{f.l.}$ ,  $V$  = volume de filtrat correspondant à  $p$  et  $m'$  pour  $t = t_{f.l.}$ ,  $k''$  : facteur de correction d'unités de pression (en général correspond à la conversion  $kg/cm^2$  en baryes, unités C.G.S. cohérentes).

$\Delta P, S$  et  $\eta$  : viscosité du filtrat à la température d'essais en Poises.

Le programme fournit :

- . pour chaque couple  $t, V$  les valeurs de  $V^* = V - V_i, t^* = t - t_i, t^*/V^*$ .
- . les valeurs de  $r^2, r, a, b, s_{y.x}, s_a, \Sigma d^2, K$  : constante du filtre en unités C.G.S.,  $m'$  pour  $t = t_{f.l.}$ ,  $tg\theta$  en unités C.G.S.,  $\alpha$  en unités C.G.S. ( $cm.g^{-1}$ ),  $Rmg$  pour  $t = t_i$  en  $cm^{-1}$ .

#### 5.4.1.4. Programme 4 : détermination des caractéristiques de compressibilité des gâteaux.

A partir des données :

$N'$  : nb de couples  $\Delta P_j, \alpha_j$   
 $\Delta P_j$  (baryes) et  $\alpha_j$  ( $cm.g^{-1}$ )

Le programme fournit :

- . les valeurs de  $r^2$  et  $r$  permettant d'estimer la qualité de l'ajustement de la relation  $\alpha = \alpha_0 \Delta P^S$
- . les valeurs de  $s$  et  $\alpha_0$  en unité C.G.S.
- . l'écart type des observations par rapport à la ligne de régression ( $s_{y.x}$ )
- . l'écart type de l'estimation de  $s$  ( $s_s$ ) et  $\Sigma d^2$

- .  $\alpha_j$  expérimental,  $\Delta P_j$ ,  $\alpha_j$  estimé
- .  $\alpha_j$  expérimental -  $\alpha_j$  estimé,  $\sum (\alpha_j \text{ exp} - \alpha_j \text{ est.})^2$  pour chaque couple  $\Delta P_j$ ,  $\alpha_j$ .

5.4.1.5. Programme 5 : déterminations des paramètres  $R_\infty$ ,  $R_0$  et  $k$  du modèle non linéaire (relation (14), décrivant la période de consolidation..

Le modèle (14) est linéarisé en posant :

$$Y = \ln (R_\infty - R)$$

$$X = t'$$

$$A = \ln (R_\infty - R_0)$$

d'où

$Y = A - k X$  relation linéaire (16), pour laquelle le coefficient de corrélation  $r = N_1/D_1 D_2$

avec

$$N_1 = \sum XY - (1/N) (\sum X) (\sum Y)$$

$$D_1^2 = \sum X^2 - (1/N) (\sum X)^2$$

$$D_2^2 = \sum Y^2 - (1/N) (\sum Y)^2$$

pour que  $r$  soit maximal, il faut que :

$$dr/r : dN_1/N_1 - dD_1/D_1 - dD_2/D_2 = 0$$

Avec le modèle linéaire utilisé,  $r$  ne dépend que d'un seul paramètre  $R_\infty$ , le programme résoud par la méthode de NEWTON l'équation :

$$(1/N_1)(dN_1/dR_\infty) - (1/D_1)(dD_1/dR_\infty) - (1/D_2)(dD_2/dR_\infty) = 0$$

avec comme critère de convergence :

$$(R_\infty^k - R_\infty^{k-1}) / R_\infty^{k-1} \leq \varepsilon \quad \text{avec } \varepsilon = 0,0004 \text{ à la } k^{\text{ième}} \text{ itération.}$$

La condition  $r$  maximal ( $dr/r = 0$ ) donne la valeur optimale de  $R_\infty$ .

Les valeurs des paramètres A et k sont calculées par régression linéaire (relation (16)), connaissant  $R_{\infty}$  (valeur optimale de  $R_{\infty}$ ), ce qui fournit les valeurs des paramètres  $R_0$  et k du modèle (14).

A partir des N couples  $t'_i, R_i$  (%), le programme fournit pour  $t \geq t_{f.L.}$  :

- . la valeur optimale de  $R_{\infty}$ , à partir d'une estimation initial :  $R_{\infty}^0$ , d'un pas de calcul, utilisé à chaque itération :  $\Delta R_{\infty}$  de 0,02 à 0,04 %, et d'une valeur de  $\varepsilon = 0,004$
- . les valeurs de k et  $R_0$
- . les valeurs de  $r^2, r, A, s_{y.x}$  (relatif à la relation (16),  $s_k, \Sigma d^2$
- . les valeurs de  $t'_i, R_i$  expérimental,  $R_i$  estimé pour chaque couple  $t'_i, R_i$
- . les valeurs des critères d'ajustement du modèle :

Somme des carrés des écarts relatifs ( $\Sigma (E.R.)^2$ ) =

$$\Sigma ((R_i \text{ est.} - R_i \text{ exp}) / R_i \text{ exp})^2$$

Ecart relatif moyen

$$E.R.M. = \sqrt{(\Sigma (E.R.)^2) / N}$$

#### 5.4.1.6. Programme 6 : simulation de la filtration sur filtre- presse conventionnel.

Ce programme permet de calculer le temps de formation libre des gâteaux, pour des conditions de débit et de pression variables. Le principe des calculs est exposé en détail à l'annexe n°3, qui comprend également des exemples concrets d'utilisation dans le cas des schlamms de CHAILLAC.

Les données nécessaires à l'exploitation du programme sont les suivantes :

- . caractéristiques de filtrabilité de la suspension :  
 $c_s \bar{\alpha} = f(\Delta P)$ ,  $\bar{m}'$ , rapport  $k$  du volume du filtrat écoulé au volume de suspension d'alimentation, température de filtration,  $R$  % en fin de formation libre des gâteaux ; coefficient de compressibilité
- . masses volumiques du filtrat et des solides :  $\rho$  et  $\rho_s$
- .  $R_m$  : résistance du médium filtrant ( $\text{cm}^{-1}$ )
- . caractéristiques de la presse : nombre de plateaux, surface de filtration par plateau, épaisseur des gâteaux, rapport volume/surface d'une chambre
- . courbes caractéristiques des pompes de remplissage centrifuge, des pompes haute-pression à membranes
- . valeur de la pression pour la période de filtration à pression constante.

Des cartes de données doivent être utilisées pour stocker en mémoire de masse les données et résultats intermédiaires des calculs.

Le programme permet de déterminer :

- le temps de montée en pression de la pompe centrifuge de remplissage, compte tenu de sa courbe caractéristique
- le temps de montée en pression de la pompe à membranes pour son débit maximal
- le temps de filtration à débit et pression variables avec la pompe à membranes, compte tenu de ses courbes caractéristiques.

Le temps de remplissage de la presse par pompe centrifuge à débit constant et le temps de formation libre du gâteau à pression constante sont calculés manuellement. Ces pas de calcul pourraient toutefois être inclus dans le programme.

Pour une détermination complète du cycle de filtration, ce programme devrait être adapté sur micro-ordinateur, l'espace mémoire du calculateur HP 97 étant trop limité. Par ailleurs, l'utilisation d'un micro-ordinateur autoriserait des sorties graphiques.

#### 5.4.2. Programmes sur APPLE II .

Le programme "CALCFILTRA 1" sur micro-ordinateur APPLE II+ a été développé pour une imprimante EPSON MX 82 FT et le système d'exploitation D.O.S. 33. Les fichiers de résultats permettent des sorties graphiques sur imprimante graphique EPSON après exploitation par les logiciels graphiques standards tels APPLE PLOT ou BUSINESS GRAPHICS.

Le programme est facilement adaptable pour traiter des données entrées en ligne par une balance automatique équipée d'un convertisseur analogique digital si l'APPLE est équipé d'une carte-horloge ; ainsi, les données temps et poids cumulés de filtrat ( $t$  et  $V$ ) seraient exploitables pour piloter les essais de filtration sous pression avec filtre-presse (à volume de chambre fixe). L'acquisition des données en ligne permettrait de définir le temps de filtration libre au cours des essais ainsi que la siccité des gâteaux en fin de formation libre.

Le programme "CALCFILTRA 1" d'analyse des données de la filtration, fournit les mêmes résultats que les programmes 1 à 3 développés sur HP 97. Toutefois, la définition du temps de filtration libre  $t_{f.L.}$  a été améliorée par un test sur les écarts de l'ordonnée expérimentale du point  $n$  aux ordonnées prédites par les droites de régression ajustées successivement aux  $n-1$ ,  $n-2$  et  $n-3$  points précédents.

Sur le listing des résultats, les écarts sont exprimés en multiples de  $s_p$ , écart type de la valeur prédite de  $t^*/V^*$ , dépendant de l'abscisse  $v^*$  :

écarts relatifs du point  $n$  :

- . par rapport à la droite de régression ajustée aux  $n-1$  point précédent = (valeur expérimentale de  $t^*/V^*$  au pt  $n$ -valeur prédite( $n-1$ ) de  $t^*/V^*$  au pt  $n$ )/ $s_p = (y - \hat{y}(n-1))/s_p$
- . par rapport à la droite ajustée aux  $n-2$  points précédents  $(y - \hat{y}(n-2))/s_p$
- . par rapport à la droite ajustée aux  $n-3$  points précédents  $(y - \hat{y}(n-3))/s_p$ .

Le temps de filtration libre est dépassé si les écarts relatifs sont supérieurs à 2-3 sp, si  $(y - \hat{y})/y$  est  $> 2 \%$ , et si les écarts relatifs successifs forment une série de valeurs croissantes.

Un test F a été introduit pour estimer la signification de la régression pour la période de formation libre.

Les 3 paramètres  $R_\infty$ ,  $R_0$  et  $k$  du modèle de la période de consolidation sont estimés par régression non linéaire (méthode de GAUSS-NEWTON), les correspondances des paramètres sont :

$$R_\infty = A, \quad R_0 = B, \quad k = C$$

pour le modèle  $R = f(t')$  correspondant à  $Y = f(X)$  ou  $Y(X) = A - A \exp(-cX) + B \exp(-cX)$ .

Dans certains cas, le programme de régression non linéaire de la bibliothèque de logiciels pour mini-ordinateur HP 9845 B a été mis en oeuvre pour le calcul de  $R_\infty$ ,  $R_0$  et  $k$ .

Les durées de calcul et d'édition des listings de résultats (APPLE II +) sont d'environ :

- . 4 minutes pour 100 points expérimentaux avec le programme CALCFILTRA 1
- . 3 minutes pour 60 points expérimentaux avec le programme de régression non linéaire (détermination des 3 paramètres  $R_\infty$ ,  $R_0$  et  $k$ ).

Les sorties graphiques demandent 2 à 3 minutes supplémentaires : diagrammes  $V = f(t)$ ,  $t^*/V^* = f(V^*)$  ou  $(t-t_i)/(V-V_i) = f(V-V_i)$ ,  $R = f(t')$  ou  $R = f(t-t_f.L.)$ .

Les listings des programmes sur HP 97 et APPLE II sont présentés à l'annexe n° 1.

Des exemples de listings de résultats fournis par les différents programmes sont présentés à l'annexe 2.

### 5.5. Résultats des essais .

Les principaux résultats des essais de filtration des schlamms sur filtre-presse à cadres et plateaux CHOQUENET sont résumés aux tableaux de synthèse n° 13 à 15 ci-après relatifs à des échantillons :

- a) - de boues des bassins de décantation-stockage (B.B.)  
(anciens effluents globaux de la laverie)
  - . B.B. 1ère série d'octobre 1980
  - . B.B. 2ème série de novembre 1980
  - . B.B. 3ème série de décembre 1980, janvier 1981
- b) - d'effluent global de la laverie, l'effluent global est constitué par un composite pondéré des schlamms :
  - . surverses BC III : hydrocyclones du débouage
  - . surverses BC II : hydrocyclones deschlammes  
du circuit de broyage
  - . surverses "fer" : hydrocyclones deschlammes  
sur stériles de flottation.
- c) - de produits composites :
  - . mélanges pondérés de B.B. 1ère série et de stérile grenu sous forme d'une souverse d'hydrocyclones traitant les stériles de flottation : S.V. "fer"
  - . mélanges pondérés de B.B. 2ème série et de S.V. fer.
- d) - d'effluent "greseux"
  - . de janvier 1981 correspondant à un effluent global de la laverie séparé lors du traitement du minerai du type "grès barytique", plus siliceux que le minerai du type "ferro-barytique" auquel correspondent les échantillons a, b et c.
- e) - de produit composite :
  - . mélange pondéré d'effluent gréseux et de stérile grenu siliceux : S.V. silice, provenant du circuit de séparation solide-liquide des stériles séparés par flottation du minerai du type "grès barytique".

14 essais : variables opératoires - e, co, AP

Variable opéra- toire	Essai (1 % Ca(OH) <sub>2</sub>  B.B. 2ème série	AP  kg/cm <sup>2</sup>	Co (g/l)  mesuré calculé	Epaisseur mm		Durée essai min	Humidi- té ds gâteau final %	t <sub>i</sub>  min	t <sub>f.l.</sub>  min	m' à t <sub>f.l.</sub> g/cm <sup>3</sup>	Humi- dité gâteau à t <sub>f.l.</sub> %	R <sub>mg</sub> 10 <sup>12</sup> cm <sup>-1</sup> à 7 min	α 10 <sup>12</sup> cm.g <sup>-1</sup>	Temps de con- solida- tion t <sub>c</sub> min	Consolidation					
				Cadre	Gâteau moyenne										R <sub>m</sub> %		R <sub>0</sub> %		k	
															(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)
e	26-11-80 (I)	20	577,91	12	17,21	60	22,08	7	13	1,0119	31,21	2,278	5,131	47	78,20		68,61		0,10471	
	25-11-80 (I)		578,97	17	22,59	40	25,29	7	23	1,0152	31,22	2,354	5,227	17						
	24-11-80 (I)		567,96	17	22,47	50	23,76	7	24	0,9693	30,59	2,376	5,610	26	78,35		69,34		0,05391	
	26-11-80 (II)		582,76-579,72	27	33,01	120	22,69	7	41	1,0180	31,24	2,351	4,778	79	78,29	78,54	68,64	68,86	0,03120	0,02855
	17-11-80 (I)		574,21	22	27,78	66,5	23,94	7	34	0,9816	30,30	2,298	4,996	32,5	78,64	78,83	69,65	69,67	0,03691	0,03557
c <sub>o</sub>	17-11-80 (I)	20	574,21	22	27,78	66	23,94	7	33	0,9816	30,30	2,298	4,996	33	78,64		69,65		0,03691	
	1-12-80 (I)		510,99-503,7	22	27,71	90	23,17	-	34	0,8158	32,34	1,705	4,015	57	78,71		67,84		0,03184	
	1-12-80 (II)		415,40-410,90	22	27,67	90	24,48	-	48	0,5935	31,55	1,539	4,278	42	78,92		68,83		0,02645	
	2-12-80		322,82-317,10	22	27,55	110	25,06	-	65	0,4170	31,85	1,373	4,294	45	78,96		68,40		0,02132	
	3-12-80		250,59-245,62	22	27,62	180	22,32	-	81	0,2977	29,74	1,175	4,083	99	79,14	79,33	70,32	70,37	0,020451	0,01943
c <sub>o</sub>	24-11-80 (II)	15	579,35	22	27,41	90	23,91	7	35	0,9976	30,34	1,919	4,138	55	77,13	76,80	69,26	69,31	0,043356	0,045081
	11-12-80 (II)		415,40-404,22	22	27,75	100	24,92	-	56	0,5754	31,15	1,345	3,841	44	77,75		68,96		0,026873	
	12-12-80		321,76-311,91	22	27,65	120	25,12	-	63	0,4120	32,92	1,148	3,602	57	77,91		66,91		0,021621	
	11-12-80 (I)		252,04-246,43	22	27,50	115	27,87	-	83	0,3030	32,50	0,940	3,462	32	78,43		67,85		0,016220	
e	24-11-80 (II)	15	579,35	22	27,41	90	23,91	7	35	0,9976	30,34	1,919	4,138	55						
	25-11-80 (II)	15	575,09	17	22,29	60	24,26	-	27	0,9808	30,12	1,888	4,579	33	77,15		69,42		0,05405	
AP	27-11-80 (I)	10	582,28-582,75	22	27,14	90	25,25	7	43	1,0049	30,20	1,399	3,277	47	75,09	74,97	69,65	69,64	0,05122	0,05304
	24-11-80 (II)	15	579,35	22	27,41	90	23,91	-	35	0,9976	30,34	1,919	4,138	55	77,13	76,80	69,26	69,31	0,04336	0,04508
	17-11-80 (I)	20	574,21	22	27,78	66	23,94	-	34	0,9816	30,30	2,298	4,996	32						

(1) par programme IIP 97

(2) par programme de régression non linéaire (IIP 9845 ou APPLE II)

Tableau n° 13 : Synthèse des résultats de filtration sous pression.



Essai (1 % Ca(OH) <sub>2</sub> )	AP kg/cm <sup>2</sup>	C <sub>0</sub> g/l		Epaisseur mm		Durée essai min	Humi- dité dans gâteau final %	t <sub>i</sub> min	t <sub>f.l.</sub> min	m' à t <sub>f.l.</sub> g/cm <sup>3</sup>	Humidité gâteau à t <sub>f.l.</sub> %	R <sub>mg</sub> 10 <sup>12</sup> cm <sup>-1</sup> à 7 min	- n 10 <sup>12</sup> cm.g <sup>-1</sup>	Temps de con- solida- tion t <sub>c</sub> min	Consolidation		
		Mesuré	Calculé	Cadre	Gâteau										R <sub>o</sub> %	R <sub>o</sub> %	k
B.B. 1ère série																	
22/10/80	5		568,83	22	26,32	80	31,66	7	31	1,0841	35,38 - 35,52	0,8232	1,9452	49	68,38	64,48	0,09329
23/10/80	10		580,80	22	26,80	99	27,30	7	31	1,0438	32,23 - 32,10	1,0813	3,0191	68			
22/10/80	15		572,22	22	26,89	90	25,81	7	27	1,0089	31,89 - 32,04	1,6341	3,6255	63	74,14	67,96	0,07112
23/10/80	20		578,36	22	27,29	67	25,26	7	26	1,0088	31,02 - 31,19	2,0102	4,4582	41	75,05	68,81	0,07818
B.B. 2ème série																	
14/11/80	20		567,09	22	27,72	34	28,67	7	29	0,9730	30,59	2,2165	4,4892	5			
14/11/80	-		570,99	-	27,71	51	25,48	-	33	0,9655	29,94	2,2769	4,8112	18			
17/11/80	-		574,21	-	27,78	66,5	23,84	-	35	0,9755	29,99	2,2975	4,9961	31,5	78,64	69,65	
17/11/80	-		566,98	-	28,12	42,5	27,86	-	35	0,9629	29,98	2,2778	4,9145	7,5			
18/11/80	-		573,80	-	27,90	59,0	25,07	-	33	0,9914	30,84	2,2768	4,9861	26			
B.B. 2ème série																	
18/11/80 II	15		577,21	22	27,75	66	25,11	7	35	1,0020	30,86	1,8524	3,9578	31			
19/11/80 I	-		574,81	-	27,74	34	30,86	-	33	1,0109	31,62	1,8256	4,0449	1			
19/11/80 II	-		576,31	-	27,70	48	27,01	-	32	1,0079	31,26	1,8608	3,8999	16			
20/11/80 I	-		575,15	-	27,72	43	28,79	-	33	1,0179	32,18	1,7794	3,9796	10			
20/11/80 II	-		573,83	-	27,85	44	28,40	-	32	1,0130	32,16	1,8632	3,9917	12			
21/11/80 I	-		580,89	-	27,74	45	28,05	-	36	1,0190	30,53	1,8575	3,9936	9			
24/11/80 II	-		579,35	-	27,41	90	23,91	-	34	0,9976	30,63	1,9193	4,1383	56	77,13	69,27	0,0433
B.B. 1ère série																	
23/10/80	20		578,36	22	27,29	67	25,26	7	26	1,0088	31,02	2,0102	4,4582	41			
24/10/80																	
10% s.v.fer	20		611,80	22	27,21	82	22,82	7	26	1,0899	29,85	2,1968	3,9827	56			
27/10/80																	
30% s.v.fer	20		688,60	22	27,02	82	19,57	7	30	1,2346	24,89	2,2726	4,4023	52			
B.B. 2ème série																	
24/11/80	15		579,35	22	27,41	90	23,91	7	34	0,9976	30,63	1,9163	4,1383	56			
15/12/80																	
10% s.v.fer	15	631,17	620,51	22	27,68	61	22,59	7	29	1,0869	28,74	1,8272	3,3678	32			
16/12/80																	
23% s.v.fer	15	696,41	696,41	22	27,57	61	19,65	7	27	1,2622	26,43	2,0237	3,2322	34			
Effluent gréseux	20		255,08	22	27,94	121	23,02	7	48	0,3222	33,14	1,0379	3,0766	73			
Effluent gréseux	20	327,12	314,39	22	27,94	106	19,49	7	40	0,4148	30,34	1,1271	2,9507	66			
23% s.v. si- lice																	

Tableau n° 14 : Synthèse des résultats de filtration sous pression .

	AP kg/cm <sup>2</sup>	C <sub>0</sub> g/l		Epaisseur mm		Durée essai min	Humi- dité dans gâteau final %	t <sub>i</sub> min	t <sub>f.L.</sub> min	m' à t <sub>f.L.</sub> g/cm <sup>3</sup>	Humi- dité gâteau à t <sub>f.L.</sub> %	R <sub>mg</sub> 10 <sup>12</sup> cm <sup>-1</sup> à 7 min	α 10 <sup>12</sup> cm.g <sup>-1</sup>	Temps de con- solida- tion t <sub>c</sub> min	Consolidation		
		Mesuré	Calculé	Cadre	Gâteau										R <sub>∞</sub> %	R <sub>0</sub> %	k
<u>1 % Ca(OH)<sub>2</sub></u> <u>Effluent</u> <u>Global :</u>																	
n° 1	20		241,83	22	26,74	90	31,53	7	72	0,3014	34,80	1,2274	4,4953	18			
n° 3	20		260,55	22	26,88	90	29,98	7	74	0,3266	32,78	1,2594	4,3280	16			
n° 11	20		221,70	22	27,36	106	25,20	7	56	0,2698	34,03	0,9354	2,8863	50			
n° 14	20		254,96	22	27,40	106	25,93	7	61	0,3186	33,14	1,1563	3,6477	45			
n° 19	20		202,78	22	27,35	90	33,73	7	83	0,2444	35,03	1,1560	4,6688	7			
du 18/9/80	20		237,63	22	27,06	185	21,35	7	76	0,2883	30,07	1,0300	3,3930	109	80,17	68,92	0,018785
<u>Boues des</u> <u>bassins :</u>																	
B.B 2ème série	20	250,59	245,60	22	27,62	180	22,32	7	81	0,2977	29,74	1,175	4,0830	99			
B.B 3ème série	20		588,02	22	27,65	46	18,63	7	19	0,8994	23,77	1,1046	1,4609	27			
<u>Effluent gré-</u> <u>seux global :</u>	20		255,08	22	27,94	121	23,02	7	48	0,3222	33,14	1,0379	3,0766	73			
<u>Effluent</u> <u>Global :</u>																	
18/9/80 tel quel	20		285,47	22	27,04	121	31,85	7	>120	<0,3742	<31,85	1,6738	7,9145	0			
18/9/80 1 % Ca (OH) <sub>2</sub> :	20		237,63	22	27,06	185	21,35	7	76	0,2883	30,07	1,0300	3,3930	109			
18/9/80 40 g/t P.E.I.HS + 300 g/t FA52 SH	20		287,61	22	27,84	121	26,63	7	43	0,3994	40,11	1,3756	3,9709	78			
<u>Boues des</u> <u>bassins :</u>																	
B.B 3ème série telle quelle :	20	605,32	601,26	22	27,68	81	17,78	7	68	0,8780	19,85	1,9842	4,6568	13			
avec 1 % Ca (OH) <sub>2</sub> :	20	602,24	588,02	22	27,65	46	18,63	7	19	0,8994	23,77	1,1046	1,4609	27			
avec 200 g/t P.E.I. :	20		593,40	22	27,89	79	16,60	7	48	0,8809	21,46	1,6860	3,4292	31			

Tableau n° 15 : Synthèse des résultats de filtration sous pression .

Sauf spécifié dans les conditions d'essai (1ère et 2ème colonne des tableaux), les schlamms ont été coagulés par addition de 10 kg/t de  $\text{Ca(OH)}_2$ .

Les valeurs de la résistance à la filtration  $\bar{\alpha}$  à pression constante, mentionnées sur ces tableaux, sont des valeurs conventionnelles rapportées à la surface de 480,5 cm<sup>2</sup> par gâteau formé. Les valeurs corrigées, à prendre en compte dans les calculs de prédiction ou de simulation, doivent être rapportées à 285 cm<sup>2</sup>, correspondant à 2 fois l'aire de la section droite des cadres du filtre d'essai.

La plupart des essais ont été conduits avec 2 cadres permettant la formation simultanée de 2 gâteaux, certains essais effectués, en particulier au début de l'expérimentation, avec 1 seul cadre pour l'élaboration d'un gâteau unique, ont une fiabilité moins bonne du fait d'un volume plus réduit du filtrat écoulé.

#### 5.5.1. Etude des paramètres caractéristiques de la filtration à pression constante.

##### 5.5.1.1. Influence de la pression de filtration sur la résistance à la filtration.

Les diagrammes de la figure n° 24 établis pour B.B. 1ère série et B..B. 2ème série dans les domaines 5 à 20 kg/cm<sup>2</sup> et 10 à 20 kg/cm<sup>2</sup>, montrent clairement que la relation empirique :

$$\bar{\alpha} = \bar{\alpha}_0 \Delta P^S$$

est applicable (unités C.G.S.).

	B.B. 1ère série	B.B. 2ème série
s = coefficient de compressibilité	0,5963	0,6064
$\bar{\alpha}_0$ = résistance pour l'unité de gradient de pression (cmg <sup>-1</sup> ) (valeurs corrigées de $\bar{\alpha}$ )	$7,0032 \times 10^7$	$6,6176 \times 10^7$
$\bar{\alpha}_0$ = (valeurs conventionnelles)	$19,9068 \times 10^7$	$18,8107 \times 10^7$
coefficient de corrélation r :	0,9972	0,9993
r <sup>2</sup> :	0,9943	0,9987

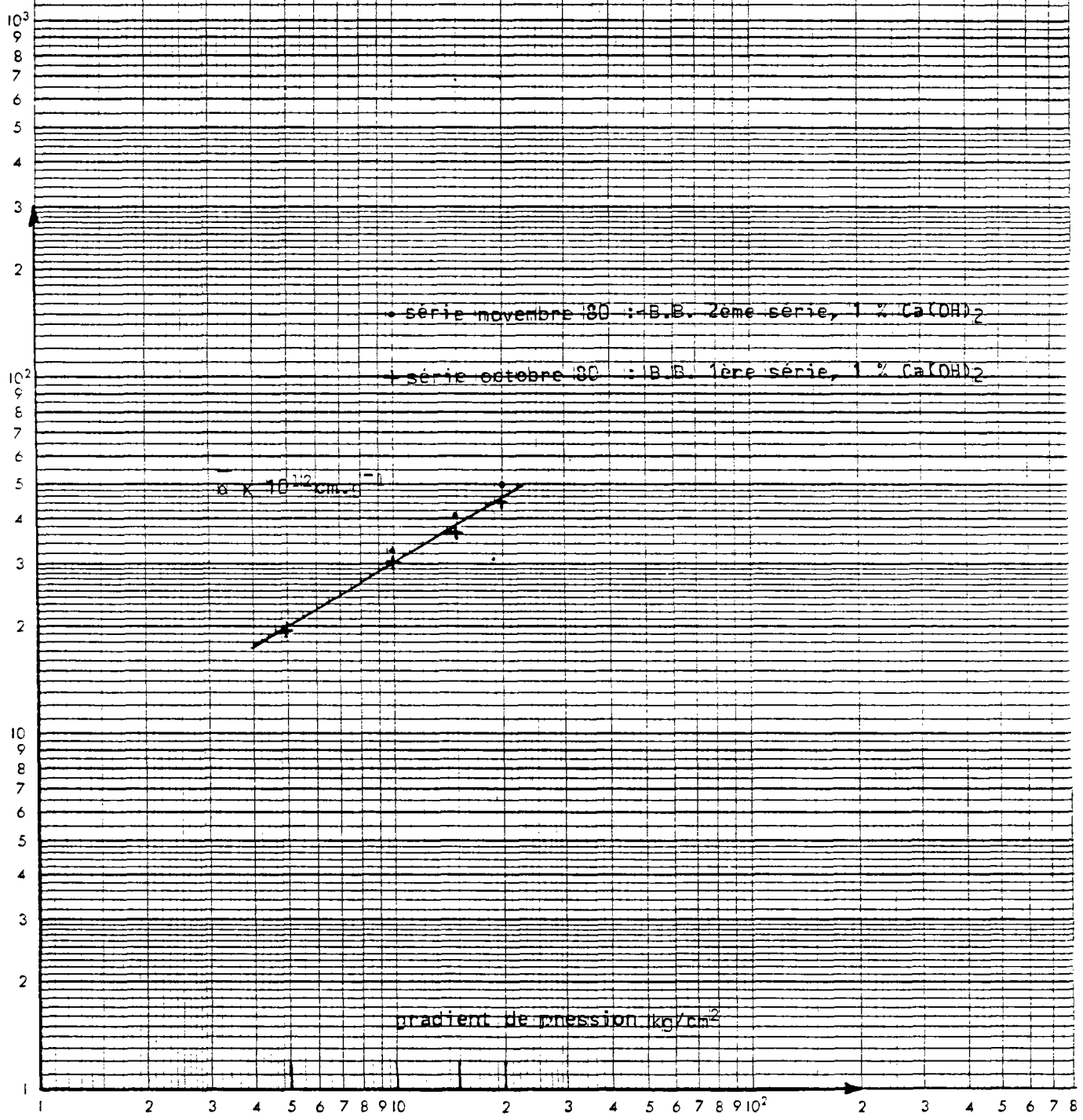
Des résultats d'essais complémentaires sur filtres de laboratoire à pression de gaz, effectués sur des échantillons de boues fines et d'effluent global, ont confirmé que 0,6 est une valeur représentative de la compressibilité des gâteaux dans un domaine de pression de 1,5 à 20 kg/cm<sup>2</sup>.

Un exemple d'application du programme n° 4 pour HP 97, est présenté à l'annexe 3.

#### 5.5.1.2. Variances expérimentales sur les paramètres caractéristiques de la filtration à pression constante .

Les variances sur le paramètre a, (pente de la forme linéarisée de l'équation de filtration à pression constante), les observations ( $y = t^*/V^*$ ) et sur les valeurs prédites de  $t^*/V^*$  sont faibles en général ; elles dépendent étroitement des conditions expérimentales, en particulier la constance de la pression appliquée du degré de dégazage de la pulpe et du degré de colmatage des toiles filtrantes :

Figure n° 24 : Influence de la pression sur la resistance  
specifique à la filtration.



Paramètres	domaine de variation de l'écart type
a	$0,10 \times 10^{-3}$ à $21 \times 10^{-3}$
observation $t^*/V^*$ autour de la ligne de régression	0,30 à 8 (+)
Ecart relatif moyen des observations par rapport à la ligne de régression	0,50 à $8 \times 10^{-3}$

Les variances augmentent quand le volume de filtrat diminue, c'est-à-dire quand le nombre de gâteaux diminue, la concentration de la suspension d'alimentation augmente et l'épaisseur du cadre diminue.

Les résultats des tableaux n° 13 et 14 relatifs aux suspensions B.B. 2ème série - 1 %  $\text{Ca(OH)}_2$ , permettent d'estimer les écarts types de répétabilité sur  $\bar{\alpha}$  et  $t_{f.l.}$  :

Résultats sur B.B. 2ème série 1 % $\text{Ca(OH)}_2$ $C_0 = \approx 575$ g/l	$\Delta P$ kg/cm <sup>2</sup>	Degré de liberté D.L.	moyenne		écart type de répétabilité	
			$\bar{\alpha}$ $10^{12} \text{ cm.g}^{-1}$	$t_{f.l.}$ min	sur $\bar{\alpha}$	sur $t_{f.l.}$
Essais du 14/11 au 18/11	20	4	4,8394		0,2093	
Essais du 14/11 au 26/11	20	8	4,9937	33,0000	0,3150	2,4495
Essais du 18/11 au 24/11	15	7	4,0694	33,5714	0,2166	1,5119

(+) valeurs avec facteur de transformation d'unités (voir diagramme et listings de résultats).

5.5.1.3. Influence des principales variables opératoires sur le temps de formation libre des gâteaux à pression constante .

Le temps de formation libre est déterminé principalement par des tests sur l'écart des points expérimentaux ( $V^*$ ,  $t^*/V^*$ ) à la ligne de régression, des exemples de diagrammes  $t^*/V^* = f(V^*)$ , montrant la déviation progressive de la relation linéaire à partir et au-delà du temps de formation libre  $t_{f.l.}$ , sont présentés aux figures n° A2/1 et A2/3 à A2/7 en annexe n° 2.

Les diagrammes des figures n° 25 à 27 ci-après montrent les variations de  $t_{f.l.}$  en fonction de la pression de filtration  $\Delta P$ , de l'épaisseur des gâteaux  $e$  et de la concentration en solides  $c_0$  (g/L) de la pulpe d'alimentation.

Le diagramme de la figure n° 25, indique une sous-estimation significative de  $t_{f.l.}$  pour la suspension B.B. 1ère série filtrée sous  $5 \text{ kg/cm}^2$ . L'examen du listing de résultats et du diagramme  $t^*/V^* = f(V^*)$ , présentés en annexe n° 2, montre qu'une sous-estimation de l'ordre de 8 à 10 min est probable du fait d'un changement intervenu dans les conditions expérimentales (légère variation de  $\Delta P$ ). Les points expérimentaux pour B.B. 1ère et 2ème séries, avec  $\Delta P = 10, 15$  et  $20 \text{ kg/cm}^2$ , vérifient dans les limites de confiance de  $t_{f.l.}$  la relation déduite de la théorie de la filtration à pression constante :

en posant  $t^*_{f.l.} = t_{f.l.} - 3$  (3 minutes étant la durée de la montée en pression)

$$t_{f.l.*} \approx \alpha \Delta P^{(s-1)}$$

avec  $s \approx 0,6$ , les pentes des droites en coordonnées log-log sont de 0,4.

Le diagramme de la figure n° 26 montre un ajustement acceptable des points expérimentaux à la relation dérivée de la théorie de la filtration

$$t_{f.l.} \approx \alpha (e/2)^2$$

en coordonnées log-log la pente de la droite est de 2.

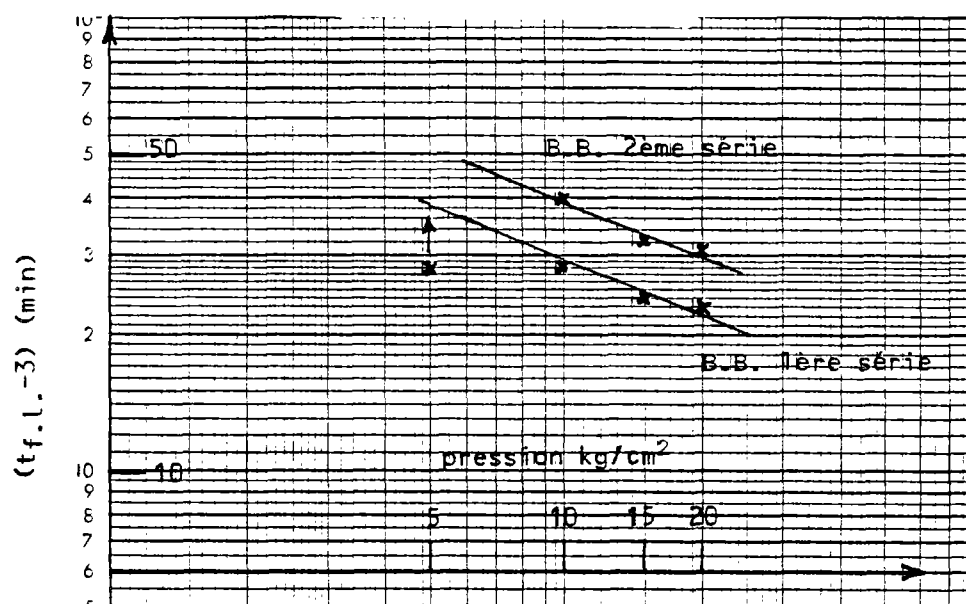
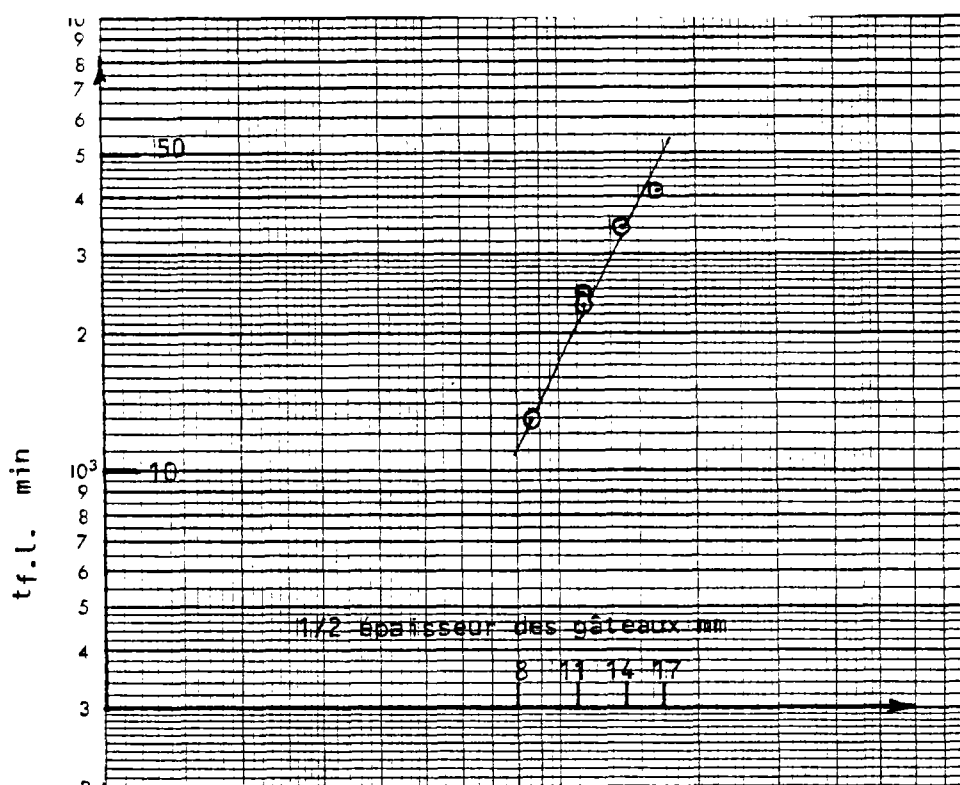
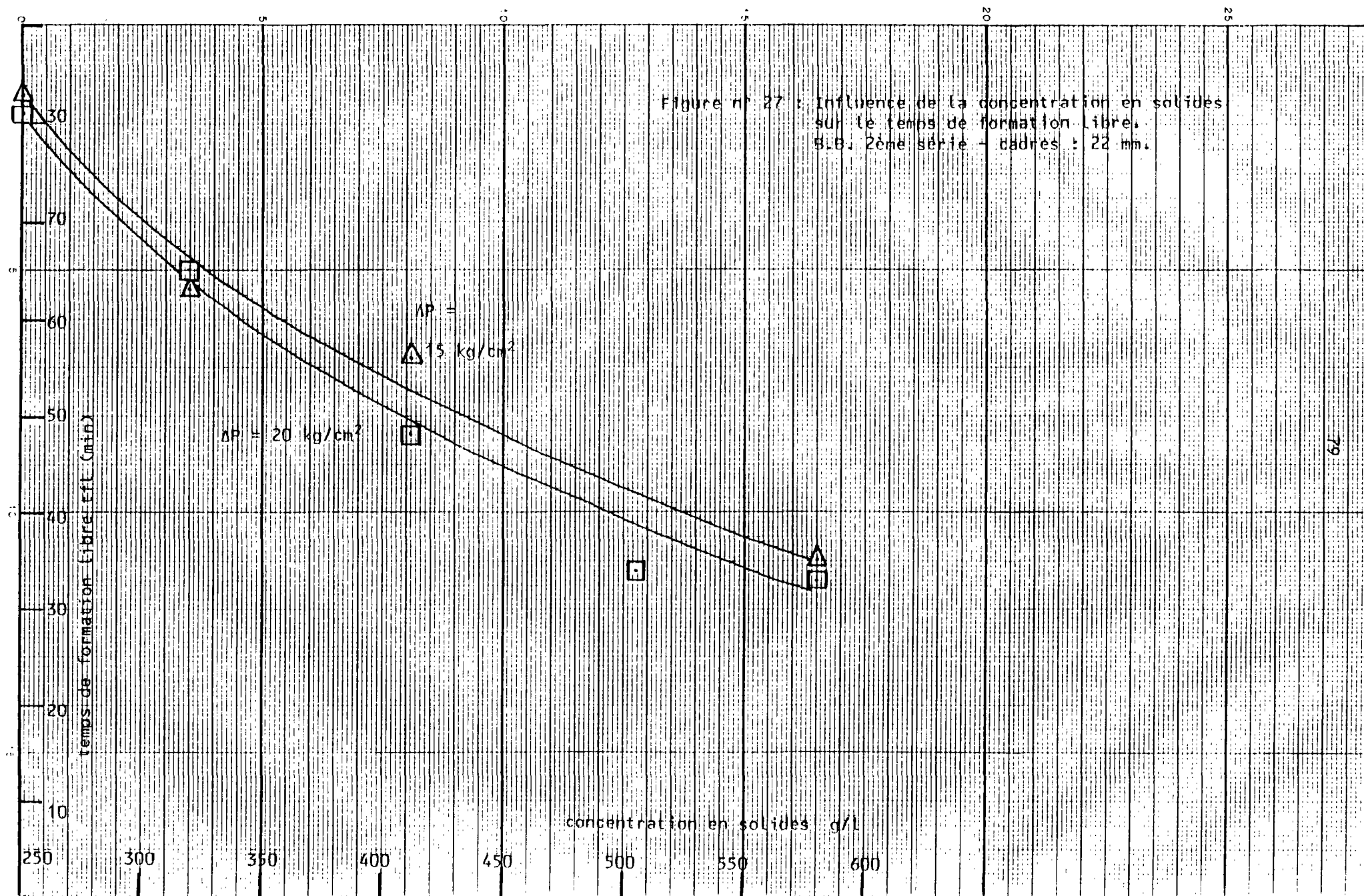


Figure n° 25 : Influence de la pression de filtration sur le temps de formation  
libre.  $c_0 \approx 575 \text{ g/l}$  - cadres de 22 mm.

Figure n° 26 : Influence de l'épaisseur des gâteaux sur le temps de formation  
libre. B.B. 2ème série  $c_0 \approx 575 \text{ g/l}$  -  $\Delta P = 20 \text{ kg/cm}^2$







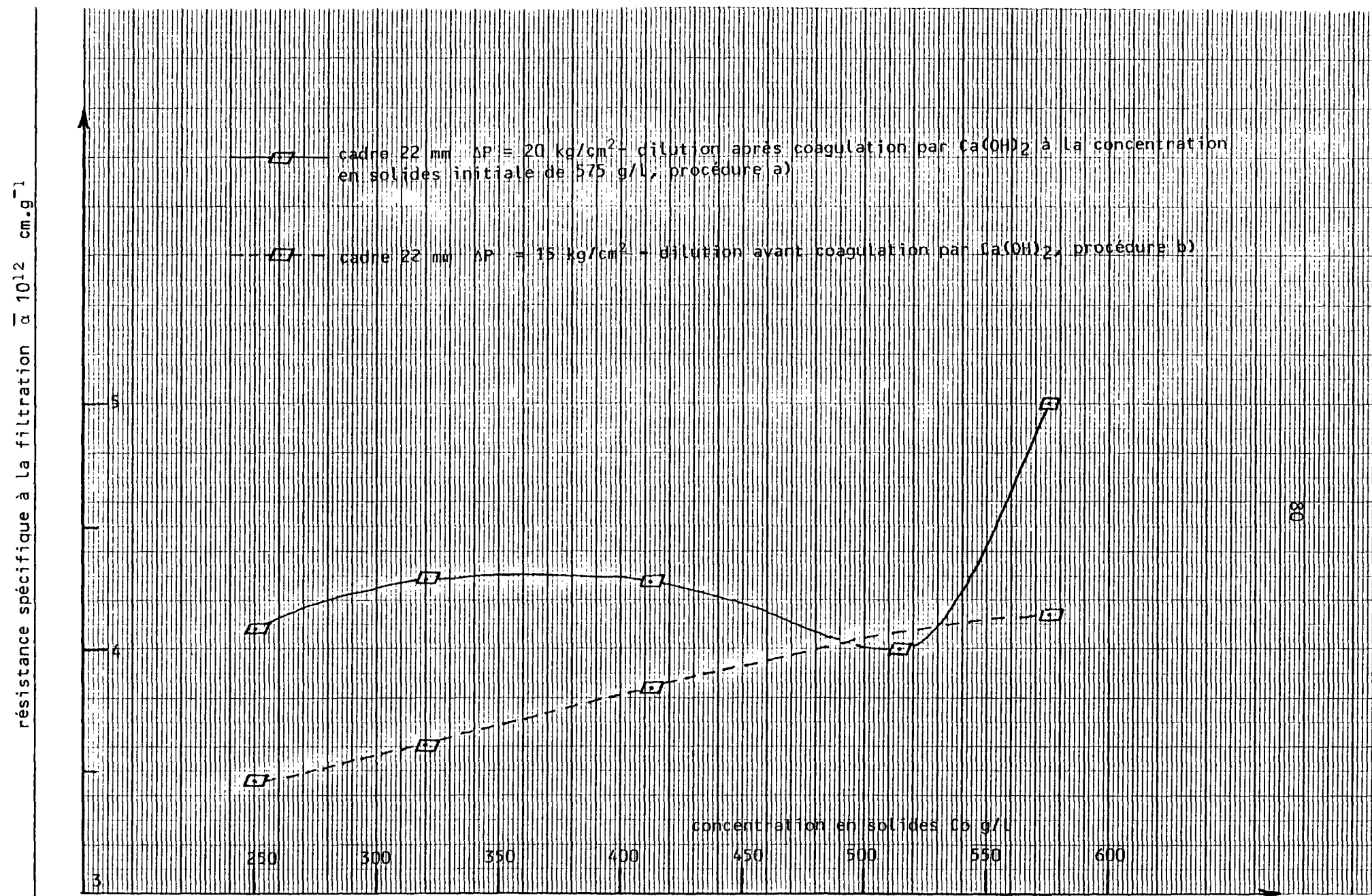


Figure n° 28 : B.B. 2ème série. Influences de la concentration en solides et du mode de coagulation par  $\text{Ca(OH)}_2$ , sur la résistance spécifique moyenne à la filtration .

Le diagramme de la figure n° 27 montre clairement la diminution importante de  $t_{f,L}$  avec l'augmentation de la concentration en solides,  $c_0$ , de la suspension d'alimentation. L'accroissement de  $c_0$  contribue efficacement à l'augmentation du rendement et de la productivité du filtre-presse.

5.5.1.4. Influence de la concentration en solides de la suspension d'alimentation sur la résistance spécifique à la filtration .

L'influence de  $c_0$  sur  $\bar{\alpha}$  a été déterminée sur les boues des bassins B.B. 2ème série coagulée par 10 kg/t de  $\text{Ca(OH)}_2$ . La boue primaire à environ  $c_0 = 575$  g/l a été traitée selon deux procédures différentes :

- a) - ajout de 10 kg/t de chaux à la suspension initiale à 575 g/l, puis dilution à la concentration  $c_0$  désirée pour l'essai de filtration conduit avec  $\Delta P = 20 \text{ kg/cm}^2$
- b) - dilution de la suspension initiale, par de l'eau séparée d'une pulpe de schlamms décantée, à la concentration  $c_0$  désirée pour l'essai conduit avec  $\Delta P = 15 \text{ kg/cm}^2$ , puis ajout de 10 kg/t de chaux à la suspension diluée.

Le diagramme de la figure n° 28, indique que la procédure a) conduit à des valeurs erratiques de  $\bar{\alpha}$ . Ceci a probablement pour origine une efficacité mal maîtrisée de la coagulation par  $\text{Ca(OH)}_2$  dépendant du conditionnement secondaire de la pulpe lors de la dilution, ce conditionnement n'ayant pas été contrôlé en intensité et en durée d'agitation.

Les essais conduits selon la procédure b), avec  $\Delta P = 15 \text{ kg/cm}^2$ , montrent une augmentation de  $\alpha$  avec  $c_0$ , ce qui est contraire à la tendance généralement observée où  $\alpha$  diminue quand  $c_0$  augmente du fait d'une diminution de la vitesse du filtrat lors de la formation du gâteau. Une faible vitesse de filtrat est favorable à un dépôt plus poreux et moins résistant.

La tendance inverse observée sur les schlamms de CHAILLAC est attribuable à une efficacité de la coagulation par  $\text{Ca(OH)}_2$  d'autant meilleure que la concentration en solides diminue, impliquant une réduction parallèle de la limite d'écoulement et de la viscosité de la pulpe à conditionner. Cette dernière réduction améliore la dispersion et l'efficacité de la chaux. Dans des conditions contrôlées de conditionnement par la chaux, la variation de  $\bar{\alpha}$  est une fonction quasiment linéaire de  $c_0$  :

$$\bar{\alpha} = k_c \cdot c_0 + \bar{\alpha}_i$$

avec  $c_0$  compris entre environ 250 et 600 g/l.

La pente  $k_c$  est modérée indiquant que l'amélioration de la coagulation ne compensera pas la perte de rendement de filtration entraînée par la diminution de  $c_0$ .

#### 5.5.1.5. Influence du conditionnement de la pulpe sur la résistance spécifique à la filtration.

Elle a été estimée par des essais effectués sur un effluent global (E.G.) de la laverie de CHAILLAC, prélevé le 18/9/80 et sur les boues des bassins B.B. 3ème série. Les résultats sont présentés au tableau n° 15 pour une pression de 20 kg/cm<sup>2</sup>.

L'ajout d'un coagulant ou d'un flocculant diminue notablement la résistance de la pulpe telle quelle comme le montre le résumé de résultats ci-dessous :

	$\bar{\alpha} \cdot 10^{12} \text{ cm.g}^{-1}$
- EG tel quel	7,91
- EG conditionné par 1 % de $\text{Ca(OH)}_2$	3,39
- EG conditionné par une combinaison de flocculants polymères de synthèse :	
. flocculant cationique : Polyéthylénimine (P.E.I. : 40 g/t)	
. flocculant anionique : copolymère d'acrylamide et d'acrylate de sodium FA 52 SH : 300 g/t	3,97

- B.B. 3ème série telle quelle	4,66
- B.B. 3ème série conditionnée par 1 % $\text{Ca(OH)}_2$	1,46
- B.B. 3ème série conditionnée par 200 g/t P.E.I.	3,43

La coagulation par la chaux est plus efficace que la floculation par les polymères de synthèse pour les pressions de filtration élevées nécessaires à l'obtention de gâteaux à forte siccité.

#### 5.5.1.6. Influence de l'addition de produits grenus aux schlamms.

Elle a été déterminée sur des échantillons de boues des bassins B.B. 1ère et 2ème série et sur un effluent global séparé d'un minerai du type grès barytique (effluent gréseux), les produits grenus ont été ajoutés sous forme de soverses d'hydrocyclone à raison de 10, 23 et 30 % par rapport au mélange.

Les résultats sont groupés au tableau n° 14. La diminution de  $\alpha$  par addition de produit grenu est parfois notable, on décèle toutefois une influence opposée de  $c_0$ . L'augmentation de  $c_0$  diminue l'efficacité de la coagulation par  $\text{Ca(OH)}_2$ , ceci pourrait expliquer l'accroissement de  $\bar{\alpha}$  avec B.B. 1ère série quand la proportion de grenus passe de 10 à 23 %.

L'ajout de grenus exerce une influence importante sur l'humidité résiduelle et les caractéristiques mécaniques des gâteaux. La siccité et la rigidité des gâteaux sont notablement plus élevées sur les mélanges contenant des grenus, de ce fait l'aptitude au stockage est grandement améliorée. La siccité peut dépasser 75 % pour un temps de filtration raisonnable.

#### 5.5.1.7. Influence de la pression sur le volume des gâteaux.

Elle est résumée au tableau n° 16 ci-après. L'augmentation de volume des gâteaux avec la pression est causée par l'extension du tissu filtrant, le tissu et le gâteau pénètrent dans les vides laissés par la texture en "pointes de diamant" des plateaux. De ce fait, la dilatation

Essai	$\Delta P$ kg/cm <sup>2</sup>	$C_0$ g/l	Temps total de filtra- tion tmax min	Volume des gâteaux humides cm <sup>3</sup>	
				Mesuré $V_g$	Calculé $V_c$
14/11/80	20	567,08	34	790,14	782,25
14/11/80	-	570,99	50	789,78	786,27
17/11/80	-	574,21	66	791,69	788,60
17/11/80	-	566,98	42	801,39	790,00
18/11/80	-	573,80	58	795,00	790,62
				$\bar{V}_g = 793,60$	$\bar{V}_c = 787,55$
				$\sigma = 4,8181$	$\sigma = 3,4006$
18/11/80	15	577,21	66	790,82	786,81
19/11/80	-	574,81	34	790,46	784,58
19/11/80	-	576,31	48	789,50	785,63
20/11/80	-	575,15	43	789,96	780,85
20/11/80	-	573,83	44	793,71	786,11
21/11/80	-	580,89	45	790,79	788,56
24/11/80	-	579,35	90		781,17
				$\bar{V}_g = 790,87$	$\bar{V}_c = 785,42$
				$\sigma = 1,4797$	$\sigma = 2,6040$
27/11/80	10	582,75	90	779,55	773,60

Tableau n° 16 : B.B. 2ème série. 1 % Ca(OH)<sub>2</sub>. Influence de la pression sur le volume moyen des gâteaux (cadres de 22 mm).

des gâteaux entraîne des difficultés au débâtissage, l'adhérence des gâteaux aux toiles étant plus forte.

5.5.1.8. Influence des caractéristiques chimiques et granulométriques des pulpes sur la filtrabilité.

Elle a été déterminée sur une série de 9 à 8 échantillons de schlamms de CHAILLAC (effluent global et boues des bassins) incluant ou non un échantillon d'effluent gréseux.

Les caractéristiques chimiques et granulométriques de ces schlamms sont présentées au chapitre 2, les résultats des essais de filtration, conduits avec une pression de  $20 \text{ kg/cm}^2$ , sont présentés aux 9 premières lignes du tableau n° 15. L'ensemble des données a été exploité par un programme de "sepswise regression" qui a permis de sélectionner les variables indépendantes les plus significatives : caractéristiques chimiques ou granulométriques des pulpes, expliquant les variations de la résistance spécifique  $\bar{\alpha}$  à la filtration.

Pour les 8 effluents du type "ferro-barytique", les meilleures prédictions de  $\bar{\alpha}$  sont fournies sur les équations de régression linéaire, (sans termes d'interactions), suivantes :

. (I)  $\bar{\alpha} = 2,588 + 0,372.T(\text{Al}_2\text{O}_3) - 0,045.T(\text{BaSO}_4) - 0,063.T(\text{Fe}_2\text{O}_3)$   
incluant les seules caractéristiques chimiques

. (II)  $\bar{\alpha} = 0,341 + 0,168.P(-0,5 \mu\text{m}) - 0,196.P(+0,40 \mu\text{m}) - 0,165.P(-20 + 10 \mu\text{m}) + 0,133.P(-40 + 20 \mu\text{m})$

incluant les seules caractéristiques granulométriques où :

.  $\bar{\alpha}$  = résistance spécifique ( $\times 10^{-12} \text{ cm.g}^{-1}$ )

.  $T(\text{Al}_2\text{O}_3)$ ,  $T(\text{BaSO}_4)$ ,  $T(\text{Fe}_2\text{O}_3)$  : teneurs en  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{BaSO}_4$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  en %

.  $P(-0,5 \mu\text{m})$ ,  $P(+40 \mu\text{m})$ ,  $P(-20 + 10 \mu\text{m})$ ,  $P(-40 + 20 \mu\text{m})$  : proportions en % de particules de dimensions -  $0,5 \mu\text{m}$ , +  $40 \mu\text{m}$ , -  $20 + 10 \mu\text{m}$ , -  $40 + 20 \mu\text{m}$

Pour les 9 effluents incluant 2 types d'effluents, seules les caractéristiques granulométriques permettent d'aboutir à une prédiction satisfaisante de  $\bar{\alpha}$  par l'équation de régression suivante :

$$. \text{III } \bar{\alpha} = -1,082 + 0,200.P (-0,5 \mu\text{m}) + 0,087.P (-40 + 20 \mu\text{m}) - 0,069.P (+40 \mu\text{m}) - 0,108.P (-20 + 10 \mu\text{m}).$$

Les listings de résultats incluant les comparaisons des valeurs observées et prédites de  $\bar{\alpha}$  sont présentés en fin de paragraphe.

La validité des équations de régression a été estimée par les valeurs du coefficient de corrélation multiple au carré  $R^2$  et par des tests F, F1 testant l'estimation de la variance due à la régression par rapport à l'estimation de la variance résiduelle, F2 testant la variance résiduelle par rapport à la variance expérimentale sur  $\bar{\alpha}$ .

Equation	Source de variation	Degrés de liberté	Sommes des carrés	Carré moyen	F1	F2	$R^2$
(I)	régression résiduelle	3	7,5973	2,5324	42,79		0,9698
		4	0,2367	0,0592			
	total expérimentale	7	7,8340			1,49	
		8		0,0882			
(II)	régression résiduelle	4	7,4366	1,8592	14,03		0,9493
		3	0,3974	0,1325			
	total expérimentale	7	7,8340			1,50	
				0,0882			
(III)	régression résiduelle	4	7,4794	1,8698	12,10		0,9237
		4	0,6181	0,1545			
	total expérimentale	8	8,0975			1,75	
				0,0882			



Les valeurs élevées de  $R^2$  montrent qu'environ 97, 95 et 92 % des variations observées sur  $\bar{\alpha}$  (1,46 à 4,67) sont expliquées par la régression.

Les valeurs de F1 sont hautement significatives (probabilité > 95 %) tandis que les valeurs de F2 indiquent que les variances résiduelles ne sont pas significativement différentes de la variance expérimentale sur  $\bar{\alpha}$ , de ce fait on peut considérer que les équations (I) à (III) fournissent de bonnes estimations de  $\bar{\alpha}$ . L'applicabilité de ces équations mériterait d'être confirmée par une extension des essais (accroissement du nombre des échantillons), toutefois, elles montrent clairement que  $\bar{\alpha}$  ou la filtrabilité dépend principalement :

- . de la teneur en  $Al_2O_3$  ou la proportion de particules - 0,5  $\mu m$  pour les schlamms ferro-barytiques
- . de la proportion de - 0,5  $\mu m$  pour l'ensemble des schlamms.

La détermination de ces caractéristiques, complétée par les déterminations des autres caractéristiques figurant dans les équations (I) à (III), devrait permettre une prévision des rendements de filtration et de rechercher par mélange une stabilisation du rendement des filtres-presses.

Listing equation 1

BON

## FINAL STEP

NUMBER OF CASES.....	8
TOTAL # OF VARIABLES.....	4
F TO ENTER.....	0
F TO REMOVE.....	0

NUMBER OF PREDICTOR	
VARIABLES ENTERED.....	3
MULTIPLE R SQUARED.....	.969785168
STD ERROR OF EST.....	.243260783

## ANALYSIS OF VARIANCE

## REGRESSION

DEGREES OF FREEDOM 1.....	3
SUM OF SQUARES.....	7.59730459
MEAN SQUARE.....	2.53243487

## RESIDUAL

DEGREES OF FREEDOM 2.....	4
SUM OF SQUARES.....	.236703234
MEAN SQUARE.....	.0591758085
F RATIO.....	42.7951038

VAR ID#	NAME	COEFFICIENT
1 9	AL203 %	.371504312
2 6	BAS04 %	-.0451267997
3 8	FE203 %	-.0631826369
	CONSTANT	2.58799101

## SUMMARY TABLE

# OF PRED VARIABLES	VAR. ID#	NAME	MULT R SQUARED
1	6	AL203 %	.905730737
2	6	BAS04 %	.941848942
3	8	FE207 %	.969785168

I

## S1N LIST OF CORRELATIONS (ROW,COLUMN)

(ROW,COL) VALUE	(ROW,COL) VALUE	(ROW,COL) VALUE
(1,1) 1	(1,2) -.347240204	(1,3) .0599139002
(1,4) -.1326865	(2,2) 1	(2,3) -.772854066
(2,4) -.771560e13	(3,3) 1	(3,4) .951698669
(4,4) 1		

## LIST OF MEANS AND STANDARD DEVIATIONS

VARIABLE ID#	VARIABLE NAME	MEANS	STANDARD DEVIATIONS
6	BASO4 %	19.45	6.58252013
8	FE2O3 %	33.44	5.01170342
9	AL2O3 %	10.82875	2.09922051
11	ALPHA	3.620375	1.05789601

I

BON			
DE #	CALCULATED	ACTUAL	RESIDUAL
1	4.6965113	4.495	-.201511303
2	4.0017405	4.328	.326259499
3	2.92081366	2.886	-.0348136611
4	3.77090627	3.648	-.122906269
5	4.67430325	4.669	-5.30325063E-03
6	3.86775101	4.083	.21524899
7	1.47427731	1.461	-.0132773086
8	3.55669665	3.393	-.163696653

I

Listing équation II

BON

## FINAL STEP

NUMBER OF CASES.....	8
TOTAL # OF VARIABLES.....	5
F TO ENTER.....	0
F TO REMOVE.....	0

NUMBER OF PREDICTOR	
VARIABLES ENTERED.....	4
MULTIPLE R SQUARED.....	.949276326
STD ERROR OF EST.....	.36394581

## ANALYSIS OF VARIANCE

## REGRESSION

DEGREES OF FREEDOM 1.....	4
SUM OF SQUARES.....	7.43663817
MEAN SQUARE.....	1.85915954

## RESIDUAL

DEGREES OF FREEDOM 2.....	3
SUM OF SQUARES.....	.397369659
MEAN SQUARE.....	.132456553
F RATIO.....	14.0359952

VAR ID#	NAME	COEFFICIENT	
1	5	%-0.5MICR.	.167883499
2	13	%+40MICR.	-.196002461
3	15	%-20+10MICR.	-.164718595
4	14	%-40+20MICR.	.133152804
		CONSTANT	.341134073

## SUMMARY TABLE

# OF PRED VARIABLES	VAR ID#	NAME	MULT R SQUARED
1	5	%-0.5MIDR.	.884999137
2	13	%+40MIDR.	.89063671
3	15	%-20+10MIDR.	.904428125
4	14	%-40+20MIDR.	.949276326



## 81N LIST OF CORRELATIONS (ROW,COLUMN)

(ROW,COL)	VALUE	(ROW,COL)	VALUE	(ROW,COL)	VALUE
(1,1)	1	(1,2)	-.326469233	(1,3)	-.765879062
(1,4)	-.840684107	(1,5)	.940743927	(2,2)	1
(2,3)	.450824522	(2,4)	-7.16676593E-03	(2,5)	-.378093719
(3,3)	1	(3,4)	.740003475	(3,5)	-.673245537
(4,4)	1	(4,5)	-.821601125	(5,5)	1

VAR ID#	VARIABLE NAME	MEANS	STANDARD DEVIATIONS
5	%-0.5MICR.	27.375	4.10356988
13	%+40MICR.	1.875	1.95940953
14	%-40+20MICR.	7.5625	3.40627048
15	%-20+10MICR.	11.875	3.81491434
11	ALPHA	3.620375	1.05789601

I

BON

OB #

CALCULATED

ACTUAL

RESIDUAL

1	4.60111456	4.495	-.106114555
2	4.00980131	4.328	.318198694
3	2.74537161	2.886	.140628393
4	3.88339546	3.648	-.235395456
5	4.54198791	4.669	.127012089
6	3.89861651	4.083	.184383489
7	1.49144747	1.461	-.0304474728
8	3.79126526	3.393	-.398265265

Listing equation III

BON

## FINAL STEP

NUMBER OF CASES.....	9
TOTAL # OF VARIABLES.....	5
F TO ENTER.....	0
F TO REMOVE.....	0

NUMBER OF PREDICTOR	
VARIABLES ENTERED.....	4
MULTIPLE R SQUARED.....	.923671552
STD ERROR OF EST.....	.393085192

## ANALYSIS OF VARIANCE

## REGRESSION

DEGRESS OF FREEDOM 1.....	4
SUM OF SQUARES.....	7.47936097
MEAN SQUARE.....	1.86984024

## RESIDUAL

DEGREES OF FREEDOM 2.....	4
SUM OF SQUARES.....	.618063874
MEAN SQUARE.....	.154515968
F RATIO.....	12.1012751

VAR ID#	NAME	COEFFICIENT	
1	5	%-0.5MICR.	.200023864
2	14	%-40+20MICR.	.0865585411
3	13	%+40MICR.	-.0688713386
4	15	%-20+10MICR.	-.107558025
		CONSTANT	-1.08204201

## SUMMARY TABLE

# OF PRED VARIABLES	VAR ID#	NAME	MULT R SQUARED
1	5	%-0.5MICR.	.887880845
2	14	%-40+20MICR.	.892543545
3	13	%+40MICR.	.898893412
4	15	%-20+10MICR.	.923671552

## B1N LIST OF CORRELATIONS (ROW,COLUMN)

(ROW,COL)	VALUE	(ROW,COL)	VALUE	(ROW,COL)	VALUE
(1,1)	1	(1,2)	-.290825495	(1,3)	-.772783485
(1,4)	-.789591877	(1,5)	.942274294	(2,2)	1
(2,3)	.379502627	(2,4)	-.156459648	(2,5)	-.331111218
(3,3)	1	(3,4)	.680110329	(3,5)	-.684836247
(4,4)	1	(4,5)	-.764894718	(5,5)	1

## LIST OF MEANS AND STANDARD DEVIATIONS

VAR ID#	VARIABLE NAME	MEANS	STANDARD DEVIATIONS
5	%-0.5MICR.	27.1666667	3.8890873
13	%+40MICR.	3.05555556	3.9878287
14	%-40+20MICR.	7.77777778	3.2510682
15	%-20+10MICR.	11.6666667	3.62284419
11	ALPHA	3.55988889	1.00607063

I

102

BON

OB #	CALCULATED	ACTUAL	RESIDUAL
1	4.48308049	4.495	.0119195152
2	4.15415755	4.328	.173842454
3	2.97890623	2.886	-.0929062311
4	3.90993288	3.648	-.261932882
5	4.28047881	4.669	.388521189
6	3.95193199	4.083	.131068012
7	1.42491425	1.461	.0360857537
8	3.95119724	3.393	-.558197239
9	2.90440068	3.076	.171599321



### 5.5.2. Etude du modèle de la consolidation .

Les principaux résultats relatifs aux déterminations des paramètres  $R_{\infty}$  ,  $R_0$  et  $k$  sont présentés aux tableaux n° 13 à 15.

#### 5.5.2.1. Validité du modèle .

#### A - Validité par rapport aux valeurs de la siccité déduites des bilans matières.

Dans une première approche, la validité du modèle a été testée par les critères usuels d'ajustement d'une régression : intervalles de confiance sur les paramètres, examens des résidus, ajustement graphique ... en utilisant les valeurs des siccités  $R$ , calculées selon les équations (4) et (12) des bilans matières, impliquant les déterminations expérimentales de :

- .  $V$  par pesée du filtrat (balance automatique)
- .  $V_g$  par la méthode de la balance hydrostatique  
(détermination expérimentale de  $V_c$ )
- .  $\rho_s$  par la méthode de la balance hydrostatique  
(balance analytique).

Les déterminations du temps de consolidation  $t' = t - t_{f.L.}$  ont impliqué l'estimation de  $t_{f.L.}$  selon la procédure décrite précédemment.

Des exemples :

- d'ajustement graphique des points expérimentaux ( $t'$ ,  $R$  calculé) au modèle (coordonnées linéaires)
- de déterminations des résidus (valeur expérimentale de  $R$  - valeur de  $R$  prédite par le modèle)
- de déterminations des intervalles de confiance des paramètres  $R_{\infty}$ ,  $R_0$  et  $k$
- de détermination des écarts relatifs moyens

sont présentés en annexe n° 2 avec les échantillons de listings des résultats.

Ces critères indiquent en général un très bon ajustement du modèle aux données expérimentales :

- ajustement graphique évident en coordonnées linéaires
- les intervalles de confiance sur les paramètres sont les suivants, en ordre de grandeur (pour un seuil de probabilité de 99 %) :

0,5 à 1 % relatif sur  $R_{\infty}$  (différence des valeurs extrêmes / valeur prédite)

0,1 à 0,60 % relatif sur  $R_0$

5 à 16 % relatifs sur  $k$  (méthode de régression non linéaire de GAUSS-NEWTON)

- la distribution des résidus est caractéristique d'un bon ajustement (se reporter aux graphes des résidus standards présentés à l'annexe n° 2). Les résidus sont inférieurs à

0,6 % en valeur relative

- l'écart relatif moyen est inférieur à 0,2 %.

Des exemples d'ajustement graphique des points expérimentaux ( $t'$ ,  $R$  calculé) au modèle sont présentés dans les diagrammes en coordonnées linéaires - log (semi-log) des figures n° 29 et 30 ci-après. Ce test est sévère car les différences entre  $R$  expérimental et  $R$  prédit par le modèle sont amplifiées graphiquement en échelle log.

Figure n° 29 : Modèle de la consolidation, ajustement graphique  
à partir de la série calculée R  
B.P. 2ème série 1-2  $\text{Ca(OH)}_2$

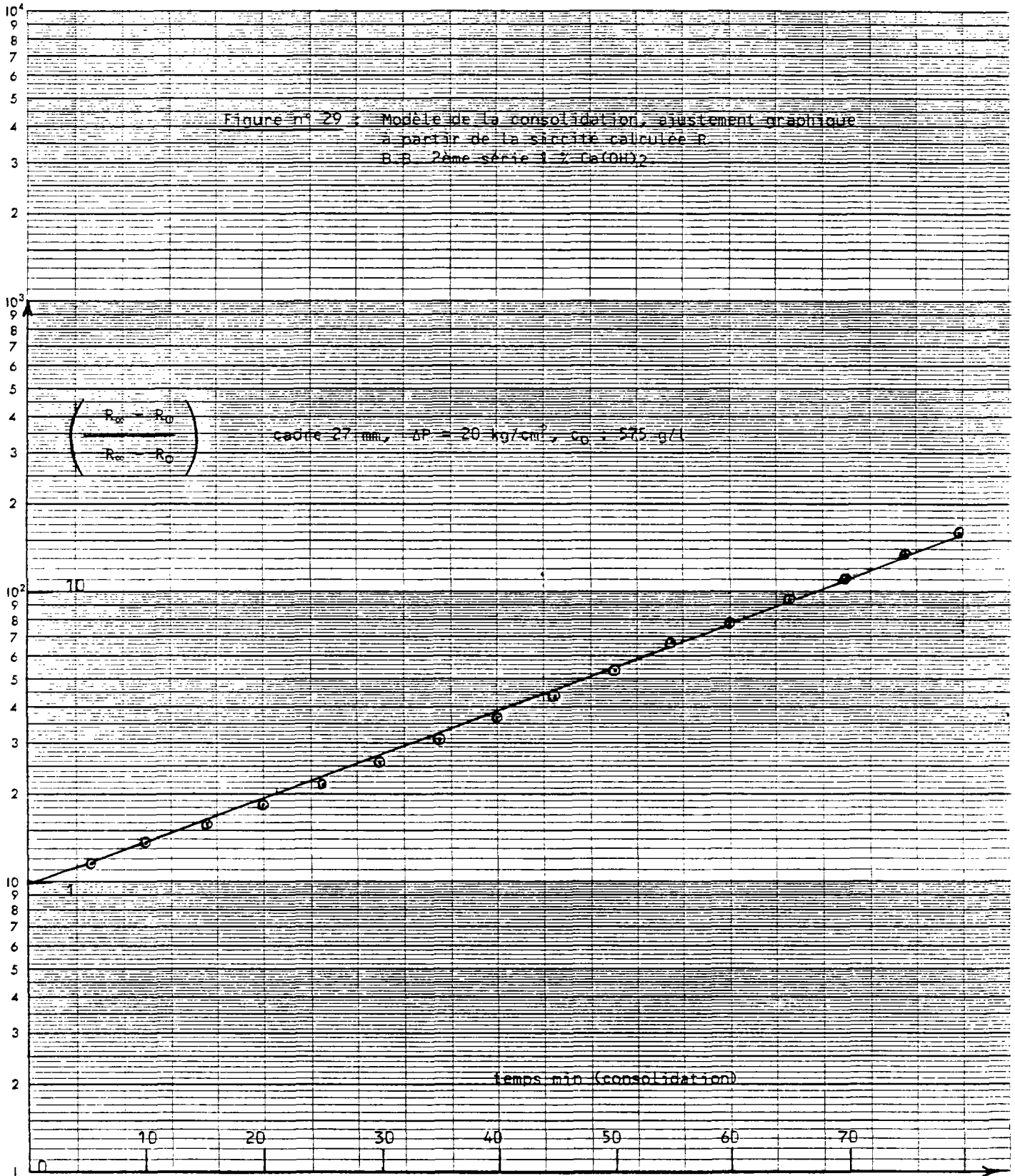
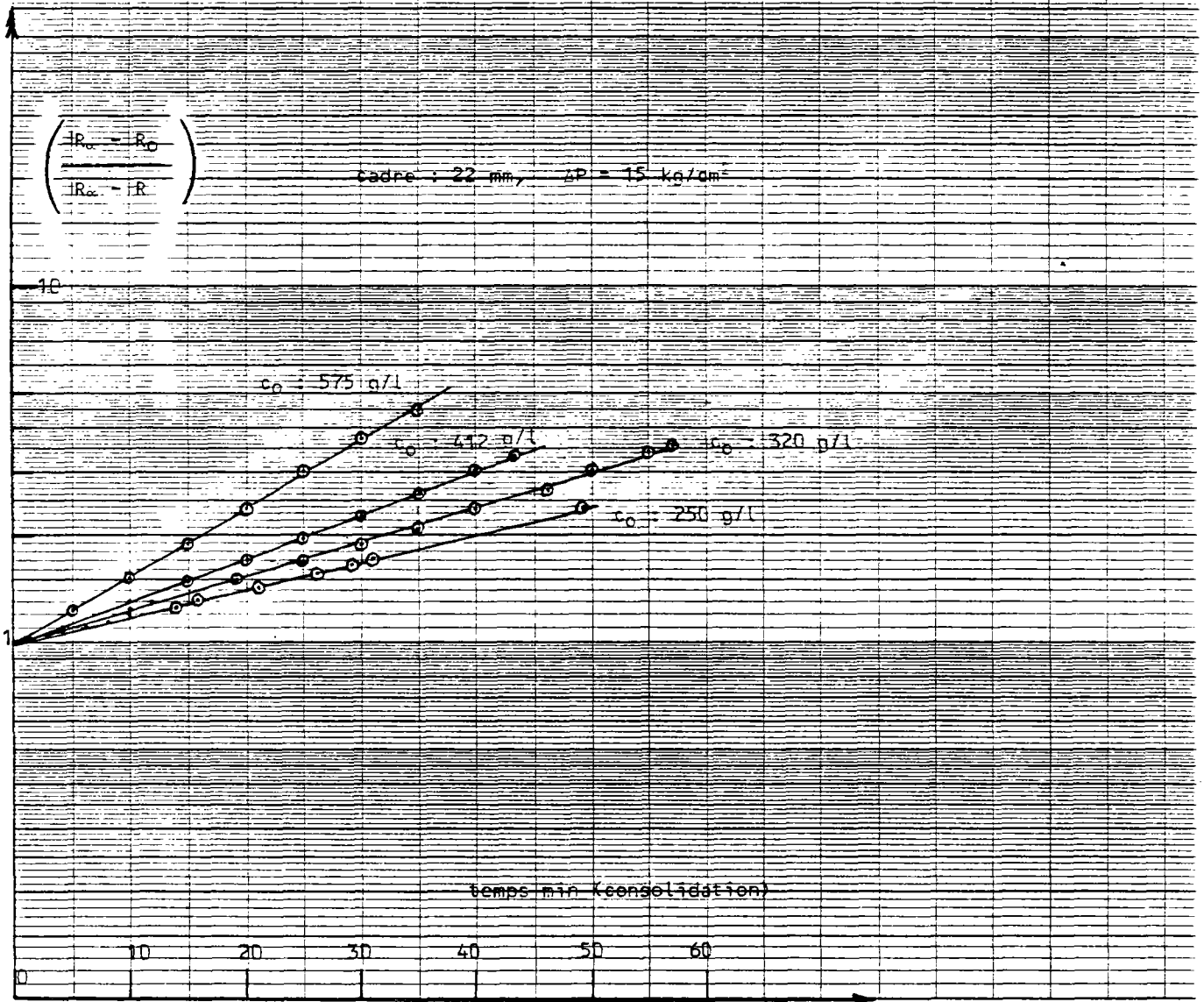


Figure n° 30 : Modèle de la consolidation, ajustement graphique à partir de la siccité calculée R.  
B.B. 2ème série 1 %  $\text{Ca(OH)}_2$

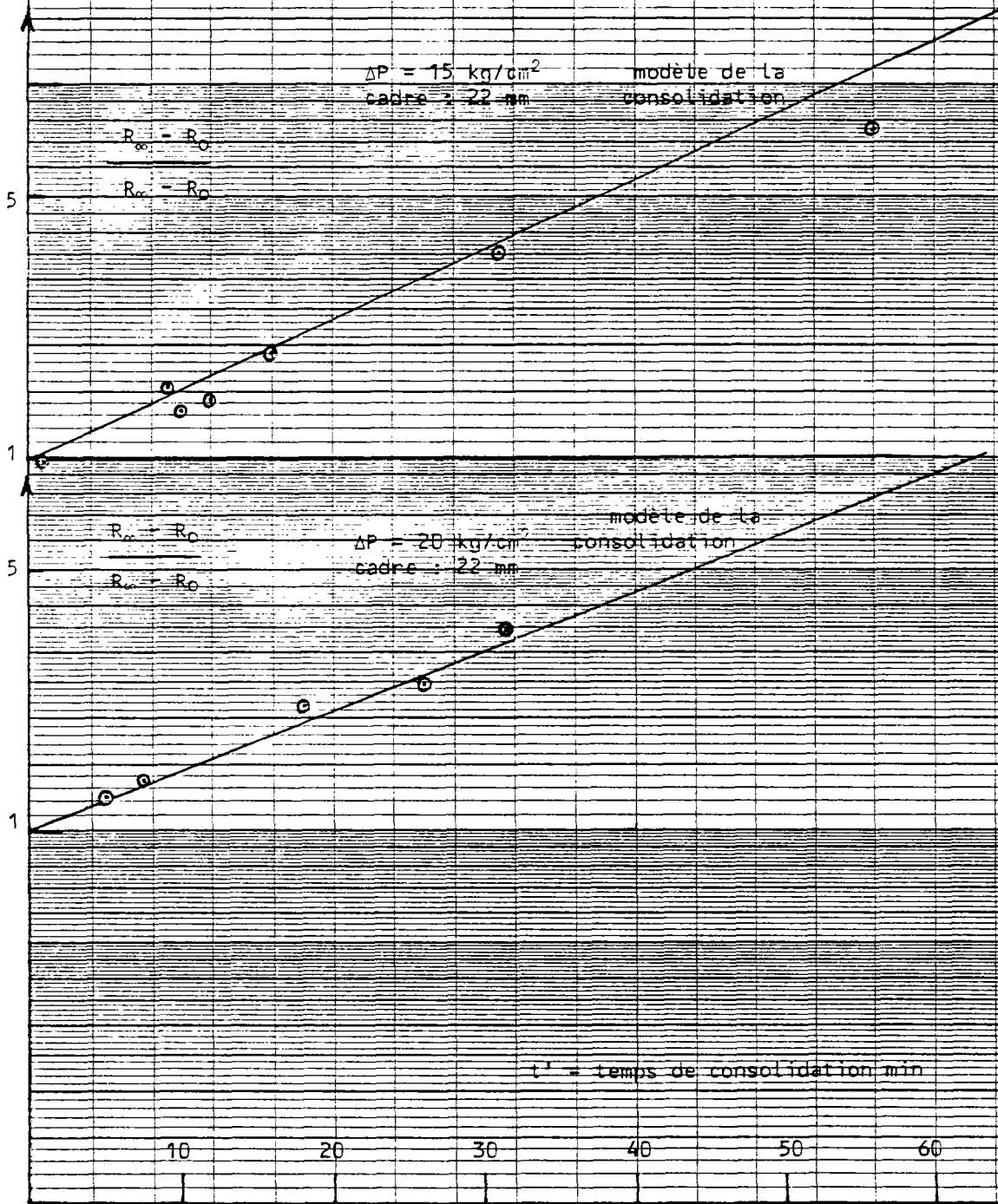


*B - Validité par **rapport** aux valeurs expérimentales de la siccité .*

L'accord entre les valeurs mesurées de R en fin d'essai et les valeurs correspondantes de R prédites par le modèle est en général bon : les différences relatives n'excèdent pas 0,5 %.

Afin de vérifier la validité du modèle par rapport à des valeurs mesurées de R, deux séries d'essais ont été conduites sur l'échantillon B.B. 2ème série coagulé par 1 %  $\text{Ca(OH)}_2$ , avec  $\Delta P = 20$  et  $15 \text{ kg/cm}^2$ . Les essais ont été terminés à des temps différents afin d'obtenir des déterminations expérimentales directes de R en fonction du temps de consolidation  $t'$ . Les principaux résultats de ces deux séries : essais du 14/11 au 18/11/80, essais du 18/11 au 24/11/80, sont présentés au tableau n° 14. Les déterminations expérimentales directes de R en fonction de  $t'$  ont permis d'établir les diagrammes de la figure n° 31 qui montrent l'ajustement aux modèles de la consolidation en coordonnées semi-log. Le point le plus éloigné de la droite représentative du modèle, pour  $\Delta P = 15 \text{ kg/cm}^2$ , correspond à  $t' = 56 \text{ min}$ , la représentation adoptée amplifie l'écart. En ce point, la siccité expérimentale est de 76,09 %, la siccité prédite est de 76,42 %, l'écart relatif est de 0,43 %, ce qui est acceptable pour valider le modèle.

Figure n° 31 : Ajustement des valeurs expérimentales de la siccité  
au modèle de la consolidation.  
B.B. zone série 1 :  $\text{CaCO}_3$



5.5.2.2. Influence des principales variables opératoires sur les paramètres du modèle .

A - Influence de la pression de filtration .

Son influence sur  $k$  est présentée graphiquement aux figures n° 32 et 33 pour B.B. 2ème série coagulées par  $\text{Ca(OH)}_2$ . Les résultats sur B.B. 1ère série n'ont pas été considérés, la défaillance du manomètre au-delà du temps de filtration libre ayant entraîné de mauvaises conditions expérimentales pendant la période de consolidation pour  $\Delta P = 10 \text{ kg/cm}^2$ .

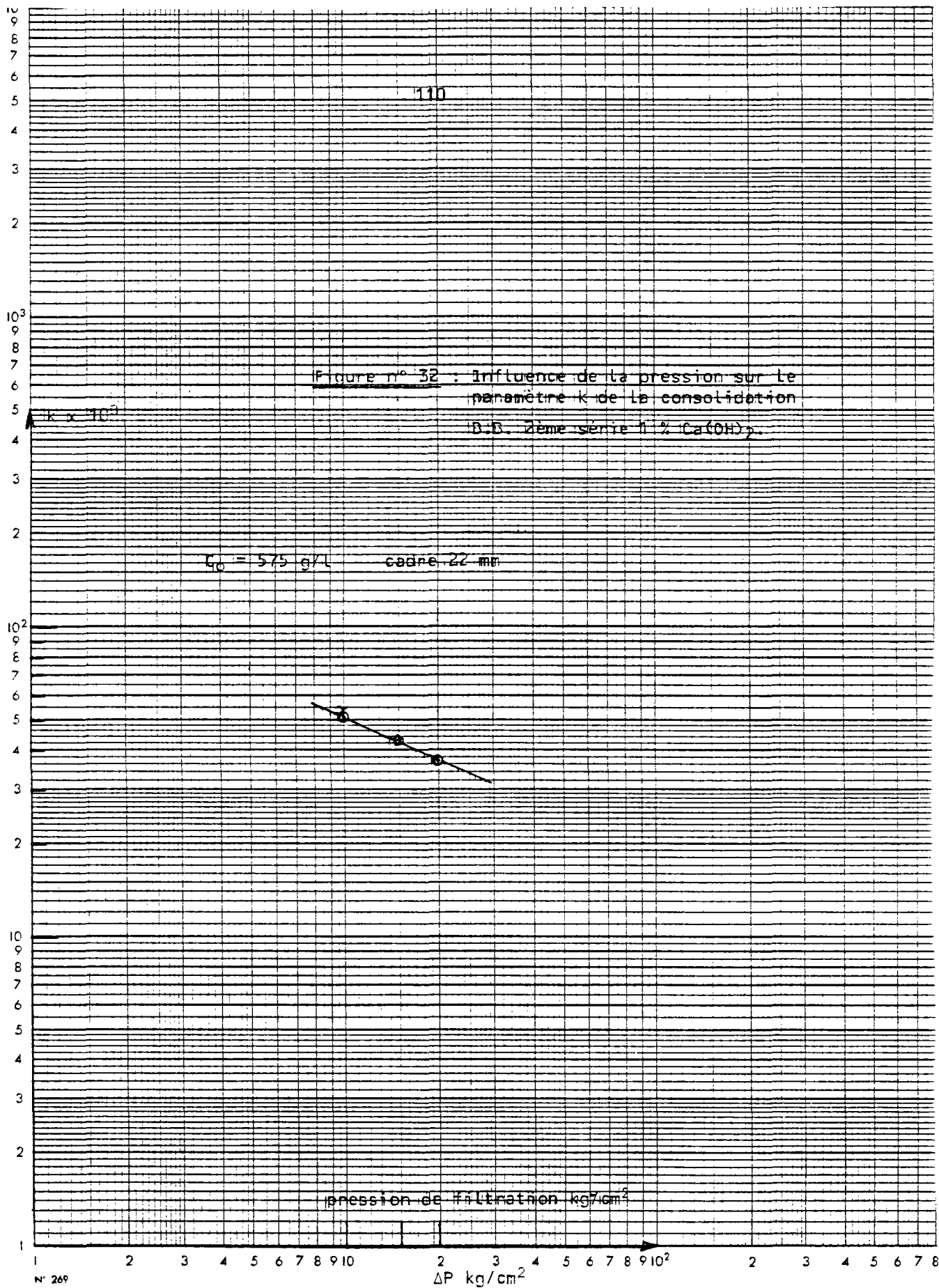
La variation de  $k$  en fonction de  $\Delta P$  peut être estimée par la relation :  $k = k_0 \Delta P^z$  (figure n° 32).

Les variations apparentes de  $z$  et  $k_0$  avec  $c_0$  (figure n° 34) sont peut être attribuables aux conditions expérimentales différentes des 2 séries ( $\Delta P = 15 \text{ kg/cm}^2$  et  $\Delta P = 200 \text{ kg/cm}^2$ ), ce point n'a pas été vérifié.

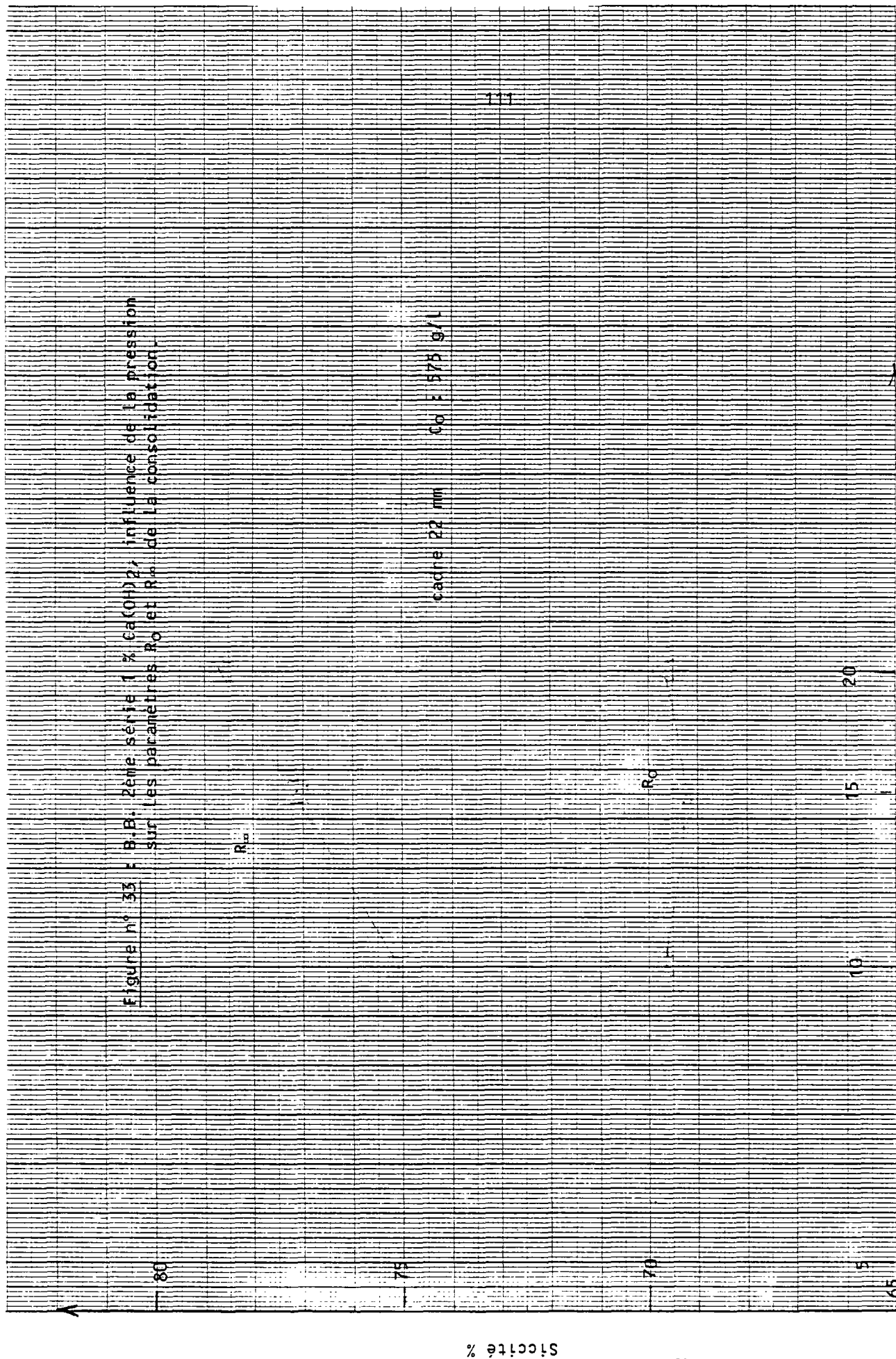
L'influence de  $\Delta P$  sur  $R_\infty$  et  $R_0$  est présentée à la figure n° 33.

On peut estimer que :

$\Delta R_\infty \approx \propto \log \Delta P$  et que  $R_0 \approx \text{constant}$  dans le domaine de variation de  $\Delta P$  de 10 à 20  $\text{kg/cm}^2$ .







Sticité %

Pression de filtration  $\text{kg/cm}^2$

*B - Influence de la concentration en solides de la pulpe d'alimentation du filtre .*

L'influence de  $c_0$  sur les paramètres  $k$ ,  $R_\infty$  et  $R_0$  sont présentées graphiquement aux figures n° 34 et 35.

La variation de  $k$  en fonction de  $c_0$  peut être estimée par une relation du type :

$$k = k' c_0^{z'}$$

Les variations de  $k'$  et  $z'$  avec  $\Delta P$  pourraient être dues aux conditions expérimentales différentes des séries  $\Delta P = 15 \text{ kg/cm}^2$  et  $\Delta P = 20 \text{ kg/cm}^2$ .

$R_\infty$  décroît très légèrement quand  $c_0$  augmente ; cette tendance, bien que faible, est observée pour les 2 pressions testées. La variation de  $R_0$  avec  $c_0$  est faible ( $\approx < 2 \%$ ) sans tendance nette.

*C - Influence de l'épaisseur des gâteaux .*

L'influence de l'épaisseur moyenne,  $e$ , des gâteaux sur  $k$ ,  $R_\infty$  et  $R_0$  est présentée graphiquement aux figures n° 36 et 37.

La variation de  $k$  en fonction de  $e$  peut être estimée par :

$$k = k'' e^{z''}$$

$R_\infty$  et  $R_0$  sont sensiblement constants dans le domaine de variation de  $e$  de 17 à 33 mm.

Figure n° 34 : Influence de la concentration en solides et de la pression sur le paramètre  $k$  de la consolidation.

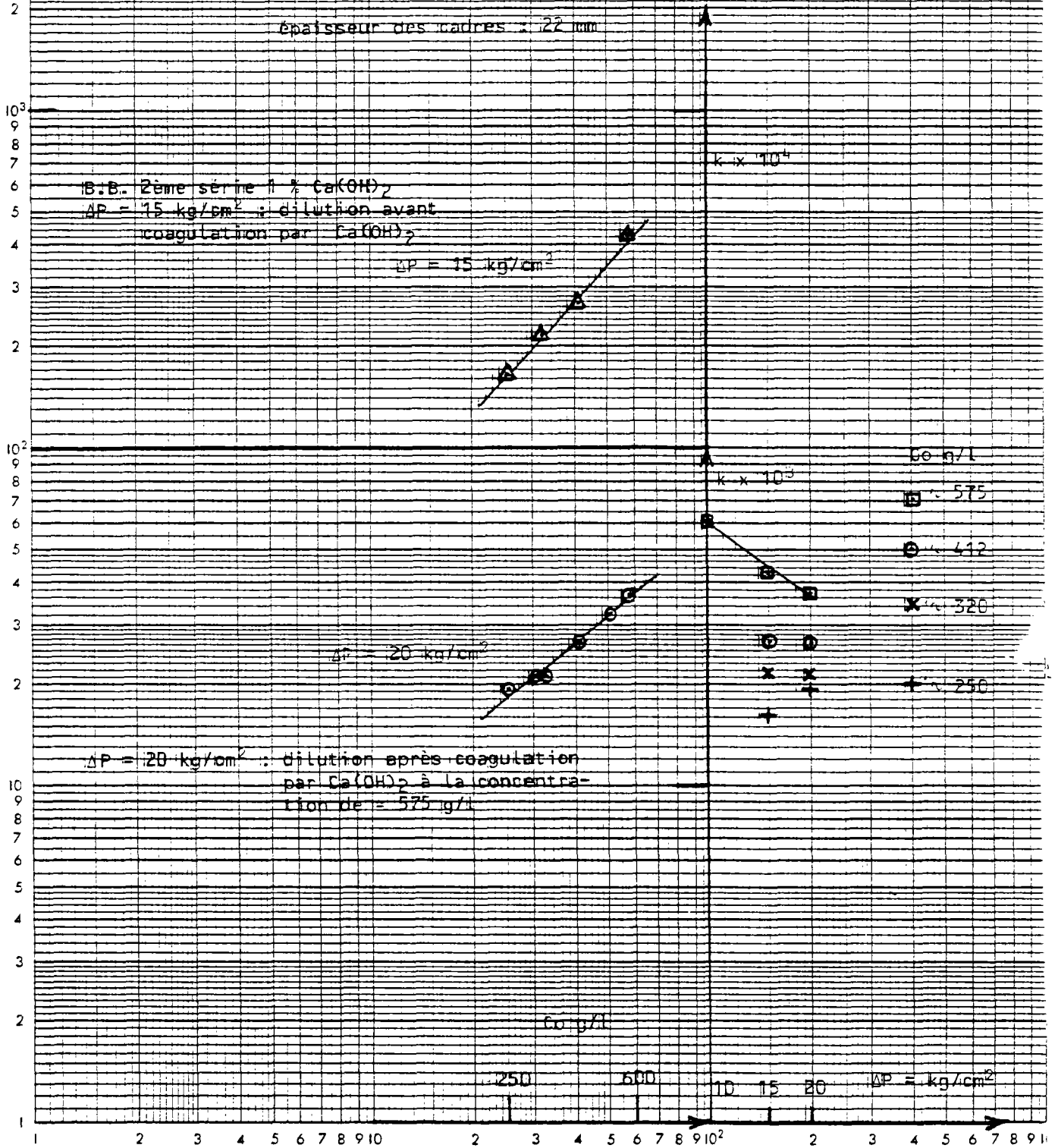


Figure n° 35 : B.B. 2ème série 1 %  $\text{Ca(OH)}_2$ . Influence de la concentration en solides de la pulpe initiale sur les paramètres  $R_0$  et  $R_w$  de la consolidation.

80

75

%

70

65

siccité

cadre 22 mm

$\Delta P : 20 \text{ kg/cm}^2 - R_w$

$\Delta P : 15 \text{ kg/cm}^2 - R_w$

$\Delta P : 20 \text{ kg/cm}^2 - R_0$

$P : 15 \text{ kg/cm}^2 - R_0$

concentration en solides  $c_0 : \text{g/l}$

250

300

350

400

450

500

550

600

Figure n° 36 Influence de l'épaisseur des gâteaux sur le paramètre  $k$  de la consolidation.

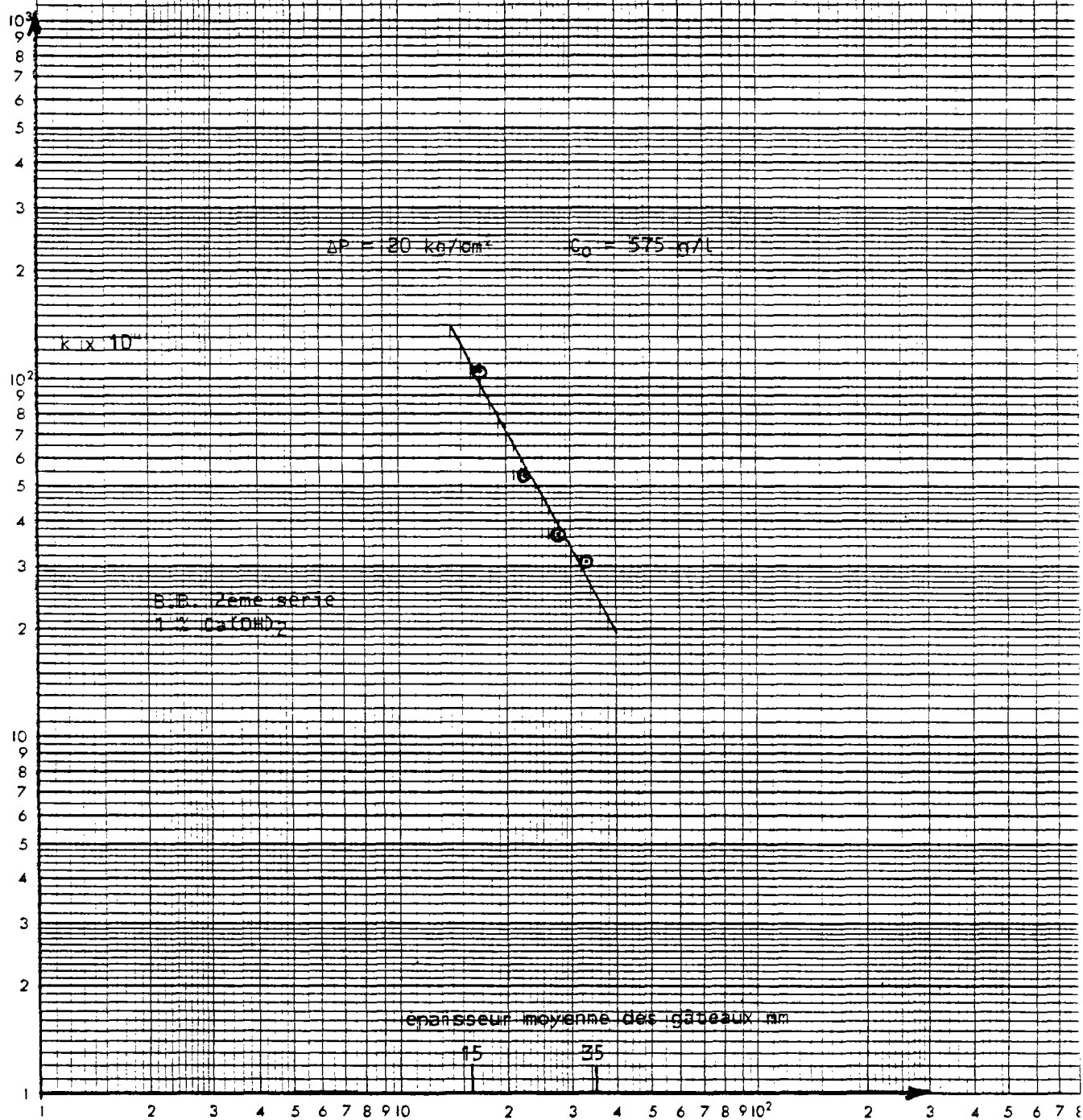
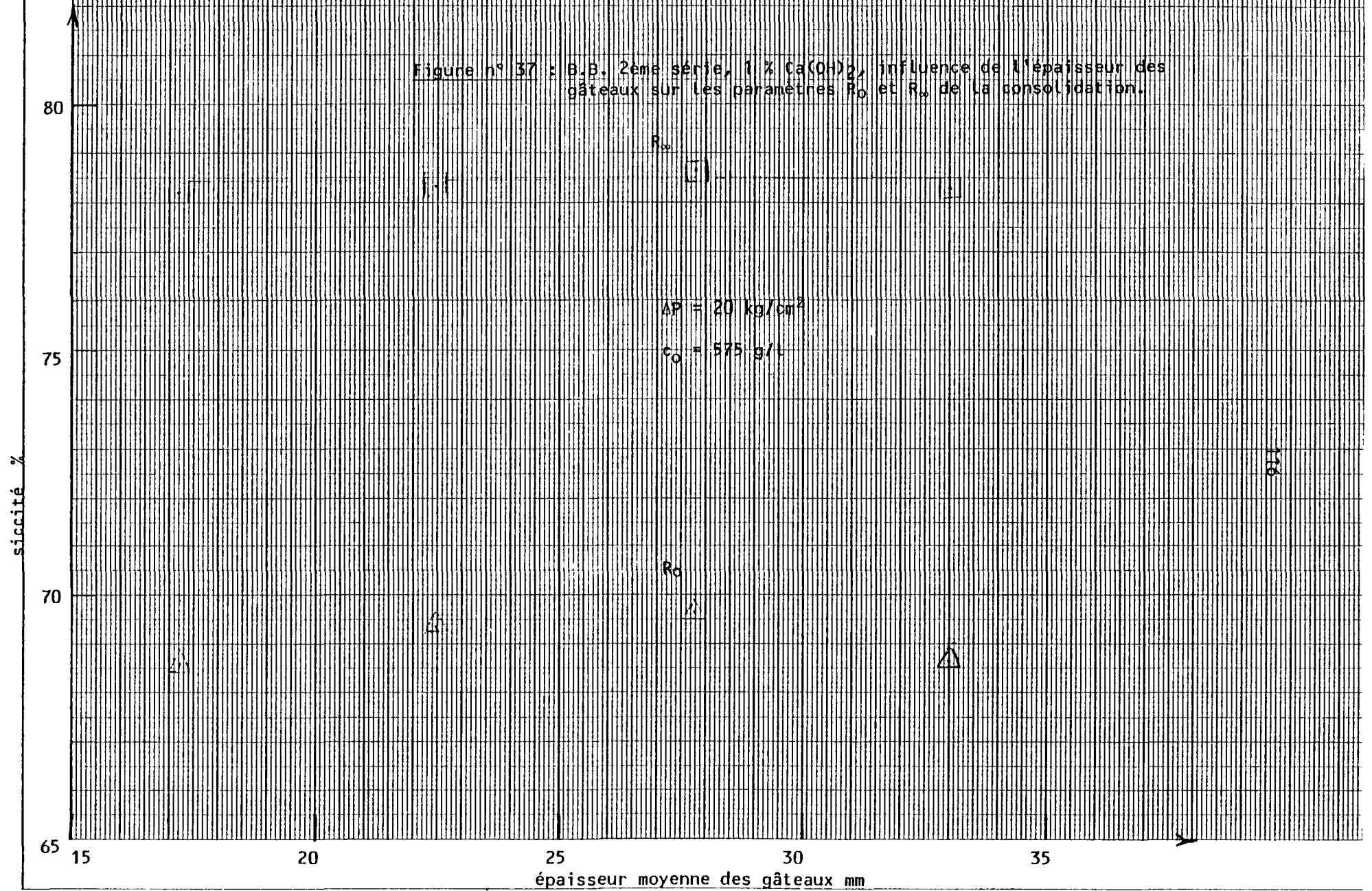


Figure n° 37 : B.B. 2eme série, 1 %  $\text{Ca(OH)}_2$ , influence de l'épaisseur des gâteaux sur les paramètres  $R_0$  et  $R_{\infty}$  de la consolidation.



### 5.6. Estimation de la surface de filtration .

La surface de filtration nécessaire à la filtration de 500 tonnes par jour de schlamms a été estimée, à partir des déterminations expérimentales, pour différentes configurations : épaisseur des gâteaux, pression de filtration, concentration en solides de la suspension d'alimentation, proportion de produits grenus mélangés aux schlamms.

La surface a été calculée pour des humidités résiduelles comprises entre 24 et 26 %, garantissant une rigidité suffisante des gâteaux pour la manutention et le stockage prolongé des schlamms. Deux hypothèses de temps de débâtissage-rebâtissage des presses ont été considérées : 20 et 12 minutes pour 150 gâteaux par presse.

Les résultats des calculs sont présentés graphiquement aux figures n° 38 à 42 ci-après.

La valeur représentative du rendement de filtration des schlamms correspond à la filtrabilité des boues des bassins 2ème série, elle est d'environ :

15 kg/m<sup>3</sup>/h, temps de débâtissage-rebâtissage inclus, rendement exprimé en kg de matière sèche pour les hypothèses de base suivantes :

- . pression : 15 kg/cm<sup>2</sup>
- . épaisseur des gâteaux : 27,5 mm
- . concentration de la suspension d'alimentation : 575 g/l
- . addition de chaux : 1 % par rapport à la matière sèche
- . humidité résiduelle des gâteaux : 25 %.

La surface totale nécessaire est de 1 360 m<sup>2</sup> correspondant à environ 2 filtres chacun de 150 plateaux de 1,5 x 1,5 m de surface filtrante par face.

L'addition de 10 % de souverse fer (produit grenu) réduit la surface nécessaire de :

- . 33,2 % pour une humidité résiduelle de 24 %
- . 21,3 % pour une humidité résiduelle de 25 %
- . 19 % pour une humidité résiduelle de 26 %.

#### 5.7. Simulation du cycle de filtration pour différentes configurations du dispositif d'alimentation.

La simulation a pour objet de définir les différences de temps de filtration libre et de rendement de filtration induites par différents modes d'alimentation des filtres-presses. Elle implique la détermination de durées de filtration pour des conditions de débit et pression variables, connaissant les courbes caractéristiques des pompes.

Les hypothèses de base et les procédures de calcul sont décrites en détail à l'annexe n° 3.

Les résultats des calculs pour  $\Delta P_{max.} = 15 \text{ kg/cm}^2$ ,  $e = 25 \text{ mm}$ ,  $c_0 = 575 \text{ g/l}$  et des caractéristiques de filtrabilité correspondant à celles de l'échantillon B.B. 2ème série avec 1 % de chaux, sont résumés au tableau ci-dessous :

Alimentation filtres	Temps de formation libre $t_{f.L.} \text{ min}$	Durée totale du cycle min	Rendement brut kg M.S./m <sup>2</sup> /h pour H <sub>2</sub> O = 25 %
- pompe centrifuge puis pompe à membranes de 30 m <sup>3</sup> /h maximum	41,4	82,1	14,45
- pompe centrifuge puis pompes à membranes de 60 m <sup>3</sup> /h maximum	34,0	74,7	15,88
- pompe centrifuge puis ballon aéro-éjecteur	20,9	61,6	19,25

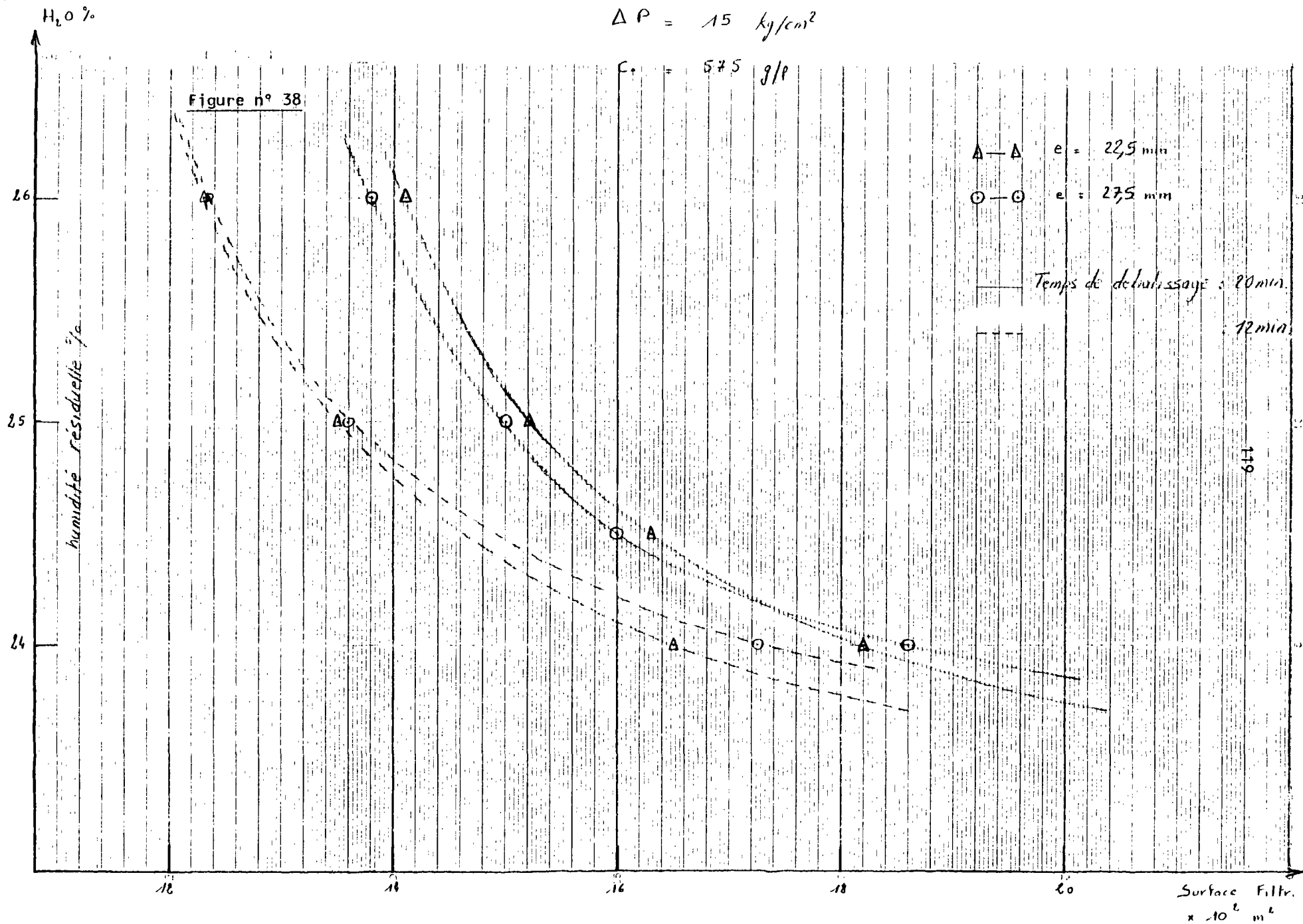
Ces résultats mettent clairement en évidence l'avantage du ballon aéro-éjecteur sur les pompes à membranes de caractéristiques usuelles.



$$\Delta P = 15 \text{ kg/cm}^2$$

$$C_p = 575 \text{ g/p}$$

Figure n° 38



$$\Delta P = 15 \text{ kg/cm}^2$$

$$e = 27,5 \text{ mm}$$

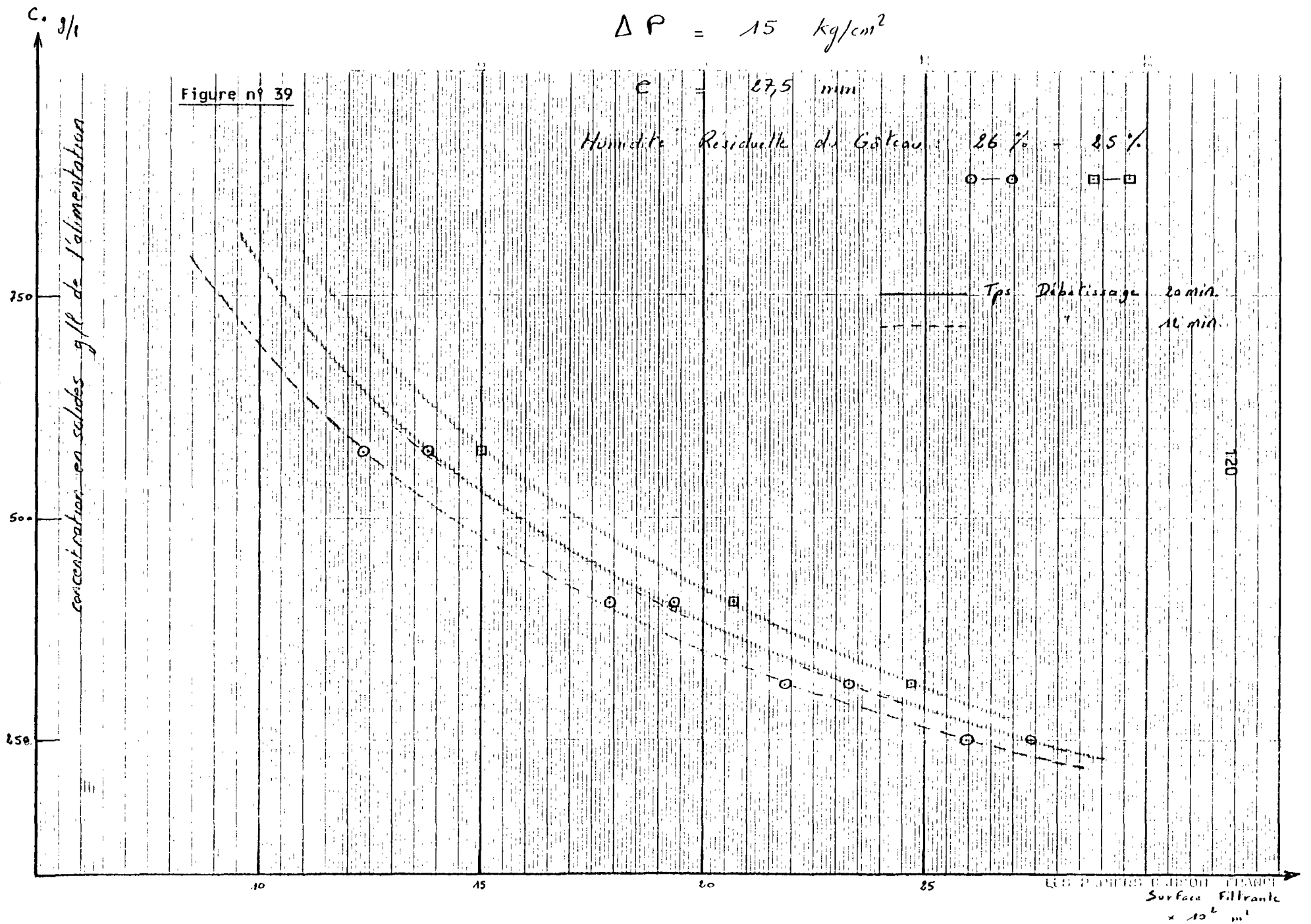
Humidité Résiduelle du Gâteau : 26 % - 25 %

○ — ○

□ — □

Tps Débatissage 20 min.

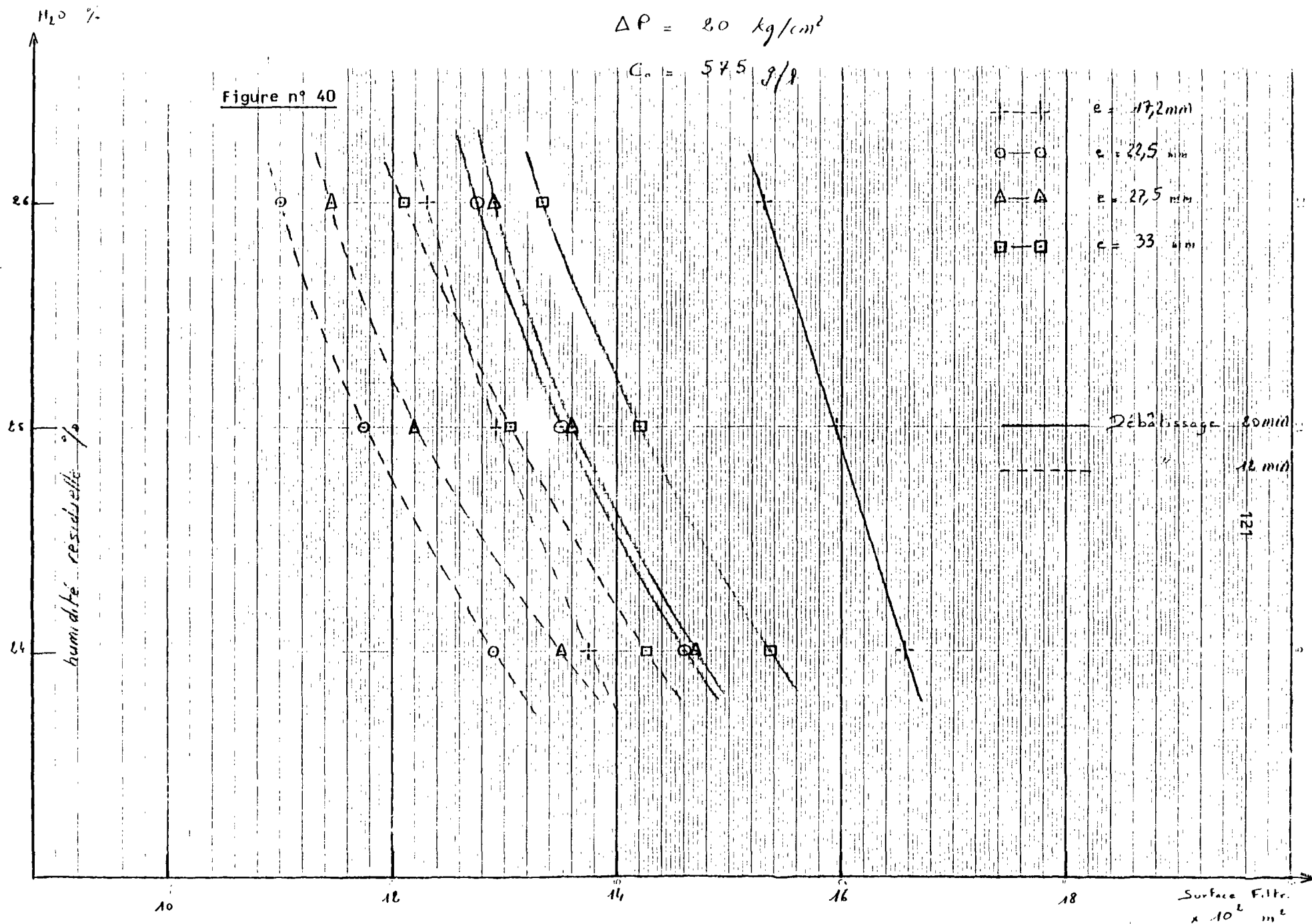
11 min.



$$\Delta P = 20 \text{ kg/cm}^2$$

$$C_0 = 545 \text{ g/g}$$

Figure n° 40



% H<sub>2</sub>O

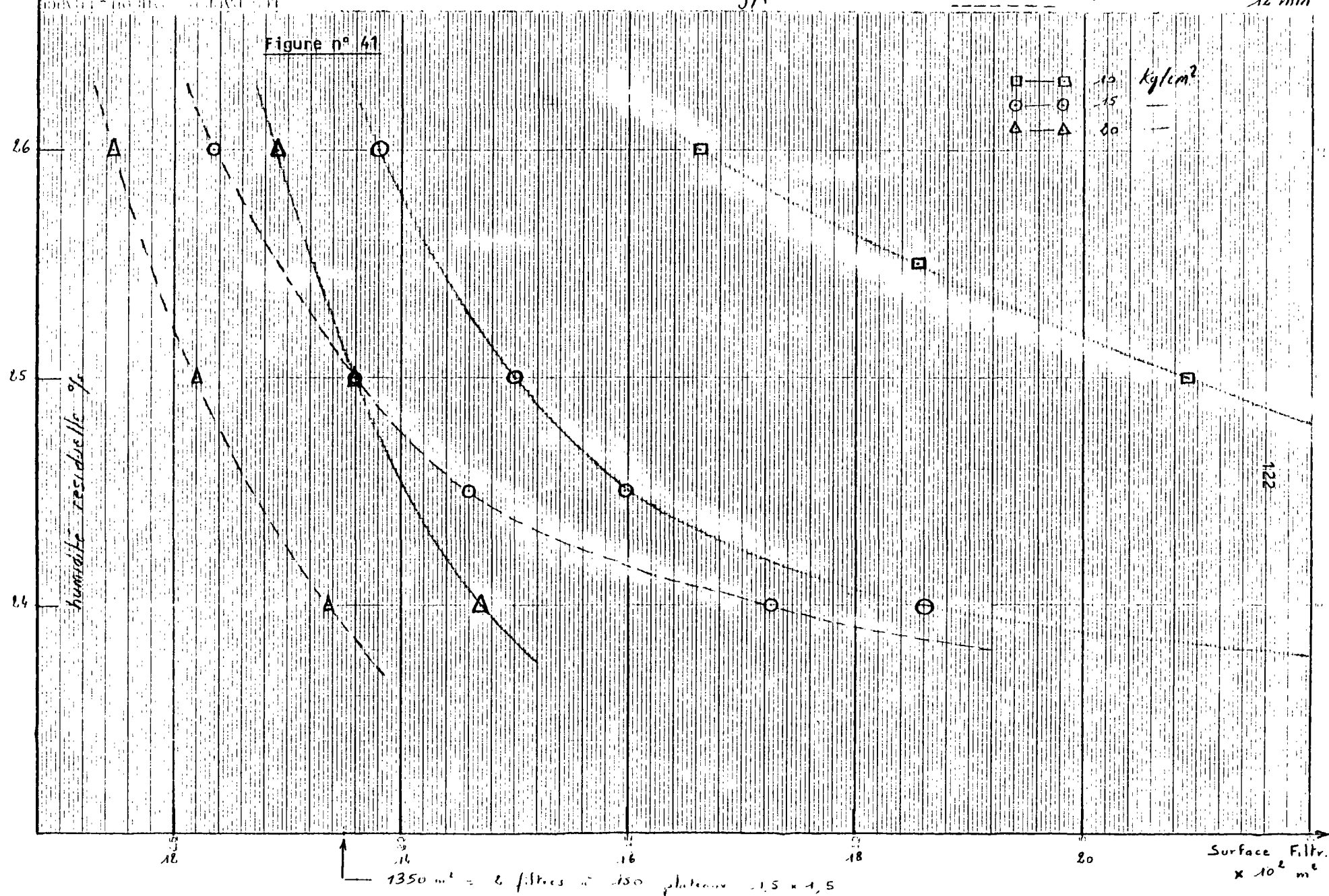
$e = 275 \text{ mm}$

$c = 575 \text{ g/l}$

Temps de battage 80 min

" " 12 min

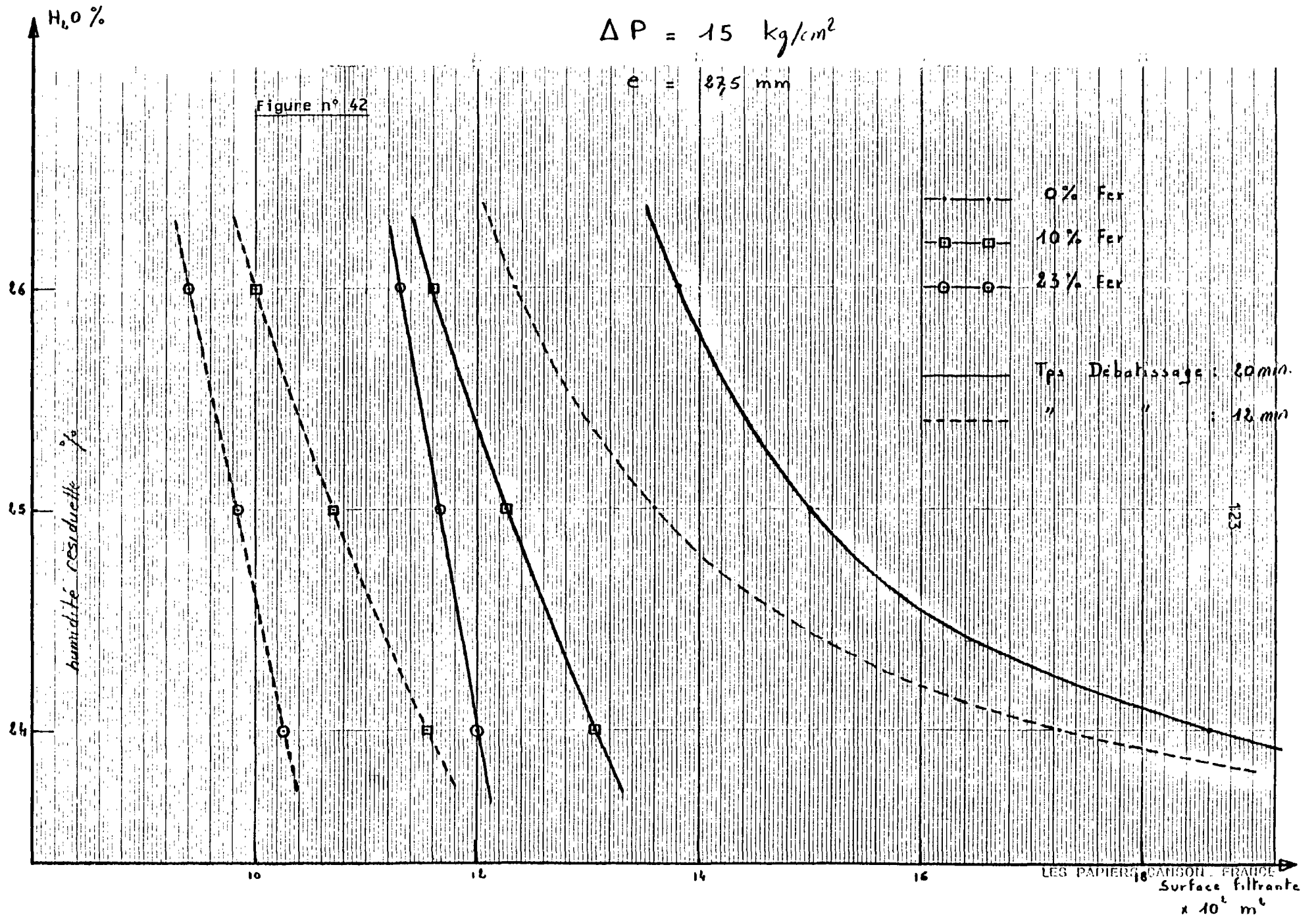
Figure n° 41



$$\Delta P = 15 \text{ kg/cm}^2$$

$$e = 875 \text{ mm}$$

Figure n° 42



A N N E X E    N° 1

*Listings des programmes originaux développés sur :*

HP 97

APPLE II+ 64 K

001	*LBLA	053	PRTX
002	CLRG	054	RCLD
003	P/S	055	÷
004	CLRG	056	RCLC
005	P/S	057	x
006	R/S	058	ST02
007	ST04	059	RCLD
008	R↓	060	Σ+
009	ST0B	061	R↓
010	R↓	062	PRTX
011	ST0C	063	SPC
012	3	064	RTN
013	ST0E	065	*LBL4
014	1	066	P/S
015	ST01	067	RCL8
016	*LBL1	068	RCL4
017	R/S	069	RCL6
018	GSB2	070	x
019	RCLC	071	RCL9
020	RCL1	072	÷
021	X=Y?	073	-
022	GT03	074	ST01
023	ISZ1	075	X²
024	GT01	076	ST0B
025	*LBL3	077	RCL5
026	GSB4	078	RCL4
027	*LBL5	079	X²
028	R/S	080	RCL9
029	GSB2	081	÷
030	RCL0	082	-
031	RCLD	083	ST02
032	x	084	RCL0
033	RCL1	085	÷
034	+	086	1/X
035	ST03	087	ST0B
036	PRTX	088	RCL7
037	P/S	089	RCL6
038	RCL0	090	X²
039	JX	091	RCL9
040	2	092	÷
041	x	093	-
042	P/S	094	ST03
043	ST04	095	RCL6
044	RCL3	096	÷
045	+	097	1/X
046	PRTX	098	JX
047	RCL3	099	PRTX
048	RCL4	100	SPC
049	-	101	RCL1
050	PRTX	102	RCL2
051	SPC	103	÷
052	GSB4	104	P/S
053	GT05	105	ST0B
054	R/S	106	PRTX
055	*LBL2	107	x
056	RCLA	108	RCL0
057	-	109	x
058	ST0D	110	CHS
059	PRTX	111	x
060	R↓	112	X²Y
061	RCLB	113	LSTX
062	-	114	+

125	STO1	187	+
126	PRTX	188	RCL0
127	SPC	189	RCLC
128	P*S	190	x
129	RCL1	191	RCLF
130	X*	192	+
131	RCL2	193	÷
132	÷	194	1
133	CHS	195	0
134	RCL3	196	0
135	+	197	x
136	RCL9	198	PRTX
137	2	199	RCL0
138	-	200	RCLC
139	÷	201	x
140	STO0	202	RCLF
141	JX	203	+
142	PRTX	204	RCL0
143	RCL2	205	RCLA
144	JX	206	+
145	÷	207	÷
146	PRTX	208	CHS
147	RCL6	209	RCLD
148	RCL9	210	1/X
149	x	211	+
150	PRTX	212	RCLB
151	SPC	213	÷
152	P*S	214	1/X
153	RTH	215	PRTX
154	R/S	216	SPC
155	*LBL0	217	GT06
156	CLRG	218	R/S
157	P*S		
158	CLRG		
159	P*S		
160	R/S		
161	*LBL6		
162	STO4		
163	R↓		
164	STO8		
165	R↓		
166	STOC		
167	R↓		
168	STOD		
169	RCLB		
170	RCLC		
171	÷		
172	1		
173	-		
174	CHS		
175	STOC		
176	RCLA		
177	RCLD		
178	÷		
179	STOE		
180	*LBL6		
181	R/S		
182	STO0		
183	X*Y		
184	PRTX		
185	RCL0		
186	PCLA		

programme 2  
HP 97



programme 3  
HP 97

127

001	*LBLA	061	RCL0	122	ST0A
002	CLRG	062	÷	123	2
003	P#S	063	1/X	124	ST01
004	CLRG	064	ST00	125	*LBL4
005	P#S	065	RCL7	126	R/S
006	R/S	066	RCL6	127	ST01
007	*LBL1	067	X²	128	RCLA
008	ST0A	068	RCL9	129	RCL1
009	R4	069	÷	130	X=Y?
010	ST0B	070	-	131	ST05
011	R4	071	ST03	132	ISZ1
012	ST0C	072	RCL0	133	GT04
013	R4	073	÷	134	*LBL5
014	ST0E	074	1/X	135	2
015	1	075	PRTX	136	RCL6
016	ST01	076	JX	137	x
017	*LBL2	077	PRTX	138	RCL5
018	R/S	078	SPC	139	x
019	RCLA	079	RCL1	140	RCL7
020	-	080	RCL2	141	X²
021	ST0D	081	÷	142	x
022	PRTX	082	P#S	143	RCL8
023	R1	083	ST00	144	÷
024	RCLB	084	PRTX	145	ST0B
025	-	085	x	146	PRTX
026	PRTX	086	RCL0	147	SPC
027	RCLD	087	x	148	RCL3
028	÷	088	CHS	149	RCL4
029	RCLC	089	x	150	÷
030	x	090	X#Y	151	ST0C
031	RCLD	091	LSTX	152	PRTX
032	Z+	092	+	153	SPC
033	R4	093	ST01	154	RCL0
034	PRTX	094	PRTX	155	RCL2
035	SPC	095	SPC	156	x
036	RCLC	096	P#S	157	PRTX
037	RCL1	097	RCL1	158	SPC
038	X=Y?	098	X²	159	RCLB
039	GT03	099	RCL2	160	x
040	ISZ1	100	÷	161	RCLC
041	GT02	101	CHS	162	÷
042	*LBL3	102	RCL3	163	PRTX
043	P#S	103	+	164	SPC
044	RCL8	104	RCL9	165	RCL6
045	RCL4	105	2	166	RCL5
046	RCL6	106	-	167	x
047	x	107	÷	168	RCL7
048	RCL9	108	ST00	169	x
049	÷	109	JX	170	RCL8
050	-	110	PRTX	171	÷
051	ST01	111	RCL2	172	RCL1
052	X²	112	JX	173	x
053	ST00	113	÷	174	RCL2
054	RCL5	114	PRTX	175	x
055	RCL4	115	RCL0	176	PRTX
056	X²	116	RCL9	177	RTN
057	RCL5	117	x	178	R/S
058	÷	118	PRTX		
059	-	119	SPC		
060	ST02	120	P#S		
		121	8		

001	*LBLA	064	+	127	STOD
002	CLRG	065	P#S	128	ISZI
003	P#S	066	STOB	129	RCL1
004	CLRG	067	PRTX	130	PRTX
005	P#S	068	X	131	RCL1
006	0	069	RCLB	132	RCLB
007	STOI	070	x	133	YX
008	R/S	071	CHS	134	RCLC
009	STOH	072	X	135	x
010	*LBL1	073	X#Y	136	STOE
011	R/S	074	LSTX	137	PRTX
012	STOI	075	+	138	0
013	LOG	076	STOC	139	STOB
014	ISZI	077	1	140	RCLC
015	X#Y	078	0	141	RCLD
016	STOI	079	RCLC	142	-
017	LOG	080	YX	143	PRTX
018	S+	081	STOC	144	X#
019	RCLA	082	PRTX	145	ST+0
020	RCL1	083	EEX	146	PRTX
021	Y=Y?	084	4	147	SPC
022	GT02	085	1/X	148	RCLA
023	ISZI	086	0	149	RCL1
024	GT01	087	.	150	X=Y?
025	*LBL2	088	8	151	RTH
026	P#S	089	6	152	ISZI
027	RCL8	090	7	153	GT03
028	RCL4	091	5	154	R/S
029	RCL6	092	x		
030	x	093	RCLC		
031	RCL9	094	x		
032	÷	095	PRTX		
033	-	096	SPC		
034	STOI	097	P#S		
035	X#	098	RCL1		
036	STOB	099	X#		
037	RCL5	100	RCL2		
038	RCL4	101	÷		
039	X#	102	CHS		
040	RCL9	103	RCL3		
041	÷	104	+		
042	-	105	RCL9		
043	STO2	106	2		
044	RCL0	107	-		
045	÷	108	÷		
046	1/X	109	STOB		
047	STOB	110	JX		
048	RCL7	111	PRTX		
049	RCL6	112	RCL2		
050	X#	113	JX		
051	RCL9	114	÷		
052	÷	115	PRTX		
053	-	116	RCL0		
054	STO3	117	RCL9		
055	RCL0	118	x		
056	÷	119	PRTX		
057	1/X	120	SPC		
058	PRTX	121	P#S		
059	JX	122	0		
060	PRTX	123	STOI		
061	SPC	124	*LBL3		
062	RCL1	125	RCL1		
063	RCL2	126	PRTX		

programme 5 - 1ère partie  
HP 97

129

001 \*LBLA  
002 CLR6  
003 P#S  
004 CLR6  
005 P#S  
006 R/S  
007 ST0A  
008 PRTX  
009 R4  
010 ST01  
011 GT06  
012 \*LBL6  
013 R/S  
014 CHS  
015 RCLA  
016 +  
017 LN  
018 ST00  
019 R4  
020 ST01  
021 RCL0  
022 RCL1  
023 Σ+  
024 P#S  
025 RCL9  
026 RCL1  
027 P#S  
028 X=Y?  
029 GT06  
030 GT06  
031 \*LBL6  
032 P#S  
033 RCL8  
034 RCL4  
035 RCL6  
036 x  
037 RCL9  
038 ÷  
039 -  
040 ST01  
041 X²  
042 ST06  
043 RCL5  
044 RCL4  
045 X²  
046 RCL9  
047 ÷  
048 -  
049 ST02  
050 RCL0  
051 ÷  
052 1/X  
053 ST00  
054 RCL7  
055 RCL6  
056 X²  
057 RCL9  
058 ÷  
059 -  
060 ST03  
061 RCL0  
062 ÷  
063 1/X

064 PRTX  
065 JX  
066 PRTX  
067 SPC  
068 RCL1  
069 RCL2  
070 ÷  
071 P#S  
072 ST00  
073 PRTX  
074 CHS  
075 ST0B  
076 x  
077 RCL0  
078 x  
079 CHS  
080 x  
081 X#Y  
082 LSTX  
083 +  
084 ST01  
085 PRTX  
086 e^x  
087 CHS  
088 RCLA  
089 +  
090 PRTX  
091 ST00  
092 SPC  
093 P#S  
094 RCL1  
095 X²  
096 RCL2  
097 ÷  
098 CHS  
099 RCL3  
100 +  
101 RCL9  
102 2  
103 -  
104 ÷  
105 ST00  
106 JX  
107 PRTX  
108 RCL2  
109 JX  
110 ÷  
111 PRTX  
112 RCL0  
113 RCL9  
114 x  
115 PRTX  
116 SPC  
117 0  
118 ST04  
119 0  
120 ST05  
121 0  
122 ST06  
123 0  
124 ST07  
125 0  
126 ST08

127 0  
128 ST09  
129 P#S  
130 GT06  
131 \*LBL6  
132 R/S  
133 X#Y  
134 PRTX  
135 X#Y  
136 PRTX  
137 ST00  
138 X#Y  
139 RCLB  
140 x  
141 CHS  
142 e^x  
143 CHS  
144 RCLA  
145 RCLC  
146 -  
147 x  
148 RCLA  
149 +  
150 PRTX  
151 SPC  
152 RCL0  
153 -  
154 RCLC  
155 ÷  
156 Σ+  
157 RCL1  
158 P#S  
159 RCL9  
160 P#S  
161 X=Y?  
162 GT0d  
163 GT06  
164 \*LBLd  
165 P#S  
166 RCL5  
167 PRTX  
168 RCL9  
169 ÷  
170 P#S  
171 JX  
172 PRTX  
173 RTN  
174 R/S

programme 5 - 2<sup>ème</sup> partie  
HP 97

130

001	*LBLA	064	ST03	137	CHS
002	CLRG	065	P2S	138	P2S
003	P2S	066	0	139	RCL7
004	CLRG	067	ST04	140	P2S
005	P2S	068	0	141	+
006	R/S	069	ST05	142	1/X
007	ST08	070	0	143	x
008	R4	071	ST06	144	CHS
009	ST09	072	0	145	ST00
010	R4	073	ST07	146	RCL3
011	ST0A	074	0	147	P2S
012	PRTX	075	ST08	148	RCL4
013	R4	076	0	149	P2S
014	ST0B	077	ST09	150	x
015	GT0c	078	P2S	151	RCLB
016	*LBLc	079	GT0a	152	1/X
017	GSB1	080	*LBLa	153	x
018	ST04	081	R/S	154	CHS
019	PRTX	082	ST0C	155	RCL1
020	SPC	083	R4	156	+
021	RCL9	084	ST0D	157	P2S
022	RCLA	085	RCLC	158	RCL4
023	+	086	GSB2	159	RCL6
024	ST0A	087	ST0E	160	P2S
025	PRTX	088	RCLD	161	x
026	GSB1	089	Σ+	162	RCLB
027	ST05	090	RCLC	163	1/X
028	PPTX	091	GSB3	164	x
029	SPC	092	ST00	165	CHS
030	RCL9	093	RCLD	166	P2S
031	RCL5	094	x	167	RCL8
032	RCL4	095	ST+1	168	P2S
033	-	096	RCL0	169	+
034	÷	097	RCLF	170	1/X
035	RCL5	098	x	171	x
036	x	099	ST+2	172	RCL0
037	CHS	100	RCL0	173	+
038	RCLA	101	ST+3	174	RTN
039	+	102	RCLB	175	*LBL2
040	ST06	103	RCLI	176	RCLa
041	PRTX	104	X=Y?	177	RCLC
042	SPC	105	GT0b		-
043	RCL6	106	ISZI		LH
044	RCLA	107	GT0a		RTN
045	-	108	*LBLb		*LBL3
046	RCLA	109	RCL3		RCLA
047	RCL9	110	P2S		RCLC
048	-	111	RCL6		-
049	÷	112	P2S		1/X
050	RCL8	113	x		RTN
051	X>Y?	114	RCLB		R/S
052	RTN	115	1/X		
053	RCL6	116	x		
054	ST0A	117	CHS		
055	GT0c	118	RCL2		
056	*LBL1	119	+		
057	1	120	P2S		
058	ST0I	121	RCL6		
059	0	122	P2S		
060	ST0I	123	X²		
061	0	124	RCLB		
062	ST02	125	1/X		
063	0	126	x		

```

001 *LBL8
002 CLR6
003 P#S
004 CLR6
005 P#S
006 2
007 4
008 ST00
009 1
010 9
011 ST01
012 *LBL1
013 R/S
014 ST01
015 RCL0
016 RCL1
017 X=Y?
018 GT02
019 ISZ1
020 GT01
021 *LBL2
022 0
023 ST00
024 R/S
025 ST01
026 GT03
027 *LBL3
028 P#S
029 R/S
030 ST08
031 P#S
032 GT04
033 *LBL4
034 2
035 ST01
036 GT05
037 *LBL5
038 R/S
039 P#S
040 ST06
041 X#Y
042 ST07
043 P#S
044 RCL0
045 P#S
046 RCL6
047 RCL4
048 - X
049 RCL5
050 X
051 RCL0
052 ÷
053 PRTX
054 CHS
055 RCL7
056 PRTX
057 SPC
058 +
059 RCL0
060 YX
061 RCL0
062 X²

```

```

053 X
054 RCL9
055 ÷
056 RCL4
057 ÷
058 RCL8
059 ÷
060 RCL6
061 ÷
062 P#S
063 ST01
064 PRTX
065 SPC
066 1
067 ST+0
068 P#S
069 RCL6
070 PRTX
071 1/X
072 P#S
073 ISZ1
074 ST01
075 PRTX
076 SPC
077 P#S
078 RCL8
079 P#S
080 RCL1
081 X=Y?
082 GT06
083 ISZ1
084 GT05
085 *LBL6
086 MDTA
087 RCL1
088 RCL0
089 X=Y?
090 RTN
091 GT03
092 R/S

```

001	*LELC	063	2
002	CLPG	064	STOI
003	P#S	065	GT02
004	CLRG	066	*LBL4
005	P#S	067	ISZI
006	R/S	068	RCLi
007	STOA	069	STOD
008	GT01	070	ISZI
009	*LBL1	071	RCLi
010	R/S	072	STOE
011	RCLi	073	SPC
012	2	074	RCLA
013	-	075	P#S
014	STOB	076	RCL9
015	2	077	P#S
016	3	078	X=Y?
017	STOI	079	RTN
018	RCLi	080	GT01
019	X=0?	081	R/S
020	GT03		
021	STOB		
022	ISZI		
023	RCLi		
024	STOI		
025	0		
026	STOI		
027	GT02		
028	*LBL2		
029	RCLi		
030	CHS		
031	ISZI		
032	ISZI		
033	RCLi		
034	+		
035	STOC		
036	ISZI		
037	RCLi		
038	DSZI		
039	DSZI		
040	RCLi		
041	+		
042	STOD		
043	0		
044	.		
045	5		
046	RCLC		
047	x		
048	RCLD		
049	x		
050	0		
051	2+		
052	P#S		
053	RCL6		
054	PRTX		
055	P#S		
056	RCLi		
057	RCLB		
058	X=Y?		
059	GT04		
060	ISZI		
061	GT02		
062	*LBL3		

```

100 PRINT TAB( 12);"PROGRAMME CALCFILTRA 1": PRINT : HTAB 3: PRINT "DETERMINATION DE
S PARAMETRES DE LA FILTRATION A PRESSION CONSTANTE A PARTIR DES RELEVES DU TEMPS
T ENTRE EN X ET DU VOLUME DE FILTRAT ENTRE EN YE": PRINT
200 INPUT "TEMPS INITIAL POUR CALCULS,EN MIN. ,TI=";TI
201 INPUT "VOLUME INITIAL DE FILTRAT,EN CM3, ,VI=";VI
210 INPUT "VOLUME,MESURE OU CALCULE,DU OU DES GATEAUX,EN CM3, ,VG=";VG
212 PRINT : INPUT "MASSE VOLUMIQUE DE L'EFFLUENT,EN G/CM3, ,DE=";DE
215 INPUT "MASSE VOLUMIQUE DES SOLIDES,EN G/CM3, ,DS=";DS
217 PRINT
220 INPUT "CONCENTRATION EN SOLIDES DE LA PULPE D'ALIMENTATION,MESUREE OU CALCULEE,EN
G/L, ,CO=";CO
225 PRINT
250 INPUT "PRESSION DE FILTRATION EN KG/CM2, ,PF=";PF: INPUT "S
URFACE FILTRANTE EN CM2, ,SF=";SF: INPUT "VISCOSIT
E DU FILTRAT EN POISES, ,EF=";EF
300 INPUT "FACTEUR D'ECHELLE CHOISI POUR LES ORDONNEES DU GRAPHE, ,FY=";FY
350 INPUT "FACTEUR DE CORRECTION D'UNITES SUR PARAMETRES A (TANG.THETA) ET B,
,FC=";FC
355 PRINT : PRINT : PRINT : PRINT : PRINT : PRINT : PRINT : PRINT : PRINT
360 HTAB 6: PRINT "ENTREES DES DONNEES": INVERSE : PRINT " T EN X , V EN YE
": NORMAL : PRINT " PAR LE S-P ,POUR T>TP CORRESPONDANT A LA PRESSION CONSTANTE
DE FILTRATION, I=0 POUR T=TI "
370 GOSUB 5000: REM ENTREES DES DONNEES T EN X, V EN YE,PAR LE S-P
380 PRINT : PRINT : PRINT
450 INPUT "NBRE M DE COUPLES T,V POUR CALCUL PARAMETRES FILTRATION, (M<=N,M<=100) ,M=
";M
452 PRINT : PRINT : PRINT : PRINT
454 GOSUB 4500: PR# 1: PRINT CHR$( 0):Z = USR (27) + USR (69)
456 HTAB 30: PRINT "PROGRAMME CALCFILTRA 1"
458 Z = USR (13):Z = USR (10) + USR (10) + USR (10) + USR (10) + USR (10) + USR
(10) + USR (10)
460 HTAB 20: PRINT "PARAMETRES INITIAUX"
462 Z = USR (13):Z = USR (10) + USR (10) + USR (10) + USR (10):Z = USR (27) + USR
(70)
464 HTAB 8: PRINT "TEMPS INITIAL POUR CALCULS " ; SPC( 4)
; "TI=";TI; SPC( 2);"MIN.": PRINT
466 HTAB 8: PRINT "VOLUME DU OU DES GATEAUX " ; SPC( 4)
; "VG=";VG; SPC( 2);"CM3"
468 HTAB 8: PRINT "MASSE VOLUMIQUE DU FILTRAT " ; SPC( 4)
; "DE=";DE; SPC( 2);"G/CM3"
470 HTAB 8: PRINT "MASSE VOLUMIQUE DES SOLIDES " ; SPC( 4)
; "DS=";DS; SPC( 2);"G/CM3": PRINT
472 HTAB 8: PRINT "CONCENTRATION EN SOLIDES DE LA PULPE D'ALIMENTATION " ; SPC( 4)
; "CO=";CO; SPC( 2);"G/L": PRINT
474 HTAB 8: PRINT "PRESSION DE FILTRATION " ; SPC( 4)
; "PF=";PF; SPC( 2);"KG/CM2"
476 HTAB 8: PRINT "SURFACE FILTRANTE " ; SPC( 4)
; "SF=";SF; SPC( 2);"CM2"
478 HTAB 8: PRINT "VISCOSITE DU FILTRAT " ; SPC( 4)
; "EF=";EF; SPC( 2);"POISES": PRINT
480 HTAB 8: PRINT "FACTEUR D'ECHELLE POUR ORDONNEES DU GRAPHE Y=DT/DV " ; SPC( 4)
; "FY=";FY
482 HTAB 8: PRINT "FACTEUR DE CORRECTION D'UNITES SUR PARAMETRES A ET B " ; SPC( 4)
; "FC=";FC
484 Z = USR (13):Z = USR (12)
486 PR# 0
500 DIM Y(M): DIM DV(M): DIM DT(M): DIM YC(M): DIM DY(M)

```

```

510 REM INTRODUCTION DANS TABLEAUX
550 FOR I = 1 TO M
600 DT = X(I) - TI:DT(I) = DT:DV = YE(I) - VI:DV(I) = DV:Y = FY * DT / DV:Y(I) = Y
650 NEXT I
700 TDV = 0:SDV = 0:TY = 0:SY = 0:P = 0
705 REM CALCUL DE YP(4) OU PREDICTION INITIALE DE Y(I)=FY*DT/DV,A PARTIR DES 3 PREM
    IERS POINTS DT(I),Y(I)
710 FOR I = 1 TO 3
715 GOSUB 800
720 NEXT
725 DIM YP(M): DIM EY(M): DIM YQ(M): DIM FY(M): DIM YR(M): DIM GY(M)
730 I = I - 1: GOSUB 900: GOSUB 810: GOTO 823
800 TDV = TDV + DV(I):SDV = SDV + DV(I) ^ 2:TY = TY + Y(I):SY = SY + Y(I) ^ 2:P = P +
    DV(I) * Y(I): RETURN
805 REM CALCUL DE 3 POINTS,YP,YQ,YR, D'ABSCISSES DV(I+1),DV(I+2),DV(I+3),SITUES SUR
    LA DROITE DE REGRESSION
810 IA = I:I = I + 1:YP = A * DV(I) + B:YP(I) = YP: GOSUB 902:EY = (Y(I) - YP(I)) / SP
    :EY(I) = EY
815 I = I + 1:YQ = A * DV(I) + B:YQ(I) = YQ: GOSUB 902:FY = (Y(I) - YQ(I)) / SP:FY(I) =
    FY
820 I = I + 1:YR = A * DV(I) + B:YR(I) = YR: GOSUB 902:GY = (Y(I) - YR(I)) / SP:GY(I) =
    GY: RETURN
823 BB = 0: DIM II(M)
825 FOR I = 4 TO M - 3
830 GOSUB 800
835 GOSUB 900
840 GOSUB 810
845 IF EY > 2 THEN II = I - 2:BB = BB + 1:II(BB) = II
847 I = I - 3
850 NEXT
860 IF II(1) = 0 THEN U = M:TL = X(M): GOTO 992
870 GOTO 904
900 KA = SDV - TDV ^ 2 / I:KB = SY - TY ^ 2 / I:KC = P - TDV * TY / I
901 R = KC / SQR (KA * KB):A = KC / KA:B = TY / I - A * TDV / I:SO = SQR ((1 / (I -
    2)) * (KB - KC ^ 2 / KA)):SA = SO / SQR (KA):TT = FC * A: RETURN
902 SP = SO * SQR (1 + 1 / IA + ((DV(I) - (TDV / IA)) ^ 2) / KA): RETURN
904 GOSUB 4500
906 PR# 1: PRINT CHR# (0)
908 Z = USR (27) + USR (69)
910 Z = USR (27) + USR (68) + USR (8) + USR (128)
912 PRINT "      ":Z = USR (9): PRINT "ESTIMATION DU TEMPS DE FILTRATION LIBRE:TL":
    Z = USR (10) + USR (10):Z = USR (27) + USR (70)
914 DIM A$(10)
916 A$(1) = "I =":A$(2) = "DT=":A$(3) = "Y =":A$(4) = "SP="
918 A$(5) = "YP=":A$(6) = "EY=":A$(7) = "YQ=":A$(8) = "FY="
920 A$(9) = "YR=":A$(10) = "GY="
922 DIM B$(10)
924 B$(1) = "NUMERO D'ORDRE DU POINT DT(I)-DV(I)"
926 B$(2) = "TEMPS(REDUIT) DE FILTRATION= T-TI"
928 B$(3) = "VALEUR OBSERVEE Y(I)=DT(I)/DV(I),AVEC DV(I)=V(I)-VI"
930 B$(4) = "ECART TYPE DE LA VALEUR PREDITE DE Y,DEPENDANT DE L'ABSCISSE DV(I)"
932 B$(5) = "VALEUR PREDITE DE Y(I),POUR DV(I-1)"
934 B$(6) = "VALEUR DU RAPPORT (Y(I+1)-YP(I+1))/SP"
936 B$(7) = "VALEUR PREDITE DE Y(I),POUR DV(I-2)"
938 B$(8) = "VALEUR DU RAPPORT (Y(I+2)-YQ(I+2))/SP"
940 B$(9) = "VALEUR PREDITE DE Y(I),POUR DV(I-3)"
942 B$(10) = "VALEUR DU RAPPORT (Y(I+3)-YR(I+3))/SP"
944 FOR J = 1 TO 10
946 GOSUB 4500
948 Z = USR (27) + USR (69)

```



```

950 GOSUB 4600
952 HTAB 4: PRINT A$(J):Z = USR (27) + USR (70): HTAB 10: PRINT B$(J): GOSUB 4700
953 Z = USR (13):Z = USR (10)
954 NEXT
956 PR# 1: PR# 0:WRITE = 49568
958 PR# 1: PRINT CHR$(0);
960 HTAB 4: PRINT "I"; SPC(6);"DT"; SPC(9);"Y"; SPC(9);"YP"; SPC(8);"EY"; SPC(8)
; "YQ"; SPC(8);"FY"; SPC(7);"YR"; SPC(8);"GY": PRINT
962 FOR I = II(1) TO M
964 CALL WRITE:I;I3," ";
966 CALL WRITE:DT(I);F5.2," ";
968 CALL WRITE:Y(I);F8.4," ";
972 CALL WRITE:YP(I);F8.4," ";
974 CALL WRITE:EY(I);F4.2," ";
976 CALL WRITE:YQ(I);F8.4," ";
978 CALL WRITE:FY(I);F4.2," ";
980 CALL WRITE:YR(I);F8.4," ";
982 CALL WRITE:GY(I);F4.2, CHR$(13):
984 NEXT
986 PR# 0
988 INPUT "EXAMEN DU LISTING SUR IMPRIMANTE,SELECTION DU POINT I CORRESPONDANT AU T
EMPS(REDUIT) DE FILTRATION LIBRE TF EN MIN ,TF=";TF:CV = PEEK (37):CX = CV +
1: VTAB (CX): HTAB 5: INPUT "I=";I
990 TL = TF + TI:U = I
992 GOSUB 4500
994 PR# 0:WRITE = 49568: PR# 1: PRINT CHR$(0)
996 Z = USR (27) + USR (69)
1000 HTAB 8: PRINT "ESTIMATION DU TEMPS DE FILTRATION LIBRE":Z = USR (13):Z = USR (
10)
1002 GOSUB 4600
1004 HTAB 20: PRINT "T.F.L.=": CALL WRITE:" ",TL;F5.2,"
";
1006 HTAB 40: PRINT "MINUTES"
1008 GOSUB 4700
1010 GOSUB 4500: PR# 1: PRINT CHR$(0):Z = USR (27) + USR (70):Z = USR (12)
1011 PR# 0
1012 TDV = 0:SDV = 0:TY = 0:SY = 0:P = 0
1014 FOR I = 1 TO U
1016 GOSUB 800
1018 NEXT
1020 I = I - 1: GOSUB 900
1022 CF = 981 * 10 ^ 3 * 2 * PF * SF ^ 2 / EF
1024 REM CALCUL DES VARIABLES SC,SS,MP, POUR T=TL
1026 I = U
1028 SS = CD / (CD + DE * (1000 - CD / DS))
1030 GOSUB 3560
1050 SER = 0
1100 FOR I = 1 TO U
1150 YC = A * DV(I) + B:YC(I) = YC:DY = Y(I) - YC(I):DY(I) = DY
1200 SER = SER + (DY(I) / Y(I)) ^ 2
1250 NEXT I
1255 ERM = SQR (SER / U)
1257 IF U = M THEN GOTO 1303
1260 FOR I = U + 1 TO M
1270 YC = A * DV(I) + B:YC(I) = YC:DY = Y(I) - YC(I):DY(I) = DY
1280 NEXT I
1300 ERM = SQR (SER / M)
1303 GOSUB 4500: PR# 1: PRINT CHR$(0):Z = USR (27) + USR (69)
1306 Z = USR (27) + USR (68) + USR (8) + USR (128)
1309 PRINT " ":Z = USR (9): PRINT "LISTE DES M PREMIERS POINTS RELEVES,AJUSTEM

```

```

      ENT AU MODELE DE LA FILTRATION LIBRE"
1310 Z = USR (10) + USR (10)
1312 DIM C$(6)
1315 C$(1) = "DT=TEMPS DE FILTRATION(REDUIT),T-TI,MIN."
1318 C$(2) = "DV=VOLUME D'EFFLUENT(REDUIT) ,V-VI,CM3"
1321 C$(3) = "VALEUR EXPR.CORRIGEE Y = FY*DT/DV, FY*MIN.*CM-3"
1322 C$(4) = "VALEUR FACTEUR DE CORRECTION FY"
1324 C$(5) = "VALEUR CALCULEE YC DE FY*DT/DV,FY*MIN.*CM-3"
1327 C$(6) = "ECART DY=Y-YC ,FY*MIN*CM-3"
1330 FOR J = 1 TO 6
1333 GOSUB 4500
1336 Z = USR (27) + USR (69)
1342 HTAB 4: PRINT C$(J):Z = USR (13):Z = USR (10)
1345 NEXT
1348 Z = USR (27) + USR (70)
1350 PR# 1: PR# 0:WRITE = 49568
1400 PR# 1: PRINT CHR$ (0);
1450 HTAB 8: PRINT "DT"; SPC( 13);"DV"; SPC( 11);"(DT/DV) (E)"; SPC( 10);"(DT/DV) (C)" SPC(
10);"ECART": PRINT
1500 FOR I = 1 TO M
1550 CALL WRITE:DT(I);I6,"      ":
1600 CALL WRITE:DV(I);F10.4,"      ":
1650 CALL WRITE:Y(I);F12.6,"      ":
1700 CALL WRITE:YC(I);F12.6,"      ":
1750 CALL WRITE:DY(I);E6, CHR$ (13):
1800 NEXT I
1805 PRINT CHR$ (12)
1810 PR# 0: REM TEST POUR SIGNIFICATION DE LA REGRESSION
1815 D1 = 1:D2 = U - 2:D3 = U - 1
1820 S1 = KC ^ 2 / KA
1825 S2 = (U - 2) * SO ^ 2:C2 = SO ^ 2
1830 S3 = S1 + S2:FI = S1 / C2
1835 PR# 1: PR# 0:WRITE = 49568
1840 GOSUB 4500: PR# 1: PRINT CHR$ (0):Z = USR (27) + USR (69)
1842 HTAB 20: PRINT "TEST DE LA SIGNIFICATION DE LA REGRESSION":Z = USR (13):Z = USR
(10) + USR (10) + USR (10):Z = USR (27) + USR (70)
1845 HTAB 6: PRINT "SOURCE DE VARIATION"; SPC( 5);"D.L."; SPC( 8);"S.C."; SPC( 13);"C
.M."; SPC( 20);"F": PRINT : PRINT
1850 HTAB 6: PRINT "REGRESSION"; SPC( 14): CALL WRITE:D1;I3,"      ":
1855 CALL WRITE:S1;F12.4,"      ":
1860 CALL WRITE:S1;F12.4,"      ":
1865 CALL WRITE:FI;F12.2, CHR$ (13):
1870 HTAB 6: PRINT "RESIDUELLE"; SPC( 14): CALL WRITE:D2;I3,"      ":
1875 CALL WRITE:S2;F12.4,"      ":
1880 CALL WRITE:C2;F12.4, CHR$ (13):
1885 PRINT : PRINT : HTAB 6: PRINT "TOTAL CORRIGE"; SPC( 11): CALL WRITE:D3;I3,"      "
:
1890 CALL WRITE:S3;F12.4, CHR$ (13):
1895 PR# 0
1900 GOSUB 4500: PR# 1: PRINT CHR$ (0):Z = USR (27) + USR (69)
1950 PRINT : PRINT : PRINT : PRINT
1960 HTAB 20: PRINT "PARAMETRES CARACTERISTIQUES DE LA FILTRATION LIBRE"
1970 Z = USR (13):Z = USR (10) + USR (10) + USR (10):Z = USR (27) + USR (70)
2000 HTAB 8: PRINT "COEFFICIENT DE CORRELATION LINEAIRE"      "; SPC( 4);"R=";
R
2050 HTAB 8: PRINT "PENTE DE LA DROITE DE FILTRATION"      "; SPC( 4);"A=";
A
2100 HTAB 8: PRINT "ORDONNEE A L'ORIGINE"      "; SPC( 4);"B=";
B
2150 HTAB 8: PRINT "ECART TYPE DES OBSERVATIONS"      "; SPC( 4);"E.T."

```

```

D.=";SO
2200 HTAB 8: PRINT "ECART TYPE DE A"; SPC( 4);"E.T.
A.=";SA
2250 PRINT : HTAB 8: PRINT "ECART RELATIF MOYEN"; SPC(
4);"E.R.M.=";ERM: PRINT : PRINT : PRINT
2300 HTAB 8: PRINT "POIDS DE SOLIDE/UNITE DE VOL.FILTRAT"; SPC( 4);"MP=";MP; SPC(
2);"G/CM3"
2350 HTAB 8: PRINT "CARACTERISTIQUE FILTRE"; SPC( 4);"K=";CF; SPC(
2);"UNITES CGS"
2400 HTAB 8: PRINT "PENTE DE LA DROITE DE FILTRATION"; SPC( 4);"TANG.THETA=";
TT; SPC( 2);"UNITES CGS"
2450 AL = TT * CF / MP; HTAB 8: PRINT "RESISTANCE SPECIFIQUE A LA FILTRATION"; SPC(
4);"ALPHA=";AL; SPC( 2);"CM/G"
2500 RM = 981 * 10 ^ 3 * PF * SF * B * FC / EF
2600 HTAB 8: PRINT "RESISTANCE A T=TI"; SPC( 4);"RM=";RM; SPC(
2);"(CM)^-1"
2610 Z = USR (13);Z = USR (12)
2650 PR# 0
2700 HTAB 8: INPUT "POUR OBTENIR (DT/DV)(E)=F(DV) ET (DT/DV)(C)=F(DV),OUVRIR LE FICHI
ER DAFI 2,COMPATIBLE APPLEPLOT,PRESSER F ";I#
2750 IF LEFT$(I$,1) = "F" THEN GOTO 2850
2800 GOTO 3450
2850 PRINT "OUVERTURE DU FICHIER DE DONNEES DAFI 2"
2900 D$ = CHR$( 4)
2950 PRINT D$;"MON C,1,0"
2960 INPUT "DENOMINATION DU FICHIER DAFI 2 ?:";WA$
3000 PRINT D$;"OPEN";WA$;";,D2": PRINT D$;"DELETE";WA$;";,D2"
3050 PRINT D$;"OPEN";WA$;";,D2": PRINT D$;"WRITE";WA$
3100 PRINT M: PRINT M
3150 FOR I = 1 TO M
3200 PRINT DV(I): PRINT Y(I)
3210 NEXT
3220 FOR I = 1 TO M
3250 PRINT DV(I): PRINT YC(I)
3300 NEXT I
3350 PRINT D$;"CLOSE";WA$: PRINT D$;"NOMON C,1,0"
3450 REM CALCUL DE LA SICCITE DES GATEAUX EN FONCTION DU TEMPS,AU DELA DE LA FILTRAT
ION LIBRE
3500 H = N - U: DIM TS(H): DIM SC(H): DIM MP(H):K = - 1
3505 DIM U$(5)
3510 FOR I = U TO N
3520 TS = X(I) - TL:K = K + 1:TS(K) = TS
3530 GOSUB 3560
3540 SC(K) = SC:MP(K) = MP
3550 NEXT
3555 GOTO 3580
3560 SC = 100 * (VG + YE(I)) / (YE(I) * (1 - DE / DS) + VG / SS)
3570 MP = DE / (1 / SS - 100 / SC): RETURN
3580 GOSUB 4500: PR# 1: PRINT CHR$( 0):Z = USR (27) + USR (69)
3590 Z = USR (27) + USR (68) + USR (8) + USR (128)
3600 PRINT "":Z = USR (9): PRINT "SICCITE DES GATEAUX,EN FONCTION DU TEMPS"
3605 PRINT " ("": PRINT "APRES FILTRATION LIBRE"
3620 U$(1) = "T=TEMPS DE FILTRATION ,MIN."
3630 U$(2) = "V=VOLUME DE FILTRAT,CM3"
3640 U$(3) = "TS=TEMPS D'ESSORAGE TS=T-TL ,MIN."
3650 U$(4) = "SC=SICCITE DES GATEAUX ,%"
3660 U$(5) = "MP=POIDS DE SOLIDE DEPOSE/UNITE DE VOLUME DE FILTRAT ,G/CM3"
3670 FOR J = 1 TO 5
3680 GOSUB 4500
3690 Z = USR (27) + USR (69)

```

```

3710 HTAB 4: PRINT U$(J):Z = USR (13):Z = USR (10)
3720 NEXT
3730 Z = USR (27) + USR (70)
3740 PR# 0:WRITE = 49568
3750 PR# 1: PRINT CHR# (0);
3760 HTAB 12: PRINT "T"; SPC( 18);"V"; SPC( 16);"TS"; SPC( 16);"SC"; SPC( 10);"MP": PRINT

3770 K = - 1
3780 FOR I = U TO N
3790 K = K + 1
3800 CALL WRITE:X(I);F12.2,"      ":
3810 CALL WRITE:YE(I);F9.2,"      ":
3820 CALL WRITE:TS(K);F9.2,"      ":
3830 CALL WRITE:SC(K);F9.2,"      ":
3840 CALL WRITE:MP(K);F5.4, CHR# (13):
3850 NEXT
3855 GOSUB 4500:Z = USR (12)
3860 PR# 0
3870 HTAB 8: INPUT "POUR OBTENIR SC(EXP.)=F(TS),OUVRIR LE FICHIER  SICCITE 1  ,COMP
ATIBLE APPLELOT,PRESSER F";J#
3880 IF LEFT$(J#,1) = "F" THEN GOTO 3890
3885 GOTO 4000
3890 PRINT "OUVERTURE DU FICHIER DE DONNEES  SICCITE 1  "
3900 D# = CHR# (4)
3910 PRINT D#;"MON C,I,O"
3915 INPUT "DENOMINATION DU FICHIER SICCITE 1 ?:";WB#
3920 PRINT D#;"OPEN";WB#;"D2": PRINT D#;"DELETE";WB#;"D2"
3930 PRINT D#;"OPEN";WB#;"D2": PRINT D#;"WRITE";WB#
3940 PRINT H + 1: PRINT H + 1
3950 FOR K = 0 TO H
3960 PRINT TS(K): PRINT SC(K)
3980 NEXT
3990 PRINT D#;"CLOSE";WB#: PRINT D#;"NOMON C,I,O"
4000 END
4500 REM SOUS PROGRAMME DE TRANSFERT DES DONNEES VERS L'IMPRIMANTE
4510 RESTORE :AD = 768
4520 FOR I = 1 TO 14
4530 READ W: POKE AD,W:AD = AD + 1
4540 NEXT
4550 DATA 32,12,225,165,161,44,193,193,48,251,141,144,192,96
4560 :
4570 POKE 10,76
4571 POKE 11,0
4572 POKE 12,3
4580 RETURN
4600 REM SOUS PROGRAMME D'INHIBITION D'AVANCEMENT DE LIGNE
4610 SLOT = 1
4620 POKE 1656 + SLOT,80
4630 POKE 1528 + SLOT,255: RETURN
4700 REM SOUS PROGRAMME DE REACTIVATION D'AVANCEMENT DE LIGNE
4710 SLOT = 1
4720 POKE 1528 + SLOT,40
4730 POKE 11657 + SLOT,40: RETURN
5000 HTAB 15: PRINT "PROGRAMME GESTENTNUM 2": PRINT
5010 PRINT "CE PROGRAMME PERMET :LA RELECTURE, LA CORRECTION ,L'INSERTION ,L'ADDITIO
N,LA SUPPRESSION": PRINT
5020 PRINT "DE DONNEES NUMERIQUES ASSOCIEES AUX VARIABLES DEPENDANTE YE ET INDEPEND
ANTE X,ENTREES AU CLAVIER OU A PARTIR D'UN FICHIER DAFI 1 SUR DISQUETTE": PRINT

5030 INPUT "PRESSER RETURN POUR CONTINUER";M#

```

```

5040 IF M$ = " " THEN 5050
5060 PRINT "LES DONNEES SONT RECUPERABLES DANS LE FICHIER DAFI 1,CE FICHIER PERMET L
      'IMPLANTATION DES COUPLES X , YC(Y CALCULE PAR LA FONCTION Y=F(X))": PRINT
5070 HTAB 12: PRINT "LE FICHIER DAFI 1 EST EXPLOITABLE PAR APPLEPLOT POUR FOURNIR 2 G
      RAPHEES YE,X ET YC=F(X),IL FAUT AJOUTER UN PROGRAMME DE CALCUL DES 100 COUPLES Y
      C,X"
5080 PRINT : INPUT "INTRODUCTION DES DONNEES YE (Y EXPERIMENTAL) ,X, AU CLAVIER
      C OU A PARTIR DU FICHIER DAFI 1 ?, C OU F ?":K$
5090 IF ASC (K$) = 67 THEN 5920
5100 IF ASC (K$) = 70 THEN 5800
5200 LL = 1: INPUT "SUPPRESSION,NUMERO DE LA DONNEE A SUPPRIMER? KK=?":KK
5210 IF KK > LL THEN PRINT "ERREUR": GOTO 5200
5220 FOR I = KK TO N - 1
5230 X(I) = X(I + 1):YE(I) = YE(I + 1)
5240 NEXT I:N = N - 1
5250 RETURN
5300 LL = 1: INPUT "INSERTION,NUMERO DE LA DONNEE A INSERER?,KK=?":KK
5310 IF KK > LL THEN PRINT "ERREUR": GOTO 5300
5320 FOR I = N + 1 TO KK STEP - 1
5330 X(I + 1) = X(I):YE(I + 1) = YE(I)
5340 NEXT I
5350 N = N + 1:I = KK
5360 PRINT "I=";I: SPC( 3):CV = PEEK (37):CX = CV + 1: VTAB (CX): INPUT "X=";X(I)
5370 CV = PEEK (37): VTAB (CV): POKE 36,25: INPUT "YE=";YE(I)
5380 RETURN
5400 LL = 1: INPUT "CORRECTION,NUMERO DE LA DONNEE A CORRIGER ?,KK=?":KK
5410 IF KK > LL THEN PRINT "ERREUR": GOTO 5400
5420 I = KK
5430 PRINT "I=";I: SPC( 3):CV = PEEK (37):CX = CV + 1: VTAB (CX): INPUT "X=";X(I)
5440 CV = PEEK (37): VTAB (CV): POKE 36,25: INPUT "YE=";YE(I)
5450 RETURN
5500 INPUT "SUPPRESSION,NUMERO DE LA DONNEE A SUPPRIMER? KK=?":KK
5510 IF KK > N THEN PRINT "ERREUR": GOTO 5500
5520 IF KK = N THEN N = N - 1: GOTO 5560
5530 FOR I = KK TO N - 1
5540 X(I) = X(I + 1):YE(I) = YE(I + 1)
5550 NEXT I:N = N - 1
5560 RETURN
5600 INPUT "ADDITION,NUMERO DE LA DONNEE A AJOUTER?,KK=?":KK
5610 IF KK > N THEN N = N + 1:I = N: GOTO 5660
5620 FOR I = N + 1 TO KK STEP - 1
5630 X(I + 1) = X(I):YE(I + 1) = YE(I)
5640 NEXT I
5650 N = N + 1:I = KK
5660 PRINT "I=";I: SPC( 3):CV = PEEK (37):CX = CV + 1: VTAB (CX): INPUT "X=";X(I)
5670 CV = PEEK (37): VTAB (CV): POKE 36,25: INPUT "YE=";YE(I)
5680 RETURN
5700 INPUT "CORRECTION,NUMERO DE LA DONNEE A CORRIGER?,KK=?":KK
5710 IF KK > N THEN PRINT "ERREUR": GOTO 5700
5720 I = KK
5730 PRINT "I=";I: SPC( 3):CV = PEEK (37):CX = CV + 1: VTAB (CX): INPUT "X=";X(I)
5740 CV = PEEK (37): VTAB (CV): POKE 36,25: INPUT "YE=";YE(I)
5750 RETURN
5800 D$ = CHR$( 4): PRINT D$;"CATALOG,D2"
5810 PRINT D$;"MON I"
5815 INPUT "DENOMINATION DU FICHIER DAFI 1 ?":W$
5820 PRINT D$;"OPEN";W$;"",D2"
5830 PRINT D$;"READ";W$
5840 INPUT N
5850 INPUT M

```

```

5855 DIM X(250): DIM YE(250)
5860 FOR I = 1 TO N
5870 INPUT X(I): INPUT YE(I)
5880 NEXT I
5890 PRINT D$;"CLOSE";W$
5900 PRINT D$;"NOMON I"
5905 GOTO 6050
5920 INPUT "INTRODUIRE LE NOMBRE N DE COUPLES YE,X N=?";N
5930 DIM X(250): DIM YE(250)
5940 PRINT : PRINT "PRESSER BAR.ESPAÇ.POUR INCREMENTER I ,OU PRESSER 2 FOIS RETURN
,PRESSER S POUR SUPPRESSION, I POUR INSERTION, C POUR CORRECTION, Q POUR
QUITTER"
5942 A = 1
5944 T = A:W = N
5946 IF T > W THEN 6050
5950 FOR I = T TO W
5960 PRINT "I=";I; SPC( 3);CV = PEEK( 37);CX = CV + 1: VTAB (CX): INPUT "X=";X(I)
5970 CV = PEEK ( 37): VTAB (CV): POKE 36,25: INPUT "YE=";YE(I):KB = PEEK ( - 16384): IF
KB = 160 THEN POKE - 16368,0: GOTO 6030
5980 GET A$: GOTO 5990
5990 IF LEFT$ (A$,1) = "S" THEN GOSUB 5200:I = LL - 1:A = I + 1: GOTO 5980
6000 IF LEFT$ (A$,1) = "I" THEN GOSUB 5300:I = LL + 1:A = I + 1: GOTO 5980
6010 IF LEFT$ (A$,1) = "C" THEN GOSUB 5400:I = LL:A = I + 1: GOTO 5980
6020 IF LEFT$ (A$,1) = "Q" THEN N = I: GOTO 6050
6030 NEXT I
6050 INPUT "REVISION DES DONNEES UNE PAR UNE? OUI?";B$
6060 IF ASC (B$) = 79 THEN GOTO 6080
6070 GOTO 6150
6080 INPUT "PRESSER S POUR SUPPRESSION, A POUR ADDITION, C POUR CORRECTION, TO
UCHE QÇQ POUR CONTINUER";A$
6090 IF LEFT$ (A$,1) = "S" THEN GOSUB 5500: GOTO 6050
6100 IF LEFT$ (A$,1) = "A" THEN GOSUB 5600: GOTO 6050
6110 IF LEFT$ (A$,1) = "C" THEN GOSUB 5700: GOTO 6050
6120 GOTO 6050
6150 PRINT : PRINT "RELECTURE ENSEMBLE DES DONNEES, PRESSER BAR. ESPAÇ. POUR STOP.
ET RELANCER, S POUR SUPPRESSION, I POUR INSERTION, C POUR CORRECTION, Q
POUR QUITTER": PRINT : INPUT "OUI?";C$
6160 IF ASC (C$) = 79 THEN GOTO 6173
6170 SPEED= 255: PRINT : INPUT " CONSERVATION DES DONNEES DANS FICHER DAFI 1?OUI?"
:E$
6171 IF ASC (E$) = 79 THEN 6300
6172 GOTO 6500
6173 A = 1
6174 T = A:W = N
6180 FOR I = T TO W
6190 SPEED= 100: PRINT "I=";I; SPC( 3);"X=";X(I); SPC( 3);"YE=";YE(I):KB = PEEK ( -
16384): IF KB = 160 THEN POKE - 16368,0: GET A$: GOTO 6210
6200 GOTO 6250
6210 IF LEFT$ (A$,1) = "S" THEN GOSUB 5200:I = LL - 1:A = I + 1: GOTO 6174
6220 IF LEFT$ (A$,1) = "I" THEN GOSUB 5300:I = LL + 1:A = I + 1: GOTO 6174
6230 IF LEFT$ (A$,1) = "C" THEN GOSUB 5400:I = LL:A = I + 1: GOTO 6174
6240 IF LEFT$ (A$,1) = "Q" THEN 6170
6250 NEXT I
6260 SPEED= 255:A = FRE (0)
6270 INPUT "ADDITION DE DONNEES?OUI?";D$
6280 IF ASC (D$) = 79 THEN GOSUB 5600: GOTO 6270
6290 GOTO 6050
6300 PRINT "OUVERTURE DU FICHER DE DONNEES DAFI 1 "
6310 D$ = CHR$ (4)
6320 PRINT D$;"MON C,I,0"

```

```

6325 INPUT "DENOMINATION DU FICHIER DAFI 1 ?:";W$
6330 PRINT D$;"OPEN";W$;"",D2": PRINT D$;"DELETE";W$;"",D2": PRINT D$;"OPEN";W$;"",D2": PRINT
D$;"WRITE";W$
6340 PRINT N: PRINT N
6350 FOR I = 1 TO N
6352 PRINT X(I): PRINT YE(I)
6354 NEXT I
6356 FOR I = 1 TO N
6358 DT = X(I) - TI:DV = YE(I) - VI:Y = FY * DT / DV
6365 PRINT DV: PRINT Y
6370 NEXT I
6380 PRINT D$;"CLOSE";W$
6390 PRINT "LECTURE DES DONNEES DU FICHIER DAFI 1"
6400 D$ = CHR$(4)
6410 PRINT D$;"MON C,I,0"
6420 PRINT D$;"OPEN";W$;"",D2"
6430 PRINT D$;"READ";W$
6440 INPUT N: INPUT N
6450 FOR I = 1 TO N
6455 SPEED= 10
6460 INPUT X: INPUT YE
6470 NEXT I
6472 FOR I = 1 TO N
6474 INPUT DV: INPUT Y
6476 NEXT I
6480 PRINT D$;"CLOSE";W$
6490 PRINT D$;"NOMON C,I,0"
6492 SPEED= 255
6495 IF N > 100 THEN GOTO 6550
6500 RETURN
6550 PRINT "DUVERTURE DES FICHIERS REFIK "
6560 INPUT "DENOMINATION DU FICHIER REFIK ?:";X$
6600 NA = N / 100:NB = NA + 1:NC = INT (NB)
6610 FOR K = 1 TO NC
6620 IB = (K - 1) * 100 + 1:IH = K * 100
6630 K$ = STR$(K)
6640 Y$ = "REFI" + K$
6642 INPUT "DENOMINATION DU FICHIER REFIK ?:";X$
6644 F$ = X$ + " " + Y$
6650 D$ = CHR$(4): PRINT D$;"MON C,I,0"
6651 PRINT D$;"OPEN";F$;"",D2"
6652 PRINT D$;"DELETE";F$;"",D2"
6653 PRINT D$;"OPEN";F$;"",D2"
6654 PRINT D$;"WRITE"F$"
6660 PRINT 100: PRINT 100
6670 FOR I = IB TO IH
6672 PRINT X(I): PRINT YE(I)
6674 NEXT I
6676 FOR I = IB TO IH
6678 DT = X(I) - TI:DV = YE(I) - VI:Y = FY * DT / DV
6680 PRINT DV: PRINT Y
6682 NEXT I
6700 PRINT D$;"CLOSE"F$"
6702 PRINT D$;"NOMON C,I,0"
6800 NEXT K
6810 GOTO 6500

```

## ANNEXE N° 2

Exemples d'exploitation des données brutes des essais  
de filtration à pression constante sur filtre-presse  
à cadres et plateaux :

- Listings des résultats fournis par les programmes :
  - . sur HP 97
  - . sur APPLE II +
  - . sur HP 9845 B
- Diagrammes de filtration  $t^*/V^* = f(V^*)$



## PROGRAMME CALCFILTRA 1

## PARAMETRES INITIAUX

TEMPS INITIAL POUR CALCULS	TI=7 MIN.
VOLUME DU OU DES GATEAUX	VG=783.86 CM3
MASSE VOLUMIQUE DU FILTRAT	DE=1 G/CM3
MASSE VOLUMIQUE DES SOLIDES	DS=3.47 G/CM3
CONCENTRATION EN SOLIDES DE LA PULPE D'ALIMENTATION	CO=246.43 G/L
PRESSION DE FILTRATION	PF=15 KG/CM2
SURFACE FILTRANTE	SF=961 CM2
VISCOSITE DU FILTRAT	EF=.01131 POISES
FACTEUR D'ECHELLE POUR ORDONNEES DU GRAPHE Y=DT/DV	FY=10000
FACTEUR DE CORRECTION D'UNITES SUR PARAMETRES A ET B	FC=6E-03

Listing des résultats - programme APPLE II+

Essai du 11/12/80 (I) (1er essai)

B.B. 2ème série -  $\Delta P = 15 \text{ kg/cm}^2$

1 %  $\text{Ca(OH)}_2$   $e = 22 \text{ mm}$

$c_0 = 246,43 \text{ g/l}$

## ESTIMATION DU TEMPS DE FILTRATION LIBRE:TL

I = NUMERO D'ORDRE DU POINT DT(I)-DV(I)  
 DT= TEMPS(REDUIT) DE FILTRATION= T-TI  
 Y = VALEUR OBSERVEE Y(I)=DT(I)/DV(I),AVEC DV(I)=V(I)-VI  
 SP= ECART TYPE DE LA VALEUR PREDITE DE Y,DEPENDANT DE L'APSCISSE DV(I)  
 YP= VALEUR PREDITE DE Y(I),POUR DV(I-1)  
 EY= VALEUR DU RAPPORT (Y(I+1)-YP(I+1))/SP  
 YQ= VALEUR PREDITE DE Y(I),POUR DV(I-2)  
 FY= VALEUR DU RAPPORT (Y(I+2)-YQ(I+2))/SP  
 YR= VALEUR PREDITE DE Y(I),POUR DV(I-3)  
 GY= VALEUR DU RAPPORT (Y(I+3)-YR(I+3))/SP

I	DT	Y	YP	EY	YQ	FY	YR	GY
42	42.00	248.2122	247.7930	2.07	247.7651	2.26	247.7443	2.38
43	43.00	250.2182	249.7305	2.32	249.6977	2.57	249.6691	2.78
44	44.00	252.2212	251.6443	2.61	251.6071	2.92	251.5735	3.19
45	45.00	254.2803	253.5069	3.28	253.4641	3.69	253.4260	4.05
46	46.00	256.1675	255.4417	2.78	255.3856	3.32	255.3417	3.73
47	47.00	257.8875	257.4310	1.63	257.3795	1.94	257.3220	2.39
48	48.00	259.7121	259.3223	1.37	259.2906	1.50	259.2378	1.81
49	49.00	261.5146	261.1946	1.11	261.1681	1.21	261.1356	1.35
50	50.00	263.3519	263.0188	1.15	262.9975	1.23	262.9704	1.33
51	51.00	265.2381	264.7933	1.54	264.7716	1.62	264.7498	1.69
52	52.00	267.0912	266.5676	1.79	266.5392	1.91	266.5171	1.99
53	53.00	268.9399	268.3251	2.06	268.2924	2.21	268.2634	2.34
54	54.00	270.7988	270.0591	2.40	270.0215	2.60	269.9882	2.76
55	55.00	272.6146	271.8006	2.53	271.7563	2.78	271.7180	2.99
56	56.00	274.3215	273.5828	2.19	273.5350	2.44	273.4898	2.69
57	57.00	276.1226	275.2881	2.39	275.2455	2.59	275.1968	2.87
58	58.00	277.7777	277.0570	1.98	277.0098	2.20	276.9663	2.40
59	59.00	279.4354	278.7978	1.71	278.7577	1.86	278.7096	2.07
60	60.00	281.1621	280.4760	1.81	280.4411	1.93	280.4003	2.09
61	61.00	282.8657	282.1495	1.85	282.1126	1.98	282.0772	2.11
62	62.00	284.5472	283.8173	1.85	283.7795	1.98	283.7421	2.12
63	63.00	286.2855	285.4349	2.12	285.3971	2.25	285.3586	2.39
64	64.00	287.9899	287.0586	2.25	287.0153	2.42	286.9766	2.57
65	65.00	289.7258	288.6499	2.52	288.6033	2.72	288.5593	2.90
66	66.00	291.3778	290.2775	2.48	290.2245	2.70	290.1771	2.90
67	67.00	292.9730	291.9208	2.28	291.8675	2.49	291.8137	2.72
68	68.00	294.6018	293.5254	2.26	293.4752	2.44	293.4211	2.66
69	69.00	296.2263	295.1166	2.26	295.0660	2.44	295.0151	2.62
70	70.00	297.8850	296.6728	2.40	296.6215	2.57	296.5702	2.76
71	71.00	299.5275	298.2263	2.49	298.1711	2.68	298.1190	2.87
72	72.00	301.1418	299.7837	2.51	299.7254	2.71	299.6694	2.91
73	73.00	302.7914	301.3071	2.64	301.2472	2.85	301.1880	3.07
74	74.00	304.4014	302.8432	2.67	302.7787	2.89	302.7179	3.11
75	75.00	305.9725	304.3899	2.60	304.3231	2.82	304.2576	3.05
76	76.00	307.5180	305.9375	2.50	305.8707	2.70	305.8030	2.93
77	77.00	309.0755	307.4631	2.46	307.3973	2.65	307.3295	2.86
78	78.00	310.6827	308.9460	2.57	308.8797	2.75	308.8130	2.95
79	79.00	312.3023	310.4118	2.70	310.3414	2.90	310.2743	3.10
80	80.00	313.8855	311.8910	2.74	311.8155	2.95	311.7442	3.17
81	81.00	315.4696	313.3595	2.78	313.2810	3.00	313.2045	3.23
82	82.00	317.0552	314.8178	2.83	314.7358	3.06	314.6562	3.29
83	83.00	318.6669	316.2513	2.93	316.1656	3.17	316.0826	3.41

84	84.00	320.2195	317.7136	2.91	317.6223	3.15	317.5355	3.40
85	85.00	321.7868	319.1571	2.92	319.0636	3.16	318.9711	3.42
86	86.00	323.3447	320.5977	2.92	320.5008	3.16	320.4062	3.41
87	87.00	324.9057	322.0276	2.94	321.9277	3.17	321.8297	3.42
88	88.00	326.4821	323.4400	2.97	323.3367	3.21	323.2356	3.45
89	89.00	328.0622	324.8432	3.01	324.7354	3.25	324.6309	3.50
90	90.00	329.5979	326.2673	2.98	326.1546	3.22	326.0456	3.47
91	91.00	331.1258	327.6877	2.95	327.5726	3.18	327.4587	3.43
92	92.00	332.6583	329.0968	2.93	328.9794	3.15	328.8630	3.39
93	93.00	334.1957	330.4952	2.92	330.3750	3.14	330.2563	3.38
94	94.00	335.7622	331.8682	2.96	331.7448	3.17	331.6234	3.40
95	95.00	337.2980	333.2548	2.95	333.1266	3.17	333.0020	3.39
96	96.00	338.8873	334.6014	3.00	334.4699	3.22	334.3403	3.45
97	97.00	340.4703	335.9480	3.04	335.8103	3.27	335.6774	3.49
98	98.00	342.0115	0.0000	0.00	337.1732	3.25	337.0341	3.49
99	99.00	343.6068	0.0000	0.00	0.0000	0.00	338.3536	3.53

## ESTIMATION DU TEMPS DE FILTRATION LIBRE

T.F.L. = 84.00 MINUTES

## LISTE DES M PREMIERS POINTS RELEVES, AJUSTEMENT AU MODELE DE LA FILTRATION LIBRE

DT=TEMPS DE FILTRATION(REDUIT),T-TI,MIN.

DV=VOLUME D'EFFLUENT(REDUIT) ,V-VI,CM3

VALEUR EXPER.CORRIGEE Y =  $FY \cdot DT/DV$ ,  $FY \cdot MIN. \cdot CM^{-3}$ 

VALEUR FACTEUR DE CORRECTION FY

VALEUR CALCULEE YC DE  $FY \cdot DT/DV$ ,  $FY \cdot MIN. \cdot CM^{-3}$ ECART DY=Y-YC , $FY \cdot MIN \cdot CM^{-3}$ 

DT	DV	(DT/DV) (E)	(DT/DV) (C)	ECART
1	76.2000	131.233596	130.153150	1.08044E+00
2	146.8000	136.239782	135.338320	9.01461E-01
3	212.2000	141.376060	140.141580	1.23448E+00
4	273.9000	146.038700	144.673095	1.36560E+00
5	333.4000	149.970006	149.043033	9.26972E-01
6	390.3000	153.727902	153.222016	5.05885E-01
7	443.7000	157.764255	157.143944	6.20311E-01
8	496.3000	161.192827	161.007116	1.85711E-01
9	546.2000	164.774808	164.671988	1.02819E-01
10	593.6000	168.463612	168.153250	3.10362E-01
11	639.4000	172.036284	171.517000	5.19283E-01
12	685.3000	175.105793	174.888095	2.17697E-01
13	729.9000	178.106590	178.163713	-5.71227E-02
14	771.9000	181.370644	181.248375	1.22269E-01
15	813.6000	184.365782	184.311003	5.47782E-02
16	853.0000	187.573271	187.204710	3.68560E-01
17	893.8000	190.199150	190.201239	-2.08967E-03
18	932.8000	192.967410	193.065569	-9.81585E-02
19	971.0000	195.674562	195.871142	-1.96579E-01
20	1007.6000	198.491465	198.559205	-6.77398E-02
21	1044.7000	201.014645	201.283990	-2.69344E-01
22	1081.7000	203.383563	204.001430	-6.17867E-01
23	1116.6000	205.982447	206.564637	-5.82190E-01
24	1150.3000	208.641224	209.039712	-3.98487E-01
25	1184.1000	211.130817	211.522130	-3.91313E-01
26	1217.5000	213.552361	213.975171	-4.22809E-01
27	1250.7000	215.879108	216.413523	-5.34415E-01
28	1283.4000	218.170485	218.815153	-6.44668E-01
29	1315.1000	220.515550	221.143338	-6.27788E-01
30	1346.7000	222.766763	223.464179	-6.97416E-01
31	1377.2000	225.094394	225.704232	-6.09837E-01
32	1408.1000	227.256587	227.973661	-7.17074E-01
33	1438.2000	229.453484	230.184336	-7.30852E-01
34	1467.9000	231.623408	232.365633	-7.42225E-01
35	1497.1000	233.785318	234.510207	-7.24889E-01
36	1526.6000	235.818158	236.676815	-8.58657E-01
37	1554.9000	237.957425	238.755290	-7.97865E-01
38	1583.1000	240.035374	240.826420	-7.91046E-01
39	1610.6000	242.145784	242.846140	-7.00355E-01
40	1638.5000	244.125725	244.895237	-7.69511E-01

41	1665.4000	246.167102	246.870889	-6.83786E-01
42	1692.1000	248.212281	248.831853	-6.19572E-01
43	1718.5000	250.218214	250.770784	-5.52569E-01
44	1744.5000	252.221267	252.680336	-4.59069E-01
45	1769.7000	254.280386	254.531134	-2.50747E-01
46	1795.7000	256.167511	256.440686	-2.73175E-01
47	1822.5000	257.887517	258.408995	-5.21477E-01
48	1848.2000	259.712152	260.296514	-5.84361E-01
49	1873.7000	261.514650	262.169344	-6.54694E-01
50	1898.6000	263.351943	263.998108	-6.46164E-01
51	1922.8000	265.238194	265.775461	-5.37266E-01
52	1946.9000	267.091273	267.545470	-4.54196E-01
53	1970.7000	268.939971	269.293445	-3.53474E-01
54	1994.1000	270.798857	271.012043	-2.13185E-01
55	2017.5000	272.614622	272.730640	-1.16017E-01
56	2041.4000	274.321544	274.485960	-1.64415E-01
57	2064.3000	276.122657	276.167835	-4.51782E-02
58	2088.0000	277.777778	277.908466	-1.30688E-01
59	2111.4000	279.435446	279.627063	-1.91617E-01
60	2134.0000	281.162137	281.286905	-1.24768E-01
61	2156.5000	282.865755	282.939403	-7.36480E-02
62	2178.9000	284.547248	284.584556	-3.73073E-02
63	2200.6000	286.285559	286.178298	1.07260E-01
64	2222.3000	287.989920	287.772040	2.17880E-01
65	2243.5000	289.725875	289.329060	3.96814E-01
66	2265.1000	291.377864	290.915458	4.62406E-01
67	2286.9000	292.973020	292.516544	4.56476E-01
68	2308.2000	294.601854	294.080909	5.20945E-01
69	2329.3000	296.226334	295.630584	5.95750E-01
70	2349.9000	297.885016	297.143537	7.41479E-01
71	2370.4000	299.527506	298.649146	8.78359E-01
72	2390.9000	301.141829	300.154755	9.87074E-01
73	2410.9000	302.791489	301.623642	1.16784E+00
74	2431.0000	304.401481	303.099873	1.30160E+00
75	2451.2000	305.972585	304.583449	1.38913E+00
76	2471.4000	307.518006	306.067024	1.45098E+00
77	2491.3000	309.075583	307.528566	1.54701E+00
78	2510.6000	310.682705	308.946042	1.73666E+00
79	2529.6000	312.302340	310.341484	1.96085E+00
80	2548.7000	313.885510	311.744271	2.14123E+00
81	2567.6000	315.469699	313.132369	2.33732E+00
82	2586.3000	317.055253	314.505778	2.54947E+00
83	2604.6000	318.666974	315.849810	2.81716E+00
84	2623.2000	320.219579	317.215875	3.00370E+00
85	2641.5000	321.786863	318.559906	3.22695E+00
86	2659.7000	323.344738	319.896593	3.44814E+00
87	2677.7000	324.905703	321.218591	3.68711E+00
88	2695.4000	326.482155	322.518556	3.96359E+00
89	2712.9000	328.062221	323.803832	4.25838E+00
90	2730.6000	329.597891	325.103796	4.49409E+00
91	2748.2000	331.125828	326.396416	4.72941E+00
92	2765.6000	332.658374	327.674348	4.98402E+00
93	2782.8000	334.195774	328.937590	5.25818E+00
94	2799.6000	335.762252	330.171455	5.59079E+00
95	2816.5000	337.298065	331.412665	5.88540E+00
96	2832.8000	338.887320	332.609807	6.27751E+00
97	2849.0000	340.470340	333.799606	6.67073E+00
98	2865.4000	342.011586	335.004093	7.00749E+00
99	2881.2000	343.606830	336.164513	7.44231E+00

## TEST DE LA SIGNIFICATION DE LA REGRESSION

SOURCE DE VARIATION	D.L.	S.C.	C.M.	F
REGRESSION	1	186924.2230	186924.2230	427789.50
RESIDUELLE	75	32.7715	0.4369	
TOTAL CORRIGE	76	186956.9940		

## PARAMETRES CARACTERISTIQUES DE LA FILTRATION LIBRE

COEFFICIENT DE CORRELATION LINEAIRE	R=.99991235
PENTE DE LA DROITE DE FILTRATION	A=.0734443363
ORDONNEE A L'ORIGINE	B=124.556692
ECART TYPE DES OBSERVATIONS	E.T.O.=.661024762
ECART TYPE DE A	E.T.A.=1.1229056E-04
ECART RELATIF MOYEN	E.R.M.=2.70254483E-03

POIDS DE SOLIDE/UNITE DE VOL.FILTRAT	MP=.303337442 G/CM3
CARACTERISTIQUE FILTRE	K=2.40311433E+15 UNITES CGS
PENTE DE LA DROITE DE FILTRATION	TANG.THETA=4.40666018E-04 UNITES CGS
RESISTANCE SPECIFIQUE A LA FILTRATION	ALPHA=3.49106531E+12 CM/G
RESISTANCE A T=TI	RM=9.34414058E+11 (CM)^-1

SICCITE DES GATEAUX, EN FONCTION DU TEMPS, APRES FILTRATION LIBRE  
T=TEMPS DE FILTRATION ,MIN.

V=VOLUME (DE FILTRAT ,CM3

TS=TEMPS D'ESSORAGE TS=T-TL ,MIN.

SC=SICCITE DES GATEAUX ,%

MP=POIDS DE SOLIDE DEPOSE/UNITE DE VOLUME DE FILTRAT ,G/CM3

T	V	TS	SC	MP
84.00	3394.40	0.00	67.88	0.3033
85.00	3413.70	1.00	68.04	0.3030
86.00	3432.70	2.00	68.20	0.3027
87.00	3451.80	3.00	68.36	0.3023
88.00	3470.70	4.00	68.51	0.3020
89.00	3489.40	5.00	68.67	0.3017
90.00	3507.70	6.00	68.82	0.3014
91.00	3526.30	7.00	68.97	0.3012
92.00	3544.60	8.00	69.12	0.3009
93.00	3562.80	9.00	69.27	0.3006
94.00	3580.80	10.00	69.41	0.3003
95.00	3598.50	11.00	69.55	0.3001
96.00	3616.00	12.00	69.69	0.2998
97.00	3633.70	13.00	69.83	0.2995
98.00	3651.30	14.00	69.97	0.2993
99.00	3668.70	15.00	70.11	0.2990
100.00	3685.90	16.00	70.25	0.2988
101.00	3702.70	17.00	70.38	0.2985
102.00	3719.60	18.00	70.51	0.2983
103.00	3735.90	19.00	70.64	0.2981
104.00	3752.10	20.00	70.76	0.2979
105.00	3768.50	21.00	70.89	0.2976
106.00	3784.30	22.00	71.01	0.2974
107.00	3800.30	23.00	71.13	0.2972
108.00	3815.90	24.00	71.25	0.2970
109.00	3832.10	25.00	71.38	0.2968
110.00	3847.60	26.00	71.49	0.2966
111.00	3863.00	27.00	71.61	0.2964
112.00	3877.90	28.00	71.72	0.2962
113.00	3893.00	29.00	71.84	0.2960
114.00	3907.60	30.00	71.95	0.2958
115.00	3923.10	31.00	72.06	0.2956

\$PRINT CHR\$(17)

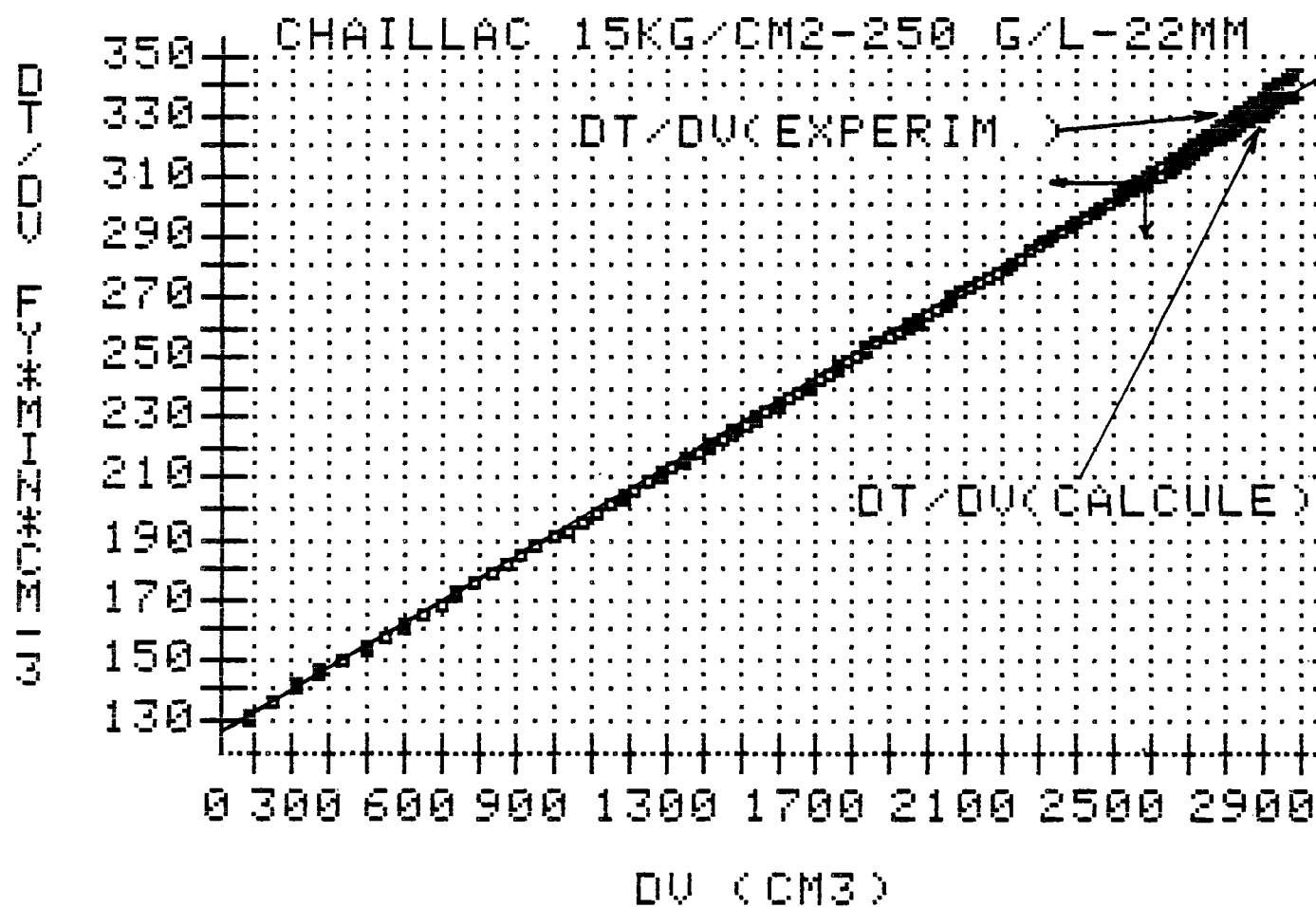


Figure n° A2 - 1



SPR#0

SPOKE 1912+1,65

151

SPRINT CHR\$(17)

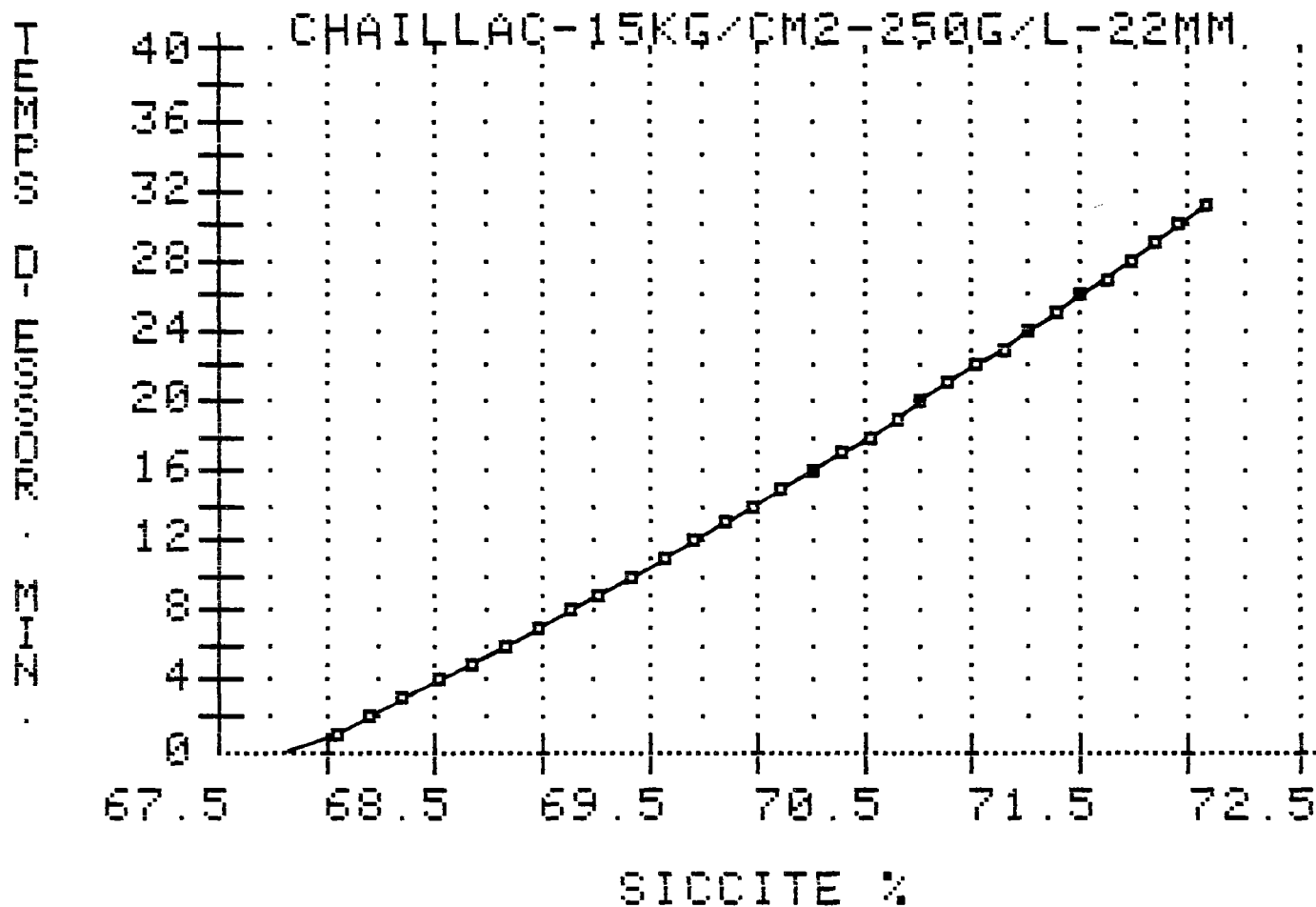


Figure n° A2 - 2

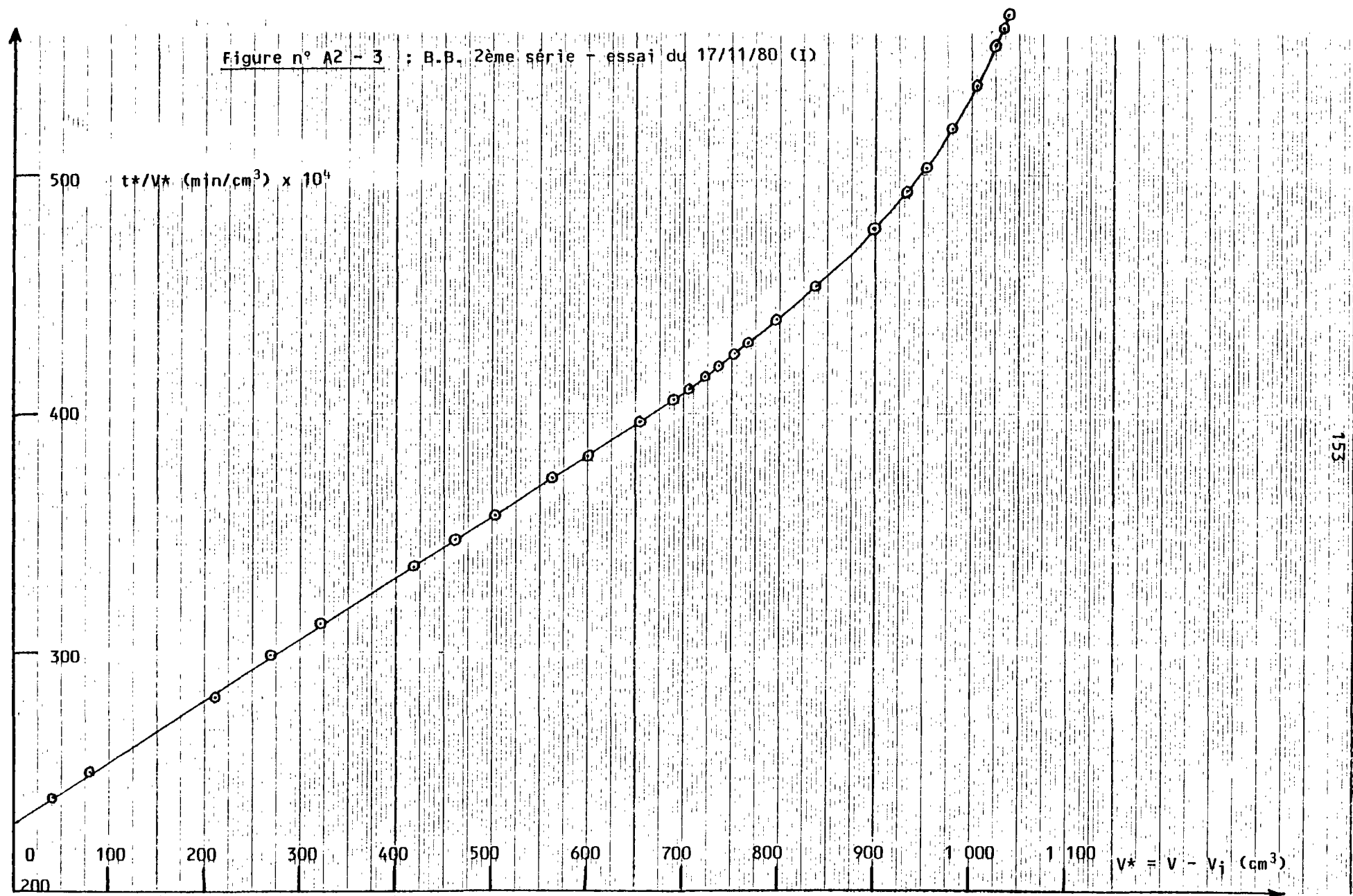
B. B 2<sup>e</sup> série 600 g/p 12 cm (diam)  
 17/11/80  
 2<sup>e</sup> série c: 22 Z 1<sup>e</sup> envai II

f	p	V
35	X	1132,2
36	X	1148,3
37	X	1164,8
38	X	1181,0
39	X	1196,3
40	X	1210,9
41	X	1225,7
42	X	1240,5
43	X	1254,2
44	X	1269,9
45	X	1280,9
46	X	1293,4
47	X	1306,2
48	X	1319,1
49	X	1331,2
50	X	1343,0
51	X	1354,4
52	X	1365,5
53	X	1376,4
54	X	1386,7
55	X	1396,5
56	X	1406,5
57	X	1415,4
58	X	1424,1
59	X	1432,4
60	X	1440,6
61	X	1448,6
62	X	1455,7
63	X	1462,0
64	X	1469,7
65	X	1476,2
66	X	1488,1
67	X	1496,1

p	V
888,2	
342,2	
398,1	
443,2	
485,4	
523,7	
569,3	
593,2	
625,2	
655,1	
684,0	
711,1	
738,6	
764,3	
789,7	
813,8	
838,0	
860,6	
887,4	
904,3	
925,4	
946,3	
966,5	
1006,7	
1026,0	
1044,8	
1063,0	
1081,3	
1095,7	
1115,7	

Air	Qual	16°C
1 <sup>re</sup> plaque 3.506,6 g	2865,4 g	V = 394,71 cm <sup>3</sup>
plaque soil 2648,0 g	2336,4 g	$\sum V_{\text{air}} = 111,5 \text{ cm}^3$
2 <sup>e</sup> plaque 3.505,1 g	2862,5 g	V = 396,98 cm <sup>3</sup>
plaque soil 2644,2 g	2333,0 g	$\sum V_{\text{air}} = 288,60 \text{ cm}^3$
1 <sup>re</sup> galon PH: 1779,80 g	PS: 1574,6 g	152
	921,58 g	
	857,22 g	652,02 g
	H <sub>2</sub> O = 205,2 g	
	H <sub>2</sub> O % 23,94	
	M/S 46,06	
	$\sum \text{gal } H_{\text{min}} = 1719,6$	
	$\sum \text{gal} = 1307,93$	
	$\rho_s = 397 \text{ g/cm}^3$	$\rho = 1$
	$S = 0,4076$	
	1 <sup>re</sup> galon 2,1753	
	2 <sup>e</sup> galon 2,1689	
	$\rho_s = 0,8801 \text{ g/cm}^3$	
	$V/S = 79169/185 = 42779$	

Figure n° A2 - 3 ; B.B. 2ème série - essai du 17/11/80 (i)



B.B. 2ème série  
Programme 1. HP97  
Recherche de  $t_p$ .

3 premiers points  
expérimentaux  
 $t_i = 7 \text{ min}$

$V - V_i$  : 41.700000 \*\*\*  
 $t - t_i$  : 1.000000 \*\*\*  
 $(t - t_i)/(V - V_i)$  \*  $k_1$  339.800154 \*\*\*  
30.000000 \*\*\*  
1.000000 \*\*\*  
250.000000 \*\*\*  
115.000000 \*\*\*  
3.000000 \*\*\*  
259.515571 \*\*\*

$r$  : 0.999999 \*\*\*

$a$  : 0.266670 \*\*\*

$b$  : 229.531000 \*\*\*

$\Delta p$  0.010499 \*\*\*

$\Delta a$  0.000054 \*\*\*

$\Sigma' d^2$  0.000027 \*\*\*

$V^* = V - V_i$  : 149.500000 \*\*\*

$t^* = t - t_i$  : 4.000000 \*\*\*

$(t^*/V^*)k_2$  267.550500 \*\*\*

$\hat{y}$  269.543119 \*\*\*

$\hat{y} + 2\Delta p$  269.535117 \*\*\*

$\hat{y} - 2\Delta p$  269.511119 \*\*\*

$r$  : 0.999999 \*\*\*

$a$  : 0.250567 \*\*\*

$b$  : 229.217000 \*\*\*

$\Delta p$  0.394606 \*\*\*

$\Delta a$  0.004314 \*\*\*

$\Sigma' d^2$  0.623855 \*\*\*

111.500000 \*\*\*

5.000000 \*\*\*

275.482094 \*\*\*

276.147000 \*\*\*

276.536297 \*\*\*

275.357673 \*\*\*

0.999999 \*\*\*

0.254370 \*\*\*

229.504300 \*\*\*

0.407543 \*\*\*

0.000000 \*\*\*

0.630476 \*\*\*

211.400000 \*\*\*

6.000000 \*\*\*

295.822136 \*\*\*

260.300000 \*\*\*

264.190500 \*\*\*

292.560765 \*\*\*

0.999976 \*\*\*

0.256641 \*\*\*

229.347301 \*\*\*

0.385733 \*\*\*

0.002717 \*\*\*

0.892740 \*\*\*

240.300000 \*\*\*

7.000000 \*\*\*

291.302535 \*\*\*

291.010039 \*\*\*

291.729505 \*\*\*

290.246573 \*\*\*

0.999942 \*\*\*

0.257520 \*\*\*

229.259603 \*\*\*

0.257306 \*\*\*

0.002046 \*\*\*

0.896675 \*\*\*

263.400000 \*\*\*

0.000000 \*\*\*

296.062593 \*\*\*

299.373172 \*\*\*

299.090503 \*\*\*

297.662361 \*\*\*

0.999976 \*\*\*

0.256746 \*\*\*

229.345005 \*\*\*

0.341919 \*\*\*

0.001634 \*\*\*

0.935271 \*\*\*

294.900000 \*\*\*

5.000000 \*\*\*

295.102199 \*\*\*

305.055407 \*\*\*

305.743346 \*\*\*

304.375569 \*\*\*

0.999910 \*\*\*

0.257007 \*\*\*

229.314157 \*\*\*

0.319076 \*\*\*

0.001306 \*\*\*

0.916205 \*\*\*

154

320.600000 \*\*\*

10.000000 \*\*\*

311.915159 \*\*\*

311.700226 \*\*\*

312.347000 \*\*\*

311.071076 \*\*\*

0.999929 \*\*\*

0.257344 \*\*\*

229.269745 \*\*\*

0.304477 \*\*\*

0.001086 \*\*\*

0.927061 \*\*\*

345.500000 \*\*\*

11.000000 \*\*\*

318.379161 \*\*\*

318.102149 \*\*\*

319.791102 \*\*\*

317.572195 \*\*\*

0.999942 \*\*\*

0.257621 \*\*\*

229.231076 \*\*\*

0.293323 \*\*\*

0.000923 \*\*\*

0.939982 \*\*\*

370.100000 \*\*\*

12.000000 \*\*\*

324.236693 \*\*\*

324.576546 \*\*\*

325.161192 \*\*\*

323.991095 \*\*\*

0.999949 \*\*\*

0.257210 \*\*\*

229.292461 \*\*\*

0.292212 \*\*\*

0.000325 \*\*\*

1.024657 \*\*\*

354.300000 \*\*\*

13.000000 \*\*\*

329.696199 \*\*\*

330.710320 \*\*\*

331.294744 \*\*\*

330.125695 \*\*\*

0.999920 \*\*\*

0.256143 \*\*\*

229.461921 \*\*\*

0.304352 \*\*\*

0.000579 \*\*\*

1.921443 \*\*\*

416.500000 \*\*\*

14.000000 \*\*\*

335.211945 \*\*\*

336.247977 \*\*\*

337.016681 \*\*\*

335.479273 \*\*\*

0.999927 \*\*\*

0.255740 \*\*\*

229.529523 \*\*\*

0.384129 \*\*\*

0.000831 \*\*\*

2.055772 \*\*\*

435.700000 \*\*\*

15.000000 \*\*\*

341.915307 \*\*\*

341.722716 \*\*\*

342.490574 \*\*\*

340.954458 \*\*\*

0.999938 \*\*\*

0.255901 \*\*\*

229.501146 \*\*\*

0.372323 \*\*\*

0.000752 \*\*\*

2.079369 \*\*\*

460.600000 \*\*\*

16.000000 \*\*\*

347.372992 \*\*\*

347.369113 \*\*\*

348.113765 \*\*\*

346.624472 \*\*\*

0.999947 \*\*\*

0.255904 \*\*\*

229.500520 \*\*\*

0.350650 \*\*\*

0.000704 \*\*\*

2.050000 \*\*\*

481.700000 \*\*\*

17.000000 \*\*\*

352.316753 \*\*\*

352.769469 \*\*\*

353.486769 \*\*\*

352.052166 \*\*\*

0.999954 \*\*\*

0.256001 \*\*\*

229.481004 \*\*\*

0.343273 \*\*\*

0.000634 \*\*\*

2.061598 \*\*\*

502.600000 ***	502.600000 ***	155	$V^*$	572.600000 ***	737.320000 ***
10.000000 ***	25.000000 ***		$t^*$	27.000000 ***	31.000000 ***
352.137694 ***	352.631042 ***		$y = t^*/V^*$	401.725714 ***	420.453004 ***
			$\hat{y}$	401.117368 ***	413.451325 ***
356.147626 ***	357.147626 ***		$\hat{y} + 2\sigma$	401.819636 ***	413.705040 ***
358.644654 ***	362.072806 ***		$\hat{y} - 2\sigma$	400.415056 ***	417.197609 ***
357.451252 ***	362.422806 ***		$r$ :	0.599577 ***	0.599915 ***
0.999960 ***	0.999965 ***		$a$ :	0.255302 ***	0.257056 ***
0.255695 ***	0.255190 ***		$b$ :	229.633691 ***	229.136711 ***
229.493032 ***	229.670059 ***		$\sigma$ :	0.366606 ***	0.712000 ***
0.367252 ***	0.368767 ***		$\sigma a$ :	0.000366 ***	0.000634 ***
0.303573 ***	0.000479 ***		$\Sigma d^2$ :	3.494433 ***	15.208307 ***
0.047293 ***	0.991750 ***				

522.600000 ***	619.300000 ***		$V^*$	689.000000 ***	752.600000 ***
19.000000 ***	24.000000 ***		$t^*$	28.000000 ***	32.000000 ***
363.427697 ***	367.534313 ***		$t^*/V^*$	406.386067 ***	425.192665 ***
			$\hat{y}$	405.541740 ***	422.596944 ***
363.317110 ***	367.711389 ***		$\hat{y} + 2\sigma$	405.274956 ***	424.020944 ***
363.991614 ***	368.448323 ***		$\hat{y} - 2\sigma$	404.808525 ***	421.172945 ***
362.642607 ***	366.973855 ***		$r$ :	0.599970 ***	0.999685 ***
0.999965 ***	0.999968 ***		$a$ :	0.255547 ***	0.257644 ***
0.256055 ***	0.255124 ***		$b$ :	229.571248 ***	229.959016 ***
229.470256 ***	229.607317 ***		$\sigma$ :	0.392518 ***	0.935425 ***
0.328025 ***	0.361533 ***		$\sigma a$ :	0.000335 ***	0.000716 ***
0.000521 ***	0.000444 ***		$\Sigma d^2$ :	4.159890 ***	21.635969 ***
0.045160 ***	3.007173 ***				

567.000000 ***	637.600000 ***		704.500000 ***
21.000000 ***	25.000000 ***		29.000000 ***
373.001776 ***	382.095358 ***		411.501039 ***
			405.629990 ***
373.629382 ***	392.354070 ***		410.415025 ***
374.225492 ***	393.077246 ***		405.844955 ***
372.970151 ***	391.630892 ***		0.999949 ***
0.999964 ***	0.999971 ***		0.256077 ***
0.255722 ***	0.255029 ***		229.422328 ***
229.545496 ***	229.711196 ***		0.527061 ***
0.345869 ***	0.357012 ***		0.000500 ***
0.000511 ***	0.000415 ***		7.776217 *** <
0.392500 ***	0.658985 ***		

$t_{f.l.} = 27 + 7 = 34 \text{ min}$

582.000000 ***	655.000000 ***		721.100000 ***
22.000000 ***	26.000000 ***		30.000000 ***
377.812124 ***	396.945565 ***		416.031064 ***
			414.079380 ***
376.452497 ***	396.755467 ***		415.133502 ***
379.144234 ***	397.469491 ***		413.025257 ***
377.760701 ***	396.041443 ***		0.999931 ***
0.999963 ***	0.999973 ***		0.256575 ***
0.255417 ***	0.255094 ***		229.279798 ***
229.616577 ***	229.694459 ***		0.626858 ***
0.362342 ***	0.351135 ***		0.000530 ***
0.002501 ***	0.000363 ***		11.395571 ***
0.757123 ***	3.008391 ***		

Essai  
17/11/80 (I)

## Programme 2 HP 97

B.B. 2<sup>ème</sup> série

essai TH1180 I

$$R = f(t) - m' = f(t)$$

pour  $t \geq t_{f.l.}$

$t_{f.l.}$ :	34.000000	***	54.000000	***
$R$ à $t_{f.l.}$ :	69.701374	***	74.363123	***
$m'$ à $t_{f.l.}$ :	0.981637	***	0.982012	***
$t$ :	35.000000	***	56.000000	***
$R$ :	70.013604	***	74.673730	***
$m'$ :	0.975522	***	0.897397	***
$t$ :	36.000000	***	58.000000	***
$R$ :	70.297167	***	74.958624	***
$m'$ :	0.970070	***	0.893402	***
$t$ :	37.000000	***	59.000000	***
$R$ :	70.584615	***	75.689329	***
$m'$ :	0.964462	***	0.891553	***
$t$ :	38.000000	***	62.000000	***
$R$ :	70.884214	***	75.453478	***
$m'$ :	0.959109	***	0.886473	***
$t$ :	39.000000	***	64.000000	***
$R$ :	71.155526	***	75.670336	***
$m'$ :	0.954186	***	0.883498	***
$t$ :	40.000000	***	66.000000	***
$R$ :	71.412464	***	75.861206	***
$m'$ :	0.949605	***	0.880911	***
$t$ :	72.000000	***		
$R$ :	71.927575	***		
$m'$ :	0.940647	***		
$t$ :	43.000000	***		
$R$ :	72.163396	***		
$m'$ :	0.936644	***		
$t$ :	44.000000	***		
$R$ :	72.397600	***		
$m'$ :	0.932728	***		
$t$ :	46.000000	***		
$R$ :	72.837689	***		
$m'$ :	0.925523	***		
$t$ :	48.000000	***		
$R$ :	73.256341	***		
$m'$ :	0.916811	***		
$t$ :	50.000000	***		
$R$ :	73.653450	***		
$m'$ :	0.912679	***		
$t$ :	52.000000	***		
$R$ :	74.020734	***		
$m'$ :	0.907101	***		

		481.700000 ***	
		17.000000 ***	
		352.916753 ***	
41.700000 ***			
1.000000 ***		502.600000 ***	: $V^* = V - V_i \text{ (cm}^3\text{)}$
279.668154 ***		18.000000 ***	: $t^* = t - t_i \text{ (min)}$
		358.137684 ***	: $\gamma = t^* / V^* \text{ (min/cm}^3\text{)} \times 10^4$
20.000000 ***			
2.000000 ***		522.800000 ***	
259.000000 ***		19.000000 ***	
		363.427697 ***	
115.600000 ***			
3.000000 ***		563.000000 ***	
259.515571 ***		21.000000 ***	
		373.001776 ***	
149.500000 ***			
4.000000 ***		582.300000 ***	
267.558528 ***		22.000000 ***	
		377.812124 ***	
181.500000 ***			
5.000000 ***		601.100000 ***	
275.432094 ***		23.000000 ***	
		382.631842 ***	
211.400000 ***			
6.000000 ***		619.300000 ***	
283.922138 ***		24.000000 ***	
		387.534313 ***	
240.300000 ***			
7.000000 ***		637.600000 ***	
291.382535 ***		25.000000 ***	
		392.095358 ***	
258.400000 ***			
8.000000 ***		655.000000 ***	
298.062593 ***		26.000000 ***	
		396.946565 ***	
294.900000 ***			
9.000000 ***		0.999947 ***	: $r^2$
305.180199 ***		0.999973 ***	: $r$
320.600000 ***		0.255094 ***	: $a$
10.000000 ***		229.694459 ***	: $b$
311.515155 ***			
		0.351135 ***	: $\Delta y.x$
345.500000 ***		0.000368 ***	: $\Delta a$
11.000000 ***		3.082391 ***	: $\Sigma d^2$
318.379161 ***			: $K \text{ (unités C.G.S.)}$
		3.204152435+15 ***	
370.100000 ***			
12.000000 ***		0.981600 ***	: $m' \text{ (g/cm}^3\text{)}$
324.236693 ***			
		0.001531 ***	: $\lg \theta \text{ (C.G.S.)}$
394.300000 ***			
13.000000 ***		4.956088831+12 ***	: $\alpha \text{ (cm.g}^{-1}\text{)}$
329.698199 ***			
		2.297531929+12 ***	: $R_{mg} \text{ à } t=7\text{min}$
416.900000 ***			
14.000000 ***			
335.811945 ***			
478.700000 ***			
15.000000 ***			
341.919307 ***			
460.600000 ***			
16.000000 ***			
347.372592 ***			

Programme 3. HP 97

B.B. 2<sup>ème</sup> série

Essai 17/11/80 (I)

Déterminations des caractéristiques  
de la filtration libre à pression constante

Programme 5- HP 97 - 1<sup>ère</sup> partie  
 Recherche de  $R_{\infty}$  - Modèle de la consolidation  
 B.B. 2<sup>ème</sup> série - essai 17/11/80(I)

estimation initiale $R_{\infty}^0$	78.100000 ***
$F(R_{\infty}^0)$	0.000786 ***
$R_{\infty}^1$	78.120000 ***
$F(R_{\infty}^1)$	0.000745 ***
1 <sup>ère</sup> estimation: $R_{\infty}^2$	78.479507 ***
$F(R_{\infty}^2)$	0.000174 ***
$R_{\infty}^3$	78.499507 ***
$F(R_{\infty}^3)$	0.000150 ***
2 <sup>ème</sup> estimation: $R_{\infty}^4$	78.625045 ***
$F(R_{\infty}^4)$	0.000014 ***
3 <sup>ème</sup> estimation: $R_{\infty}^5$	78.645045 ***
$F(R_{\infty}^5)$	-0.000005 ***
valeur optimale de: $R_{\infty}$	78.639800 ***



Programme 5. HP 97. 2<sup>ème</sup> partie  
Estimations de  $k$  et  $R_0$   
et de la validité du modèle.

B.B. 2<sup>ème</sup> série

essai 17/11/80 (I)

Modèle de la consolidation

$R_{\infty}$  optimal : 78.640000 \*\*\*  
 $r^2$  : 0.999885 \*\*\*  
 $r$  : 0.999943 \*\*\*  
 $-k$  : -0.036914 \*\*\*  
 $A$  : 2.195951 \*\*\*  
 $R_0$  : 69.651451 \*\*\*

$\sigma_{y.x}$  : 0.004225 \*\*\*  
 $\sigma_k$  : 0.000036 \*\*\*  
 $\Sigma d^2$  : 0.000339 \*\*\*

$t'_1$  : 0.000000 \*\*\*  
 $R_1$  expérimental : 69.700000 \*\*\*  
 $R_1$  estimé : 69.651451 \*\*\*

$t'_3$  : 1.000000 \*\*\*  
 $R_3$  expérimental : 70.010000 \*\*\*  
 $R_3$  estimé : 69.977205 \*\*\*

2.000000 \*\*\*  
 70.000000 \*\*\*  
 69.977205 \*\*\*

3.000000 \*\*\*  
 70.000000 \*\*\*  
 70.593723 \*\*\*

4.000000 \*\*\*  
 70.000000 \*\*\*  
 70.885327 \*\*\*

5.000000 \*\*\*  
 71.160000 \*\*\*  
 71.166364 \*\*\*

6.000000 \*\*\*  
 71.410000 \*\*\*  
 71.437216 \*\*\*

8.000000 \*\*\*  
 71.930000 \*\*\*  
 71.949927 \*\*\*

10.000000 \*\*\*  
 72.400000 \*\*\*  
 72.425956 \*\*\*

12.000000 \*\*\*  
 72.840000 \*\*\*  
 72.868200 \*\*\*

14.000000 \*\*\*  
 73.260000 \*\*\*  
 73.278971 \*\*\*

16.000000 \*\*\*  
 73.650000 \*\*\*  
 73.668507 \*\*\*

18.000000 \*\*\*  
 74.020000 \*\*\*  
 74.014890 \*\*\*

20.000000 \*\*\*  
 74.360000 \*\*\*  
 74.344052 \*\*\*

22.000000 \*\*\*  
 74.680000 \*\*\*  
 74.649768 \*\*\*

25.000000 \*\*\*  
 75.090000 \*\*\*  
 75.069083 \*\*\*

28.000000 \*\*\*  
 75.450000 \*\*\*  
 75.442527 \*\*\*

30.000000 \*\*\*  
 75.670000 \*\*\*  
 75.670087 \*\*\*

32.000000 \*\*\*  
 75.860000 \*\*\*  
 75.881451 \*\*\*

$\Sigma(E.R.)^2$  : 0.000002 \*\*\*  
 $E.R.M.$  : 0.000300 \*\*\*

```

*****
+                               DATA MANIPULATION                               +
*****
Courbes de siccite

```

Data file name: DATA  
 Number of observations: 19  
 Number of variables: 2

Variables names:  
 1. Temps (min)  
 2. R (%)

Subfiles: NONE

*essai : 17/11/80 (I)*

*B.B. 2<sup>ème</sup> serie.*

*Recherche  $R_{\infty}$ ,  $R_0$ ,  $k$*

*par programme de regression  
 non lineaire (bibliothèque HP)*

*HP 9845 B*

*Modèle de la consolidation*

Courbes de siccite

OBS#	Variable # 1	Variable # 2
1	0.00000	69.70000
2	1.00000	70.01000
3	2.00000	70.30000
4	3.00000	70.59000
5	4.00000	70.88000
6	5.00000	71.16000
7	6.00000	71.41000
8	8.00000	71.93000
9	10.00000	72.40000
10	12.00000	72.84000
11	14.00000	73.26000
12	16.00000	73.65000
13	18.00000	74.02000
14	20.00000	74.36000
15	22.00000	74.68000
16	25.00000	75.09000
17	28.00000	75.45000
18	30.00000	75.67000
19	32.00000	75.86000

2  
 How many independent variables will be in the model?  
 1  
 Independent variable numbers (separated by commas) =  
 ?

1

Is above information correct?

YES

\*\*\*\*\*  
NON-LINEAR REGRESSION ON DATA SET:

Courbes de siccite

\*\*\*\*\*

--where: Dependent variable = Ri %

Independent variable(s) = Temps(mn)

# of parameters in the model(&lt;=20) ?

3

Is a plot of the non-linear regression desired

YES

Plot on CRT

YES

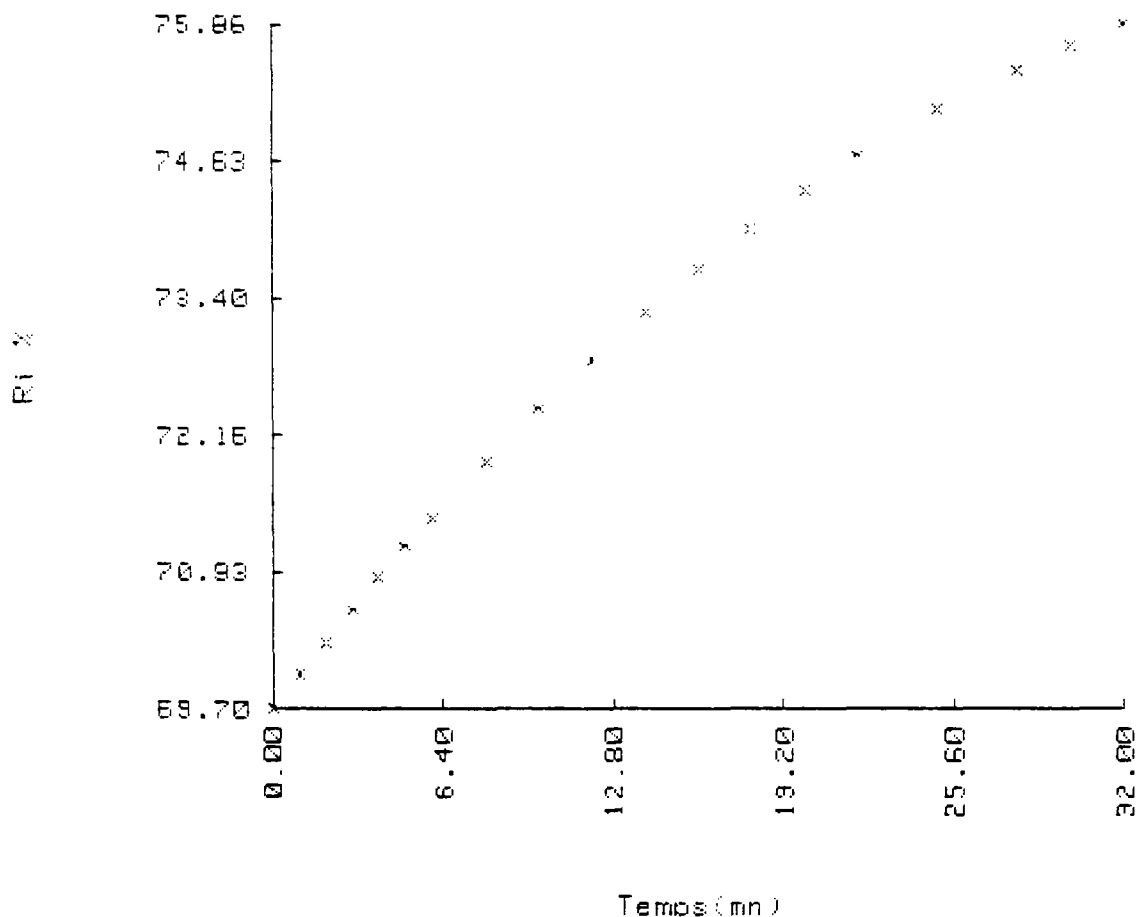
Is a quick plot desired ?

YES

Hard copy of X-Y scatter plot?

YES

## Courbes de siccite



Set your own plotting parameters ?

NO

Enter convergence coefficient (e.g. 0.005) :

.0005

EDIT LINE 7160

7160 F=P(1)-(P(1)-P(2))\*EXP(-P(3)\*X(1))

7200 Der(1)=1-EXP(-P(3)\*X(1))

7210 Der(2)=EXP(-P(3)\*X(1))

7220 Der(3)=X(1)\*(P(1)-P(2))\*EXP(-P(3)\*X(1))

\*\*\*\*\*

Delta(Convergence criteria)= .0005

THE INITIAL VALUES OF PARAMETERS ARE :

PARAMETER 1 = 78

PARAMETER 2 = 69.7

PARAMETER 3 = .035

\*\*\*\*\*

THE ESTIMATED PARAMETER VALUES AFTER 2 ITERATIONS ARE :

PARAMETER 1= 78.8315357 ( 7.8831535733E+01)

PARAMETER 2= 69.6735175 ( 6.9673517485E+01)

PARAMETER 3= .0355692 ( 3.5569243204E-02)

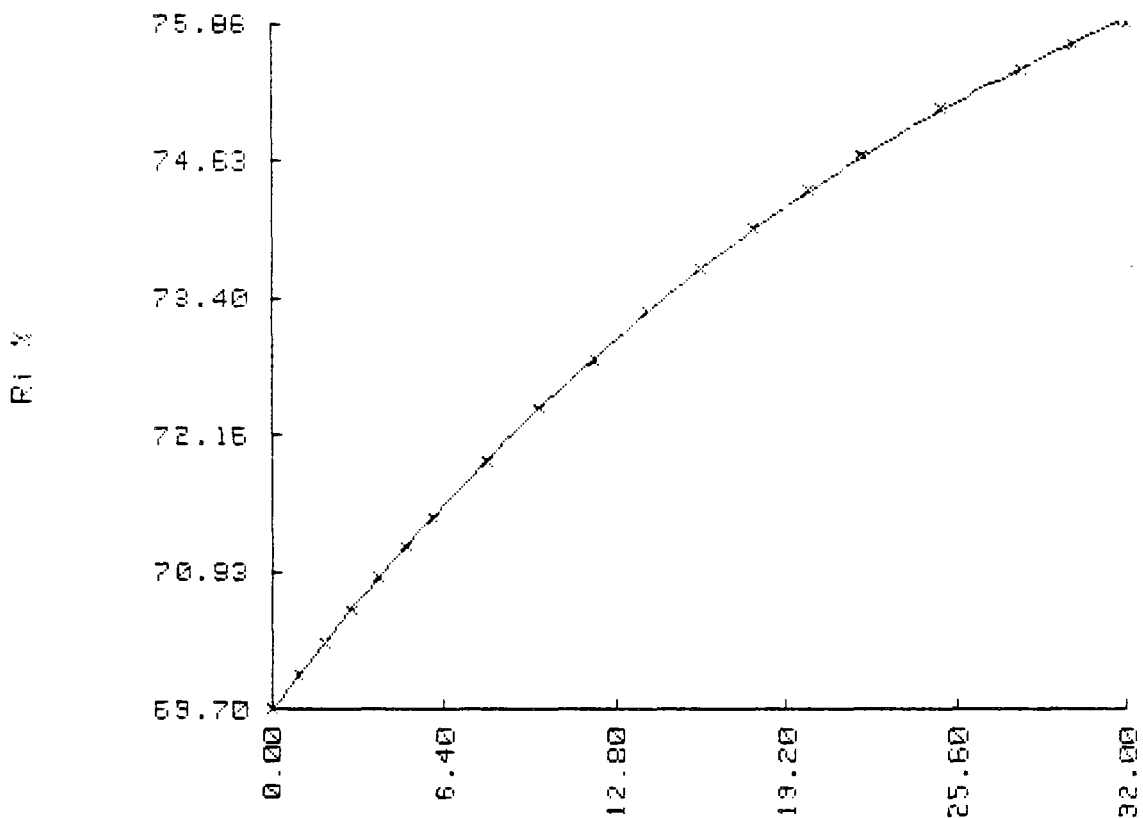
\*\*\*\*\*

THE INITIAL VALUE OF SUM OF SQUARED RESIDUALS = 2.48569654286

AFTER 2 ITERATIONS THE SUM OF SQUARED RESIDUALS= 6.53193128009E-03

\*\*\*\*\*

### Courbes de siccite



\*\*\*\*\*

99 % CONFIDENCE INTERVALS ON PARAMETERS

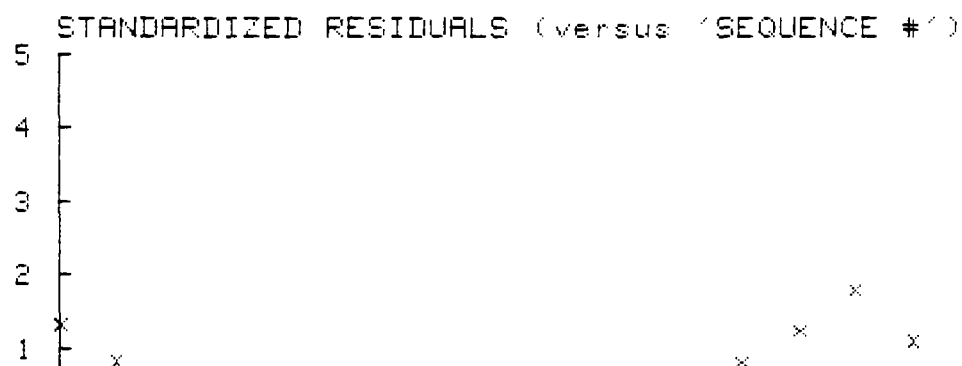
PARAMETER	ONE-AT-A TIME C.I.		SIMULTANEOUS C.I.	
	LOWER LIMIT	UPPER LIMIT	LOWER LIMIT	UPPER LIMIT
1	78.5654	79.0977	78.4685	79.1946
2	69.6399	69.7071	69.6277	69.7194
3	.0339	.0373	.0332	.0379

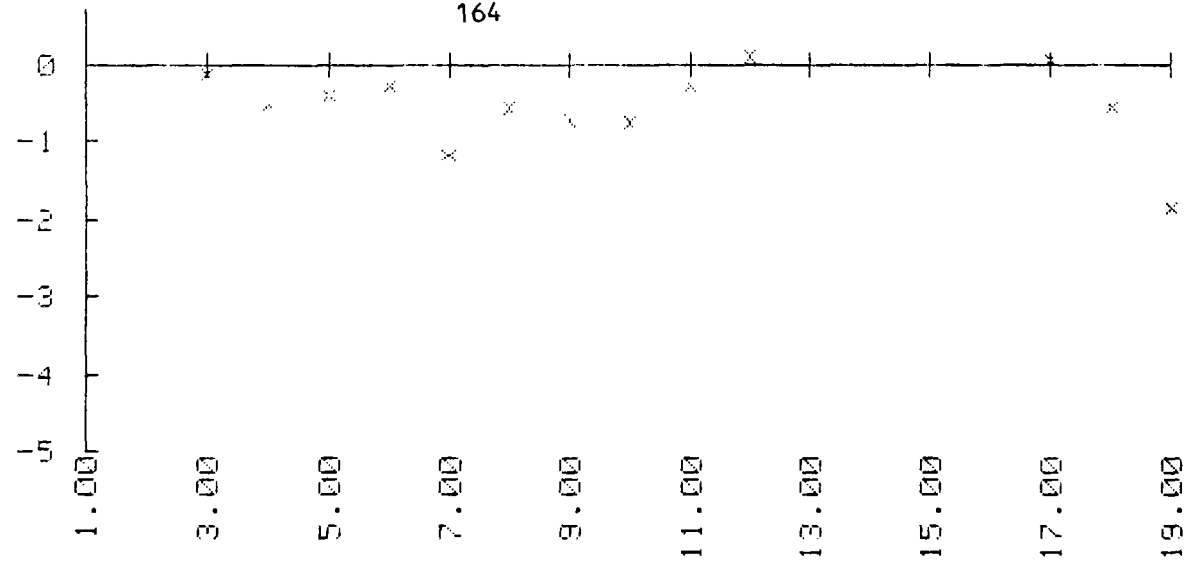
\*\*\*\*\*

## TABLE OF RESIDUALS

OBS#	OBSERVED Y	PREDICTED Y	RESIDUAL	STAND. RES.	SIGNIF.
1	69.70000	69.67352	.02648	1.31069	
2	70.01000	69.99354	.01646	.81484	
3	70.30000	70.30237	-.00237	-.11740	
4	70.59000	70.60042	-.01042	-.51551	
5	70.88000	70.88804	-.00804	-.39816	
6	71.16000	71.16562	-.00562	-.27829	
7	71.41000	71.43350	-.02350	-1.16314	
8	71.93000	71.94150	-.01150	-.56930	
9	72.40000	72.41462	-.01462	-.72365	
10	72.84000	72.85525	-.01525	-.75487	
11	73.26000	73.26563	-.00563	-.27846	
12	73.65000	73.64782	.00218	.10784	
13	74.02000	74.00377	.01623	.80318	
14	74.36000	74.33528	.02472	1.22344	
15	74.68000	74.64403	.03597	1.78049	
16	75.09000	75.06785	.02215	1.09626	
17	75.45000	75.44878	.00122	.06043	
18	75.67000	75.68106	-.01106	-.54754	
19	75.86000	75.89740	-.03740	-1.85086	

## Courbes de siccite





Des = 35'

t	P	V	T
0	0		35
1	1		36
2	1		37
3	4		38
4	15		39
5		276,9	40
6		331,6	41
7		378,4	42
8		420,2	43
9		458,9	44
10		494,6	45
11		527,9	46
12		560,2	47
13		590,8	48
14		620,0	49
15		647,2	50
16		673,6	51
17		699,3	52
18		723,5	53
19		747,0	54
20	15	770,1	55
21		792,4	56
22		814,5	57
23		835,5	58
24		856,3	59
25		876,3	60
26		895,9	61
27		915,2	62
28		934,9	63
29		953,7	64
30		972,3	65
31		990,5	66
32		1008,3	
33		1025,6	
34		1041,9	
35		1058,4	

Total effluent: 1395,5  
15°C

P. B.

gène xité

600 g/l

1% Ca(OH)<sub>2</sub>

15 / 1.1 / 80

2 plateaux

C = 22 min

2<sup>ème</sup> courbe

P	V
15	1074,3
	1090,1
	1104,8
	1119,6
	1133,7
	1147,4
	1160,9
	1174,9
	1188,6
	1201,5
	1214,2
	1226,4
	1238,2
	1249,7
15	1260,6
	1271,6
	1282,0
	1294,8
	1304,4
	1310,6
	1318,8
	1326,6
	1333,9
	1341,2
	1347,7
	1354,6
	1361,4
	1367,8
	1373,9
	1379,6
	1385,1
	1390,1

Air

Fuel 15,5°C

pH effluent = 11

1<sup>er</sup> plateau

3490,3

2848,4

V = 395, 11 cm<sup>3</sup>

2<sup>ème</sup> plateau

2648,2

2336,5

gène plateau

3487,2

2845,3

V = 395, 71 cm<sup>3</sup>

plateau seul

2644,2

2335,0

1<sup>er</sup> gène

P.H. 1620,4

P.S. 1409,6

T<sub>g</sub> : 780,95

T<sub>g</sub> : 780,95

839,45

628,65

FUEL :

As. H. Air. 25,6239

H<sub>2</sub>O = 210,8

As. H. Air. 11,0667

H<sub>2</sub>O % 25,11

d = 0,83572

M.S. 74,89

V.P. gène = 790,82

Σ gène Hum. = 1685,1

V.P. gène = 1895,5

Σ gène Sacs = 1261,97

2186,32

edn = 923,73

C<sub>o</sub> =  $\frac{1861,97}{2186,32} = 577,21 \text{ g/l}$

densité 1<sup>er</sup> gène 2,1313

densité 2<sup>ème</sup> gène 2,1303

s = 0,4094

m' =  $\frac{1261,97}{1395,5} = 0,9043 \text{ g/cm}^3$

165

cm<sup>3</sup>

363,68

923,73

923,73

923,73

3 premiers points

166

381.447727	***		303.300000	***
303.372119	***		10.000000	***
293.515336	***		329.706561	***
0.000000	***	$V = V - V_i$	0.990571	***
0.000000	***	$t^* = t - t_i$	326.466274	***
253.357333	***	$y = (t^*/V^*) k_2$	330.003048	***
			326.929501	***
74.400000	***	$V^*$	0.999478	***
0.000000	***	$t^*$	0.927526	***
266.217204	***	$t^*/V^*$	0.006885	***
			5.161826	***
107.700000	***	$V^*$		
0.000000	***	$t^*$	227.000000	***
276.551532	***	$t^*/V^*$	7.000000	***
			308.370044	***
0.000000	***	$r$		
0.292078	***	$a$	307.871654	***
247.091915	***	$b$	309.726706	***
			306.016602	***
0.007714	***	$0r$	0.999035	***
0.000000	***	$0a$		
0.000175	***	$\xi^2 d^2$	0.259022	***
			249.291377	***
140.000000	***	$V^*$		
0.000000	***	$t^*$	0.646287	***
195.711166	***	$y = t^*/V^*$	0.005092	***
			5.013410	***
287.982899	***	$\hat{y}$		
287.936327	***	$\hat{y} + 2\pi r$	253.400000	***
287.967472	***	$\hat{y} - 2\pi r$	0.000000	***
			315.706393	***
0.998089	***	$r$		
			314.927556	***
0.271271	***	$a$	316.620130	***
246.316268	***	$b$	313.234983	***
0.899897	***	$0r$	0.999267	***
0.011919	***	$0a$		
3.232063	***	$\xi^2 d^2$	0.261032	***
			249.084292	***
170.000000	***			
0.000000	***		0.811612	***
253.000000	***		0.004084	***
			5.269713	***
334.756465	***			
236.554259	***		275.100000	***
292.958671	***		9.000000	***
			322.465066	***
0.996139	***			
			321.938374	***
0.262306	***		323.561599	***
246.024920	***		320.315150	***
0.994196	***		0.999443	***
0.000000	***			
-0.645171	***		0.262139	***
			249.959454	***
196.000000	***			
0.000000	***		0.768387	***
303.300000	***		0.003307	***
			5.313765	***
			0.999540	***
			0.269610	***
			247.958965	***

Programme 1 - HP 97  
B.B. 2ème serie - Essai 78/11/80 (II)  
Recherche de t.p.



456.100000 \*\*\*  
17.000000 \*\*\*  
372.725290 \*\*\*

371.616434 \*\*\*  
373.413359 \*\*\*  
369.819511 \*\*\*

0.999696 \*\*\*

0.919607 \*\*\*  
0.302467 \*\*\*  
10.993793 \*\*\*

0.272752 \*\*\*  
247.424758 \*\*\*

0.905426 \*\*\*  
0.001737 \*\*\*  
12.936543 \*\*\*

394.300000 \*\*\*  
14.000000 \*\*\*  
355.259599 \*\*\*

354.266613 \*\*\*  
356.105226 \*\*\*  
352.426300 \*\*\*

0.999621 \*\*\*

0.270362 \*\*\*  
247.837097 \*\*\*

0.903090 \*\*\*  
0.002206 \*\*\*  
11.418003 \*\*\*

415.300000 \*\*\*  
15.000000 \*\*\*  
361.104686 \*\*\*

360.126640 \*\*\*  
361.932820 \*\*\*  
358.320460 \*\*\*

0.999636 \*\*\*

0.271294 \*\*\*  
247.685446 \*\*\*

0.905810 \*\*\*  
0.002029 \*\*\*  
12.307373 \*\*\*

436.100000 \*\*\*  
16.000000 \*\*\*  
366.883329 \*\*\*

365.996359 \*\*\*  
367.808479 \*\*\*  
364.185239 \*\*\*

0.999674 \*\*\*

0.271982 \*\*\*  
247.565370 \*\*\*

0.898462 \*\*\*  
0.001857 \*\*\*  
12.915737 \*\*\*

475.700000 \*\*\*  
18.000000 \*\*\*  
372.389741 \*\*\*

377.172944 \*\*\*  
378.982796 \*\*\*  
375.362091 \*\*\*

0.999711 \*\*\*

0.273518 \*\*\*  
247.270881 \*\*\*

0.918958 \*\*\*  
0.001643 \*\*\*  
15.200708 \*\*\*

495.000000 \*\*\*  
19.000000 \*\*\*  
383.835384 \*\*\*

382.670053 \*\*\*  
384.507969 \*\*\*  
380.832137 \*\*\*

0.999727 \*\*\*

0.274187 \*\*\*  
247.145939 \*\*\*

0.928126 \*\*\*  
0.001553 \*\*\*  
16.366924 \*\*\*

514.700000 \*\*\*  
20.000000 \*\*\*  
388.575969 \*\*\*

388.270153 \*\*\*  
390.125405 \*\*\*  
386.413902 \*\*\*

0.999759 \*\*\*

0.274348 \*\*\*  
247.112695 \*\*\*

0.904395 \*\*\*  
0.001421 \*\*\*  
16.358589 \*\*\*

535.500000 \*\*\*  
21.000000 \*\*\*  
393.626992 \*\*\*

393.477563 \*\*\*  
395.266292 \*\*\*  
391.665714 \*\*\*

0.999786 \*\*\*

0.274421 \*\*\*  
247.097184 \*\*\*

0.860841 \*\*\*  
0.001304 \*\*\*  
16.293480 \*\*\*

552.100000 \*\*\*  
22.000000 \*\*\*  
398.473537 \*\*\*

398.604843 \*\*\*  
400.366524 \*\*\*  
396.843162 \*\*\*

0.999808 \*\*\*

0.274364 \*\*\*  
247.109724 \*\*\*

0.850939 \*\*\*  
0.001202 \*\*\*  
16.231028 \*\*\*

572.300000 \*\*\*  
23.000000 \*\*\*  
403.296511 \*\*\*

403.579605 \*\*\*  
405.297480 \*\*\*  
401.861730 \*\*\*

0.999827 \*\*\*

0.274247 \*\*\*  
247.136658 \*\*\*

0.840204 \*\*\*  
0.001114 \*\*\*  
16.236697 \*\*\*

588.100000 \*\*\*  
24.000000 \*\*\*  
408.093862 \*\*\*

408.421161 \*\*\*  
410.101569 \*\*\*  
406.740752 \*\*\*

0.999845 \*\*\*

0.274121 \*\*\*  
247.166533 \*\*\*

0.823434 \*\*\*  
0.001037 \*\*\*  
16.273047 \*\*\*

655.400000 ***	554.100000 ***	659.400000 ***
25.000000 ***	28.000000 ***	31.000000 ***
412.950115 ***	428.069103 ***	443.237060 ***
417.119294 ***	426.677302 ***	439.829099 ***
414.765962 ***	429.303271 ***	441.802379 ***
411.472226 ***	425.051230 ***	437.815019 ***
0.599857 ***	0.599853 ***	0.599784 ***
0.274060 ***	0.275055 ***	0.277109 ***
247.121343 ***	246.923664 ***	246.351917 ***
0.808005 ***	0.837536 ***	1.150001 ***
0.000966 ***	0.000978 ***	0.001071 ***
16.241105 ***	19.641005 ***	41.003251 ***
621.700000 ***	652.500000 *** : $V^*$	713.500000 ***
26.000000 ***	33.000000 *** : $t^*$	33.000000 ***
410.200135 ***	422.900435 *** : $y = t^*/V^*$	448.433343 ***
417.564315 ***	431.183135 *** : $\hat{y}$	444.068171 ***
415.176325 ***	432.858212 *** : $\hat{y} + 2\sigma$	445.368332 ***
415.952304 ***	429.508061 *** : $\hat{y} - 2\sigma$	441.768010 ***
0.599867 ***	0.599861 *** : $r$	0.599708 ***
0.274276 ***	0.275511 *** : $a$	0.279141 ***
247.127246 ***	246.794411 *** : $b$	246.052214 ***
0.798566 ***	0.678574 *** : $\sigma$	1.366273 ***
0.000513 ***	0.000884 *** : $\sigma a$	0.001027 ***
16.580384 ***	22.405239 *** : $\sigma^2 d^2$	59.734464 ***
637.900000 ***	694.600000 ***	727.900000 ***
37.000000 ***	30.000000 ***	33.000000 ***
423.263635 ***	438.212095 ***	453.755760 ***
422.067644 ***	475.423630 ***	448.316445 ***
423.684776 ***	437.181577 ***	451.043391 ***
420.450513 ***	433.665683 ***	445.533899 ***
0.999869 ***	0.999830 ***	0.999800 ***
0.274645 ***	0.276261 ***	0.277353 ***
247.032195 ***	246.592208 ***	245.653353 ***
0.812385 ***	0.996640 ***	1.177941 ***
0.000823 ***	0.000964 ***	0.001420 ***
17.845510 ***	29.758743 ***	39.523245 ***

$$t_{f.p.} = 28 + 7 = 35 \text{ min.}$$

Programme 1 HP 97

BB 2<sup>ème</sup> série - Essai 18/11/80 (II)

Recherche de  $t_{f.p.}$

18. 11. 80

II

Programme 2 - HP 97

BB 2<sup>ème</sup> série.

essai 18/11/80 (II)

Déterminations de  
 $R = f(t)$ ,  $m' = f(t)$ pour  $t \geq t_{f.l.}$  $t' = t - t_{f.l.}$ 

0	75.000000 ***	: $t_{f.l.}^{min}$
	69.135464 ***	: $R(\%)$ à $t_{f.l.}$
	1.002050 ***	: $m'(g/cm^3)$ à $t_{f.l.}$
1	36.000000 ***	: $t$
	69.431680 ***	: $R$
	0.995992 ***	: $m'$
3	38.000000 ***	
	69.978205 ***	
	0.984859 ***	
6	41.000000 ***	
	70.729375 ***	
	0.970355 ***	
10	45.000000 ***	
	71.675461 ***	
	0.953056 ***	
12	47.000000 ***	
	72.097138 ***	
	0.945909 ***	
15	50.000000 ***	
	72.665037 ***	
	0.936127 ***	
20	55.000000 ***	
	73.459468 ***	
	0.923280 ***	
25	60.000000 ***	
	74.048994 ***	
	0.914133 ***	
31	65.000000 ***	
	74.623426 ***	
	0.905528 ***	
	66.000000 ***	
	74.709938 ***	
	0.897057 ***	

18 / 11 / 80 (II)

75.780000	***	475.780000	***
1.000000	***	170 16.000000	***
253.337373	***	778.383741	***
74.400000	***		
3.000000	***	435.000000	***
265.517204	***	15.000000	***
		383.838384	***
167.780000	***		
3.000000	***	514.700000	***
278.551532	***	20.000000	***
		388.575869	***
140.000000	***		
4.000000	***	533.500000	***
225.714286	***	21.000000	***
		393.626392	***
170.000000	***		
5.000000	***	552.100000	***
293.063236	***	22.000000	***
		398.476537	***
193.800000	***		
6.000000	***	570.300000	***
300.300300	***	23.000000	***
		403.296511	***
227.000000	***		
7.000000	***	588.100000	***
308.370044	***	24.000000	***
		405.093862	***
253.400000	***		
8.000000	***	605.400000	***
315.706393	***	25.000000	***
		412.950116	***
279.100000	***		
9.000000	***	621.700000	***
322.465066	***	26.000000	***
		418.268139	***
303.300000	***		
10.000000	***	637.900000	***
329.706561	***	27.000000	***
		423.263835	***
326.800000	***		
11.000000	***	654.100000	***
336.557327	***	28.000000	***
		428.065103	***
349.900000	***		
12.000000	***	0.999735	***
342.855130	***	0.999868	***
372.200000	***	0.275055	***
13.000000	***	246.923684	***
349.274564	***		
		0.837536	***
394.300000	***	0.000878	***
14.000000	***	19.641085	***
355.056633	***		
		2.463114326+15	***
415.300000	***		
15.000000	***	1.002050	***
361.164666	***		
		0.001650	***
436.100000	***		
16.000000	***	2.567820515+12	***
366.886329	***		
		1.162401174+12	***
456.100000	***		
17.000000	***		
372.725280	***		

$$V^* = V - V_i \text{ (cm}^3\text{)}$$

$$t^* = t - t_i \text{ (min)}$$

$$y = t^* / V^* \text{ (min/cm}^3\text{)} \times 10^4$$

Déterminations des  
caractéristiques de la  
filtration libre à  
pression constante

$$r^2$$

$$r$$

$$a$$

$$b$$

$$\Delta y \cdot x$$

$$\Delta a$$

$$\Sigma d^2$$

$$K \text{ (unités C.G.S.)}$$

$$m' \text{ (g/cm}^3\text{)}$$

$$t g \theta \text{ (unités C.G.S.)}$$

$$\alpha \text{ (cm.g}^{-1}\text{)}$$

$$R m g \text{ à } t = 7 \text{ min}$$

Programme 3 HP97  
B.B. 2ème série.  
Essai 18/11/80(II)

18.11.80

II

PROGRAMME 1 HP 97

Listing résultats

Effluent global du 18.09.80 - 1 %  $\text{Ca(OH)}_2$

Recherche du t<sub>f</sub>.l.

45.100000 ***	172	
1.000000 ***		
372.010562 ***	572.400000 ***	533.500000 ***
	20.000000 ***	40.000000 ***
93.000000 ***	349.406010 ***	428.494912 ***
3.000000 ***		
240.562955 ***	349.879480 ***	429.343612 ***
	350.242006 ***	429.893034 ***
120.500000 ***	349.516954 ***	428.794190 ***
3.000000 ***		
249.962656 ***	0.999991 ***	0.999989 ***
0.999897 ***	0.222315 ***	0.221075 ***
	222.427476 ***	222.716293 ***
0.218972 ***		
222.648046 ***	0.228631 ***	0.350813 ***
	0.000428 ***	0.000352 ***
0.171981 ***	0.365504 ***	1.353770 ***
0.003142 ***		
0.002732 ***		
	672.800000 ***	1010.300000 ***
200.600000 ***	25.000000 ***	45.000000 ***
0.000000 ***	371.581451 ***	445.412254 ***
204.900285 ***		
	372.001343 ***	446.066645 ***
204.136220 ***	372.458604 ***	446.770372 ***
204.480189 ***	371.544082 ***	445.367019 ***
203.792267 ***		
	0.999991 ***	0.999988 ***
0.999970 ***	0.221976 ***	0.220820 ***
	222.490369 ***	222.794964 ***
0.222466 ***		
222.379260 ***	0.247632 ***	0.377024 ***
	0.000386 ***	0.000337 ***
0.186951 ***	0.490573 ***	1.705764 ***
0.001036 ***		
0.139802 ***		
	765.500000 ***	1083.800000 ***
413.200000 ***	30.000000 ***	50.000000 ***
13.000000 ***	391.900719 ***	461.339731 ***
314.617619 ***		
	392.412631 ***	462.119964 ***
314.302016 ***	392.907095 ***	462.874012 ***
314.675917 ***	391.917366 ***	461.365917 ***
313.928115 ***		
	0.999991 ***	0.999989 ***
0.999990 ***	0.221637 ***	0.220559 ***
	222.564308 ***	222.862984 ***
0.223206 ***		
222.303040 ***	0.276452 ***	0.413215 ***
	0.000365 ***	0.000332 ***
0.179638 ***	0.687831 ***	2.219783 ***
0.000580 ***		
0.161348 ***		
	851.600000 ***	1153.200000 ***
529.200000 ***	35.000000 ***	55.000000 ***
18.000000 ***	410.991076 ***	476.933750 ***
340.136054 ***		
	411.310588 ***	477.231359 ***
340.423775 ***	411.863492 ***	478.057789 ***
340.783050 ***	410.757664 ***	476.404930 ***
340.064499 ***		
	0.999992 ***	0.999989 ***
0.999993 ***	0.221463 ***	0.220472 ***
	222.607791 ***	222.914632 ***
0.222782 ***		
222.358967 ***	0.274711 ***	0.402783 ***
	0.000314 ***	0.000295 ***
0.181263 ***	0.754663 ***	2.271276 ***
0.000413 ***		

1215.500000 \*\*\*  
50.000000 \*\*\*  
491.243594 \*\*\*  
  
491.868137 \*\*\*  
492.673783 \*\*\*  
491.062571 \*\*\*

0.999991 \*\*\*  
  
0.220465 \*\*\*  
222.917104 \*\*\*  
  
0.387840 \*\*\*  
0.000260 \*\*\*  
2.247000 \*\*\*

1283.500000 \*\*\*  
65.000000 \*\*\*  
506.427737 \*\*\*

505.884488 \*\*\*  
506.658568 \*\*\*  
505.110408 \*\*\*

0.999991 \*\*\*  
  
0.220590 \*\*\*  
222.865187 \*\*\*

0.394995 \*\*\*  
0.000245 \*\*\*  
2.496343 \*\*\*

1295.900000 \*\*\*  
66.000000 \*\*\*  
509.292557 \*\*\*

508.727963 \*\*\*  
509.517954 \*\*\*  
507.937972 \*\*\*

0.999991 \*\*\*  
  
0.220701 \*\*\*  
222.818367 \*\*\*

0.404508 \*\*\*  
0.000236 \*\*\*  
2.781653 \*\*\*

1308.200000 \*\*\*  
67.000000 \*\*\*  
512.154105 \*\*\*

511.539599 \*\*\*  
512.348615 \*\*\*  
510.730563 \*\*\*

0.999991 \*\*\*  
  
0.220805 \*\*\*  
222.773663 \*\*\*

0.416458 \*\*\*  
0.000231 \*\*\*  
3.121875 \*\*\*

173 1320.400000 \*\*\*  
68.000000 \*\*\*  
514.995456 \*\*\*  
  
514.324879 \*\*\*  
515.157795 \*\*\*  
513.491962 \*\*\*

0.999991 \*\*\*  
  
0.220906 \*\*\*  
222.730097 \*\*\*  
  
0.431482 \*\*\*  
0.000229 \*\*\*  
3.537353 \*\*\*

1332.300000 \*\*\*  
69.000000 \*\*\*  
517.901374 \*\*\*

517.042642 \*\*\*  
517.905605 \*\*\*  
516.179678 \*\*\*

0.999990 \*\*\*  
  
0.221021 \*\*\*  
222.678788 \*\*\*

0.460320 \*\*\*  
0.000235 \*\*\*  
4.237889 \*\*\*

1344.000000 \*\*\*  
70.000000 \*\*\*  
520.833333 \*\*\*

519.731603 \*\*\*  
520.652243 \*\*\*  
518.810964 \*\*\*

0.999988 \*\*\*  
  
0.221157 \*\*\*  
222.617749 \*\*\*

0.507600 \*\*\*  
0.000250 \*\*\*  
5.410816 \*\*\*

1355.700000 \*\*\*  
71.000000 \*\*\*  
523.714686 \*\*\*

522.439938 \*\*\*  
523.455138 \*\*\*  
521.424738 \*\*\*

0.999985 \*\*\*  
  
0.221301 \*\*\*  
222.551535 \*\*\*

0.563684 \*\*\*  
0.000270 \*\*\*  
6.990280 \*\*\*

1367.300000 \*\*\*  
72.000000 \*\*\*  
526.585241 \*\*\*  
  
525.135988 \*\*\*  
526.263357 \*\*\*  
524.000619 \*\*\*

0.999982 \*\*\*  
  
0.221452 \*\*\*  
222.480370 \*\*\*  
  
0.627129 \*\*\*  
0.000292 \*\*\*  
9.845681 \*\*\*

1378.900000 \*\*\*  
73.000000 \*\*\*  
529.407499 \*\*\*

527.841143 \*\*\*  
529.095401 \*\*\*  
526.586886 \*\*\*

0.999978 \*\*\*  
  
0.221606 \*\*\*  
222.406968 \*\*\*

0.690872 \*\*\*  
0.000314 \*\*\*  
11.455309 \*\*\*

$\gamma = t^*/V^*$   
 $\hat{y} + 2\sigma$   
 $\hat{y} - 2\sigma$   
 $r$   
 $a$   
 $b$   
 $\sigma$   
 $\sigma a$   
 $\xi^1 d^2$

$t_{f.p.} = 69 + 7 = 76 \text{ min}$

$t:$	77.000000	***	137.000000	***
$R:$	69.090159	***	76.502261	***
$m':$	0.287963	***	0.276786	***
	79.000000	***	142.000000	***
	69.459121	***	76.346843	***
	0.287327	***	0.276338	***
	81.000000	***	147.000000	***
	69.819611	***	77.152632	***
	0.286715	***	0.275944	***
	83.000000	***	152.000000	***
	70.173373	***	77.428298	***
	0.286122	***	0.275594	***
	85.000000	***	157.000000	***
	70.515967	***	77.665489	***
	0.285557	***	0.275289	***
	87.000000	***	162.000000	***
	70.847668	***	77.889279	***
	0.285816	***	0.275014	***
	91.000000	***	167.000000	***
	71.470503	***	78.083226	***
	0.284021	***	0.274773	***
	95.000000	***	172.000000	***
	72.074988	***	78.255423	***
	0.283077	***	0.274561	***
	97.000000	***	175.000000	***
	72.354439	***	78.350612	***
	0.282648	***	0.274447	***
	102.000000	***	179.000000	***
	73.031814	***	78.471139	***
	0.281628	***	0.274296	***
	107.000000	***	183.000000	***
	73.656825	***	78.579035	***
	0.280703	***	0.274165	***
	112.000000	***	184.000000	***
	74.236113	***	78.606549	***
	0.279877	***	0.274131	***
	117.000000	***		
	74.775796	***		
	0.279118	***		
	122.000000	***		
	75.268261	***		
	0.278438	***		
	127.000000	***		
	75.720671	***		
	0.277824	***		
	132.000000	***		
	76.130656	***		
	0.277176	***		

Effluent global  
du 18/9/80  
1%  $\text{Co}(\text{OH})_2$



## PROGRAMME CALCFILTRA 1

## PARAMETRES INITIAUX

TEMPS INITIAL POUR CALCULS	TI=7 MIN.
VOLUME DU OU DES GATEAUX	VG=385.57 CM3
MASSE VOLUMIQUE DU FILTRAT	DE=1 G/CM3
MASSE VOLUMIQUE DES SOLIDES	DS=3.296 G/CM3
CONCENTRATION EN SOLIDES DE LA PULPE D'ALIMENTATION	CO=237.63 G/L
PRESSION DE FILTRATION	PF=20 KG/CM2
SURFACE FILTRANTE	SF=480.5 CM2
VISCOSITE DU FILTRAT	EF=.01225 POISES
FACTEUR D'ECHELLE POUR ORDONNEES DU GRAPHE Y=DT/DV	FY=10000
FACTEUR DE CORRECTION D'UNITES SUR PARAMETRES A ET B	FC=6E-03

*Listing résultats - programme APPLE II+*  
*Effluent Global du 18/9/80 - 1%  $\text{Ca}(\text{OH})_2$*

## ESTIMATION DU TEMPS DE FILTRATION LIBRE: TL

I = NUMERO D'ORDRE DU POINT DT(I)-DV(I)  
 DT= TEMPS(REDUIT) DE FILTRATION= T-TI  
 Y = VALEUR OBSERVEE  $Y(I)=DT(I)/DV(I)$ , AVEC  $DV(I)=V(I)-VI$   
 SP= ECART TYPE DE LA VALEUR PREDITE DE Y, DEPENDANT DE L'ABSCISSE DV(I)  
 YP= VALEUR PREDITE DE Y(I), POUR DV(I-1)  
 EY= VALEUR DU RAPPORT  $(Y(I+1)-YP(I+1))/SP$   
 YQ= VALEUR PREDITE DE Y(I), POUR DV(I-2)  
 FY= VALEUR DU RAPPORT  $(Y(I+2)-YQ(I+2))/SP$   
 YR= VALEUR PREDITE DE Y(I), POUR DV(I-3)  
 GY= VALEUR DU RAPPORT  $(Y(I+3)-YR(I+3))/SP$

I	DT	Y	YP	EY	YQ	FY	YR	GY
5	5.00	264.4103	263.6815	2.37	264.0564	0.90	0.0000	0.00
6	6.00	271.8622	271.0441	1.81	270.5027	3.75	270.9760	1.85
7	7.00	278.2193	276.3374	-0.22	277.8336	0.75	277.1727	2.47
8	8.00	284.9002	284.7838	0.25	284.8457	0.09	284.2496	1.14
9	9.00	290.9796	291.1791	-0.48	291.1261	-0.29	291.1979	-0.34
10	10.00	297.4419	297.0926	0.92	297.1727	0.62	297.1124	0.62
11	11.00	303.5320	303.0454	1.32	302.9203	1.54	303.0103	1.13
12	12.00	309.0394	308.9784	0.16	308.8206	0.57	308.6812	0.86
13	13.00	314.6176	314.5649	0.14	314.5468	0.18	314.3729	0.61
14	14.00	320.2928	319.9257	1.10	319.9113	1.05	319.8916	1.00
15	15.00	325.3796	325.3656	0.04	325.2734	0.31	325.2578	0.32
16	16.00	330.3737	330.5899	-0.68	330.5866	-0.62	330.4869	-0.32
17	17.00	335.3718	335.6070	-0.76	335.6543	-0.87	335.6508	-0.80
18	18.00	340.1360	340.5527	-1.37	340.6009	-1.48	340.6514	-1.56
19	19.00	344.7650	345.3732	-1.96	345.4537	-2.24	345.5051	-2.32
20	20.00	349.4060	350.0239	-1.85	350.1349	-2.33	350.2204	-2.62
21	21.00	353.8928	354.6051	-2.01	354.7119	-2.43	354.8295	-2.95
22	22.00	358.4229	359.0363	-1.61	359.1532	-2.04	359.2659	-2.48
23	23.00	363.0623	363.3265	-0.67	363.4221	-0.94	363.5452	-1.34
24	24.00	367.3656	367.6905	-0.84	367.7297	-0.92	367.8303	-1.20
25	25.00	371.5814	371.9789	-1.03	372.0251	-1.14	372.0662	-1.21
26	26.00	375.9398	376.1017	-0.42	376.1558	-0.56	376.2040	-0.67
27	27.00	380.0675	380.2550	-0.50	380.2761	-0.54	380.3326	-0.68
28	28.00	384.2459	384.2941	-0.13	384.3176	-0.19	384.3396	-0.24
29	29.00	388.0636	388.4164	-0.98	388.4222	-0.97	388.4467	-1.01
30	30.00	391.9007	392.4145	-1.43	392.4556	-1.53	392.4616	-1.50
31	31.00	395.8120	396.2834	-1.29	396.3411	-1.46	396.3837	-1.57
32	32.00	399.6503	400.1124	-1.25	400.1635	-1.40	400.2234	-1.58
33	33.00	403.5709	403.8314	-0.70	403.8799	-0.83	403.9328	-0.98
34	34.00	407.3319	407.5708	-0.65	407.5972	-0.71	407.6473	-0.85
35	35.00	410.9910	411.2901	-0.82	411.3135	-0.87	411.3408	-0.93
36	36.00	414.5077	415.0035	-1.37	415.0320	-1.43	415.0563	-1.48
37	37.00	418.0318	418.6322	-1.64	418.6782	-1.78	418.7076	-1.84
38	38.00	421.5196	422.2071	-1.83	422.2612	-2.02	422.3085	-2.17
39	39.00	425.0681	425.6858	-1.60	425.7459	-1.80	425.8016	-1.99
40	40.00	428.4949	429.1702	-1.71	429.2228	-1.88	429.2848	-2.10
41	41.00	431.9426	432.5835	-1.59	432.6395	-1.76	432.6936	-1.93
42	42.00	435.4136	435.9332	-1.26	435.9850	-1.41	436.0425	-1.59
43	43.00	438.7307	439.3145	-1.41	439.3554	-1.51	439.4085	-1.67
44	44.00	442.1221	442.6024	-1.15	442.6473	-1.26	442.6892	-1.37
45	45.00	445.4122	445.8981	-1.16	445.9341	-1.24	445.9801	-1.37
46	46.00	448.6929	449.1492	-1.08	449.1847	-1.17	449.2216	-1.26

47	47.00	451.8361	452.4243	-1.39	452.4570	-1.47	452.4934	-1.56
48	48.00	454.9763	455.6461	-1.57	455.6873	-1.68	455.7207	-1.76
49	49.00	458.2437	458.7521	-1.17	458.7979	-1.30	458.8400	-1.41
50	50.00	461.3397	461.9128	-1.32	461.9469	-1.40	461.9937	-1.53
51	51.00	464.5231	464.9812	-1.05	465.0187	-1.14	465.0535	-1.22
52	52.00	467.6258	468.0569	-0.98	468.0863	-1.05	468.1247	-1.15
53	53.00	470.8599	471.0242	-0.37	471.0513	-0.43	471.0813	-0.50
54	54.00	473.8920	474.0740	-0.42	474.0841	-0.44	474.1117	-0.50
55	55.00	476.9337	477.0787	-0.33	477.0896	-0.36	477.1000	-0.38
56	56.00	480.0685	479.9975	0.16	480.0060	0.14	480.0172	0.11
57	57.00	483.0099	482.9948	0.03	482.9907	0.04	482.9995	0.02
58	58.00	486.0878	485.8790	0.50	485.8781	0.49	485.8739	0.50
59	59.00	488.9367	488.8620	0.18	488.8503	0.20	488.8494	0.20
60	60.00	491.8435	491.7716	0.17	491.7675	0.18	491.7556	0.21
61	61.00	494.7283	494.6591	0.17	494.6552	0.17	494.6510	0.18
62	62.00	497.6721	497.4804	0.47	497.4767	0.48	497.4728	0.48
63	63.00	500.5561	500.3081	0.62	500.2981	0.64	500.2943	0.64
64	64.00	503.5405	503.0506	1.23	503.0379	1.25	503.0277	1.27
65	65.00	506.4277	505.8273	1.50	505.8026	1.57	505.7897	1.59
66	66.00	509.2985	508.5874	1.76	508.5577	1.85	508.5326	1.92
67	67.00	512.1541	511.3310	2.01	511.2963	2.12	511.2661	2.22
68	68.00	514.9954	514.0578	2.24	514.0184	2.38	513.9832	2.51
69	69.00	517.9013	516.7240	2.73	516.6798	2.91	516.6397	3.07
70	70.00	520.8333	519.3572	3.27	519.3025	3.55	519.2576	3.76
71	71.00	523.7146	522.0039	3.55	521.9365	3.94	521.8811	4.25
72	72.00	526.5852	524.6391	3.73	524.5622	4.19	524.4938	4.63
73	73.00	529.4074	527.2847	3.74	527.1985	4.24	527.1205	4.74
74	74.00	532.2592	529.8937	3.83	529.8012	4.33	529.7138	4.88
75	75.00	535.0645	532.5131	3.79	532.4115	4.30	532.3177	4.84
76	76.00	537.8246	535.1404	3.67	535.0323	4.15	534.9293	4.69
77	77.00	540.6544	537.7067	3.73	537.5947	4.18	537.4853	4.70
78	78.00	543.4025	540.3059	3.62	540.1847	4.07	540.0712	4.55
79	79.00	546.2591	542.8225	3.73	542.6970	4.16	542.5742	4.65
80	80.00	548.9980	545.3969	3.62	545.2595	4.05	545.1323	4.51
81	81.00	551.8463	547.8889	3.70	547.7470	4.11	547.6079	4.59
82	82.00	554.6911	550.3723	3.75	550.2185	4.18	550.0749	4.63
83	83.00	557.6083	552.8027	3.87	552.6372	4.31	552.4816	4.79
84	84.00	560.4857	555.2510	3.89	555.0695	4.36	554.9021	4.84
85	87.00	568.7017	562.3688	4.34	562.1692	4.85	561.9813	5.40
86	88.00	571.5399	564.8168	4.18	564.5733	4.78	564.3715	5.32
87	89.00	574.4529	567.2114	4.12	566.9571	4.66	566.7110	5.31
88	90.00	577.3301	569.6240	4.02	569.3544	4.54	569.0974	5.12
89	91.00	580.0981	572.0971	3.85	571.8146	4.32	571.5421	4.86
90	92.00	582.8318	574.5799	3.69	574.2908	4.11	574.0052	4.60
91	93.00	585.7529	576.9358	3.69	576.6421	4.07	576.3501	4.52
92	94.00	588.7142	579.2652	3.70	578.9561	4.08	578.6595	4.49
93	95.00	591.4949	581.7047	3.59	581.3784	3.96	581.0662	4.36
94	96.00	594.3168	584.1096	3.52	583.7762	3.86	583.4467	4.25
95	97.00	597.3274	586.3916	3.56	586.0491	3.89	585.7127	4.25
96	98.00	600.0489	588.8542	3.43	588.4924	3.76	588.1465	4.10
97	99.00	602.9967	591.1654	3.44	590.8001	3.74	590.4350	4.08
98	100.00	605.8770	0.0000	0.00	593.1373	3.70	592.7687	4.02
99	103.00	614.5218	0.0000	0.00	0.0000	0.00	598.9398	4.52

ESTIMATION DU TEMPS DE FILTRATION LIBRE

T.F.L. = 76.00 MINUTES

## LISTE DES M PREMIERS POINTS RELEVES, AJUSTEMENT AU MODELE DE LA FILTRATION LIBRE

DT=TEMPS DE FILTRATION(REDUIT), T-TI, MIN.

DV=VOLUME D'EFFLUENT(REDUIT) , V-VI, CM3

VALEUR EXPER.CORRIGEE Y =  $FY \cdot DT/DV$ ,  $FY \cdot MIN. \cdot CM^{-3}$ 

VALEUR FACTEUR DE CORRECTION FY

VALEUR CALCULEE YC DE  $FY \cdot DT/DV$ ,  $FY \cdot MIN. \cdot CM^{-3}$ ECART DY=Y-YC ,  $FY \cdot MIN \cdot CM^{-3}$ 

DT	DV	(DT/DV) (E)	(DT/DV) (C)	ECART
1	43.1000	232.018561	232.565554	-5.46993E-01
2	83.0000	240.963855	241.361762	-3.97906E-01
3	120.5000	248.962656	249.628875	-6.66219E-01
4	156.0000	256.410256	257.455076	-1.04481E+00
5	189.1000	264.410365	264.752181	-3.41816E-01
6	220.7000	271.862256	271.718602	1.43654E-01
7	251.6000	278.219396	278.530703	-3.11307E-01
8	280.8000	284.900285	284.968028	-6.77434E-02
9	309.3000	290.979631	291.251034	-2.71402E-01
10	336.2000	297.441999	297.181310	2.60688E-01
11	362.4000	303.532009	302.957267	5.74742E-01
12	388.3000	309.039403	308.667086	3.72316E-01
13	413.2000	314.617619	314.156449	4.61169E-01
14	437.1000	320.292839	319.425356	8.67483E-01
15	461.0000	325.379610	324.694263	6.85346E-01
16	484.3000	330.373735	329.830896	5.42839E-01
17	506.9000	335.371868	334.813209	5.58658E-01
18	529.2000	340.136055	339.729386	4.06668E-01
19	551.1000	344.765015	344.557380	2.07635E-01
20	572.4000	349.406010	349.253100	1.52909E-01
21	593.4000	353.892821	353.882684	1.01375E-02
22	613.8000	358.422939	358.379993	4.29459E-02
23	633.5000	363.062352	362.722983	3.39368E-01
24	653.3000	367.365682	367.088019	2.77663E-01
25	672.8000	371.581451	371.386918	1.94532E-01
26	691.6000	375.939850	375.531497	4.08352E-01
27	710.4000	380.067568	379.676077	3.91491E-01
28	728.7000	384.245917	383.710428	5.35489E-01
29	747.3000	388.063696	387.810916	2.52780E-01
30	765.5000	391.900718	391.823222	7.74968E-02
31	783.2000	395.812053	395.725299	8.67542E-02
32	800.7000	399.650306	399.583285	6.70210E-02
33	817.7000	403.570992	403.331043	2.39948E-01
34	834.7000	407.331976	407.078801	2.53174E-01
35	851.6000	410.991076	410.804513	1.86562E-01
36	868.5000	414.507772	414.530226	-2.24537E-02
37	885.1000	418.031861	418.189801	-1.57940E-01
38	901.5000	421.519689	421.805285	-2.85595E-01
39	917.5000	425.068120	425.332587	-2.64467E-01
40	933.5000	428.494912	428.859888	-3.64976E-01

41	949.2000	431.942689	432.321053	-3.78364E-01
42	964.6000	435.413643	435.716081	-3.02437E-01
43	980.1000	438.730742	439.133154	-4.02412E-01
44	995.2000	442.122186	442.462045	-3.39858E-01
45	1010.3000	445.412254	445.790936	-3.78682E-01
46	1025.2000	448.692938	449.075736	-3.82797E-01
47	1040.2000	451.836125	452.382581	-5.46395E-01
48	1055.0000	454.976303	455.645335	-6.69031E-01
49	1069.3000	458.243711	458.797861	-5.54149E-01
50	1083.8000	461.339731	461.994478	-6.54747E-01
51	1097.9000	464.523180	465.102912	-5.79731E-01
52	1112.0000	467.625899	468.211347	-5.85447E-01
53	1125.6000	470.859986	471.209553	-3.49567E-01
54	1139.5000	473.892058	474.273897	-3.81838E-01
55	1153.2000	476.933749	477.294149	-3.60399E-01
56	1166.5000	480.068581	480.226218	-1.57637E-01
57	1180.1000	483.009914	483.224424	-2.14510E-01
58	1193.2000	486.087831	486.112403	-2.45716E-02
59	1206.7000	488.936770	489.088563	-1.51793E-01
60	1219.9000	491.843594	491.998587	-1.54993E-01
61	1233.0000	494.728305	494.886565	-1.58260E-01
62	1245.8000	497.672179	497.708407	-3.62281E-02
63	1258.6000	500.556173	500.530248	2.59255E-02
64	1271.0000	503.540519	503.263907	2.76612E-01
65	1283.5000	506.427737	506.019611	4.08125E-01
66	1295.9000	509.298557	508.753270	5.45287E-01
67	1308.2000	512.154105	511.464883	6.89221E-01
68	1320.4000	514.995456	514.154450	8.41005E-01
69	1332.3000	517.901373	516.777881	1.12349E+00
70	1344.0000	520.833333	519.357220	1.47611E+00
71	1355.7000	523.714686	521.936559	1.77812E+00
72	1367.3000	526.585241	524.493853	2.09138E+00
73	1378.9000	529.407499	527.051147	2.35635E+00
74	1390.3000	532.259225	529.564349	2.69487E+00
75	1401.7000	535.064565	532.077552	2.98701E+00
76	1413.1000	537.824641	534.590754	3.23388E+00
77	1424.2000	540.654402	537.037820	3.61658E+00
78	1435.4000	543.402536	539.506931	3.89560E+00
79	1446.2000	546.259162	541.887859	4.37130E+00
80	1457.2000	548.998078	544.312879	4.68519E+00
81	1467.8000	551.846301	546.649716	5.19658E+00
82	1478.3000	554.691199	548.964508	5.72669E+00
83	1488.5000	557.608330	551.213163	6.39516E+00
84	1498.7000	560.485754	553.461818	7.02393E+00
87	1529.8000	568.701791	560.318010	8.38378E+00
88	1539.7000	571.539910	562.500528	9.03938E+00
89	1549.3000	574.452979	564.616909	9.83606E+00
90	1558.9000	577.330169	566.733290	1.05968E+01
91	1568.7000	580.098170	568.893762	1.12044E+01
92	1578.5000	582.831802	571.054234	1.17775E+01
93	1587.7000	585.752976	573.082433	1.26705E+01
94	1596.7000	588.714223	575.066540	1.36476E+01
95	1606.1000	591.494926	577.138830	1.43560E+01
96	1615.3000	594.316845	579.167028	1.51498E+01
97	1623.9000	597.327422	581.062953	1.62644E+01
98	1633.2000	600.048984	583.113197	1.69357E+01
99	1641.8000	602.996711	585.009122	1.79875E+01
100	1650.5000	605.877007	586.927092	1.89499E+01
103	1676.1000	614.521807	592.570774	2.19510E+01

## TEST DE LA SIGNIFICATION DE LA REGRESSION

SOURCE DE VARIATION	D.L.	S.C.	C.M.	F
REGRESSION	1	435753.2550	435753.2550	2244761.86
RESIDUELLE	67	13.0060	0.1941	
TOTAL CORRIGE	68	435766.2610		

## PARAMETRES CARACTERISTIQUES DE LA FILTRATION LIBRE

COEFFICIENT DE CORRELATION LINEAIRE	R=.999985075
PENTE DE LA DROITE DE FILTRATION	A=.22045635
ORDONNEE A L'ORIGINE	B=223.063885
ECART TYPE DES OBSERVATIONS	E.T.O.=.440590555
ECART TYPE DE A	E.T.A.=1.47142278E-04
ECART RELATIF MOYEN	E.R.M.=1.00758592E-03

POIDS DE SOLIDE/UNITE DE VOL.FILTRAT	MP=.288289626 G/CM3
CARACTERISTIQUE FILTRE	K=7.39570696E+14 UNITES CGS
PENTE DE LA DROITE DE FILTRATION	TANG.THETA=1.3227381E-03 UNITES CGS
RESISTANCE SPECIFIQUE A LA FILTRATION	ALPHA=3.39331787E+12 CM/G
RESISTANCE A T=TI	RM=1.02999904E+12 (CM)^-1

## SICCITE DES GATEAUX, EN FONCTION DU TEMPS

( APRES FILTRATION LIBRE

T=TEMPS DE FILTRATION ,MIN.

V=VOLUME DE FILTRAT,CM3

TS=TEMPS D'ESSORAGE TS=T-TL ,MIN.

SC=SICCITE DES GATEAUX ,%

MP=POIDS DE SOLIDE DEPOSE/UNITE DE VOLUME DE FILTRAT ,G/CM3

T	V	TS	SC	MP
76.00	1808.60	0.00	69.63	0.2882
77.00	1820.30	1.00	69.82	0.2879
78.00	1832.00	2.00	70.01	0.2876
79.00	1843.60	3.00	70.20	0.2873
80.00	1855.20	4.00	70.38	0.2870
81.00	1866.60	5.00	70.56	0.2867
82.00	1878.00	6.00	70.75	0.2864
83.00	1889.40	7.00	70.93	0.2861
84.00	1900.50	8.00	71.10	0.2858
85.00	1911.70	9.00	71.28	0.2855
86.00	1922.50	10.00	71.44	0.2852
87.00	1933.50	11.00	71.61	0.2850
88.00	1944.10	12.00	71.78	0.2847
89.00	1954.60	13.00	71.94	0.2845
90.00	1964.80	14.00	72.10	0.2842
91.00	1975.00	15.00	72.25	0.2840
94.00	2006.10	18.00	72.72	0.2833
95.00	2016.00	19.00	72.87	0.2830
96.00	2025.60	20.00	73.01	0.2828
97.00	2035.20	21.00	73.15	0.2826
98.00	2045.00	22.00	73.30	0.2824
99.00	2054.80	23.00	73.44	0.2822
100.00	2064.00	24.00	73.58	0.2820
101.00	2073.00	25.00	73.71	0.2818
102.00	2082.40	26.00	73.85	0.2816
103.00	2091.60	27.00	73.98	0.2814
104.00	2100.20	28.00	74.11	0.2812
105.00	2109.50	29.00	74.24	0.2810
106.00	2118.10	30.00	74.36	0.2808
107.00	2126.80	31.00	74.49	0.2807
110.00	2152.40	34.00	74.85	0.2801
112.00	2168.70	36.00	75.08	0.2798
113.00	2176.90	37.00	75.19	0.2797
114.00	2185.20	38.00	75.31	0.2795
115.00	2193.00	39.00	75.42	0.2794
116.00	2200.80	40.00	75.53	0.2792
117.00	2208.40	41.00	75.63	0.2791
118.00	2216.00	42.00	75.74	0.2789
119.00	2223.40	43.00	75.84	0.2788
120.00	2230.90	44.00	75.94	0.2786
121.00	2238.20	45.00	76.04	0.2785
122.00	2245.20	46.00	76.14	0.2784

123.00	2252.40	47.00	76.23	0.2783
124.00	2259.30	48.00	76.33	0.2781
125.00	2266.10	49.00	76.42	0.2780
126.00	2272.80	50.00	76.51	0.2779
127.00	2279.50	51.00	76.60	0.2778
128.00	2285.90	52.00	76.68	0.2777
129.00	2292.40	53.00	76.77	0.2775
130.00	2298.80	54.00	76.86	0.2774
131.00	2304.90	55.00	76.94	0.2773
132.00	2311.00	56.00	77.02	0.2772
134.00	2322.80	58.00	77.17	0.2770
135.00	2328.50	59.00	77.25	0.2769
136.00	2334.40	60.00	77.33	0.2768
137.00	2339.90	61.00	77.40	0.2767
138.00	2345.40	62.00	77.47	0.2766
141.00	2361.60	65.00	77.68	0.2764
142.00	2367.00	66.00	77.75	0.2763
147.00	2391.30	71.00	78.06	0.2759
148.00	2396.00	72.00	78.12	0.2758
149.00	2400.50	73.00	78.18	0.2757
150.00	2404.80	74.00	78.24	0.2757
151.00	2409.10	75.00	78.29	0.2756
152.00	2413.40	76.00	78.35	0.2755
153.00	2417.40	77.00	78.40	0.2755
154.00	2421.50	78.00	78.45	0.2754
155.00	2425.30	79.00	78.50	0.2754
156.00	2429.20	80.00	78.55	0.2753
157.00	2432.90	81.00	78.59	0.2752
158.00	2436.70	82.00	78.64	0.2752
159.00	2440.30	83.00	78.69	0.2751
160.00	2443.80	84.00	78.73	0.2751
161.00	2447.30	85.00	78.77	0.2750
162.00	2450.80	86.00	78.82	0.2750
163.00	2453.90	87.00	78.86	0.2749
164.00	2457.20	88.00	78.90	0.2749
165.00	2460.40	89.00	78.94	0.2748
166.00	2463.60	90.00	78.98	0.2748
167.00	2466.70	91.00	79.02	0.2747
168.00	2469.50	92.00	79.05	0.2747
169.00	2472.70	93.00	79.09	0.2746
170.00	2475.40	94.00	79.13	0.2746
171.00	2478.10	95.00	79.16	0.2746
172.00	2480.90	96.00	79.19	0.2745
173.00	2483.50	97.00	79.23	0.2745
174.00	2486.20	98.00	79.26	0.2744
175.00	2488.80	99.00	79.29	0.2744
176.00	2491.60	100.00	79.33	0.2744
179.00	2498.80	103.00	79.41	0.2742
183.00	2507.80	107.00	79.52	0.2741
184.00	2510.10	108.00	79.55	0.2741



Programme 5- H.P. 97 1<sup>ère</sup> partie.  
 Recherche de  $R_{\infty}$  - Modèle de la consolidation  
 Effluent Global du 18/9/80 1%  $\text{Cd}(\text{OH})_2$

79.500000 \*\*\*  
 0.000215 \*\*\*

79.520000 \*\*\*  
 0.000621 \*\*\*

79.815894 \*\*\*  
 0.001943 \*\*\*

79.835894 \*\*\*  
 0.001772 \*\*\*

80.043196 \*\*\*

80.043196 \*\*\*  
 0.000399 \*\*\*

80.063196 \*\*\*  
 0.000298 \*\*\*

80.121631 \*\*\*  
 0.000024 \*\*\*

80.141631 \*\*\*  
 -0.000061 \*\*\*

valeur optimale de  $R_{\infty}$ :

80.127506 \*\*\*

Programme 5. HP 97. 2<sup>ème</sup> partie  
 Modèle de la consolidation - Estimations de  $k$  et  $R_0$   
 Effluent global du 18/9/80 - 1%  $Ca(OH)_2$

	184		
$R_{00}$ :	80.130000 ***	45.000000 ***	
$r^2$ :	0.999782 ***	75.270000 ***	
$r$ :	0.999891 ***	75.315381 ***	
$-k$ :	-0.010785 ***	50.000000 ***	
$A$ :	2.416989 ***	75.720000 ***	
$R_0$ :	68.917955 ***	75.747010 ***	
	0.010235 ***	55.000000 ***	
	0.000054 ***	76.130000 ***	
	0.002933 ***	76.139944 ***	
	0.000000 ***	60.000000 ***	
	69.090000 ***	76.500000 ***	
	68.917955 ***	76.497651 ***	
$t'_2$ :	2.000000 ***	65.000000 ***	
$R_2$ expérimental:	69.460000 ***	76.850000 ***	
$R_2$ estimé :	69.331380 ***	76.823290 ***	
	4.000000 ***	70.000000 ***	
	69.820000 ***	77.150000 ***	
	69.729561 ***	77.119735 ***	
	6.000000 ***	75.000000 ***	
	70.170000 ***	77.430000 ***	
	70.113060 ***	77.389604 ***	
	8.000000 ***	80.000000 ***	
	70.520000 ***	77.670000 ***	
	70.482417 ***	77.635280 ***	
	10.000000 ***	85.000000 ***	
	70.850000 ***	77.890000 ***	
	70.830155 ***	77.858931 ***	
	14.000000 ***	90.000000 ***	
	71.470000 ***	79.000000 ***	
	71.510764 ***	78.062531 ***	
	18.000000 ***	95.000000 ***	
	72.070000 ***	78.260000 ***	
	72.134684 ***	78.247879 ***	
	20.000000 ***	98.000000 ***	
	72.350000 ***	78.350000 ***	
	72.429497 ***	78.351013 ***	
	25.000000 ***	102.000000 ***	
	73.030000 ***	78.470000 ***	
	73.119845 ***	78.479789 ***	
	30.000000 ***	106.000000 ***	
	73.660000 ***	78.580000 ***	
	73.748303 ***	78.599243 ***	
	35.000000 ***	107.000000 ***	
	74.240000 ***	78.610000 ***	
	74.320420 ***	78.627730 ***	
	40.000000 ***		
	74.780000 ***		
	74.841246 ***		
		$\Sigma(E.R.)^2$ :	0.000021 ***
		E.R.M.:	0.000667 ***

```
*****
*                               DATA MANIPULATION                               *
*****
Courbes de siccite CAS N°3
```

Data file name:  
 Number of observations: 28  
 Number of variables: 2

Variables names:  
 1. Temps(mn)  
 2. R1 %

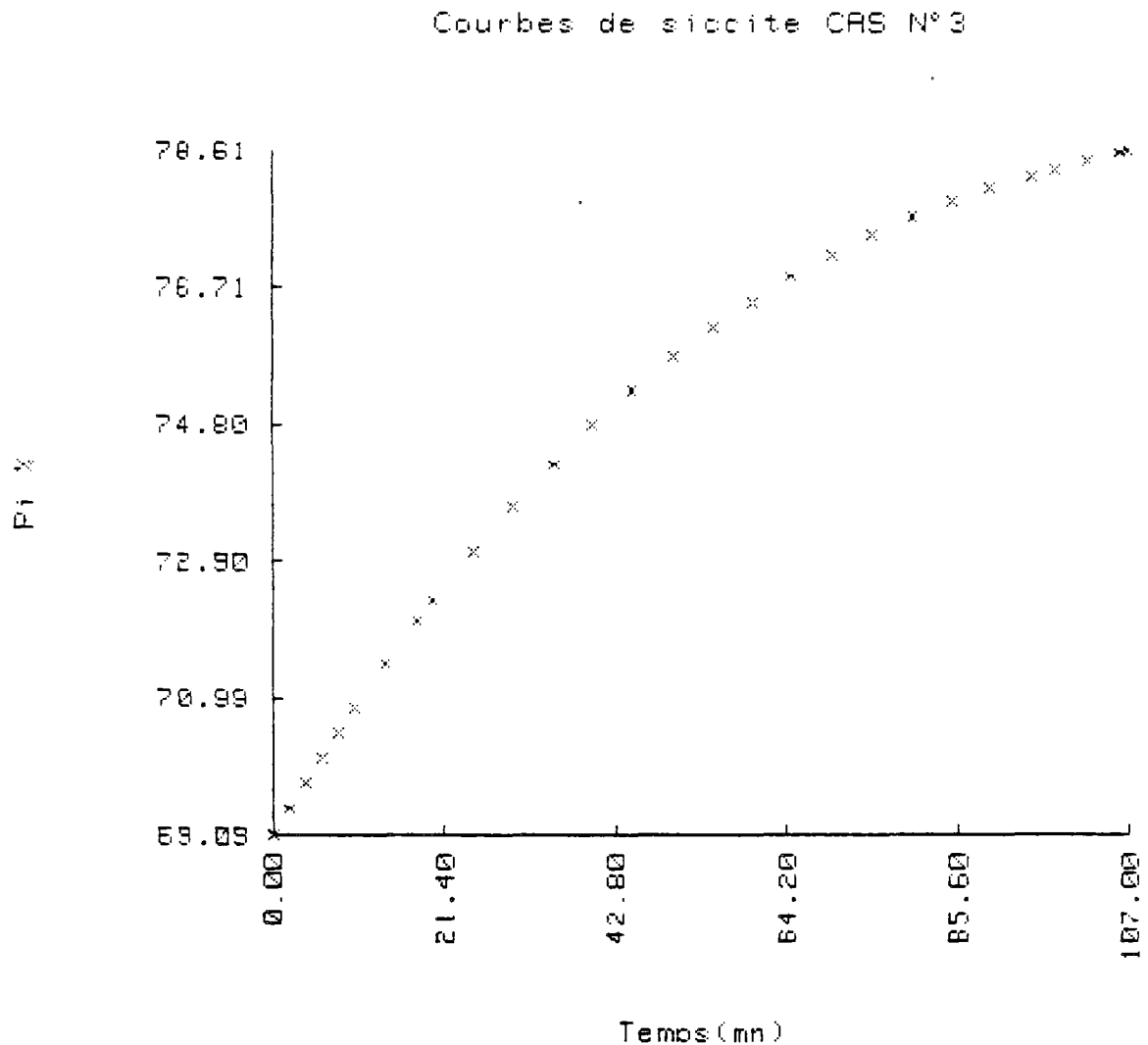
*Effluent global 18/9/80-1%Ca(OH)<sub>2</sub>*  
*Modèle de la consolidation*  
*Recherche de  $R_{\infty}$ ,  $R_0$ ,  $k$*   
*programme de regression non linéaire*  
*(bibliothèque H.P.)*  
*HP 9845 B*

Courbes de siccite CAS N°3

OBS#	Variable # 1	Variable # 2
1	0.00000	69.09000
2	2.00000	69.46000
3	4.00000	69.82000
4	6.00000	70.17000
5	8.00000	70.52000
6	10.00000	70.85000
7	14.00000	71.47000
8	18.00000	72.07000
9	20.00000	72.35000
10	25.00000	73.03000
11	30.00000	73.66000
12	35.00000	74.24000
13	40.00000	74.78000
14	45.00000	75.27000
15	50.00000	75.72000
16	55.00000	76.13000
17	60.00000	76.50000
18	65.00000	76.85000
19	70.00000	77.15000
20	75.00000	77.43000
21	80.00000	77.67000
22	85.00000	77.89000
23	90.00000	78.08000
24	95.00000	78.26000
25		

	98.00000	78.35000
26		
	102.00000	78.47000
27		
	106.00000	78.58000
28		
	107.00000	78.61000

```
*****
NON-LINEAR REGRESSION ON DATA SET:
      Courbes de siccite CAS N°3
*****
--where:  Dependent variable = R1 %
          Independent variable(s) = Temps(mn)
```



```
7160 F=P(1)-(P(1)-P(2))*EXP(-P(3)*X(1))
7200 Der(1)=1-EXP(-P(3)*X(1))
```

```

7210 Der(2)=EXP(-P(3)*X(1))
7220 Der(3)=X(1)+P(1)-P(2)*EXP(-P(3)*X(1))

```

Delta(Convergence criteria)= .0005

THE INITIAL VALUES OF PARAMETERS ARE :

PARAMETER 1 = 79.2

PARAMETER 2 = 69

PARAMETER 3 = .02

THE ESTIMATED PARAMETER VALUES AFTER 2 ITERATIONS ARE :

PARAMETER 1= 80.3770813 ( 8.0377081255E+01)

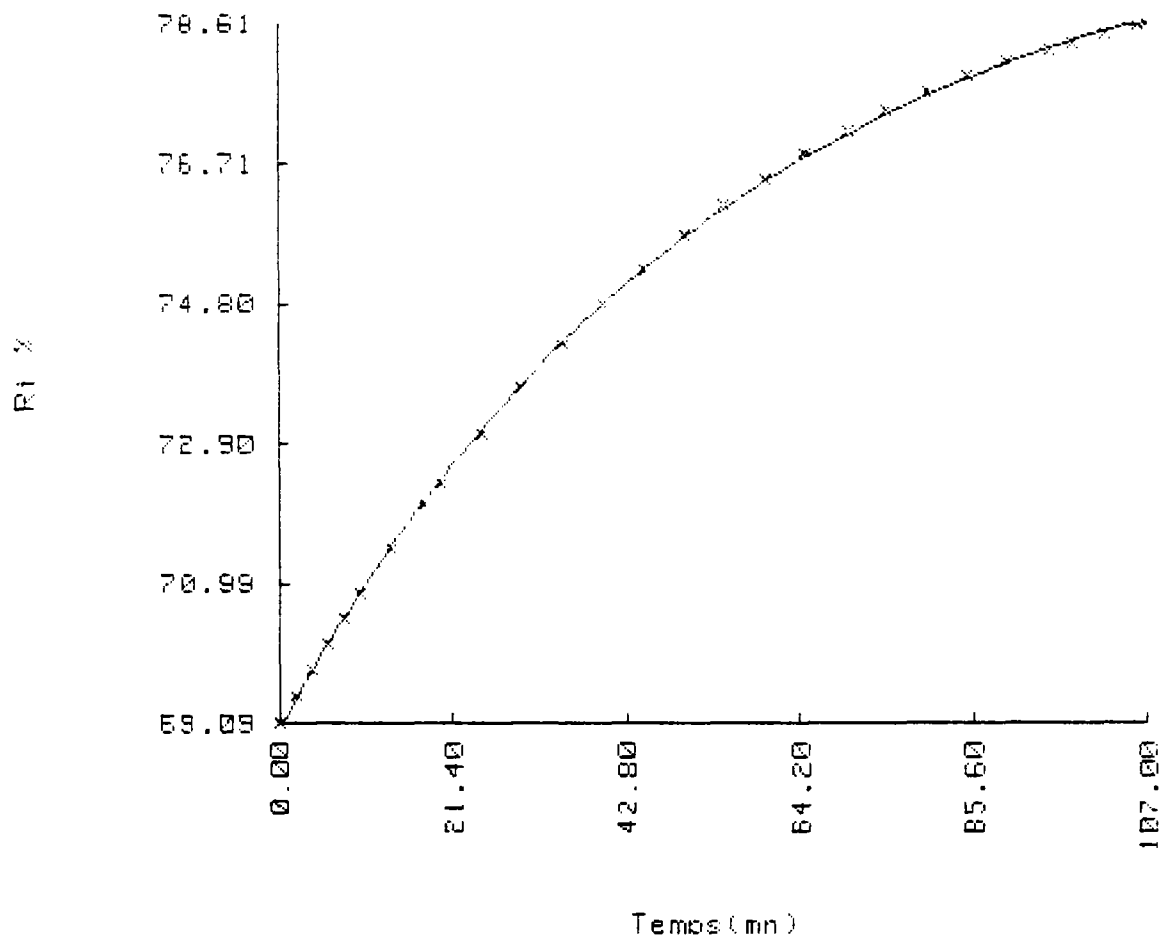
PARAMETER 2= 69.0225448 ( 6.9022544847E+01)

PARAMETER 3= .0177166 ( 1.7716591377E-02)

THE INITIAL VALUE OF SUM OF SQUARED RESIDUALS = 3.7653301416

AFTER 2 ITERATIONS THE SUM OF SQUARED RESIDUALS= 4.98453074773E-02

Courbes de siccite CAS N°3



\*\*\*\*\*

## 99 % CONFIDENCE INTERVALS ON PARAMETERS

PARAMETER	ONE-AT-A TIME C.I.		SIMULTANEOUS C.I.	
	LOWER LIMIT	UPPER LIMIT	LOWER LIMIT	UPPER LIMIT
1	80.2050	80.5492	80.1458	80.6084
2	68.9597	69.0854	68.9380	69.1070
3	.0171	.0183	.0169	.0185

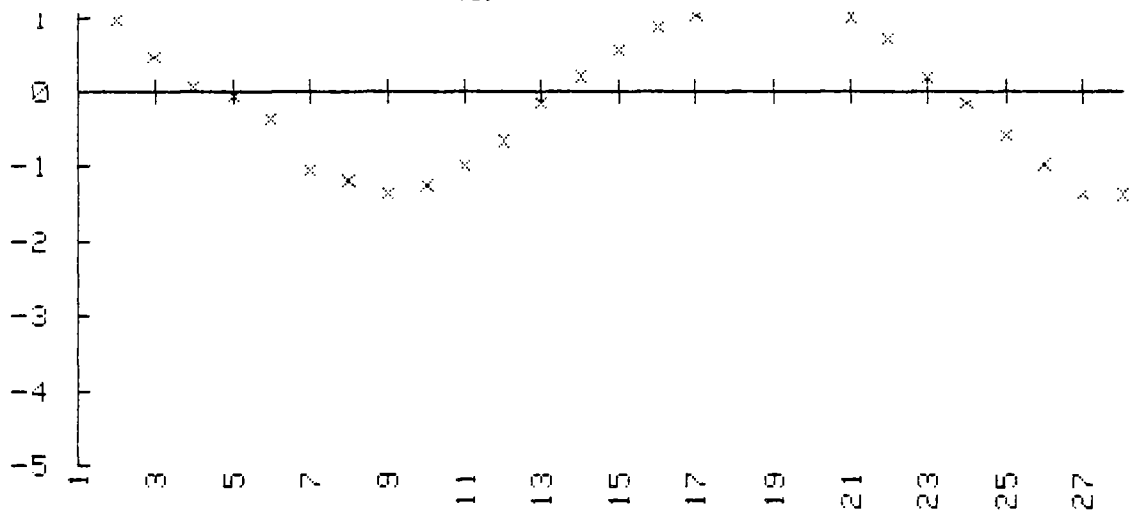
\*\*\*\*\*

## TABLE OF RESIDUALS

OBS#	OBSERVED Y	PREDICTED Y	RESIDUAL	STAND. RES.	SIGNIF.
1	69.09000	69.02254	.06746	1.51068	
2	69.46000	69.41783	.04217	.94446	
3	69.82000	69.79935	.02065	.46247	
4	70.17000	70.16759	.00241	.05397	
5	70.52000	70.52301	-.00301	-.06743	
6	70.85000	70.86606	-.01606	-.35963	
7	71.47000	71.51674	-.04674	-1.04680	
8	72.07000	72.12291	-.05291	-1.18493	
9	72.35000	72.41026	-.06026	-1.34955	
10	73.03000	73.08563	-.05563	-1.24586	
11	73.66000	73.70375	-.04375	-.97973	
12	74.24000	74.26946	-.02946	-.65987	
13	74.78000	74.78722	-.00722	-.16179	
14	75.27000	75.26109	.00891	.19949	
15	75.72000	75.69479	.02521	.56461	
16	76.13000	76.09172	.03828	.85729	
17	76.50000	76.45500	.04500	1.00774	
18	76.85000	76.78749	.06251	1.39998	
19	77.15000	77.09179	.05821	1.30368	
20	77.43000	77.37029	.05971	1.33719	
21	77.67000	77.62519	.04481	1.00364	
22	77.89000	77.85847	.03153	.70609	
23	78.00000	78.07198	.00802	.17959	
24	78.26000	78.26739	-.00739	-.16552	
25	78.35000	78.37659	-.02659	-.59555	
26	78.47000	78.51345	-.04345	-.97315	
27	78.58000	78.64095	-.06095	-1.36502	
28	78.61000	78.67144	-.06144	-1.37593	

Courbes de siccite CAS N° 3





Effluent Global 2° du 18/9/80

Effluent Global

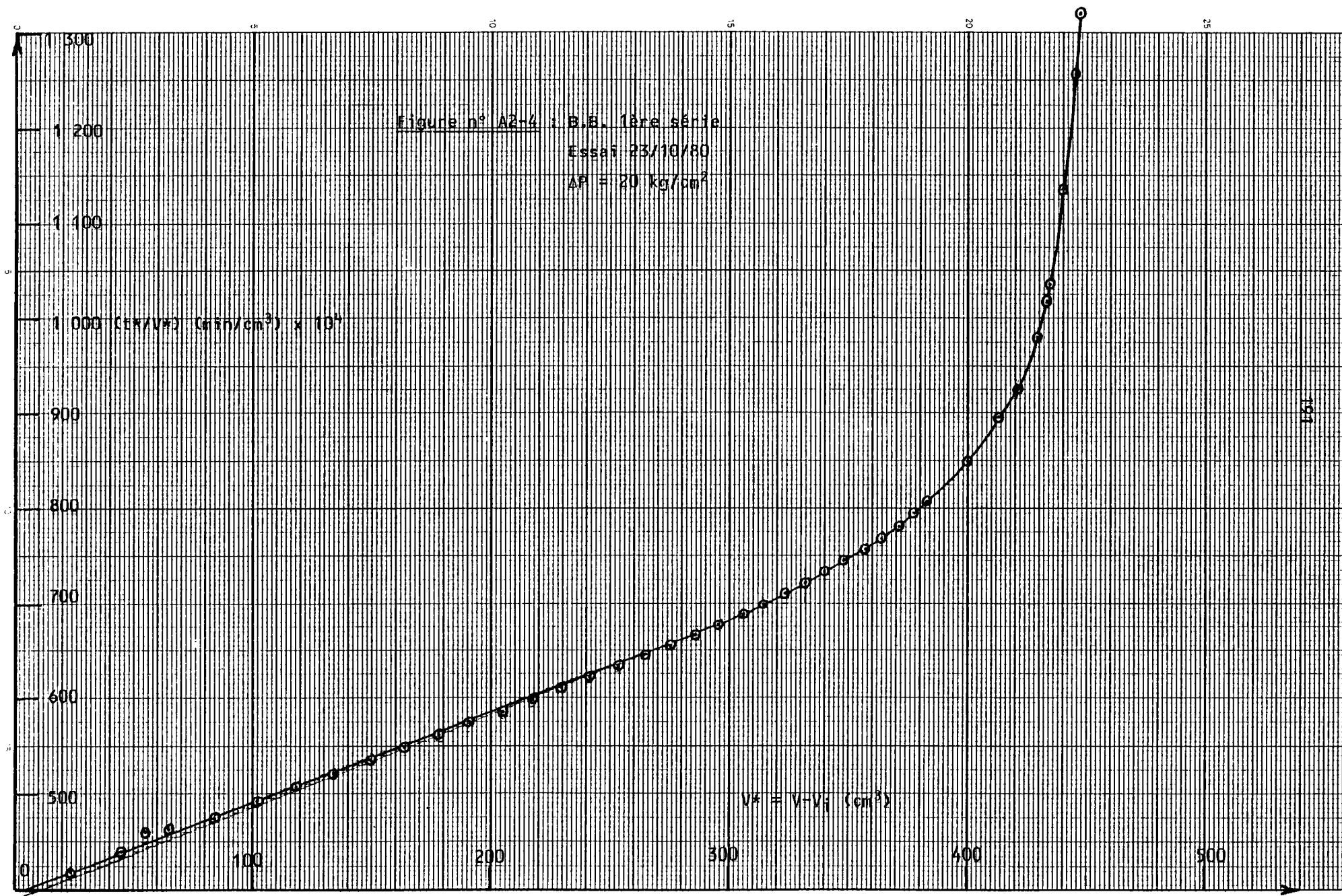
$C_p = 2532/^\circ C$

+7%

20 bars Trappide

E			P			V			E			P			V			E			P			V		
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
1200			1223,6			1241,8			1259,5			1277,0			1294,0			1311,0			1327,9			1344,8		
1361,4			1378,3			1395,2			1412,1			1429,0			1445,9			1462,8			1479,7			1496,6		
1513,5			1530,4			1547,3			1564,2			1581,1			1598,0			1614,9			1631,8			1648,7		
1665,6			1682,5			1699,4			1716,3			1733,2			1750,1			1767,0			1783,9			1800,8		
1817,7			1834,6			1851,5			1868,4			1885,3			1902,2			1919,1			1936,0			1952,9		
1969,8			1986,7			2003,6			2020,5			2037,4			2054,3			2071,2			2088,1			2105,0		
2121,9			2138,8			2155,7			2172,6			2189,5			2206,4			2223,3			2240,2			2257,1		
2274,0			2290,9			2307,8			2324,7			2341,6			2358,5			2375,4			2392,3			2409,2		
2426,1			2443,0			2459,9			2476,8			2493,7			2510,6			2527,5			2544,4			2561,3		
2578,2			2595,1			2612,0			2628,9			2645,8			2662,7			2679,6			2696,5			2713,4		
2730,3			2747,2			2764,1			2781,0			2797,9			2814,8			2831,7			2848,6			2865,5		
2882,4			2899,3			2916,2			2933,1			2950,0			2966,9			2983,8			3000,7			3017,6		
3034,5			3051,4			3068,3			3085,2			3102,1			3119,0			3135,9			3152,8			3169,7		
3186,6			3203,5			3220,4			3237,3			3254,2			3271,1			3288,0			3304,9			3321,8		
3338,7			3355,6			3372,5			3389,4			3406,3			3423,2			3440,1			3457,0			3473,9		
3490,8			3507,7			3524,6			3541,5			3558,4			3575,3			3592,2			3609,1			3626,0		
3642,9			3659,8			3676,7			3693,6			3710,5			3727,4			3744,3			3761,2			3778,1		
3795,0			3811,9			3828,8			3845,7			3862,6			3879,5			3896,4			3913,3			3930,2		
3947,1			3964,0			3980,9			3997,8			4014,7			4031,6			4048,5			4065,4			4082,3		
4099,2			4116,1			4133,0			4149,9			4166,8			4183,7			4200,6			4217,5			4234,4		
4251,3			4268,2			4285,1			4302,0			4318,9			4335,8			4352,7			4369,6			4386,5		
4403,4			4420,3			4437,2			4454,1			4471,0			4487,9			4504,8			4521,7			4538,6		
4555,5			4572,4			4589,3			4606,2			4623,1			4640,0			4656,9			4673,8			4690,7		
4707,6			4724,5			4741,4			4758,3			4775,2			4792,1			4809,0			4825,9			4842,8		
4859,7			4876,6			4893,5			4910,4			4927,3			4944,2			4961,1			4978,0			4994,9		
5011,8			5028,7			5045,6			5062,5			5079,4			5096,3			5113,2			5130,1			5147,0		
5163,9			5180,8			5197,7			5214,6			5231,5			5248,4			5265,3			5282,2			5299,1		
5316,0			5332,9			5349,8			5366,7			5383,6			5400,5			5417,4			5434,3			5451,2		
5468,1			5485,0			5501,9			5518,8			5535,7			5552,6			5569,5			5586,4			5603,3		
5620,2			5637,1			5654,0			5670,9			5687,8			5704,7			5721,6			5738,5			5755,4		
5772,3			5789,2			5806,1			5823,0			5839,9			5856,8			5873,7			5890,6			5907,5		
5924,4			5941,3			5958,2			5975,1			5992,0			6008,9			6025,8			6042,7			6059,6		
6076,5			6093,4			6110,3			6127,2			6144,1			6161,0			6177,9			6194,8			6211,7		
6228,6			6245,5			6262,4			6279,3			6296,2			6313,1			6330,0			6346,9			6363,8		
6380,7			6397,6			6414,5			6431,4</																	





## PROGRAMME CALCFILTRA 1

## PARAMETRES INITIAUX

TEMPS INITIAL POUR CALCULS	TI=7 MIN.
VOLUME DU OU DES GATEAUX	VG=388.87 CM3
MASSE VOLUMIQUE DU FILTRAT	DE=1 G/CM3
MASSE VOLUMIQUE DES SOLIDES	DS=3.47 G/CM3
CONCENTRATION EN SOLIDES DE LA PULPE D'ALIMENTATION	CO=578.36 G/L
PRESSION DE FILTRATION	PF=20 KG/CM2
SURFACE FILTRANTE	SF=480.5 CM2
VISCOSITE DU FILTRAT	EF=.01119 POISES
FACTEUR D'ECHELLE POUR ORDONNEES DU GRAPHE Y=DT/DV	FY=10000
FACTEUR DE CORRECTION D'UNITES SUR PARAMETRES A ET B	FC=6E-03

*Listing de résultats - programme APPLE II+*  
*B.B. 1ère série - 1% Ca(OH)<sub>2</sub>*  
*23/10/80 - ΔP: 20 kg/cm<sup>2</sup>*

## ESTIMATION DU TEMPS DE FILTRATION LIBRE: TL

I = NUMERO D'ORDRE DU POINT  $DT(I) = DV(I)$   
 DT= TEMPS (REDUIT) DE FILTRATION=  $T - T_i$   
 Y = VALEUR OBSERVEE  $Y(I) = DT(I) / DV(I)$ , AVEC  $DV(I) = V(I) - V_i$   
 SP= ECART TYPE DE LA VALEUR PREDITE DE Y, DEPENDANT DE L'ABSCISSE  $DV(I)$   
 YP= VALEUR PREDITE DE Y(I), POUR  $DV(I-1)$   
 EY= VALEUR DU RAPPORT  $(Y(I+1) - YP(I+1)) / SP$   
 YQ= VALEUR PREDITE DE Y(I), POUR  $DV(I-2)$   
 FY= VALEUR DU RAPPORT  $(Y(I+2) - YQ(I+2)) / SP$   
 YR= VALEUR PREDITE DE Y(I), POUR  $DV(I-3)$   
 GY= VALEUR DU RAPPORT  $(Y(I+3) - YR(I+3)) / SP$

I	DT	Y	YP	EY	YQ	FY	YR	GY
17	17.00	644.1834	640.1037	2.56	639.5029	3.13	638.9926	3.52
18	18.00	654.3075	651.1476	1.70	650.3339	2.46	649.6913	3.04
19	19.00	665.4991	661.2905	2.15	660.6975	2.56	659.8333	3.46
20	20.00	677.0480	671.1576	2.75	670.4152	3.36	669.7884	3.82
21	21.00	688.2989	681.1178	2.88	680.1382	3.78	679.3555	4.49
22	22.00	699.7455	690.9063	3.03	689.7775	3.97	688.7485	5.05
23	23.00	710.7540	700.8451	2.87	699.5277	3.82	698.3440	4.91
24	24.00	722.2389	710.4597	2.95	709.0568	3.79	707.6805	4.92
25	25.00	733.5680	720.1287	2.91	718.5425	3.74	717.0798	4.72
26	26.00	745.4128	729.5215	2.99	727.7983	3.79	726.1498	4.77
27	27.00	756.9386	739.1038	2.92	737.1606	3.71	735.3719	4.62
28	28.00	768.8083	748.5080	2.92	746.4247	3.65	744.4129	4.56
29	29.00	781.6711	757.4736	3.07	755.2111	3.79	753.0623	4.65
30	30.00	794.9125	766.4192	3.16	763.8484	3.93	761.5199	4.77
31	31.00	808.9770	775.1480	3.27	772.2633	4.07	769.6255	4.97
32	32.00	822.1993	784.5415	3.16	781.2703	3.95	778.3088	4.85
33	33.00	836.2899	793.6132	3.15	790.1289	3.87	786.7804	4.77
34	34.00	849.5752	803.2767	3.01	799.4919	3.69	795.9231	4.48
35	35.00	864.6245	812.1144	3.06	808.1801	3.67	804.3208	4.43
36	36.00	879.5504	821.2559	3.04	816.9863	3.64	812.9769	4.32
37	37.00	894.3679	830.6445	2.98	826.0986	3.55	821.7499	4.22
38	38.00	909.7438	839.8925	2.96	835.1229	3.49	830.5010	4.12
39	39.00	925.9259	848.8938	2.96	843.8802	3.47	839.0414	4.06
40	40.00	942.0631	858.1416	2.94	852.8379	3.43	847.7540	3.99
41	41.00	960.6373	866.2692	3.02	860.7415	3.49	855.3900	4.04
42	42.00	979.2492	874.7312	3.04	868.7986	3.53	863.2232	4.06
43	43.00	998.1429	883.3470	3.05	877.0657	3.53	871.0870	4.06
44	44.00	1017.3410	892.0810	3.04	885.4793	3.50	879.1544	4.02
45	45.00	1036.8663	900.9015	3.02	894.0027	3.46	887.3607	3.97
46	46.00	1056.7424	909.7802	2.99	902.6034	3.42	895.6682	3.90
47	47.00	1076.2537	919.1017	2.95	911.6538	3.35	904.4363	3.81
48	48.00	1096.1406	928.4025	2.91	920.7439	3.29	913.2598	3.72
49	49.00	1115.9189	0.0000	0.00	930.0819	3.22	922.3860	3.63
50	50.00	1137.1389	0.0000	0.00	0.0000	0.00	930.9216	3.58

## ESTIMATION DU TEMPS DE FILTRATION LIBRE

T.F.L. = 26.00 MINUTES

## LISTE DES M PREMIERS POINTS RELEVES, AJUSTEMENT AU MODELE DE LA FILTRATION LIBRE

DT=TEMPS DE FILTRATION(REDUIT), T-TI, MIN.

DV=VOLUME D'EFFLUENT(REDUIT) , V-VI, CM3

VALEUR EXPER.CORRIGEE Y =  $FY \cdot DT/DV$ ,  $FY \cdot MIN. \cdot CM^{-3}$ 

VALEUR FACTEUR DE CORRECTION FY

VALEUR CALCULEE YC DE  $FY \cdot DT/DV$ ,  $FY \cdot MIN. \cdot CM^{-3}$ ECART DY=Y-YC ,  $FY \cdot MIN \cdot CM^{-3}$ 

DT	DV	(DT/DV) (E)	(DT/DV) (C)	ECART
1	23.8000	420.168068	419.700798	4.67270E-01
2	45.4000	440.528635	439.698841	8.29793E-01
3	64.9000	462.249615	457.752630	4.49698E+00
4	84.1000	475.624257	475.528669	9.55879E-02
5	101.8000	491.159136	491.915954	-7.56818E-01
6	118.4000	506.756757	507.284821	-5.28064E-01
7	134.3000	521.221147	522.005603	-7.84456E-01
8	149.4000	535.475234	535.985717	-5.10482E-01
9	164.2000	548.112058	549.688080	-1.57602E+00
10	178.4000	560.538117	562.834942	-2.29682E+00
11	191.8000	573.514077	575.241135	-1.72705E+00
12	205.1000	585.080448	587.554745	-2.47429E+00
13	217.6000	597.426471	599.127687	-1.70121E+00
14	229.8000	609.225414	610.422878	-1.19746E+00
15	241.6000	620.860927	621.347735	-4.86808E-01
16	253.0000	632.411067	631.902258	5.08809E-01
17	263.9000	644.183403	641.993863	2.18953E+00
18	275.1000	654.307525	652.363219	1.94430E+00
19	285.5000	665.499125	661.991907	3.50721E+00
20	295.4000	677.048070	671.157677	5.89039E+00
21	305.1000	688.298918	680.138279	8.16063E+00
22	314.4000	699.745547	688.748548	1.09969E+01
23	323.6000	710.754018	697.266233	1.34877E+01
24	332.3000	722.238941	705.321001	1.69179E+01
25	340.8000	733.568075	713.190601	2.03774E+01
26	348.8000	745.412844	720.597284	2.48155E+01
27	356.7000	756.938604	727.911383	2.90272E+01
28	364.2000	768.808347	734.855148	3.39531E+01
29	371.0000	781.671159	741.150828	4.05203E+01
30	377.4000	794.912560	747.076175	4.78363E+01
31	383.2000	808.977035	752.446020	5.65310E+01
32	389.2000	822.199383	758.001032	6.41983E+01
33	394.6000	836.289914	763.000543	7.32893E+01
34	400.2000	849.575212	768.185221	8.13899E+01
35	404.8000	864.624506	772.444063	9.21804E+01
36	409.3000	879.550452	776.610322	1.02940E+02
37	413.7000	894.367900	780.683998	1.13683E+02
38	417.7000	909.743835	784.387339	1.25356E+02
39	421.2000	925.925926	787.627763	1.38298E+02
40	424.6000	942.063118	790.775603	1.51287E+02

41	426.8000	960.637301	792.812440	1.67824E+02
42	428.9000	979.249242	794.756695	1.84492E+02
43	430.8000	998.142990	796.515782	2.01627E+02
44	432.5000	1017.341040	798.089702	2.19251E+02
45	434.0000	1036.866360	799.478455	2.37387E+02
46	435.3000	1056.742480	800.682041	2.56060E+02
47	436.7000	1076.253720	801.978211	2.74275E+02
48	437.9000	1096.140670	803.089213	2.93051E+02
49	439.1000	1115.918930	804.200215	3.11718E+02
50	439.7000	1137.138960	804.755717	3.32383E+02

## TEST DE LA SIGNIFICATION DE LA REGRESSION

SOURCE DE VARIATION	D.L.	S.C.	C.M.	F
REGRESSION	1	100468.3020	100468.3020	26104.03
RESIDUELLE	17	65.4290	3.8487	
TOTAL CORRIGE	18	100533.7310		

## PARAMETRES CARACTERISTIQUES DE LA FILTRATION LIBRE

COEFFICIENT DE CORRELATION LINEAIRE	R=.999674537
PENTE DE LA DROITE DE FILTRATION	A=.925835342
ORDONNEE A L'ORIGINE	B=397.665917
ECART TYPE DES OBSERVATIONS	E.T.O.=1.96182689
ECART TYPE DE A	E.T.A.=5.73033362E-03
ECART RELATIF MOYEN	E.R.M.=2.09524842E-03

POIDS DE SOLIDE/UNITE DE VOL.FILTRAT	MP=1.00880374 G/CM3
CARACTERISTIQUE FILTRE	K=8.09628331E+14 UNITES CGS
PENTE DE LA DROITE DE FILTRATION	TANG.THETA=5.55501205E-03 UNITES CGS
RESISTANCE SPECIFIQUE A LA FILTRATION	ALPHA=4.45824591E+12 CM/G
RESISTANCE A T=TI	RM=2.01016603E+12 (CM)^-1

## SICCITE DES GATEAUX, EN FONCTION DU TEMPS

(

APRES FILTRATION LIBRE

T=TEMPS DE FILTRATION ,MIN.

V=VOLUME DE FILTRAT,CM3

TS=TEMPS D'ESSORAGE TS=T-TL ,MIN.

SC=SICCITE DES GATEAUX ,%

MP=POIDS DE SOLIDE DEPOSE/UNITE DE VOLUME DE FILTRAT ,G/CM3

T	V	TS	SC	MP
26.00	522.50	0.00	68.98	1.0088
27.00	532.40	1.00	69.36	1.0007
28.00	542.10	2.00	69.73	0.9932
29.00	551.40	3.00	70.08	0.9862
30.00	560.60	4.00	70.42	0.9795
31.00	569.30	5.00	70.74	0.9734
32.00	577.80	6.00	71.05	0.9676
33.00	585.80	7.00	71.34	0.9622
34.00	593.70	8.00	71.62	0.9571
35.00	601.20	9.00	71.89	0.9524
36.00	608.00	10.00	72.13	0.9482
37.00	614.40	11.00	72.35	0.9444
38.00	620.20	12.00	72.56	0.9409
39.00	626.20	13.00	72.76	0.9375
40.00	631.60	14.00	72.95	0.9344
41.00	637.20	15.00	73.14	0.9313
42.00	641.80	16.00	73.30	0.9287
43.00	646.30	17.00	73.45	0.9263
44.00	650.70	18.00	73.60	0.9239
45.00	654.70	19.00	73.74	0.9218
46.00	658.20	20.00	73.85	0.9200
47.00	661.60	21.00	73.97	0.9183
48.00	663.80	22.00	74.04	0.9171
49.00	665.90	23.00	74.11	0.9161
50.00	667.80	24.00	74.17	0.9151
51.00	669.50	25.00	74.23	0.9142
52.00	671.00	26.00	74.28	0.9135
53.00	672.30	27.00	74.32	0.9128
54.00	673.70	28.00	74.37	0.9121
55.00	674.90	29.00	74.41	0.9116
56.00	676.10	30.00	74.45	0.9110
57.00	676.70	31.00	74.47	0.9107
58.00	677.80	32.00	74.50	0.9101
59.00	679.20	33.00	74.55	0.9094
60.00	680.10	34.00	74.58	0.9090
61.00	681.00	35.00	74.61	0.9086
62.00	681.70	36.00	74.63	0.9082
63.00	682.50	37.00	74.66	0.9078
64.00	683.10	38.00	74.68	0.9076
65.00	683.70	39.00	74.69	0.9073
66.00	684.10	40.00	74.71	0.9071
67.00	684.90	41.00	74.73	0.9067

$$Y(X) = P - A \cdot \exp(-C \cdot X) + B \cdot \exp(-D \cdot X)$$

$$\begin{aligned} A &= 75.052964 &= R_{\infty} \\ B &= 68.814840 &= R_0 \\ C &= 0.078184 &= k \end{aligned}$$

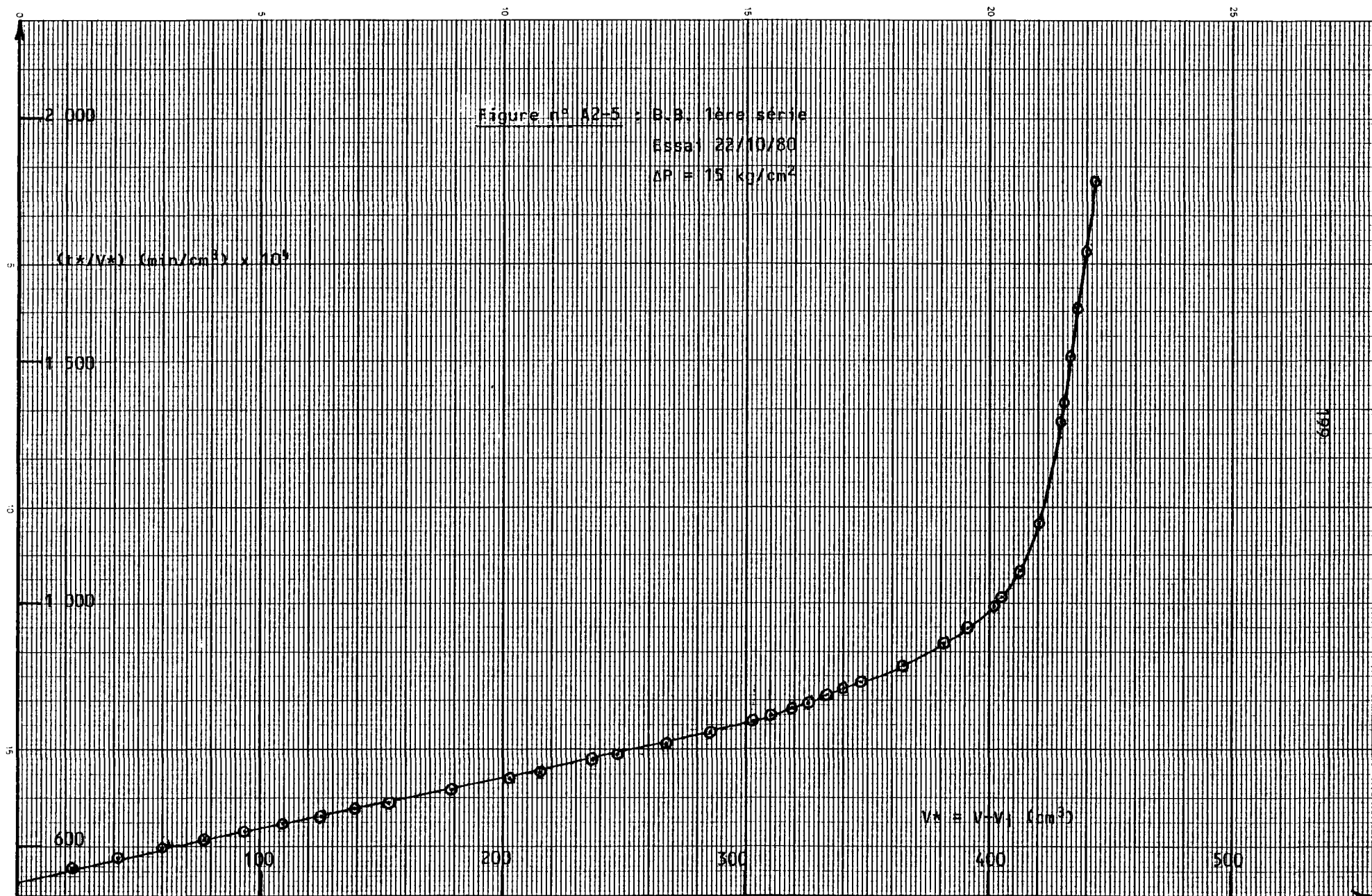
*Listing de résultats - programme APPLE II +*  
*B.B. 1ère série - 1% CaOH<sub>12</sub>*  
*23/10/80 DP = 20 kg/cm<sup>2</sup>*  
*Modèle de la consolidation*

X(I)	YE(I)	YC(I)	DY(I)
0.00000	68.98600	68.81484	1.71164E-01
1.00000	69.36537	69.28398	8.13879E-02
2.00000	69.73319	69.71785	1.53456E-02
3.00000	70.08229	70.11908	-3.67902E-02
4.00000	70.42426	70.49014	-6.58774E-02
5.00000	70.74461	70.83329	-8.86861E-02
6.00000	71.05477	71.15064	-9.58687E-02
7.00000	71.34418	71.44412	-9.99392E-02
8.00000	71.62761	71.71555	-8.79137E-02
9.00000	71.89456	71.96652	-7.19694E-02
10.00000	72.13480	72.19864	-6.38458E-02
11.00000	72.35938	72.41331	-5.39296E-02
12.00000	72.56163	72.61183	-5.01945E-02
13.00000	72.76960	72.79542	-2.58152E-02
14.00000	72.95569	72.96520	-9.51147E-03
15.00000	73.14759	73.12221	2.53757E-02
16.00000	73.30440	73.26742	3.69895E-02
17.00000	73.45711	73.40170	5.54095E-02
18.00000	73.60575	73.52589	7.98651E-02
19.00000	73.74031	73.64073	9.95767E-02
20.00000	73.85760	73.74694	1.10662E-01
21.00000	73.97115	73.84516	1.25990E-01
22.00000	74.04442	73.93600	1.08422E-01
23.00000	74.11420	74.02000	9.42061E-02
24.00000	74.17722	74.09768	7.95343E-02
25.00000	74.23350	74.16953	6.39706E-02
26.00000	74.28308	74.23597	4.71097E-02
27.00000	74.32598	74.29741	2.85749E-02
28.00000	74.37213	74.35423	1.78996E-02
29.00000	74.41163	74.40678	4.85408E-03
30.00000	74.45109	74.45538	-4.28667E-03
31.00000	74.47080	74.50032	-2.95183E-02
32.00000	74.50691	74.54186	-3.49752E-02
33.00000	74.55280	74.58032	-2.75166E-02
34.00000	74.58227	74.61586	-3.35921E-02
35.00000	74.61172	74.64874	-3.70207E-02
36.00000	74.63460	74.67914	-4.45384E-02
37.00000	74.66073	74.70725	-4.65203E-02
38.00000	74.68032	74.73325	-5.29344E-02
39.00000	74.69989	74.75729	-5.74048E-02
40.00000	74.71293	74.77953	-6.65980E-02
41.00000	74.73900	74.80009	-6.10917E-02

$$SOM(Y \text{ EXPERIMENTAL} - Y \text{ CALCULE})^2 = .156752332$$

$$ECART \text{ RELATIF MOYEN} = 9.53389256E-04$$





## PROGRAMME CALCFILTRA 1

## PARAMETRES INITIAUX

TEMPS INITIAL POUR CALCULS	TI=7 MIN.
VOLUME DU OU DES GATEAUX	VG=383.21 CM3
MASSE VOLUMIQUE DU FILTRAT	DE=1 G/CM3
MASSE VOLUMIQUE DES SOLIDES	DS=3.47 G/CM3
CONCENTRATION EN SOLIDES DE LA PULPE D'ALIMENTATION	CO=572.22 G/L
PRESSION DE FILTRATION	PF=15 KG/CM2
SURFACE FILTRANTE	SF=480.5 CM2
VISCOSITE DU FILTRAT	EF=.01131 POISES
FACTEUR D'ECHELLE POUR ORDONNEES DU GRAPHE Y=DT/DV	FY=10000
FACTEUR DE CORRECTION D'UNITES SUR PARAMETRES A ET B	FC=6E-03

*Listing de résultats. programme APPLE II+*  
*B.B. 1ère série - 1% CaOH)<sub>2</sub>*  
*22/10/80      ΔP= 15kg/cm<sup>2</sup>*

## ESTIMATION DU TEMPS DE FILTRATION LIBRE: TL

I = NUMERO D'ORDRE DU POINT  $DT(I) = DV(I)$   
 DT= TEMPS(REDUIT) DE FILTRATION=  $T - T_i$   
 Y = VALEUR OBSERVEE  $Y(I) = DT(I) / DV(I)$ , AVEC  $DV(I) = V(I) - V_i$   
 SP= ECART TYPE DE LA VALEUR PREDITE DE Y, DEPENDANT DE L'ABSCISSE  $DV(I)$   
 YP= VALEUR PREDITE DE  $Y(I)$ , POUR  $DV(I-1)$   
 EY= VALEUR DU RAPPORT  $(Y(I+1) - YP(I+1)) / SP$   
 YQ= VALEUR PREDITE DE  $Y(I)$ , POUR  $DV(I-2)$   
 FY= VALEUR DU RAPPORT  $(Y(I+2) - YQ(I+2)) / SP$   
 YR= VALEUR PREDITE DE  $Y(I)$ , POUR  $DV(I-3)$   
 GY= VALEUR DU RAPPORT  $(Y(I+3) - YR(I+3)) / SP$

I	DT	Y	YP	EY	YQ	FY	YR	GY
15	15.00	663.7168	661.0053	2.09	660.5672	2.45	660.2970	2.49
16	16.00	675.3904	672.3371	2.11	671.7143	2.78	671.2419	3.16
17	17.00	687.4241	683.2526	2.60	682.5993	3.29	681.9320	4.08
18	18.00	699.0291	694.1961	2.58	693.3614	3.49	692.6641	4.27
19	19.00	710.2803	705.0685	2.40	704.1597	3.23	703.2720	4.26
20	20.00	722.8044	715.2076	3.11	714.2862	3.89	713.3262	4.94
21	21.00	734.7795	725.6395	3.09	724.3749	4.22	723.4037	5.14
22	22.00	747.5365	735.7001	3.34	734.2643	4.45	732.9378	5.88
23	23.00	759.5772	746.1528	3.09	744.3935	4.25	742.8892	5.55
24	24.00	772.2007	756.3047	3.10	754.4118	4.07	752.5755	5.46
25	25.00	784.6829	766.5654	3.00	764.4361	3.92	762.4643	5.06
26	26.00	798.0356	776.4581	3.09	774.1514	3.94	771.9420	5.03
27	27.00	811.5419	786.4212	3.09	783.8096	3.95	781.4213	4.94
28	28.00	824.2566	796.8719	2.92	793.9713	3.72	791.2677	4.68
29	29.00	836.2168	807.6630	2.68	804.6316	3.35	801.6292	4.23
30	30.00	848.8964	818.0072	2.62	814.9732	3.18	811.8449	3.92
31	31.00	862.7887	827.7702	2.71	824.6276	3.23	821.5082	3.86
32	32.00	875.7526	838.1207	2.64	834.7054	3.17	831.4724	3.74
33	33.00	889.4878	848.1007	2.66	844.5762	3.14	841.0721	3.73
34	34.00	903.7745	857.8976	2.70	854.1792	3.18	850.5706	3.72
35	35.00	918.3941	867.6618	2.73	863.7080	3.21	859.9070	3.74
36	36.00	932.8841	877.6380	2.72	873.4389	3.20	869.3999	3.72
37	37.00	947.0181	887.9069	2.68	883.5048	3.13	879.2160	3.64
38	38.00	962.5126	897.5293	2.72	892.9975	3.14	888.5159	3.64
39	40.00	994.0357	911.9805	3.16	907.1162	3.63	902.4338	4.13
40	41.00	1011.5963	921.6691	3.11	915.6989	3.69	910.7743	4.20
41	42.00	1029.9166	931.1767	3.09	924.9387	3.63	918.9045	4.27
42	43.00	1048.0136	941.0527	3.03	934.5130	3.55	928.2083	4.14
43	44.00	1067.4429	950.4074	3.03	943.6413	3.51	937.0486	4.07
44	45.00	1086.6940	960.1241	2.99	953.0506	3.45	946.2298	3.98
45	46.00	1106.5672	969.7166	2.97	962.3979	3.41	955.2764	3.91
46	47.00	1125.2094	980.2137	2.90	972.6207	3.31	965.2401	3.78
47	48.00	1145.3113	990.0206	2.87	982.2914	3.26	974.6536	3.70
48	49.00	1165.0023	1000.2491	2.83	992.2955	3.19	984.5174	3.60
49	50.00	1185.6770	0.0000	0.00	1001.9541	3.16	993.9637	3.55
50	51.00	1205.3888	0.0000	0.00	0.0000	0.00	1004.1241	3.46

## ESTIMATION DU TEMPS DE FILTRATION LIBRE

T.F.L. = 27.00 MINUTES

## LISTE DES M PREMIERS POINTS RELEVES, AJUSTEMENT AU MODELE DE LA FILTRATION LIBRE

DT=TEMPS DE FILTRATION(REDUIT), T-TI, MIN.

DV=VOLUME D'EFFLUENT(REDUIT) , V-VI, CM3

VALEUR EXPER.CORRIGEE Y =  $FY \cdot DT/DV$ ,  $FY \cdot MIN.$  CM-3

VALEUR FACTEUR DE CORRECTION FY

VALEUR CALCULEE YC DE  $FY \cdot DT/DV$ ,  $FY \cdot MIN.$  CM-3ECART DY=Y-YC ,  $FY \cdot MIN$  CM-3

DT	DV	(DT/DV) (E)	(DT/DV) (C)	ECART
1	21.8100	458.505272	457.771929	7.33343E-01
2	41.7000	479.616306	477.954081	1.66222E+00
3	60.1000	499.168053	496.624348	2.54370E+00
4	77.4000	516.795866	514.178458	2.61740E+00
5	94.0000	531.914894	531.022286	8.92607E-01
6	109.6000	547.445255	546.851426	5.93829E-01
7	124.7000	561.347233	562.173221	-8.25987E-01
8	139.2000	574.712644	576.886203	-2.17355E+00
9	152.7000	589.390963	590.584497	-1.19353E+00
10	166.2000	601.684717	604.282791	-2.59807E+00
11	179.2000	613.839286	617.473740	-3.63445E+00
12	191.7000	625.978091	630.157346	-4.17925E+00
13	203.4000	639.134710	642.029200	-2.89449E+00
14	214.9000	651.465798	653.698117	-2.23231E+00
15	226.0000	663.716814	664.961159	-1.24434E+00
16	236.9000	675.390460	676.021263	-6.30802E-01
17	247.3000	687.424181	686.574022	8.50158E-01
18	257.5000	699.029126	696.923844	2.10528E+00
19	267.5000	710.280374	707.070728	3.20964E+00
20	276.7000	722.804481	716.405862	6.39861E+00
21	285.8000	734.779567	725.639527	9.14003E+00
22	294.3000	747.536528	734.264379	1.32721E+01
23	302.8000	759.577279	742.889230	1.66880E+01
24	310.8000	772.200773	751.006738	2.11940E+01
25	318.6000	784.682988	758.921308	2.57616E+01
26	325.8000	798.035604	766.227064	3.18085E+01
27	332.7000	811.541929	773.228414	3.83135E+01
28	339.7000	824.256697	780.331233	4.39254E+01
29	346.8000	836.216840	787.535521	4.86813E+01
30	353.4000	848.896434	794.232465	5.46639E+01
31	359.3000	862.788756	800.219126	6.25696E+01
32	365.4000	875.752600	806.408726	6.93438E+01
33	371.0000	889.487871	812.090981	7.73968E+01
34	376.2000	903.774588	817.367361	8.64072E+01
35	381.1000	918.394123	822.339334	9.60547E+01
36	385.9000	932.884167	827.209839	1.05674E+02
37	390.7000	947.018173	832.080343	1.14937E+02
38	394.8000	962.512665	836.240565	1.26272E+02
40	402.4000	994.035785	843.952198	1.50083E+02
41	405.3000	1011.596350	846.894794	1.64701E+02

42	407.8000	1029.916630	849.431515	1.80485E+02
43	410.3000	1048.013650	851.968236	1.96045E+02
44	412.2000	1067.442990	853.896145	2.13546E+02
45	414.1000	1086.694040	855.824053	2.30869E+02
46	415.7000	1106.567240	857.447554	2.49119E+02
47	417.7000	1125.209480	859.476931	2.65732E+02
48	419.1000	1145.311380	860.897495	2.84413E+02
49	420.6000	1165.002380	862.419527	3.02582E+02
50	421.7000	1185.677020	863.535684	3.22141E+02
51	423.1000	1205.388800	864.956248	3.40432E+02

## TEST DE LA SIGNIFICATION DE LA REGRESSION

SOURCE DE VARIATION	D.L.	S.C.	C.M.	F
REGRESSION	1	120475.1480	120475.1480	16214.16
RESIDUELLE	18	133.7443	7.4302	
TOTAL CORRIGE	19	120608.8930		

## PARAMETRES CARACTERISTIQUES DE LA FILTRATION LIBRE

COEFFICIENT DE CORRELATION LINEAIRE	R=.999445389
PENTE DE LA DROITE DE FILTRATION	A=1.01468843
ORDONNEE A L'ORIGINE	B=435.641574
ECART TYPE DES OBSERVATIONS	E.T.O.=2.72584716
ECART TYPE DE A	E.T.A.=7.96866326E-03
ECART RELATIF MOYEN	E.R.M.=2.58863344E-03

POIDS DE SOLIDE/UNITE DE VOL.FILTRAT	MP=1.00885964 G/CM3
CARACTERISTIQUE FILTRE	K=6.00778582E+14 UNITES CGS
PENTE DE LA DROITE DE FILTRATION	TANG.THETA=6.08813058E-03 UNITES CGS
RESISTANCE SPECIFIQUE A LA FILTRATION	ALPHA=3.62549786E+12 CM/G
RESISTANCE A T=TI	RM=1.63407363E+12 (CM)^-1

## SICCITE DES GATEAUX, EN FONCTION DU TEMPS

(

APRES FILTRATION LIBRE

T=TEMPS DE FILTRATION ,MIN.

V=VOLUME DE FILTRAT,CM3

TS=TEMPS D'ESSORAGE TS=T-TL ,MIN.

SC=SICCITE DES GATEAUX ,%

MP=POIDS DE SOLIDE DEPOSE/UNITE DE VOLUME DE FILTRAT ,G/CM3

T	V	TS	SC	MP
27.00	502.20	0.00	68.11	1.0088
28.00	511.30	1.00	68.47	1.0010
29.00	519.80	2.00	68.80	0.9940
30.00	528.30	3.00	69.13	0.9872
31.00	536.30	4.00	69.43	0.9810
32.00	544.10	5.00	69.73	0.9752
33.00	551.30	6.00	70.00	0.9699
34.00	558.20	7.00	70.26	0.9650
35.00	565.20	8.00	70.52	0.9601
36.00	572.30	9.00	70.78	0.9553
37.00	578.90	10.00	71.02	0.9510
38.00	584.80	11.00	71.24	0.9471
39.00	590.90	12.00	71.46	0.9433
40.00	596.50	13.00	71.66	0.9398
41.00	601.70	14.00	71.85	0.9366
42.00	606.60	15.00	72.02	0.9337
43.00	611.40	16.00	72.19	0.9308
44.00	616.20	17.00	72.36	0.9280
45.00	620.30	18.00	72.50	0.9257
47.00	627.90	20.00	72.77	0.9214
48.00	630.80	21.00	72.87	0.9198
49.00	633.30	22.00	72.95	0.9184
50.00	635.80	23.00	73.04	0.9171
51.00	637.70	24.00	73.11	0.9160
52.00	639.60	25.00	73.17	0.9150
53.00	641.20	26.00	73.23	0.9142
54.00	643.20	27.00	73.29	0.9131
55.00	644.60	28.00	73.34	0.9124
56.00	646.10	29.00	73.39	0.9116
57.00	647.20	30.00	73.43	0.9110
58.00	648.60	31.00	73.48	0.9103
59.00	649.70	32.00	73.52	0.9097
60.00	650.60	33.00	73.55	0.9092
61.00	651.10	34.00	73.56	0.9090
63.00	652.30	36.00	73.60	0.9083
64.00	653.40	37.00	73.64	0.9078
65.00	654.10	38.00	73.66	0.9074
66.00	654.80	39.00	73.69	0.9071
67.00	655.30	40.00	73.70	0.9068
68.00	655.90	41.00	73.73	0.9065
69.00	656.30	42.00	73.74	0.9063
70.00	657.00	43.00	73.76	0.9059

71.00	657.40	44.00	73.78	0.9057
72.00	658.30	45.00	73.81	0.9053
73.00	659.10	46.00	73.83	0.9049
74.00	660.00	47.00	73.86	0.9044
75.00	660.70	48.00	73.89	0.9041
76.00	661.10	49.00	73.90	0.9039
77.00	661.70	50.00	73.92	0.9036
78.00	662.90	51.00	73.96	0.9030
79.00	663.60	52.00	73.98	0.9026
80.00	664.10	53.00	74.00	0.9024
81.00	664.70	54.00	74.02	0.9021
82.00	665.10	55.00	74.03	0.9019
83.00	665.40	56.00	74.04	0.9017
84.00	665.90	57.00	74.06	0.9015
85.00	666.40	58.00	74.08	0.9012
86.00	666.60	59.00	74.08	0.9011
87.00	667.00	60.00	74.10	0.9009
88.00	667.20	61.00	74.10	0.9008
90.00	669.60	63.00	74.18	0.8996



$$Y(X) = A - A \cdot \exp(-C \cdot X) + B \cdot \exp(-C \cdot X)$$

207

Listing de résultats. programme APPLE II+

B.B. 1ère série. 1/2 Ca(OH)<sub>2</sub>

22/10/80

$\Delta P = 15 \text{ kg/cm}^2$

Modèle de la consolidation.

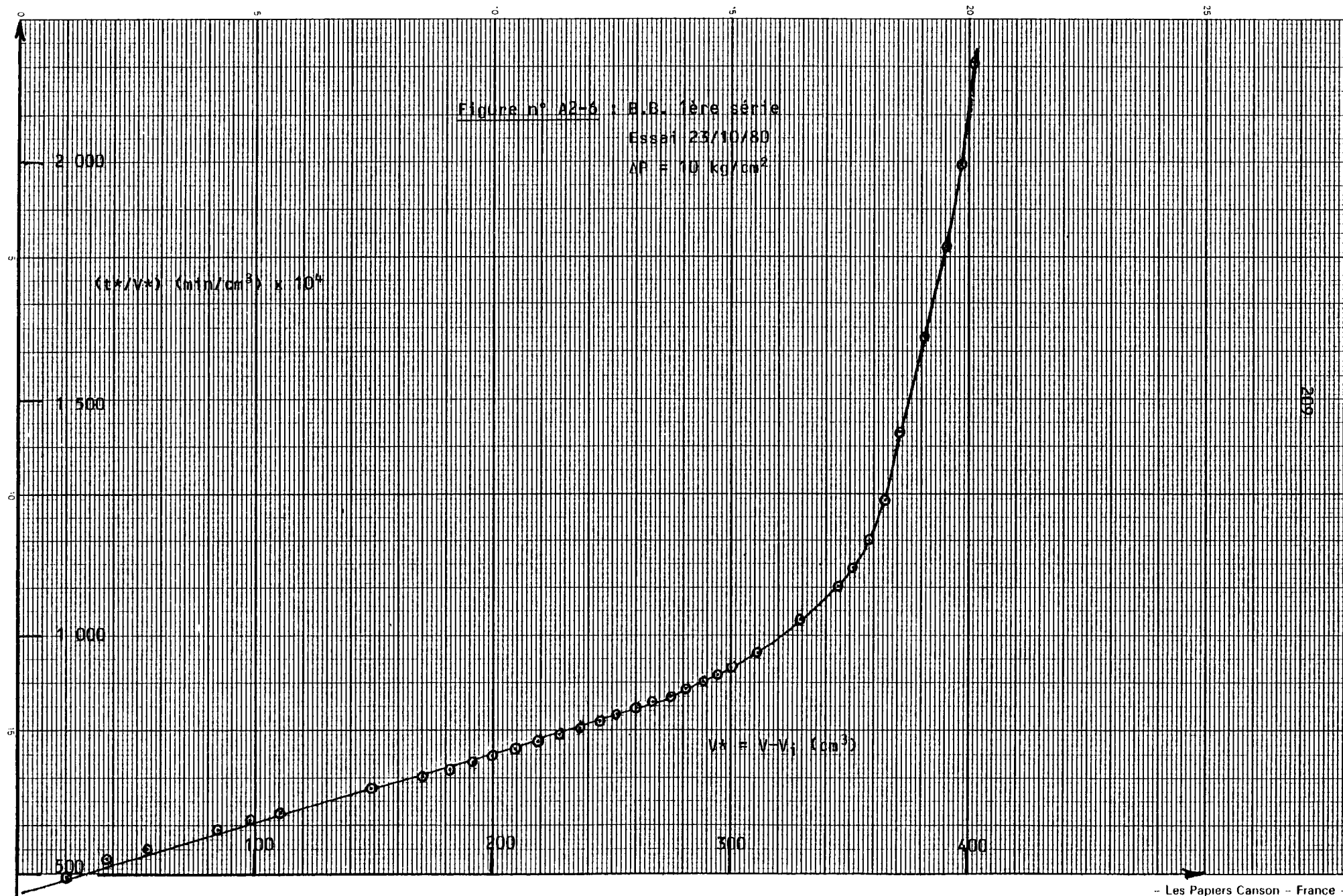
A= 74.141577 =  $R_{\alpha}$   
 B= 67.956303 =  $R_0$   
 C= 0.071122 =  $\lambda$

X(I)	YE(I)	YD(I)	DY(I)
0.00000	68.11167	67.95630	1.55374E-01
1.00000	68.47052	68.38093	8.95933E-02
2.00000	68.80251	68.77641	2.61034E-02
3.00000	69.13145	69.14473	-1.32830E-02
4.00000	69.43830	69.48778	-4.94785E-02
5.00000	69.73494	69.80727	-7.23249E-02
6.00000	70.00658	70.10483	-9.82469E-02
7.00000	70.26495	70.38196	-1.17009E-01
8.00000	70.52513	70.64006	-1.14930E-01
9.00000	70.78707	70.88044	-9.33771E-02
10.00000	71.02881	71.10433	-7.55205E-02
11.00000	71.24349	71.31284	-6.93480E-02
12.00000	71.46406	71.50704	-4.29744E-02
13.00000	71.66532	71.68790	-2.25820E-02
14.00000	71.85115	71.85635	-5.19660E-03
15.00000	72.02535	72.01324	1.21160E-02
16.00000	72.19514	72.15935	3.57886E-02
17.00000	72.36408	72.29543	6.86521E-02
18.00000	72.50773	72.42217	8.55594E-02
20.00000	72.77241	72.65015	1.22261E-01
21.00000	72.87286	72.75254	1.20326E-01
22.00000	72.95922	72.84790	1.11325E-01
23.00000	73.04536	72.93671	1.08650E-01
24.00000	73.11068	73.01943	9.12530E-02
25.00000	73.17587	73.09646	7.94076E-02
26.00000	73.23067	73.16821	6.24597E-02
27.00000	73.29905	73.23504	6.40123E-02
28.00000	73.34683	73.29727	4.95572E-02
29.00000	73.39795	73.35523	4.27121E-02
30.00000	73.43538	73.40922	2.61654E-02
31.00000	73.48297	73.45949	2.34744E-02
32.00000	73.52031	73.50632	1.39907E-02
33.00000	73.55083	73.54993	9.01222E-04
34.00000	73.56778	73.59055	-2.27716E-02
36.00000	73.60841	73.66361	-5.52003E-02
37.00000	73.64561	73.69642	-5.08110E-02
38.00000	73.66926	73.72698	-5.77185E-02
39.00000	73.69290	73.75545	-6.25449E-02
40.00000	73.70977	73.78195	-7.21806E-02
41.00000	73.73001	73.80664	-7.66332E-02
42.00000	73.74349	73.82964	-8.61431E-02
43.00000	73.76708	73.85105	-8.39746E-02
44.00000	73.78054	73.87100	-9.04506E-02
45.00000	73.81083	73.88957	-7.87413E-02
46.00000	73.83773	73.90687	-6.91447E-02
47.00000	73.86796	73.92298	-5.50243E-02
48.00000	73.89146	73.93799	-4.65352E-02
49.00000	73.90487	73.95197	-4.70929E-02
50.00000	73.92499	73.96498	-3.99918E-02
51.00000	73.96519	73.97711	-1.19157E-02

52.00000	73.98862	208	73.98840	2.20417E-04
53.00000	74.00534		73.99891	6.42833E-03
54.00000	74.02540		74.00871	1.66916E-02
55.00000	74.03876		74.01783	2.09349E-02
56.00000	74.04878		74.02632	2.24596E-02
57.00000	74.06548		74.03424	3.12409E-02
58.00000	74.08216		74.04160	4.05569E-02
59.00000	74.08863		74.04847	4.03656E-02
60.00000	74.10217		74.05486	4.73130E-02
61.00000	74.10884		74.06081	4.80276E-02
63.00000	74.18875		74.07152	1.17226E-01

SOM(Y EXPERIMENTAL-Y CALCULE)^2=.83826578

ECART RELATIF MOYEN=9.49515715E-04



## PROGRAMME CALCFILTRA 1

## PARAMETRES INITIAUX

TEMPS INITIAL POUR CALCULS	TI=7 MIN.
VOLUME DU OU DES GATEAUX	VG=381.91 CM3
MASSE VOLUMIQUE DU FILTRAT	DE=1 G/CM3
MASSE VOLUMIQUE DES SOLIDES	DS=3.47 G/CM3
CONCENTRATION EN SOLIDES DE LA PULPE D'ALIMENTATION	CO=580.8 G/L
PRESSION DE FILTRATION	PF=10 KG/CM2
SURFACE FILTRANTE	SF=480.5 CM2
VISCOSITE DU FILTRAT	EF=.01225 POISES
FACTEUR D'ECHELLE POUR ORDONNEES DU GRAPHE Y=DT/DV	FY=10000
FACTEUR DE CORRECTION D'UNITES SUR PARAMETRES A ET B	FC=6E-03

*Listing de résultats, programme APPLE II +  
 B.B. 1<sup>ère</sup> série - 1%  $\text{Ca}(\text{OH})_2$   
 23/10/80  $\Delta P = 10 \text{ kg/cm}^2$*

## ESTIMATION DU TEMPS DE FILTRATION LIBRE:TL

I = NUMERO D'ORDRE DU POINT DT(I)-DV(I)  
 DT= TEMPS(REDUIT) DE FILTRATION= T-TI  
 Y = VALEUR OBSERVEE Y(I)=DT(I)/DV(I), AVEC DV(I)=V(I)-VI  
 SP= ECART TYPE DE LA VALEUR PREDITE DE Y,DEPENDANT DE L'ABSCISSE DV(I)  
 YP= VALEUR PREDITE DE Y(I),POUR DV(I-1)  
 EY= VALEUR DU RAPPORT (Y(I+1)-YP(I+1))/SP  
 YQ= VALEUR PREDITE DE Y(I),POUR DV(I-2)  
 FY= VALEUR DU RAPPORT (Y(I+2)-YQ(I+2))/SP  
 YR= VALEUR PREDITE DE Y(I),POUR DV(I-3)  
 GY= VALEUR DU RAPPORT (Y(I+3)-YR(I+3))/SP

I	DT	Y	YP	EY	YQ	FY	YR	GY
21	21.00	833.0027	818.5021	2.49	816.7684	2.95	815.1769	3.35
22	22.00	846.1538	831.5347	2.23	829.2883	2.87	827.4645	3.37
23	23.00	860.4564	843.7570	2.33	841.6064	2.85	839.2553	3.58
24	24.00	873.0447	856.6844	2.08	854.3445	2.60	852.0920	3.15
25	25.00	888.4150	868.0136	2.43	865.8318	2.86	863.3996	3.45
26	26.00	902.4644	880.1177	2.42	877.5295	2.95	875.2606	3.43
27	27.00	917.4311	891.7208	2.55	889.0170	3.07	886.3354	3.67
28	28.00	932.7115	903.2467	2.65	900.2809	3.20	897.4858	3.79
29	29.00	948.3322	914.7079	2.73	911.4649	3.30	908.4057	3.93
30	30.00	964.3201	926.1146	2.79	922.5811	3.38	919.2429	4.03
31	31.00	981.0126	937.3217	2.87	933.4881	3.47	929.8601	4.13
32	32.00	998.1285	948.5251	2.92	944.3389	3.53	940.4103	4.20
33	33.00	1016.0098	959.5642	2.98	955.0259	3.58	950.7460	4.27
34	34.00	1032.8068	971.4241	2.90	966.4799	3.49	961.8362	4.16
35	35.00	1050.7355	982.8101	2.89	977.6545	3.44	972.6097	4.11
36	36.00	1067.6156	994.9485	2.80	989.4694	3.32	984.2045	3.92
37	37.00	1085.9994	1006.3647	2.80	1000.7315	3.28	995.1542	3.86
38	38.00	1104.0093	1018.1792	2.77	1012.2480	3.23	1006.5145	3.75
39	39.00	1121.9792	1030.1513	2.72	1023.9963	3.15	1017.9632	3.65
40	40.00	1141.2268	1041.5389	2.73	1035.2024	3.14	1028.9579	3.61
41	41.00	1160.4868	1053.1203	2.72	1046.5044	3.12	1040.0793	3.56
42	42.00	1180.4384	1064.4916	2.73	1057.6358	3.11	1050.9378	3.54
43	43.00	1201.1173	1075.6587	2.74	1068.5398	3.12	1061.6095	3.53
44	44.00	1221.5435	1087.1969	2.73	1079.7841	3.10	1072.5881	3.50
45	45.00	1243.4374	1098.0830	2.75	1090.4465	3.11	1082.9719	3.50
46	46.00	1264.4310	1109.7401	2.73	1101.7861	3.08	1094.0785	3.46
47	47.00	1286.6137	1120.8791	2.73	1112.7219	3.07	1104.7096	3.44
48	48.00	1312.1924	1130.2736	2.81	1121.8929	3.14	1113.7159	3.50
49	49.00	1335.8778	0.0000	0.00	1132.3422	3.14	1123.9206	3.49
50	50.00	1360.1741	0.0000	0.00	0.0000	0.00	1133.9971	3.49

## ESTIMATION DU TEMPS DE FILTRATION LIBRE

T.F.L. = 31.00 MINUTES

## LISTE DES M PREMIERS POINTS RELEVES, AJUSTEMENT AU MODELE DE LA FILTRATION LIBRE

DT=TEMPS DE FILTRATION(REDUIT), T-TI, MIN.

DV=VOLUME D'EFFLUENT(REDUIT) , V-VI, CM3

VALEUR EXPER.CORRIGEE Y =  $FY \cdot DT/DV$ ,  $FY \cdot MIN. \cdot CM^{-3}$ 

VALEUR FACTEUR DE CORRECTION FY

VALEUR CALCULEE YC DE  $FY \cdot DT/DV$ ,  $FY \cdot MIN. \cdot CM^{-3}$ ECART DY=Y-YC ,  $FY \cdot MIN \cdot CM^{-3}$ 

DT	DV	(DT/DV) (E)	(DT/DV) (C)	ECART
1	20.3000	492.610837	497.174955	-4.56411E+00
2	37.4000	534.759358	521.461976	1.32973E+01
3	54.2000	553.505535	545.322909	8.18262E+00
4	69.8000	573.065903	567.479489	5.58641E+00
5	84.4000	592.417062	588.215776	4.20128E+00
6	98.0000	612.244898	607.531769	4.71312E+00
7	111.8000	626.118068	627.131821	-1.01375E+00
8	124.5000	642.570281	645.169550	-2.59926E+00
9	136.7000	658.376006	662.497132	-4.12112E+00
10	148.5000	673.400673	679.256597	-5.85592E+00
11	160.2000	686.641698	695.874032	-9.23233E+00
12	170.8000	702.576112	710.929144	-8.35303E+00
13	181.5000	716.253443	726.126286	-9.87284E+00
14	191.6000	730.688936	740.471251	-9.78231E+00
15	201.0000	746.268657	753.822011	-7.55335E+00
16	210.4000	760.456274	767.172771	-6.71649E+00
17	219.2000	775.547445	779.671355	-4.12390E+00
18	228.3000	788.436268	792.596027	-4.15975E+00
19	236.6000	803.043111	804.384464	-1.34135E+00
20	244.7000	817.327340	815.888843	1.43849E+00
21	252.1000	833.002777	826.399015	6.60376E+00
22	260.0000	846.153846	837.619335	8.53451E+00
23	267.3000	860.456416	847.987478	1.24689E+01
24	274.9000	873.044743	858.781709	1.42630E+01
25	281.4000	888.415068	868.013618	2.04014E+01
26	288.1000	902.464422	877.529585	2.49348E+01
27	294.3000	917.431193	886.335406	3.10957E+01
28	300.2000	932.711525	894.715138	3.79963E+01
29	305.8000	948.332243	902.668782	4.56634E+01
30	311.1000	964.320154	910.196338	5.41238E+01
31	316.0000	981.012658	917.155777	6.38568E+01
32	320.6000	998.128509	923.689128	7.44393E+01
33	324.8000	1016.009850	929.654361	8.63554E+01
34	329.2000	1032.806800	935.903653	9.69031E+01
35	333.1000	1050.735510	941.442798	1.09292E+02
36	337.2000	1067.615660	947.266002	1.20349E+02
37	340.7000	1085.999410	952.237030	1.33762E+02
38	344.2000	1104.009300	957.208057	1.46801E+02
39	347.6000	1121.979290	962.037056	1.59942E+02
40	350.5000	1141.226820	966.155907	1.75070E+02

41	353.3000	1160.486840	970.132729	1.90354E+02
42	355.8000	1180.438450	973.683463	2.06754E+02
43	358.0000	1201.117320	976.808109	2.24309E+02
44	360.2000	1221.543590	979.932755	2.41610E+02
45	361.9000	1243.437410	982.347253	2.61090E+02
46	363.8000	1264.431010	985.045812	2.79385E+02
47	365.3000	1286.613740	987.176253	2.99437E+02
48	365.8000	1312.192460	987.886399	3.24306E+02
49	366.8000	1335.877860	989.306693	3.46571E+02
50	367.6000	1360.174100	990.442928	3.69731E+02

## TEST DE LA SIGNIFICATION DE LA REGRESSION

SOURCE DE VARIATION	D.L.	S.C.	C.M.	F
REGRESSION	1	276432.9820	276432.9820	4476.29
RESIDUELLE	22	1358.6074	61.7548	
TOTAL CORRIGE	23	277791.5900		

## PARAMETRES CARACTERISTIQUES DE LA FILTRATION LIBRE

COEFFICIENT DE CORRELATION LINEAIRE	R=.997551629
PENTE DE LA DROITE DE FILTRATION	A=1.42029361
ORDONNEE A L'ORIGINE	B=468.342995
ECART TYPE DES OBSERVATIONS	E.T.O.=7.85842751
ECART TYPE DE A	E.T.A.=.0212284779
ECART RELATIF MOYEN	E.R.M.=7.53176551E-03

POIDS DE SOLIDE/UNITE DE VOL.FILTRAT	MP=1.04377919 G/CM3
CARACTERISTIQUE FILTRE	K=3.69785348E+14 UNITES CGS
PENTE DE LA DROITE DE FILTRATION	TANG.THETA=8.52176169E-03 UNITES CGS
RESISTANCE SPECIFIQUE A LA FILTRATION	ALPHA=3.01905101E+12 CM/G
RESISTANCE A T=TI	RM=1.08128851E+12 (CM)^-1



## SICCITE DES GATEAUX, EN FONCTION DU TEMPS

(  
APRES FILTRATION LIBRE

T=TEMPS DE FILTRATION ,MIN.

V=VOLUME DE FILTRAT,CM3

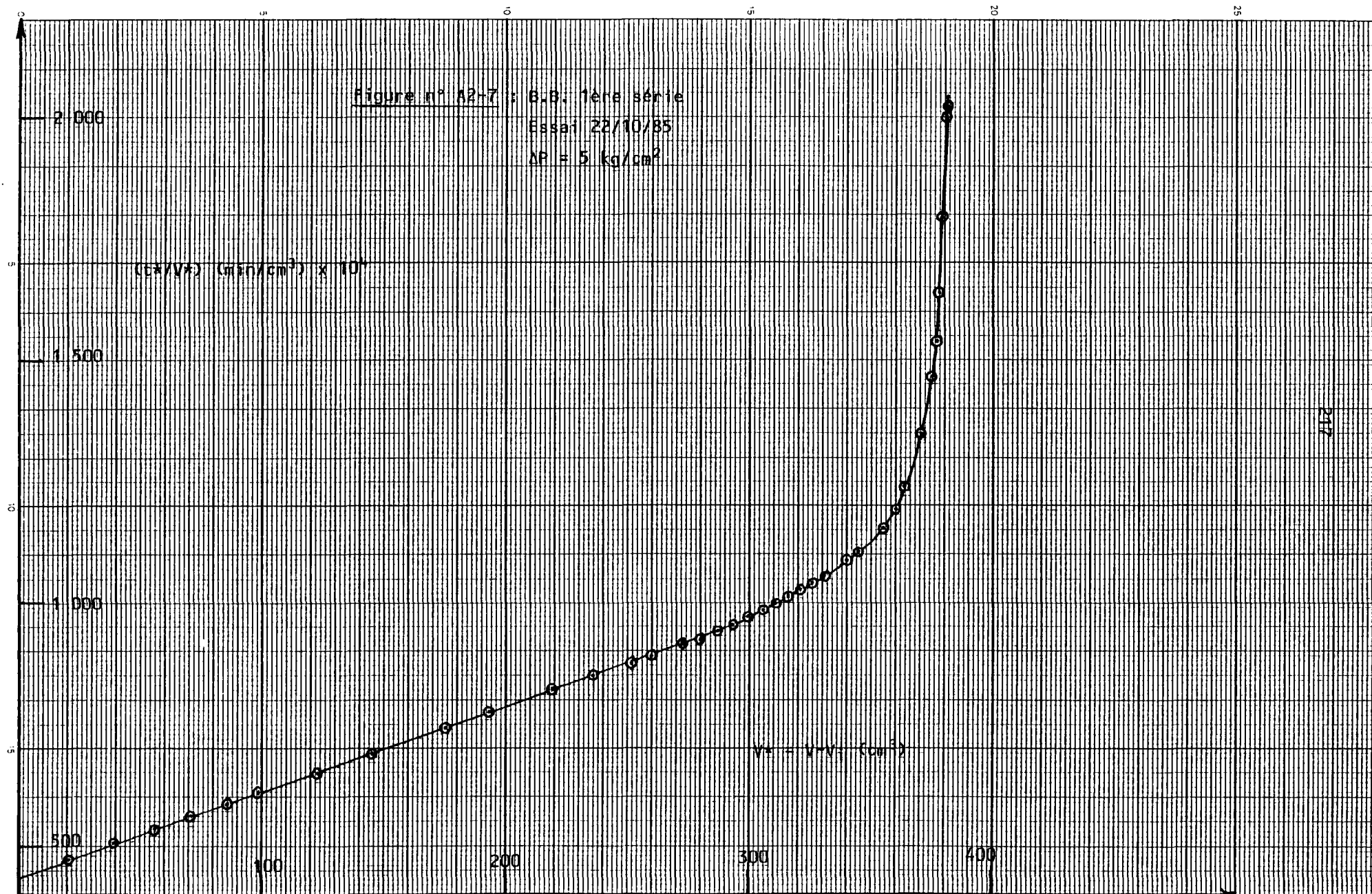
TS=TEMPS D'ESSORAGE TS=T-TL ,MIN.

SC=SICCITE DES GATEAUX ,%

MP=POIDS DE SOLIDE DEPOSE/UNITE DE VOLUME DE FILTRAT ,G/CM3

T	V	TS	SC	MP
31.00	479.10	0.00	67.77	1.0437
32.00	485.60	1.00	68.03	1.0375
33.00	492.30	2.00	68.30	1.0313
34.00	498.50	3.00	68.55	1.0257
35.00	504.40	4.00	68.78	1.0205
36.00	510.00	5.00	69.01	1.0157
37.00	515.30	6.00	69.21	1.0112
38.00	520.20	7.00	69.40	1.0072
39.00	524.80	8.00	69.58	1.0034
40.00	529.00	9.00	69.75	1.0001
41.00	533.40	10.00	69.91	0.9966
42.00	537.30	11.00	70.06	0.9936
43.00	541.40	12.00	70.22	0.9905
44.00	544.90	13.00	70.35	0.9878
45.00	548.40	14.00	70.49	0.9852
46.00	551.80	15.00	70.61	0.9827
47.00	554.70	16.00	70.72	0.9806
48.00	557.50	17.00	70.83	0.9786
49.00	560.00	18.00	70.92	0.9768
50.00	562.20	19.00	71.00	0.9753
51.00	564.40	20.00	71.08	0.9738
52.00	566.10	21.00	71.15	0.9726
53.00	568.00	22.00	71.22	0.9713
54.00	569.50	23.00	71.27	0.9702
55.00	570.00	24.00	71.29	0.9699
56.00	571.00	25.00	71.33	0.9692
57.00	571.80	26.00	71.36	0.9687
58.00	573.10	27.00	71.41	0.9678
59.00	574.00	28.00	71.44	0.9672
60.00	574.90	29.00	71.47	0.9666
61.00	576.40	30.00	71.53	0.9656
62.00	577.30	31.00	71.56	0.9650
63.00	578.20	32.00	71.59	0.9644
64.00	579.70	33.00	71.65	0.9634
65.00	580.60	34.00	71.68	0.9628
66.00	581.80	35.00	71.72	0.9620
67.00	582.90	36.00	71.76	0.9613
68.00	583.90	37.00	71.80	0.9606
69.00	584.60	38.00	71.83	0.9602
70.00	585.60	39.00	71.86	0.9595
71.00	587.80	40.00	71.94	0.9581
72.00	588.90	41.00	71.98	0.9574

73.00	589.80	42.00	72.01	0.9568
74.00	590.30	43.00	72.03	0.9565
75.00	591.60	44.00	72.08	0.9557
76.00	592.80	45.00	72.12	0.9549
77.00	593.70	46.00	72.15	0.9544
78.00	594.70	47.00	72.19	0.9537
79.00	595.50	48.00	72.22	0.9532
80.00	596.30	49.00	72.25	0.9527
81.00	596.80	50.00	72.27	0.9524
83.00	598.60	52.00	72.33	0.9513
85.00	600.00	54.00	72.38	0.9504
86.00	600.60	55.00	72.40	0.9501
87.00	601.10	56.00	72.42	0.9498
88.00	601.50	57.00	72.43	0.9495
89.00	602.20	58.00	72.46	0.9491
90.00	603.00	59.00	72.49	0.9486
96.00	607.10	65.00	72.63	0.9461
99.00	608.70	68.00	72.69	0.9452



## PROGRAMME CALCFILTRA 1

## PARAMETRES INITIAUX

TEMPS INITIAL POUR CALCULS	TI=7 MIN.
VOLUME DU OU DES GATEAUX	VG=375.08 CM3
MASSE VOLUMIQUE DU FILTRAT	DE=1 G/CM3
MASSE VOLUMIQUE DES SOLIDES	DS=3.47 G/CM3
CONCENTRATION EN SOLIDES DE LA PULPE D'ALIMENTATION	CO=568.83 G/L
PRESSION DE FILTRATION	PF=5 KG/CM2
SURFACE FILTRANTE	SF=480.5 CM2
VISCOSITE DU FILTRAT	EF=.01161 POISES
FACTEUR D'ECHELLE POUR ORDONNEES DU GRAPHE Y=DT/DV	FY=10000
FACTEUR DE CORRECTION D'UNITES SUR PARAMETRES A ET B	FC=6E-03

*Listing de résultats, programme APPLE II+*  
*B.B. 1ère série - 1%  $\text{Ca}(\text{OH})_2$*   
*22/7.80  $\Delta P = 5 \text{ kg/cm}^2$*

## ESTIMATION DU TEMPS DE FILTRATION LIBRE:TL

I = NUMERO D'ORDRE DU POINT DT(I)-DV(I)  
 DT= TEMPS(REDUIT) DE FILTRATION= T-TI  
 Y = VALEUR OBSERVEE  $Y(I)=DT(I)/DV(I)$ , AVEC  $DV(I)=V(I)-V_I$   
 SP= ECART TYPE DE LA VALEUR PREDITE DE Y,DEPENDANT DE L'ABSCISSE DV(I)  
 YP= VALEUR PREDITE DE Y(I),POUR DV(I-1)  
 EY= VALEUR DU RAPPORT  $(Y(I+1)-YP(I+1))/SP$   
 YQ= VALEUR PREDITE DE Y(I),POUR DV(I-2)  
 FY= VALEUR DU RAPPORT  $(Y(I+2)-YQ(I+2))/SP$   
 YR= VALEUR PREDITE DE Y(I),POUR DV(I-3)  
 GY= VALEUR DU RAPPORT  $(Y(I+3)-YR(I+3))/SP$

I	DT	Y	YP	EY	YQ	FY	YR	GY
24	24.00	1081.5682	1074.6837	2.42	1074.3280	2.50	1074.5793	2.33
25	25.00	1098.4182	1085.8763	4.00	1084.9129	4.72	1084.5423	4.76
26	26.00	1113.0137	1098.3534	3.65	1096.6854	5.18	1095.6806	6.02
27	27.00	1128.7625	1110.3672	3.73	1108.5074	5.02	1106.7739	6.94
28	28.00	1144.7260	1122.4536	3.68	1120.2274	4.95	1118.2987	6.52
29	29.00	1160.9287	1134.6008	3.58	1132.0264	4.75	1129.7224	6.28
30	30.00	1177.8563	1146.6128	3.55	1143.7046	4.63	1141.0469	6.03
31	31.00	1194.6050	1158.9234	3.41	1155.6213	4.42	1152.6225	5.67
32	32.00	1210.2874	1171.8432	3.15	1168.2228	4.01	1164.8175	5.13
33	33.00	1228.5927	1183.6515	3.24	1179.9095	3.98	1176.1937	4.99
34	34.00	1245.8776	1196.2043	3.14	1192.0096	3.87	1188.1679	4.71
35	35.00	1264.4508	1208.3360	3.14	1203.8848	3.82	1199.5902	4.65
36	36.00	1283.4224	1220.5471	3.13	1215.7222	3.78	1211.1715	4.55
37	37.00	1303.2758	1232.6197	3.14	1227.4324	3.77	1222.5095	4.51
38	38.00	1323.5806	1244.7914	3.13	1239.1983	3.74	1233.9127	4.45
39	39.00	1349.0141	1254.9213	3.36	1248.9687	3.97	1243.3099	4.69
40	40.00	1376.4624	1264.8485	3.53	1258.1066	4.22	1252.1017	4.94
41	41.00	1405.0719	1275.0215	3.61	1267.4440	4.35	1260.6549	5.15
42	42.00	1431.0051	1287.1790	3.49	1278.7736	4.22	1271.1210	5.05
43	43.00	1455.6533	1300.3763	3.34	1291.4651	3.99	1282.9671	4.79
44	44.00	1481.9804	1313.0716	3.25	1303.8373	3.83	1294.8490	4.54
45	45.00	1509.0543	1325.7716	3.19	1316.1402	3.71	1306.8367	4.34
46	46.00	1535.8931	1338.9450	3.11	1328.9122	3.60	1319.2088	4.17
47	47.00	1563.5395	1352.0254	3.06	1341.6657	3.51	1331.5696	4.03
48	48.00	1591.5119	1365.2531	3.01	1354.5581	3.42	1344.1390	3.91
49	49.00	1620.9063	0.0000	0.00	1367.0687	3.37	1356.3309	3.82
50	50.00	1649.6205	0.0000	0.00	0.0000	0.00	1369.1438	3.73

## ESTIMATION DU TEMPS DE FILTRATION LIBRE

T.F.L. = 31.00 MINUTES

## LISTE DES M PREMIERS POINTS RELEVES, AJUSTEMENT AU MODELE DE LA FILTRATION LIBRE

DT=TEMPS DE FILTRATION(REDUIT), T-TI, MIN.

DV=VOLUME D'EFFLUENT(REDUIT) , V-VI, CM3

VALEUR EXPR. CORRIGEE Y =  $FY \cdot DT/DV$ ,  $FY \cdot MIN. \cdot CM^{-3}$ 

VALEUR FACTEUR DE CORRECTION FY

VALEUR CALCULEE YC DE  $FY \cdot DT/DV$ ,  $FY \cdot MIN. \cdot CM^{-3}$ ECART DY=Y-YC ,  $FY \cdot MIN \cdot CM^{-3}$ 

DT	DV	(DT/DV) (E)	(DT/DV) (C)	ECART
1	14.3000	699.300699	701.611082	-2.31038E+00
2	27.7000	722.021661	725.751513	-3.72985E+00
3	39.9000	751.879698	747.730115	4.14958E+00
4	52.0000	769.230769	769.528564	-2.97794E-01
5	63.3000	789.889415	789.885793	3.62181E-03
6	74.3000	807.537012	809.702565	-2.16555E+00
7	84.6000	827.423168	828.258270	-8.35101E-01
8	94.5000	846.560846	846.093365	4.67481E-01
9	104.3000	862.895494	863.748307	-8.52813E-01
10	113.2000	883.392227	879.781878	3.61034E+00
11	122.2000	900.163666	895.995599	4.16806E+00
12	131.0000	916.030534	911.849017	4.18151E+00
13	139.8000	929.899857	927.702435	2.19742E+00
14	148.3000	944.032367	943.015395	1.01697E+00
15	156.6000	957.854407	957.968050	-1.13643E-01
16	164.7000	971.463267	972.560400	-1.09713E+00
17	172.3000	986.651190	986.251989	3.99201E-01
18	180.3000	998.336107	1000.664190	-2.32807E+00
19	188.0000	1010.638300	1014.535930	-3.89762E+00
20	195.3000	1024.065540	1027.687060	-3.62151E+00
21	202.5000	1037.037040	1040.658030	-3.62099E+00
22	209.4000	1050.620820	1053.088560	-2.46773E+00
23	215.8000	1065.801670	1064.618310	1.18335E+00
24	221.9000	1081.568270	1075.607610	5.96065E+00
25	227.6000	1098.418280	1085.876310	1.25419E+01
26	233.6000	1113.013700	1096.685450	1.63282E+01
27	239.2000	1128.762540	1106.773990	2.19885E+01
28	244.6000	1144.726080	1116.502230	2.82238E+01
29	249.8000	1160.928740	1125.870150	3.50585E+01
30	254.7000	1177.856300	1134.697630	4.31586E+01
31	259.5000	1194.605010	1143.344940	5.12600E+01
32	264.4000	1210.287440	1152.172420	5.81150E+01
33	268.6000	1228.592700	1159.738820	6.88538E+01
34	272.9000	1245.877610	1167.485380	7.83922E+01
35	276.8000	1264.450870	1174.511320	8.99395E+01
36	280.5000	1283.422460	1181.176960	1.02245E+02
37	283.9000	1303.275800	1187.302150	1.15973E+02
38	287.1000	1323.580630	1193.067030	1.30513E+02
39	289.1000	1349.014180	1196.670080	1.52344E+02
40	290.6000	1376.462490	1199.372360	1.77090E+02

## 221

41	291.8000	1405.071970	1201.534190	2.03537E+02
42	293.5000	1431.005110	1204.596790	2.26408E+02
43	295.4000	1455.653350	1208.019680	2.47633E+02
44	296.9000	1481.980460	1210.721970	2.71258E+02
45	298.2000	1509.054330	1213.063950	2.95990E+02
46	299.5000	1535.893150	1215.405930	3.20487E+02
47	300.6000	1563.539590	1217.387610	3.46151E+02
48	301.6000	1591.511940	1219.189140	3.72322E+02
49	302.3000	1620.906380	1220.450200	4.00456E+02
50	303.1000	1649.620590	1221.891420	4.27729E+02

## TEST DE LA SIGNIFICATION DE LA REGRESSION

SOURCE DE VARIATION	D.L.	S.C.	C.M.	F
REGRESSION	1	297249.5490	297249.5490	34810.20
RESIDUELLE	22	187.8612	8.5391	
TOTAL CORRIGE	23	297437.4100		

## PARAMETRES CARACTERISTIQUES DE LA FILTRATION LIBRE

COEFFICIENT DE CORRELATION LINEAIRE	R=.999684148
PENTE DE LA DROITE DE FILTRATION	A=1.80152472
ORDONNEE A L'ORIGINE	B=675.849278
ECART TYPE DES OBSERVATIONS	E.T.O.=2.92218215
ECART TYPE DE A	E.T.A.=9.6557699E-03
ECART RELATIF MOYEN	E.R.M.=2.13078341E-03

POIDS DE SOLIDE/UNITE DE VOL.FILTRAT	MP=1.08406003 G/CM3
CARACTERISTIQUE FILTRE	K=1.95084863E+14 UNITES CGS
PENTE DE LA DROITE DE FILTRATION	TANG.THETA=.0108091483 UNITES CGS
RESISTANCE SPECIFIQUE A LA FILTRATION	ALPHA=1.9451886E+12 CM/G
RESISTANCE A T=TI	RM=8.23192281E+11 (CM)^-1



## SICCITE DES GATEAUX, EN FONCTION DU TEMPS

(

APRES FILTRATION LIBRE

T=TEMPS DE FILTRATION ,MIN.

V=VOLUME DE FILTRAT,CM3

TS=TEMPS D'ESSORAGE TS=T-TL ,MIN.

SC=SICCITE DES GATEAUX ,%

MP=POIDS DE SOLIDE DEPOSE/UNITE DE VOLUME DE FILTRAT ,G/CM3

T	V	TS	SC	MP
31.00	414.10	0.00	64.62	1.0840
32.00	419.80	1.00	64.87	1.0770
33.00	425.80	2.00	65.14	1.0699
34.00	431.40	3.00	65.38	1.0633
35.00	436.80	4.00	65.61	1.0572
36.00	442.00	5.00	65.84	1.0515
37.00	446.90	6.00	66.04	1.0462
38.00	451.70	7.00	66.25	1.0411
39.00	456.60	8.00	66.46	1.0361
40.00	460.80	9.00	66.63	1.0318
41.00	465.10	10.00	66.81	1.0275
42.00	469.00	11.00	66.97	1.0237
43.00	472.70	12.00	67.13	1.0201
44.00	476.10	13.00	67.27	1.0169
45.00	479.30	14.00	67.40	1.0139
46.00	481.30	15.00	67.48	1.0121
47.00	482.80	16.00	67.54	1.0107
48.00	484.00	17.00	67.59	1.0096
49.00	485.70	18.00	67.66	1.0081
50.00	487.60	19.00	67.74	1.0063
51.00	489.10	20.00	67.80	1.0050
52.00	490.40	21.00	67.85	1.0038
53.00	491.70	22.00	67.90	1.0027
54.00	492.80	23.00	67.95	1.0017
55.00	493.80	24.00	67.99	1.0009
56.00	494.50	25.00	68.02	1.0002
57.00	495.30	26.00	68.05	0.9995
58.00	496.10	27.00	68.08	0.9988
59.00	496.80	28.00	68.11	0.9982
60.00	497.40	29.00	68.13	0.9977
61.00	498.00	30.00	68.16	0.9972
62.00	498.60	31.00	68.18	0.9967
63.00	498.90	32.00	68.19	0.9964
64.00	499.00	33.00	68.20	0.9963
65.00	499.10	34.00	68.20	0.9963
66.00	499.40	35.00	68.21	0.9960
67.00	499.60	36.00	68.22	0.9958
68.00	499.70	37.00	68.23	0.9957
69.00	499.80	38.00	68.23	0.9957
70.00	500.00	39.00	68.24	0.9955
71.00	500.10	40.00	68.24	0.9954
72.00	500.20	41.00	68.25	0.9953

224

73.00	500.30	42.00	68.25	0.9952
74.00	500.40	43.00	68.25	0.9952
79.00	501.40	48.00	68.29	0.9943
82.00	501.60	51.00	68.30	0.9941

$$Y(X) = A - A \cdot \exp(-C \cdot X) + B \cdot \exp(-C \cdot X)$$

$$\begin{aligned} A &= 68.377486 = R_{\infty} \\ B &= 64.476304 = R_0 \\ C &= 0.093295 = k \end{aligned}$$

Listing de résultats, programme APPLE II  
 B.B. 1ère série - 1% CaH<sub>2</sub>  
 22/10/80  $\Delta P = 5 \text{ kg/cm}^2$   
 Modèle de la consolidation.

X(I)	YE(I)	YC(I)	DY(I)
0.00000	64.62654	64.47630	1.50235E-01
1.00000	64.87775	64.82380	5.39484E-02
2.00000	65.14040	65.14035	4.62532E-05
3.00000	65.38389	65.42870	-4.48097E-02
4.00000	65.61720	65.69137	-7.41628E-02
5.00000	65.84051	65.93063	-9.01259E-02
6.00000	66.04972	66.14859	-9.88744E-02
7.00000	66.25352	66.34713	-9.36118E-02
8.00000	66.46042	66.52799	-6.75660E-02
9.00000	66.63685	66.69273	-5.58834E-02
10.00000	66.81661	66.84280	-2.61944E-02
11.00000	66.97889	66.97951	-6.14732E-04
12.00000	67.13219	67.10403	2.81602E-02
13.00000	67.27250	67.21747	5.50349E-02
14.00000	67.40407	67.32080	8.32711E-02
15.00000	67.48605	67.41492	7.11343E-02
16.00000	67.54743	67.50066	4.67642E-02
17.00000	67.59645	67.57877	1.76830E-02
18.00000	67.66578	67.64991	1.58723E-02
19.00000	67.74312	67.71472	2.84004E-02
20.00000	67.80406	67.77376	3.03039E-02
21.00000	67.85679	67.82753	2.92584E-02
22.00000	67.90945	67.87652	3.29266E-02
23.00000	67.95394	67.92114	3.27981E-02
24.00000	67.99435	67.96179	3.25519E-02
25.00000	68.02260	67.99882	2.37792E-02
26.00000	68.05487	68.03255	2.23142E-02
27.00000	68.08710	68.06328	2.38250E-02
28.00000	68.11528	68.09126	2.40196E-02
29.00000	68.13942	68.11676	2.26638E-02
30.00000	68.16355	68.13998	2.35628E-02
31.00000	68.18765	68.16114	2.65145E-02
32.00000	68.19970	68.18041	1.92910E-02
33.00000	68.20372	68.19796	5.75169E-03
34.00000	68.20773	68.21395	-6.22451E-03
35.00000	68.21977	68.22852	-8.74999E-03
36.00000	68.22780	68.24179	-1.39937E-02
37.00000	68.23181	68.25388	-2.20688E-02
38.00000	68.23582	68.26489	-2.90677E-02
39.00000	68.24384	68.27492	-3.10758E-02
40.00000	68.24785	68.28405	-3.62018E-02
41.00000	68.25186	68.29237	-4.05145E-02
42.00000	68.25587	68.29996	-4.40863E-02
43.00000	68.25988	68.30686	-4.69833E-02
48.00000	68.29994	68.33319	-3.32473E-02
51.00000	68.30795	68.34400	-3.60536E-02

$$\text{SDM}(Y \text{ EXPERIMENTAL} - Y \text{ CALCULE})^2 = .0597938463$$

$$\text{ECART RELATIF MOYEN} = 7.33273166E-04$$

ANNEXE N° 3 A

## FILTRATION DES SCHLAMMS DE LA MINE DE CHAILLAC

---

### NOTE CONCERNANT LE CALCUL DES FILTRES- PRESSES POUR DES CONDITIONS DE DEBIT ET PRESSION VARIABLES

---

#### 1. HYPOTHESE DE BASE

---

Les hypothèses de base adoptées pour les calculs sont les suivantes :

- la résistance spécifique  $\bar{\alpha}$ , à la filtration en fonction du gradient de pression,  $\Delta P$ , est conforme à la relation :

$$\bar{\alpha} \text{ (corrigé)} = \bar{\alpha}_0 (\Delta P_g)^s = 6,6176 \cdot 10^7 (\Delta P_g)^{0,6064}$$

en unités C.G.S.  $\bar{\alpha}$  est exprimée en  $\text{cm.g}^{-1}$

$\Delta P$  en baryes

s est le coefficient de compressibilité.

Cette relation a été obtenue à partir des déterminations expérimentales, sur filtre-presse à cadres et plateaux, relatives à la surface réelle de filtration :

$\Delta P \text{ kg/cm}^2$	$\bar{\alpha} \text{ exp. (cf. documents remis lors de la réunion du 22.12.80)}$
10	3,277
15	4,138
20	4,996

pour les boues du bassin à la concentration de 575 g/l coagulées par un apport de 10 kg/t de chaux.

Ces déterminations rapportées à la surface de la section droite des cadres, deviennent :

$\Delta P \text{ kg/cm}^2$	$\bar{\alpha} \text{ corrigé}$
10	1,153
15	1,456
20	1,758

La surface de filtration prise en compte dans les calculs est, de ce fait, la surface de la plus grande section droite des chambres du filtre qui ne correspond pas à la surface réelle représentée par la surface nervurée des gâteaux.

A titre d'exemple, on a considéré une presse de 150 chambres, de section droite  $2,645 \text{ m}^2$ , équipée de plateaux de  $2 \times 1,5 \text{ m}$ , donnant un volume unitaire des gâteaux de 65 litres pour une épaisseur moyenne de 25 mm (rapport volume/surface = 2,4575).

-  $\bar{m}'$  : poids de gâteau sec déposé par unité de volume de filtrat pendant la période de formation libre du gâteau. Il est admis que cette quantité reste constante en fonction de  $\Delta P$ , la valeur expérimentale moyenne a été prise à  $1 \text{ g/cm}^3$  pour une concentration initiale en solides de 575 g/l. (cf. documents remis lors de la réunion du 22.12.80). L'humidité résiduelle en fin de formation libre du gâteau est de 31,1 %, le rapport  $k$  du volume du filtrat écoulé au volume de suspension d'alimentation est de 0,575, la masse volumique moyenne des solides est de  $3,47 \text{ g/cm}^3$ , celle du filtrat est de  $1 \text{ g/cm}^3$ . La viscosité  $\eta$  du filtrat est de  $1,301 \times 10^{-2}$  Poise correspondant à une température de l'eau de  $10^\circ\text{C}$ .

-  $R_m$  : résistance de la membrane filtrante  $100 \times 10^8 \text{ cm}^{-1}$  (résultat d'une mesure sur cellule de filtration à pression de gaz équipée d'une toile soigneusement nettoyée). Cette valeur est considérée comme constante (absence de colmatage au cours du cycle de filtration).

Pour les paramètres adoptés, la surface totale de filtration,  $S$  de la presse, est de  $793,5 \text{ m}^2$ , la masse volumique des gâteaux humides en fin de formation libre est de  $1,963 \text{ g/cm}^3$ , le volume total  $V_t$  d'effluent correspondant au remplissage des chambres en fin de formation libre est de  $13,1908 \text{ m}^3$ .

Les relations débit-pression pour la pompe centrifuge M 150 Schabaver, tournant à 800 t.p.m, et pour la pompe à membranes Faure sont présentées aux figures n° 1 et 2 ci-après. Les pertes de charge dans le circuit d'alimentation de la presse ont été négligées.

## 2. PRINCIPE DE CALCUL

Le calcul du temps de formation libre du gâteau, pour des conditions de débit et de pression variables, est basé sur les relations suivantes :

a) les variables  $V$  : volume cumulé du filtrat au temps  $t$  -  $Q$  : débit du filtrat au temps  $t$  -  $\Delta P$  : gradient de pression au temps  $t$  - sont liées par l'équation (1) :

$$V = \frac{(\Delta P - \eta R_m Q/S)^{1-s} S^2}{\bar{\alpha}_0 \eta \bar{m}' Q} \quad (1)$$

b) relations  $\Delta P = f(Q_a)$ , fournies par les courbes caractéristiques des pompes centrifuges et des pompes à membranes, transformées pour tenir compte du rapport  $k = \text{volume filtrat/volume de suspension alimentée}$ .

$$\Delta P = f(Q) = f(k Q_a) \quad (2)$$

où  $Q_a$  = débit de la pulpe d'alimentation.

c) le temps de formation libre du gâteau est calculable par :

$$t = \int_0^{V_t} \frac{dV}{Q} \quad (3)$$

$V_t$  = volume total du filtrat correspondant au remplissage des chambres en fin de formation libre.

La méthode consiste à :

d) tabuler les valeurs de  $V$  correspondant à chacun des couples de valeurs  $\Delta P - Q$  relevées sur les courbes caractéristiques pour les périodes de filtration à débit et pression variables.

e) tabuler les valeurs de  $t$  correspondant aux différentes valeurs de  $V$  tabulées en a).

Le calcul de  $t$  est effectué par intégration numérique (méthode des trapèzes) de la fonction  $1/Q = f(V)$ , ce qui conduit aux couples de valeurs  $t - V$  permettant de définir la courbe  $V = f(t)$ .

f) déterminer graphiquement ou numériquement l'intersection de la courbe  $V = f(t)$  avec la droite horizontale d'équation  $V = V_t$  où  $V_t$  est le volume total du filtrat correspondant à la fin de formation libre du gâteau. (méthode des sécantes).

L'ensemble du cycle de filtration est déterminable par cette méthode numérique, toutefois les périodes correspondant à :

- un débit constant : début de la phase de montée en pression par pompe à membranes.

- une pression constante : fin du cycle de montée en pression par pompe à membranes, alimentation du filtre-pressé par ballon aéro-éjecteur.

sont calculables respectivement par les relations (4) et (8) :

$$t_Q = \frac{(\Delta P - \Delta P_m)^{1-s} - (\Delta P_i - \Delta P_m)^{1-s}}{\bar{\alpha}_0 \eta m' (Q/S)^2} \quad (4)$$

où  $\Delta P_i$  représente la perte de charge du filtrat au travers de la membrane filtrante ( $\Delta P_m$ ) et au travers du gâteau ( $\Delta P_{gi}$ ) déposé sur cette dernière, au cours de la phase de filtration précédant la période de filtration à débit constant :

$$\Delta P_i = \Delta P_{gi} + \Delta P_m \quad (5)$$

$$\Delta P_m = \eta R_m Q/S \quad (6)$$

$$\Delta P_{gi} = \exp \left[ \frac{\ln (\bar{\alpha}_o \eta m' v_i Q/S^2)}{1 - s} \right] \quad (7)$$

expression dans laquelle  $v_i$  représente le volume cumulé du filtrat écoulé pendant la phase précédant la période de filtration à débit constant.

Cette dernière expression permet de déterminer la pression initiale fournie par la pompe à membranes, délivrant un débit constant  $Q$  lorsqu'elle prend le relai de la pompe centrifuge ; compte tenu de l'épaisseur du gâteau déposé sur les toiles des chambres. Il est ainsi possible de définir les conditions initiales  $\Delta P_i - Q_i$  en vue de la résolution de l'équation (4) ou de l'intégration numérique de (3).

$$t_p = \left( \eta \alpha m' / 2 \Delta P S^2 \right) (v_t - v_j)^2 + \left( \eta R_m / S \Delta P \right) (v_t - v_j) \quad (8)$$

où  $v_j$  est le volume cumulé du filtrat correspondant au gâteau déposé pendant les phases de filtration précédant la période de filtration à pression constante.  $v_t$  est le volume final du filtrat correspondant à la formation libre du gâteau si cette dernière s'achève à pression constante.

Faisant suite au remplissage des chambres par la pompe centrifuge, il faut que la pression développée par la pompe au débit  $Q_a$  soit supérieure à la perte de charge entraînée par le passage au travers de la membrane filtrante, du filtrat au débit  $kQ_a$ , pour que le filtrat commence à s'écouler.

La pression et le débit correspondant au début de l'écoulement du filtrat sont obtenus par les coordonnées du point d'intersection de la droite d'équation :

$$\Delta P_m = \eta R_m Q/S$$

avec la courbe caractéristique transformée de la pompe centrifuge, cette courbe étant définie par les points de coordonnées

$$\Delta P - Q = k Q_a \quad (\text{voir figure n° 1})$$

Les coordonnées du point d'intersection  $\Delta P_h - Q_h$  fournissent les conditions initiales pour la détermination du temps de montée en pression par la pompe centrifuge à l'aide des relations (1) et (3). Les conditions finales de cette montée en pression sont choisies de telle façon que le débit de la pompe centrifuge reste légèrement supérieur ou égal au débit maximum de la pompe à membranes.

Les calculs sont effectués par un calculateur de bureau programmable HP 97 permettant un stockage des données et résultats intermédiaires sur cartes magnétiques.



### 3. APPLICATIONS - COMPARAISON DE L'ALIMENTATION D'UN FILTRE-PRESSE DE 150 CHAMBRES PAR POMPES A MEMBRANES ET BALLON AERO-EJECTEUR

#### 3.1. 1er cas :

a) remplissage par pompe centrifuge M 150 et montée en pression

a1) temps de remplissage (débit pompe :  $\sim 480 \text{ m}^3/\text{h}$ )

$$t_R = \frac{150 \times 0,065}{480} = \frac{9,75}{480} = 1,22 \text{ min}$$

a2) montée en pression

conditions initiales - début écoulement du filtrat

$$\Delta P_h = 1,13 \text{ kg/cm}^2 \quad Q_h = 241 \text{ m}^3/\text{h}$$

conditions finales

$$\Delta P_u = 2,25 \text{ kg/cm}^2 \quad Q_u = 21,852 \text{ m}^3/\text{h} ; t_1 = 317,04 \text{ s} = 5,28 \text{ min}$$

b) montée en pression par pompe à membranes de débit maximum  $30 \text{ m}^3/\text{h}$

b1) période de filtration à débit constant  $Q_a = 30 \text{ m}^3/\text{h}$

conditions initiales calculées par la relation (7)

$$\Delta P_{gi} = 1,26 \text{ kg/cm}^2 \quad Q_i = 17,25 \text{ m}^3/\text{h}$$

conditions finales définies par la courbe caractéristique

$$\Delta P_v = 8 \text{ kg/cm}^2 \quad Q_i = 17,25 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$t_2 = 317,04 + 866,08 \text{ s} = 1183,12 \text{ s} = 19,71 \text{ min}$$

(le calcul du temps de filtration à débit constant par la relation (4) conduit à 866, 10 secondes).

b2) période de filtration à débit et pression variables

conditions initiales

$$\Delta P = 8 \text{ kg/cm}^2 \quad Q = 17,25 \text{ m}^3/\text{h}$$

conditions finales

$$\Delta P = 13,3 \text{ kg/cm}^2 \quad Q = 12,564 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$V = V_t = 13,19 \text{ m}^3$$

$$t_3 = 41,4 \text{ min (temps de formation libre du gâteau).}$$

#### 3.2. 2ème cas :

a) remplissage par pompe centrifuge M 150 et montée en pression

a1) temps de remplissage : 1,22 min

a2) montée en pression

conditions initiales

$$\Delta P_h = 1,13 \text{ kg/cm}^2 \quad Q_h = 241 \text{ m}^3/\text{h}$$

conditions finales

$$\Delta P_u = 2,25 \text{ kg/cm}^2 \quad Q_u = 21,852 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$t_1 = 317,04 \text{ s} = 5,28 \text{ min}$$

- b) montée en pression par deux pompes à membranes en parallèle de débit maximum total  $60 \text{ m}^3/\text{h}$

- b1) période de filtration à débit constant  $Q_a = 60 \text{ m}^3/\text{h}$

conditions initiales

$$\Delta P_{gi} = 7,015 \text{ kg/cm}^2 \quad Q_i = 34,5 \text{ m}^3/\text{h}$$

conditions finales

$$\Delta P_v = 8 \text{ kg/cm}^2 \quad Q = 34,5 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$t_2 = 317,04 \text{ s} + 21,04 = 338,08 \text{ s} = 5,64 \text{ min}$$

- b2) période de filtration à débit et pression variables

conditions initiales

$$\Delta P = 8 \text{ kg/cm}^2 \quad Q = 34,5 \text{ m}^3/\text{h}$$

conditions finales

$$\Delta P = 14,85 \text{ kg/cm}^2 \quad Q = 12,852 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$V = V_t = 13,19 \text{ m}^3$$

$$t_3 = 34 \text{ min (temps de formation libre du gâteau)}$$

### 3.3.3ème cas :

- a) remplissage par pompe centrifuge M 150 et montée en pression

- a1) temps de remplissage : 1,22 minutes

- a2) montée en pression

conditions initiales

$$\Delta P_h = 1,13 \text{ kg/cm}^2 \quad Q_h = 241 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$\Delta P_u = 2,25 \text{ kg/cm}^2 \quad Q_u = 21,852 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$t_1 = 317,04 \text{ s} = 5,28 \text{ min}$$

- b) montée en pression par ballon aéro-éjecteur réglé à la pression moyenne de  $15 \text{ kg/cm}^2$

La montée en pression de  $2,25$  à  $15 \text{ kg/cm}^2$  est quasi instantanée, la filtration est effectuée à la pression constante de  $15 \text{ kg/cm}^2$ , le temps de filtration à pression constante calculé par la relation (8) est :

$$t_p = 15,61 \text{ minutes}$$

$$t_2 = 5,28 + 15,61 = 20,89 \text{ minutes}$$

Les résultats des calculs de  $\bar{\alpha}_0$ ,  $s - V$  et  $t$  sont présentés aux tableaux ci-après, les diagrammes  $\Delta P = f(t)$  et  $V = f(t)$  sont présentés aux figures n° 3 et 4 pour les cas n° 2 et 3.

La comparaison des temps de formation libre du gâteau, montre que les caractéristiques des pompes à membranes exercent une forte influence sur la durée du cycle de filtration et qu'il est avantageux, afin d'obtenir un rendement élevé, d'utiliser un ballon aéro-éjecteur pour alimenter les filtres presses dont les caractéristiques ont été définies au paragraphe 1.

Alimentation filtre	temps de formation libre des gâteaux min (temps de remplissage exclus)
- Pompe centrifuge - puis pompe à membranes de 30 m <sup>3</sup> /h maximum	41,4
- Pompe centrifuge puis pompes à membranes de 60 m <sup>3</sup> /h maximum	34
- Pompe centrifuge puis ballon aéro-éjecteur	20,9

A ce temps de formation libre, il convient d'ajouter une durée de consolidation de 25 à 30 minutes sous une pression de 15 kg/cm<sup>2</sup> afin de diminuer l'humidité résiduelle d'environ 31 % à environ 25 % (cf. documents remis lors de la réunion du 22.12.1980).

Par ailleurs, il serait nécessaire de vérifier que la valeur de  $\alpha$ , lors de la première période de filtration n'est pas trop affectée par les efforts élevés de cisaillement imposés à la pulpe coagulée par son passage dans la pompe centrifuge.

ANNEXE N° 3 B

A N N E X E A
---------------

TABLEAUX DES RESULTATS  
CALCULS DE  $\bar{\alpha}_0$ -s-t-V-

---

Calcul des paramètres  $\alpha_0$  et  $s$  à partir des déterminations expérimentales de  $\alpha$   
 - boues des bassins à 575 g/l coagulées par 10 kg/t  $\text{Ca(OH)}_2$

coefficient de corrélation $r^2$		9.9868-01 ***
		9.9934-01 ***
$\frac{s}{\alpha_0}$		6.0637-01 ***
		6.5176+07 ***
		5.7407+03 ***
		4.7155-03 ***
		2.2047-02 ***
		6.6708-05 ***
$\alpha_{\text{expérimental}} \longrightarrow \alpha_{\text{exp.}}^{\Delta P}$		1.1530+12 ***
		9.8100+06 ***
$\alpha_{\text{estimé par la relation } \alpha = \alpha_0(\Delta P)^s} \longrightarrow \alpha_{\text{est.}}$		1.1498+12 ***
		-4.2313+09 ***
		1.7904+19 ***
$\alpha_{\text{exp.}}^{\Delta P}$		1.4560+12 ***
		1.4715+07 ***
$\alpha_{\text{est.}}$		1.4650-13 ***
		1.2557+10 ***
		1.6787+20 ***
$\alpha_{\text{exp.}}^{\Delta P}$		1.7500+12 ***
		1.9620+07 ***
$\alpha_{\text{est.}}$		1.7405+12 ***
		-9.0878+09 ***
		8.2586+19 ***

unités C.G.S.:  
 $\alpha$ :  $\text{cm g}^{-1}$   
 $\Delta P$ : barres

237

2

units

baryes  
 $\text{cm}^3$   
 $\text{cm}^3 \text{s}^{-1}$   
 $\text{s} \cdot \text{cm}^{-3}$

6.2611+04 米米米  
1.5972-05 米米米

2.5727+65 東東東

6.9297+05      米米米  
1.7168+06      米米米

4.2326+04 草草草  
2.3626-05 草草草

7.0640-25 \*\*\*

5.9522+04 本数  
2.2073+06 本数

6.6700+03 康康康  
1.6474-04 康康康

 $V_6$ 

1.2642	***
3.2558	***
6.2935	***
15.3742	***
317.3465	***

} secondes

cas 1 2ème période filtration à débit constant - 1 pompe à membranes  $Q_0 = 30 \text{ m}^3/\text{h}$

3

238

conditions initiales {

$\Delta P_{m1}$	7.8560+04 ***	$\Delta P_1$	5.9860+06 ***
$\Delta P_1$	1.2345+06 ***	$V_9$	7.8137+06 ***
$V_1$	3.7152+06 ***		4.7915+03 ***
$Q_1$	4.7915+03 ***		2.0870-04 ***
$1/Q_1$	2.0870-04 ***		
	7.8560+04 ***		7.8560+04 ***
	2.4535+06 ***		6.3755+06 ***
$V_2$	4.9321+06 ***	$V_{10}$	7.2412+06 ***
	4.7915+03 ***		4.7915+03 ***
	2.0870-04 ***		2.0870-04 ***
	7.8560+04 ***		7.8560+04 ***
	2.9430+06 ***		6.8670+06 ***
$V_3$	5.3105+06 ***	$V_{11}$	7.4581+06 ***
	4.7915+03 ***		4.7915+03 ***
	2.0870-04 ***		2.0870-04 ***
	7.8560+04 ***		7.8560+04 ***
	3.4335+06 ***		7.3575+06 ***
$V_4$	5.5514+06 ***	$V_{12}$	7.6657+06 ***
	4.7915+03 ***		4.7915+03 ***
	2.0870-04 ***		2.0870-04 ***
	7.8560+04 ***		7.8560+04 ***
	3.5240+06 ***		7.8480+06 ***
$V_5$	5.9632+06 ***	$V_{13}$	7.8651+06 ***
	4.7915+03 ***		4.7915+03 ***
	2.0870-04 ***		2.0870-04 ***
	7.8560+04 ***		
	4.4145+06 ***		
$V_6$	6.2517+06 ***		
	4.7915+03 ***		
	2.0870-04 ***		
	7.8560+04 ***		
	4.9050+06 ***		
$V_7$	6.5211+06 ***	$V_2 \rightarrow t$	253.9575 ***
	4.7915+03 ***	$V_3 \rightarrow t$	332.5364 ***
	2.0870-04 ***		404.0779 ***
			465.1567 ***
			525.3748 ***
			585.5898 ***
		$V_2 \rightarrow t$	
		$V_8 \rightarrow t$	636.4377 ***
			696.4052 ***
			735.8741 ***
			781.1525 ***
$V_8$	6.7743+06 ***		824.4637 ***
	4.7915+03 ***	$V_{13} \rightarrow t$	866.0802 ***
	2.0870-04 ***		

Volume filtrat  $\rightarrow$  temps



cas 1: 3<sup>ème</sup> période - filtration à pression et  
débit variables - 1 pompe à mem-  
branes  $Q_a = 30 \text{ m}^3/\text{h}$

4

conditions initiales	$\Delta P_{m1}$	7.8560+04 ***	239		6.5353+04 ***
	$\Delta P_1$	7.8460+06 ***			1.1772+07 ***
$V_1$	$V_1$	7.8651+06 ***	$V_9$		1.1682+07 ***
	$Q_1$	4.7915+03 ***			4.8250+03 ***
$V_2$	$1/Q_1$	2.0570-04 ***			2.4845-04 ***
$V_2$		7.8070+04 ***			6.2853+04 ***
		8.3385+06 ***			1.2263+07 ***
$V_3$		8.1077+06 ***	$V_{10}$		1.1741+07 ***
		4.7516+03 ***			3.8335+03 ***
$V_3$		2.1601-04 ***			2.6886-04 ***
$V_4$		7.7363+04 ***	$V_{11}$		5.9705+04 ***
		8.8290+06 ***			1.2753+07 ***
$V_4$		8.3699+06 ***			1.2555+07 ***
		4.7185+03 ***			3.6415+03 ***
$V_5$		2.1193-04 ***			2.7461-04 ***
$V_5$		7.5352+04 ***	$V_{12}$		5.5356+04 ***
		8.3195+06 ***			1.3244+07 ***
$V_6$		8.7177+06 ***			1.3746+07 ***
		4.6288+03 ***			3.3764+03 ***
$V_6$		2.1604-04 ***			2.9617-04 ***
$V_7$		7.4450+04 ***	$V_{13}$		5.1277+04 ***
		8.8100+06 ***			1.3734+07 ***
$V_7$		8.0695+06 ***			1.5356+07 ***
		4.5405+03 ***			3.8665+03 ***
$V_8$		2.2823-04 ***			3.2610-04 ***
$V_8$		7.2517+04 ***	$V_{14}$		4.1821+04 ***
		1.8381+07 ***			1.4225+07 ***
$V_9$		8.4943+06 ***			1.8724+07 ***
		4.4229+03 ***			2.5507+03 ***
$V_9$		2.2610-04 ***			3.9285-04 ***
$V_{10}$		7.8639+04 ***	$V_{15}$		2.3569+04 ***
		1.8791+07 ***			1.4715+07 ***
$V_{11}$		8.9035+06 ***			3.3687+07 ***
		4.3205+03 ***			1.4375+03 ***
$V_{12}$		2.3145-04 ***			6.9565-04 ***
$V_{13}$		8.8162+04 ***			
		1.1282+07 ***			
$V_{14}$		1.8473+07 ***			
		4.1573+03 ***			
$V_{15}$		2.4054-04 ***			

cas 1: 3<sup>ème</sup> période - Filtration à pression et  
débit variables - 1 pompe à membranes  $Q_a = 30 \text{ m}^3/\text{h}$

Correspondance  
Volume de filtrat  $\rightarrow$  temps

$V_2 \rightarrow t$	50.7901	***
$V_3 \rightarrow t$	109.1086	***
	180.5443	***
	257.3657	***
	352.6725	***
$V_7 \rightarrow t$	445.0142	***
$V_8 \rightarrow t$	580.1627	***
$V_9 \rightarrow t$	709.4717	***
$V_{10} \rightarrow t$	897.6450	***
$V_{11} \rightarrow t$	1115.4594	***
$V_{12} \rightarrow t$	1455.3890	***
$V_{14} \rightarrow t$	1958.4753	***
$V_{14} \rightarrow t$	2165.6301	***
$V_{15} \rightarrow t$	11303.5971	***

cas 2. 2<sup>ème</sup> période - filtration à débit constant  
 2 pompes à membranes en parallèle  $Q_a = 60 \text{ m}^3/\text{h}$

conditions  
initiales

$\Delta P_{m1}$	1.5712+05	***
$\Delta P_1$	6.8816+06	***
$V_1$	3.7152+06	***
$Q_1$	9.5636+03	***
$1/Q_1$	1.0435-04	***
<hr/>		
	1.5712+05	***
	7.3575+06	***
$V_2$	3.8165+06	***
	9.5636+03	***
	1.0435-04	***
<hr/>		
	1.5712+05	***
	7.8460+06	***
$V_3$	3.9168+06	***
	9.5636+03	***
	1.0435-04	***

Correspondance volume filtrat  $\rightarrow$  temps

$V_2 \rightarrow t$	10.5759	***
$V_3 \rightarrow t$	21.0414	***

cas 2: 3<sup>ème</sup> période - Filtration à pression et débit variables  
 2 pompes à membranes en parallèle  $Q_0 = 0 \text{ m}^3/\text{h}$   
 242

Correspondance  
 Volume filtrat  $\rightarrow$  temps

cond. initiale	$\Delta P_{m1}$	1.5712+04 ***		1.3139+04 ***			
	$\Delta P_1$	7.6460+06 ***		1.1772+07 ***			
	$V_1$	5.5450+06 ***	$V_9$	5.5108+06 ***			
	$Q_1$	5.5830+03 ***		8.8500+03 ***			
	$1/Q_1$	1.0435+04 ***		1.2422+04 ***			
$V_2$		1.5614+04 ***		1.2571+04 ***		$V_2 \rightarrow t$	12.6500 ***
		6.5385+06 ***		1.2263+07 ***		$V_3 \rightarrow t$	26.4361 ***
							45.0047 ***
							64.1722 ***
							87.8132 ***
$V_3$		4.0659+06 ***	$V_{10}$	5.6800+06 ***		$V_4 \rightarrow t$	111.0148 ***
						$V_8 \rightarrow t$	144.7694 ***
		9.5232+03 ***		7.6670+03 ***			177.0653 ***
		1.0501+04 ***		1.3043+04 ***			224.0781 ***
							278.5015 ***
$V_4$		1.5473+04 ***		1.1941+04 ***		$V_8 \rightarrow t$	363.4537 ***
		0.6290+06 ***		1.2753+07 ***		$V_9 \rightarrow t$	488.6942 ***
			$V_{11}$	6.2666+06 ***		$V_{15} \rightarrow t$	790.9489 ***
		4.1966+06 ***					
		5.4370+03 ***		7.2830+03 ***			
$V_5$		1.0557+04 ***		1.3731+04 ***			
		1.5178+04 ***		1.1072+04 ***			
		9.3195+06 ***		1.3244+07 ***			
			$V_{12}$	6.8819+06 ***			
$V_6$		4.2701+06 ***					
		3.2575+03 ***		6.7529+03 ***			
		1.0602+04 ***		1.4609+04 ***			
$V_7$		1.4680+04 ***		1.0055+04 ***			
		5.8100+06 ***		1.3734+07 ***			
			$V_{13}$	7.6870+06 ***			
		4.5458+06 ***					
		3.0816+03 ***		6.1330+03 ***			
$V_8$		1.1011+04 ***		1.6305+04 ***			
		1.4523+04 ***		5.3641+03 ***			
		1.0301+07 ***		1.4225+07 ***			
			$V_{14}$	9.3705+06 ***			
$V_9$		4.7577+06 ***					
		6.8458+03 ***		5.1014+03 ***			
		1.1305+04 ***		1.9602+04 ***			
$V_{10}$		1.4166+04 ***		4.7136+03 ***			
		1.0751+07 ***		1.4715+07 ***			
			$V_{15}$	1.6852+07 ***			
		4.9606+06 ***					
		6.6412+03 ***		2.8750+03 ***			
$V_{11}$		1.1572+04 ***		3.4783+04 ***			
		1.3672+04 ***					
		1.1302+07 ***					
$V_{12}$		5.2466+06 ***					
		8.3146+03 ***					
		1.2027+04 ***					

cas 2: 3<sup>ème</sup> période - Filtration 243  
à pression et débit variables

8

2 pompes à membranes en  
parallèle  $Q_a = 60 \text{ m}^3/\text{h}$

$V_{13}$

1.6055+05 \*\*\*  
1.3734+07 \*\*\*

7.6670+06 \*\*\*

6.1330+03 \*\*\*  
1.6305-04 \*\*\*

$V_{14}$

8.3641+04 \*\*\*  
1.4225+07 \*\*\*

9.3509+06 \*\*\*

5.1014+03 \*\*\*  
1.9602-04 \*\*\*

$V_{14-1}$

8.1182+04 \*\*\*  
1.4323+07 \*\*\*

9.6611+06 \*\*\*

4.9514+03 \*\*\*  
2.0196-04 \*\*\*

$V_{14-2}$

7.3950+04 \*\*\*  
1.4470+07 \*\*\*

1.0651+07 \*\*\*

4.5103+03 \*\*\*  
2.2171-04 \*\*\*

$V_{14-3}$

6.8088+04 \*\*\*  
1.4519+07 \*\*\*

1.1585+07 \*\*\*

4.1528+03 \*\*\*  
2.4080-04 \*\*\*

$V_{14-4}$

5.3684+04 \*\*\*  
1.4617+07 \*\*\*

1.4739+07 \*\*\*

3.2743+03 \*\*\*  
3.0541-04 \*\*\*

Correspondance  
volume filtrat  $\rightarrow$  temps

4.7138+04 \*\*\*  
1.4715+07 \*\*\*

1.6033+07 \*\*\*

$V_{15}$

2.8750+03 \*\*\*  
3.4783-04 \*\*\*

$V_{14} \rightarrow t$   
 $V_{14-1} \rightarrow t$   
 $V_{14-2} \rightarrow t$

791.0200 \*\*\*  
351.7477 \*\*\*  
1001.4557 \*\*\*  
1076.5110 \*\*\*  
1175.9265 \*\*\*  
1327.7440 \*\*\*

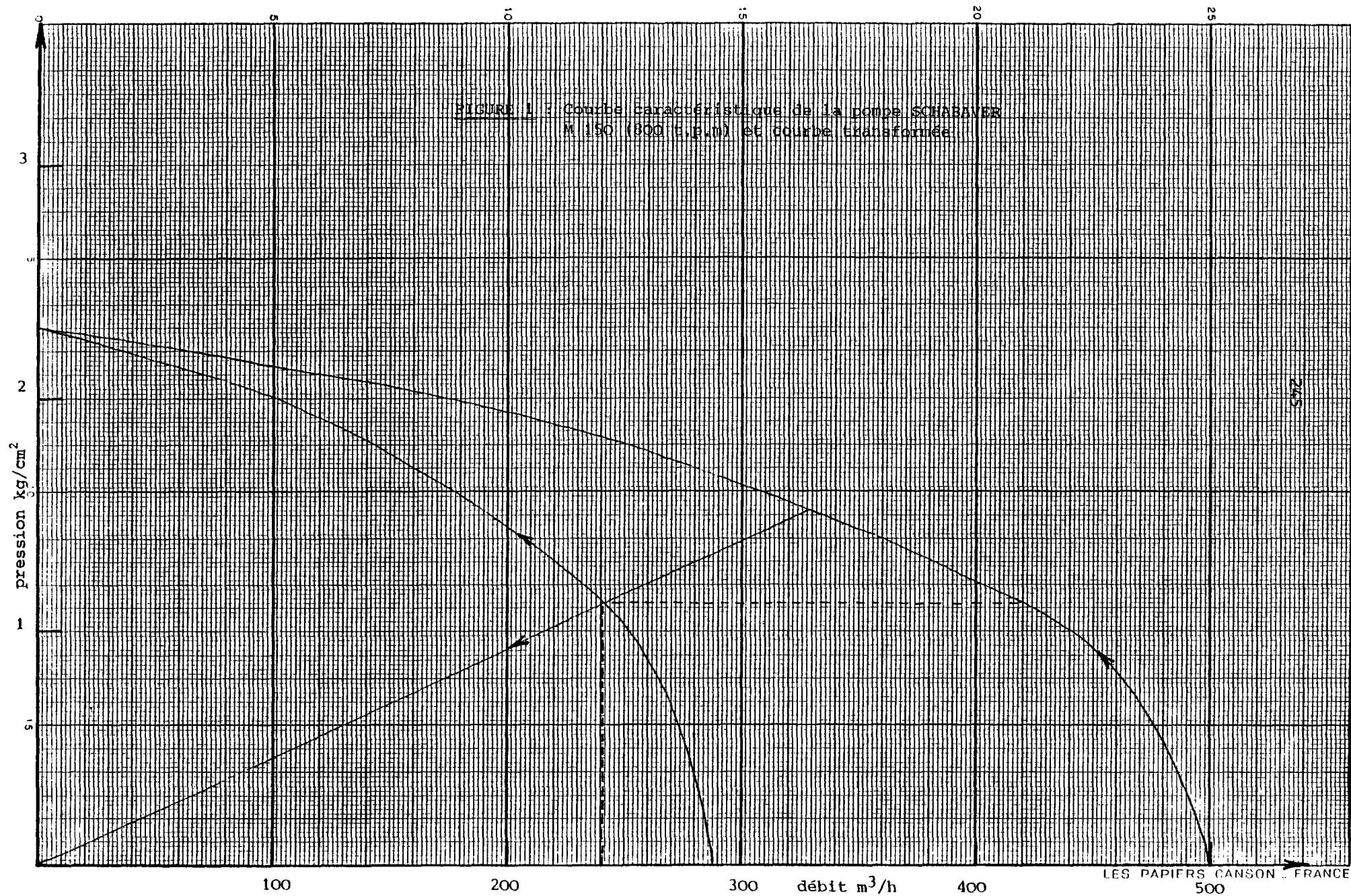
$V_{15} \rightarrow t$

A N N E X E B
---------------

COURBES CARACTERISTIQUES DES POMPES

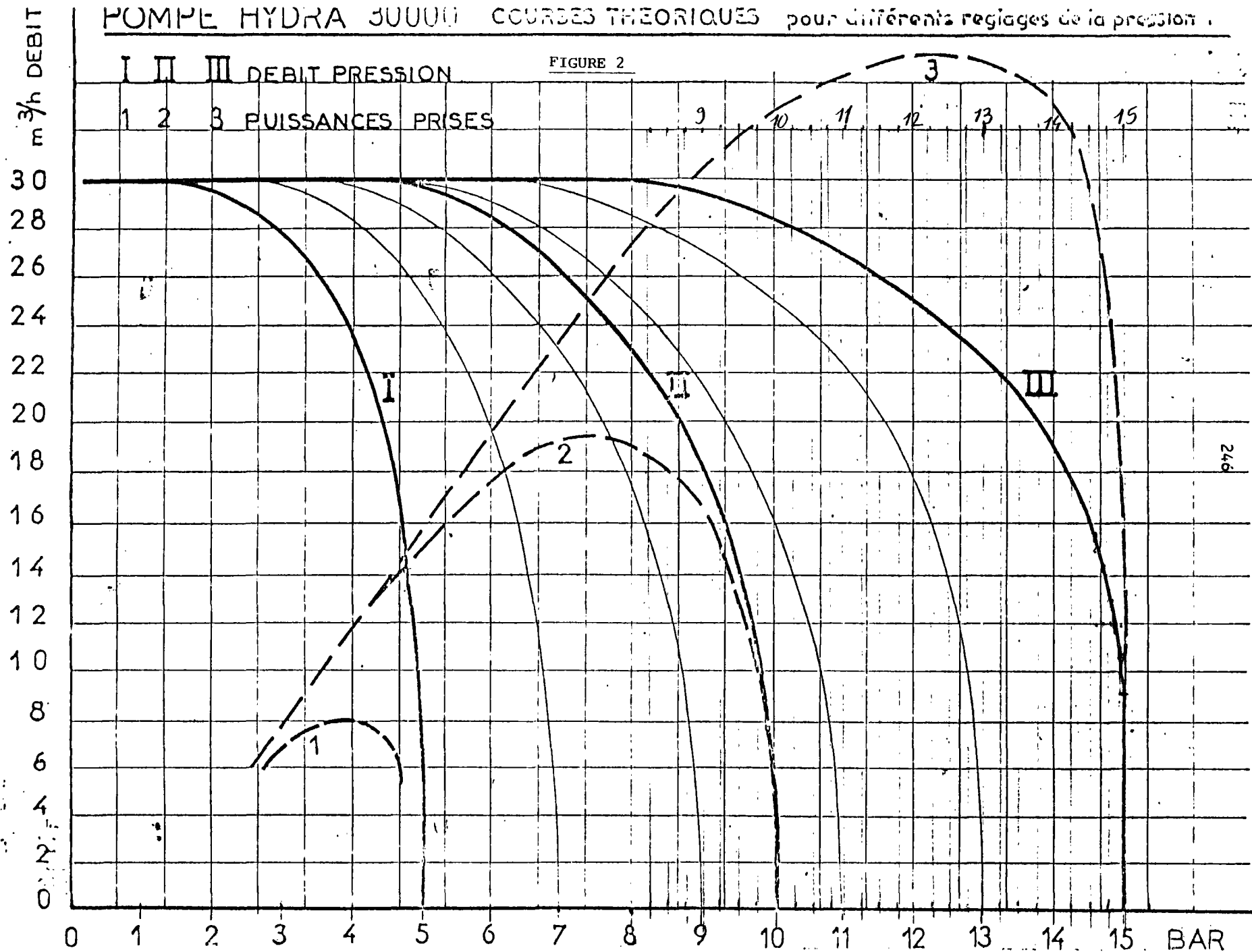
DIAGRAMMES  $\Delta P = f(t)$

$V = f(t)$

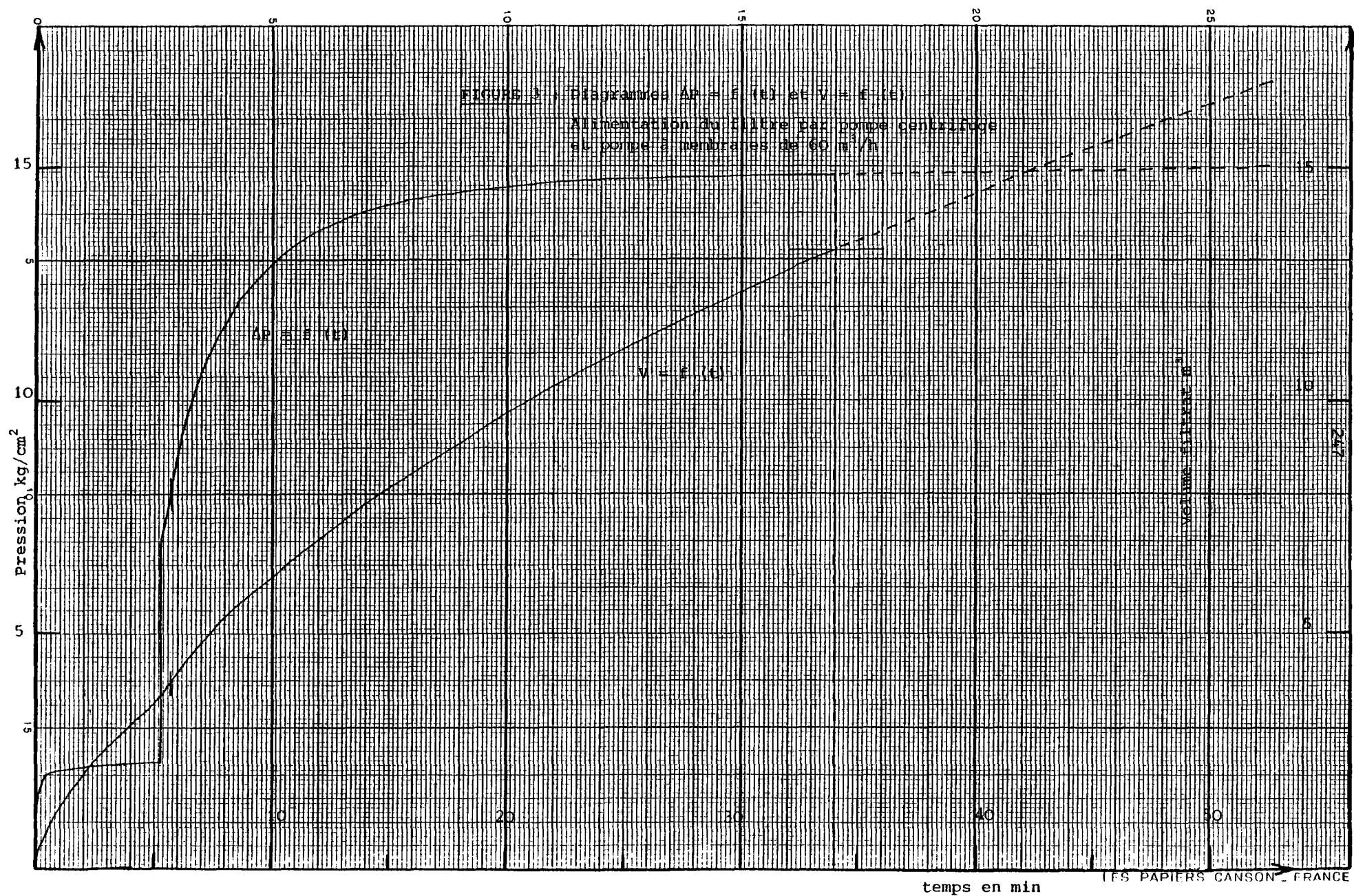


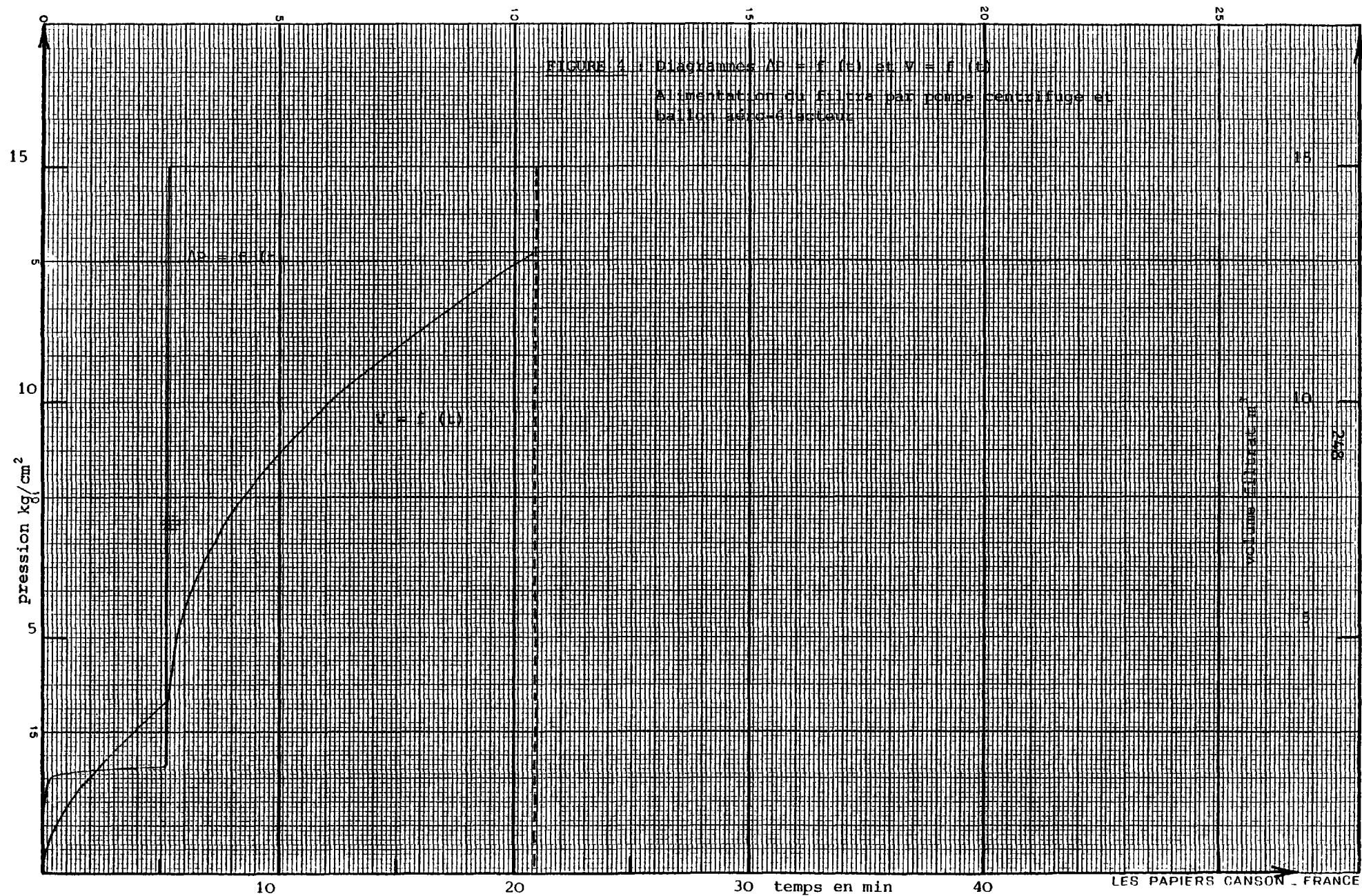
# POMPE HYDRA 30000 COURSES THEORIQUES pour différents réglages de la pression.

FIGURE 2









**MINISTÈRE DE LA RECHERCHE ET DE LA TECHNOLOGIE**  
**DIRECTION GÉNÉRALE DE LA RECHERCHE ET DE LA TECHNOLOGIE**  
**Direction du Financement de la Recherche**

1, rue Descartes - 75005 PARIS

NON PUBLIC

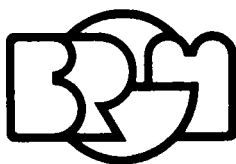
**BARYTINE DE CHAILLAC**

- Etude du traitement des schlamms
- Etude des collecteurs de flottation

**RAPPORT DE SYNTHÈSE**

par

G. BAUDET



**BUREAU DE RECHERCHES GÉOLOGIQUES ET MINIÈRES**

**DIRECTION DES ACTIVITÉS MINIÈRES**

**Département minéralurgie**

B.P. 6009 - 45060 Orléans Cedex - Tél.: (38) 64.34.34

Rapport du B.R.G.M.

Décision d'aide n° 79.7.1346

**85 DAM 039 MIN**

Août 1985

## TABLE DES MATIERES

	Pages
1. <u>ETUDE DU TRAITEMENT DES SCHLAMMS DE LA LAVERIE</u> .....	3
1.1. Caractérisation physico-chimique des schlamms .....	3
1.2. Enrichissement des schlamms .....	3
1.3. Etude de la décantation et de la floculation globale .....	5
1.4. Etude de la filtration sous pression .....	6
1.5. Principales conclusions de l'étude .....	8
2. <u>ETUDE DES COLLECTEURS DE FLOTTATION DE LA BARYTINE</u> .....	11

\*\*\*

Les travaux entrepris dans le cadre de l'Action concertée D.G.R.S.T.  
"Barytine de CHAILLAC" ont eu pour objet :

- *l'étude du traitement des schlamms de la mine de barytine de CHAILLAC.*

Cette étude, conduite par le B.R.G.M., a porté sur :

- . la caractérisation physico-chimique des schlamms,
- . l'enrichissement des schlamms séparés du circuit de broyage, par agglomération sélective,
- . la décantation et la floculation globale, la clarification de l'eau décantée,
- . la filtration sous pression, par filtre-presse conventionnel, des schlamms épaissis,

L'essentiel des activités, dans le cadre de cette étude, a été focalisé sur ce dernier point, compte tenu de son impact sur l'exploitation. L'Administration ayant refusé le creusement et la mise en service de nouveaux bassins de décantation et de stockage des schlamms, la mine de CHAILLAC envisageait de substituer un procédé, combinant épaississement primaire en bassin et filtration sous pression, à la procédure d'épaississement-stockage laissant des bassins comblés par un matériau incomplètement stabilisé. L'objectif était de produire, avec des coûts opératoires et d'investissement modérés, des gâteaux à 75 % de siccité, aisément manipulables et stockables en un dépôt stable, sur une aire laissée libre par l'exploitation minière. Ce nouveau système de traitement et de gestion des rejets fins étant considéré comme devant favoriser une future réhabilitation du site minier.

- *l'étude des collecteurs de flottation de la barytine, à base de sulfonates de pétrole.*

Cette étude, conduite par GERLAND, a porté sur :

- . la caractérisation fine des sulfonates de pétrole, produits de composition complexe, généralement mal définie et maîtrisée. Cette partie de l'étude a été réalisée en collaboration

avec les laboratoires de valorisation des minerais de l'E.N.S.G. qui ont évalué les produits purifiés ou concentrés fournis par GERLAND, afin de tenter de mettre en évidence des relations entre les caractéristiques des sulfonates et leurs performances comme collecteur de flottation. Les travaux effectués par l'E.N.S.G. n'étaient pas inclus dans le programme initial, aidé par la D.G.R.S.T. ; de ce fait, les conclusions détaillées ne sont pas mentionnées dans le présent rapport de synthèse ;

- . la synthèse de sulfonates de composition optimale pour l'application visée. La production de sulfonates de synthèse, en substitution aux sulfonates de pétrole devrait permettre de maîtriser la composition des collecteurs, d'améliorer et de garantir la stabilité de leur performance, enfin de s'affranchir des fluctuations des cours et des approvisionnements, liées à la structure du marché des matières premières et sous-produits de l'industrie pétrolière.

## 1. ETUDE DU TRAITEMENT DES SCHLAMMS DE LA LAVERIE .

L'étude a été effectuée sur des échantillons : de schlamms de broyage (OF BC II), de schlamms de débouillage (OF BC III), de schlamms séparés des stériles de flottation ("surverse fer"), d'"effluent global", composite des trois schlamms précédents, de boues des bassins de décantation-stockage.

### 1.1. Caractérisation physico-chimique des schlamms .

Elle a impliqué des déterminations de masse volumique, de granularité, de compositions chimique et minéralogique qui ont été exploitées pour expliquer les variations de comportement des schlamms lors de la décantation, la floculation et la filtration. Par ailleurs, les fractionnements granulométriques, effectués par centrifugation jusqu'à  $0,25\text{ }\mu\text{m}$ , ont permis de mettre en évidence les distributions de la barytine et des stériles, essentiellement minéraux argileux : kaolinite, illite, minéraux micacés et hydroxydes de fer (goéthite), ces derniers sont concentrés dans les fraction -  $0,5\text{ }\mu\text{m}$ . La barytine récupérable par voie physique est contenue dans les fractions -  $10 + 0,5\text{ }\mu\text{m}$  des schlamms de broyage qui titrent  $38,7\%$   $\text{BaSO}_4$ ,  $10,6\%$   $\text{SiO}_2$ ,  $38\%$   $\text{Fe}_2\text{O}_3$  et  $4,3\%$   $\text{Al}_2\text{O}_3$ . La proportion de particules ultra-fines -  $0,5\text{ }\mu\text{m}$  susceptible d'affecter les propriétés des schlamms ("effluent global") présente un domaine de variation de  $18,5$  à  $30,8\%$ .

### 1.2. Enrichissement des schlamms .

L'agglomération sélective de la barytine par une émulsion aqueuse de fuel oil léger et de collecteur (alkylsulfate) a été utilisée pour enrichir les schlamms de broyage (OF BC II). Des difficultés de dispersion et de stabilisation - liées au vieillissement de la pulpe, à la nature des particules -  $0,5\text{ }\mu\text{m}$  : argiles et hydroxydes de fer, à la composition de l'eau d'imbibition des schlamms - ont rendu nécessaire l'élimination par centrifugation d'une partie de l'eau en contact avec les schlamms. L'addition de silicate de sodium, avec un dosage élevé :  $12\text{ kg/t}$ , l'addition d'agents précipitants ou complexants pour les ions  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$  et  $\text{Fe}^{3+}$  : oxalate de sodium, acide

citrique et fluorure de sodium, dosés respectivement à 200, 250 et 350 g/t ont permis d'aboutir à une meilleure stabilisation de la pulpe avant agglomération. Le collecteur, RESANOL, à base d'alkylsulfates, entraîne une agglomération de la barytine meilleure que celle observée avec les collecteurs à base de sulfonates, il est possible que la moindre efficacité de ces derniers soit due à la structure particulière de la partie hydrophobe du collecteur, consistant en une structure aromatique sur laquelle sont branchées des chaînes paraffiniques.

Le conditionnement par l'émulsion aqueuse du fuel oil (30 kg/t) et de RESANOL (6 kg/t), suivi d'un lavage et de la séparation de la phase agglomérée à une dimension de 25  $\mu\text{m}$ , conduit à un concentré d'agglomération titrant 84,8 %  $\text{BaSO}_4$ , 2,31 %  $\text{SiO}_2$  et 8,9 %  $\text{R}_2\text{O}_3$  avec un rendement pondéral de 27,15 % et une récupération  $\text{BaSO}_4$  de 58,7 %.

Ce résultat est notablement moins bon que celui obtenu en 1976 par agglomération sélective de la barytine contenue dans les surverses - 40  $\mu\text{m}$  des cyclones des broyeurs à barres et à boulets, titrant 51 %  $\text{BaSO}_4$ .

Les concentrés séparés titraient 90,5-95,5 %  $\text{BaSO}_4$ , pour des récupérations  $\text{BaSO}_4$  de 81,6-87,9 %. La baisse d'efficacité de l'agglomération est imputable à une dispersion et une stabilisation incomplètes de la pulpe OF BC II, et à la finesse de la barytine (- 10  $\mu\text{m}$ ). Il serait intéressant de confirmer par des essais sur d'autres échantillons de schlamms de broyage, la mauvaise aptitude à la dispersion, par le seul apport de silicate de sodium, constatée sur l'échantillon "OF BC II 1 semaine", avant de condamner définitivement l'agglomération sélective. La diminution de l'efficacité de l'agglomération, résultant de la dimension fine de la barytine pourrait être compensée par apport, dans une proportion à définir, de concentré de flottation plus grenu. Cet apport devrait améliorer la cinétique d'agglomération de la barytine - 10  $\mu\text{m}$ .



### 1.3. Etude de la décantation et de la floculation globale .

Elle a été effectuée sur des échantillons de schlamms à la concentration en solides initiale (52 à 97 g/l).

L'aptitude à la décantation et à la floculation estimée :

- . par la vitesse de sédimentation libre et la concentration en solides du sédiment après 24 h ou 144 h, sans et avec flocculant,
- . par la vitesse de sédimentation libre pour un dosage de 150 g/t de flocculant

diminue quand la proportion de fractions ultra-fines - 0,5  $\mu$ m augmente.

Une expérimentation, avec deux séries homogènes de flocculants copolymères acrylamide-acrylate de sodium, présentant une proportion de groupements ionogènes comprise entre 0 et 40 %, a conduit à sélectionner le produit Floerger FA 52 SH, présentant environ 25 % d'anionicité, comme flocculant de composition optimale.

Une clarification satisfaisante de l'eau de décantation des schlamms flocculés (contenu en solides < 35 mg/l) pourrait être obtenue en moins de 30 minutes de séjour dans la zone de clarification d'un épaisseur continu, en utilisant une combinaison d'un flocculant cationique : polyéthylèneimine, dosée à 60 g/t, et d'un flocculant anionique, copolymère-PAM acrylate de sodium à 25 % d'ionicité, dosé à 150 g/t.

La surfloculation, suivie d'un tassement des floccs dans une cellule TASSTER de laboratoire, impliquant une consommation élevée de 450 g/t de FA 52 SH, conduit à une concentration insuffisante : 595 g/l ou 41,8 % de solides. Par ailleurs, le sédiment obtenu est difficilement manutentionnable pour une mise en décharge.

#### 1.4. Etude de la filtration sous pression .

L'étude de la filtrabilité, sur filtre-presses de laboratoire à cadres et plateaux, des pulpes de schlamms de CHAILLAC, dont certaines (boues des bassins) présentent des fortes limites d'écoulement et viscosité, a nécessité une nouvelle méthodologie expérimentale impliquant le dégazage des pulpes, des mesures de volume corrigés de filtrat ( $V^*$ ) écoulé en fonction du temps corrigé : ( $t^*$ ), des mesures de masse volumique des solides secs et des gâteaux humides, des mesures d'humidité et de volume des gâteaux. Les bilans matières et l'analyse des courbes  $t^*/V^* = f(V^*)$  permettent de caractériser la filtrabilité pour 2 périodes distinctes du cycle :

- a) - période de formation libre des gâteaux, par le temps de formation libre (ou filtration libre) :  $t_{f.L.}$ , la résistance spécifique moyenne à la filtration à pression constante :  $\alpha$ , le coefficient de compressibilité des gâteaux :  $s$ .
- b) - période de consolidation, par une relation entre la siccité  $R$  et le temps de consolidation  $t' = t - t_{f.L.}$ . Dans les limites de l'expérimentation, le modèle empirique :

$$\text{Log} ((R_{\infty} - R_0) / (R_{\infty} - R)) = kt'$$

s'ajuste de façon satisfaisante, à la fois aux valeurs de  $R$  déduites des bilans matières, et aux valeurs expérimentales de  $R$  obtenues en mesurant la siccité des gâteaux en fonction du temps. Les 3 paramètres du modèle :

$R_{\infty}$  : siccité ultime (%) après une durée prolongée de consolidation sous une pression constante de pulpe

$R_0$  : siccité des gâteaux pour  $t = t_{f.L.}$ , correspondant à la fin de la période de filtration libre

$k$  : constante exprimant la vitesse d'élimination de l'eau des gâteaux sous l'effet de la pression de la pulpe, pendant la période de consolidation

permettent de caractériser simplement la période de consolidation.

Une simulation complète, par calcul, du cycle de filtration d'un filtre à volume de chambre fixe est possible en combinant le modèle bien connu de la filtration libre et le modèle précédent de la consolidation.

Les caractéristiques de filtrabilité ont été déterminées en fonction des variables opératoires suivantes : pression de filtration :  $\Delta P$  (5 à 20 kg/cm<sup>2</sup>), concentration en solides de l'alimentation :  $c_0$  (250 à 575 g/l), épaisseur des gâteaux :  $e$  (17 à 33 mm), pour des pulpes coagulées par 1 % Ca(OH)<sub>2</sub> :

- la variation de  $\bar{\alpha}$  en fonction de  $\Delta P$  peut être décrite par la relation empirique  $\bar{\alpha} = \bar{\alpha}_0 \Delta P^s$  avec  $s \approx 0,6$
- $t_{f.l.} \approx \propto \Delta P^{-1}$  et  $t_{f.l.} \approx \propto (e/2)^2$
- $\bar{\alpha}$  augmente de façon quasiment linéaire avec  $c_0$ . Ce résultat, quelque peu contraire à la tendance généralement observée, traduit une efficacité de la coagulation par Ca(OH)<sub>2</sub>, d'autant meilleure que la concentration en solides est plus faible. Toutefois  $t_{f.l.}$  diminue notablement quand  $c_0$  augmente, de ce fait, le rendement de filtration augmente avec  $c_0$ , malgré une légère augmentation de  $\bar{\alpha}$  avec  $c_0$
- la variation  $\Delta R_\infty$  de  $R_\infty$  est sensiblement proportionnelle à  $\log \Delta P$  :  $\Delta R_\infty \approx \propto \log \Delta P$ ,  $R_0 \approx$  constant dans un domaine de variation de 10 à 20 kg/cm<sup>2</sup>. La variation de  $k$  en fonction de  $P$  peut être estimée par  $k = k_0 P^2$
- pour une pression  $\Delta P$  constante, la variation de  $k$  avec  $c_0$  est approximativement  $k \approx k' c_0^{2,1}$ , tandis que les variations de  $R_\infty$  et  $R_0$  sont faibles et négligeables en pratique
- pour une pression constante, la variation de  $k$  avec  $e$ , est approximativement  $k \approx k'' e^{2,2}$ ,  $R_\infty$  et  $R_0$  sont sensiblement constants dans un domaine d'épaisseur des gâteaux de 17 à 33 mm.

Des essais complémentaires ont mis en évidence :

- une meilleure filtrabilité des pulpes coagulées par 1 %  $\text{Ca(OH)}_2$  par rapport à des pulpes conditionnées par des flocculants polymériques de synthèse : cationiques ou combinaison de flocculants cationique et anionique
- une augmentation notable du rendement de filtration et une diminution importante de l'humidité résiduelle des gâteaux avec l'addition de 10 à 30 % de rejets grenus
- une possibilité de prédiction de la filtrabilité des schlamms, estimée par la résistance spécifique  $\bar{\alpha}$ , à partir des caractéristiques chimiques et granulométriques. Les facteurs : teneur en alumine et proportion de particules ultra-fines - 0,5  $\mu\text{m}$ , constituent les variables explicatives les plus déterminantes pour  $\bar{\alpha}$ . Avec les schlamms de type ferro-barytique, la meilleure équation de régression est :

$$\bar{\alpha} = 2,59 + 0,372 T (\text{Al}_2\text{O}_3) - 0,045 T (\text{BaSO}_4) - 0,063 T (\text{Fe}_2\text{O}_3)$$

dans laquelle :

$T (\text{Al}_2\text{O}_3)$  = teneur en alumine %

$T (\text{BaSO}_4)$  = teneur en barytine %

$T (\text{Fe}_2\text{O}_3)$  = teneur en oxyde de fer %.

Cette équation met en évidence la forte influence positive de la teneur en alumine, associée aux minéraux argileux, sur la résistance à la filtration, le coefficient de corrélation multiple au carré  $R^2$  est de 0,97.

#### 1.5. Principales conclusions de l'étude .

La valeur représentative du rendement de filtration des schlamms, correspond à la filtrabilité des boues des bassins, 2ème série, elle est de 15  $\text{kg/m}^2/\text{h}$ , exprimée en kg de matière sèche (M.S.), le temps de débâtissage et rebâtissage inclus, pour les hypothèses de base suivantes :

- . pression : 15 kg/cm<sup>2</sup>
- . épaisseur des gâteaux : 27,5 mm
- . concentration de la suspension d'alimentation : 575 g/l
- . addition de chaux : 1 % par rapport à la matière sèche
- . humidité résiduelle des gâteaux : 25 %

Le traitement de 500 t/jour de schlamms requiert une surface de filtration de 1 360 m<sup>2</sup>, correspondant à environ 2 filtres, chacun de 150 plateaux de 1,5 x 1,5 m de surface filtrante par face.

L'addition de 10 % de produit grenu ("souverse fer") réduirait cette surface de :

- . 33,2 % pour une humidité résiduelle de 24 %
- . 21,3 % pour une humidité résiduelle de 25 %
- . 19 % pour une humidité résiduelle de 26 %.

La simulation par calcul du cycle de filtration, en fonction du mode d'alimentation des presses, connaissant les courbes caractéristiques des pompes, met clairement en évidence un gain important de rendement en utilisant une combinaison d'une pompe centrifuge et d'un ballon aéro-éjecteur :

Mode d'alimentation des filtres	Temps de formation libre t <sub>f.l.</sub> min	Durée totale du cycle min	Rendement brut kg M.S./m <sup>2</sup> /h *
. pompe centrifuge de 480 m <sup>3</sup> /h maximum puis pompe à membrane de 30 m <sup>3</sup> /h maximum	41,4	82,1	14,5
. pompe centrifuge puis pompes à membranes de 60 m <sup>3</sup> /h maximum	34,0	74,7	15,9
. pompe centrifuge puis ballon aéro-éjecteur	20,9	61,6	19,3

\* pour H<sub>2</sub>O = 25 %

pour une pression maximale de filtration de 15 kg/cm<sup>2</sup>, une épaisseur des gâteaux de 25 mm et une concentration d'alimentation de 575 g/l.

Les résultats de la campagne d'essais de filtration sous pression ont été utilisés comme données de base pour le dimensionnement des filtres presses qui équipent depuis 1983 le circuit de traitement des schlamms de la laverie de CHAILLAC.

La méthodologie expérimentale incluant des programmes de calcul, développée lors de cette campagne, a permis d'améliorer les déterminations des paramètres caractéristiques de la filtration du filtre-pressé à volume de chambre fixe, rendant compte des périodes de filtration libre et de consolidation. Le modèle empirique de la consolidation, dont la validité apparaît comme satisfaisante dans les limites des conditions opératoires mises en oeuvre, offre un support de calcul intéressant, en complément du modèle bien connu de la filtration libre, pour simuler et optimiser le cycle complet d'un filtre-pressé conventionnel. Par ailleurs, ce modèle pourrait s'avérer utile pour la mise au point d'une méthode de contrôle et de pilotage d'une installation de filtration sous pression équipée de capteurs en ligne et d'un calculateur associé.

Dans le cas des schlamms de CHAILLAC, les variations de filtrabilité pourraient être atténuées par mélange de qualités présentant différentes teneurs en alumine et proportions de particules -  $0,5\ \mu\text{m}$ , ces critères étant étroitement corrélés à la filtrabilité.

## 2. ETUDE DES COLLECTEURS DE FLOTTATION DE LA BARYTINE .

L'étude de la Société GERLAND a porté sur deux points principaux :

- la détermination des caractéristiques physico-chimiques des sulfonates utilisés comme réactifs de flottation de la barytine,
- la mise au point de réactifs plus efficace.

Trois types de sulfonates ont été préparés par traitement acide de différentes coupes de base : B120 - B130 - B140. Sur ces trois échantillons, les déterminations et analyses suivantes ont été effectuées :

- . masse molaire - proportions : d'huile, de carboxylate de Na, de sulfonate de Na, de sels minéraux et d'eau - basicité
- . analyses des sulfonates purs séparés des produits de base
- . analyses élémentaires : C-H-S-Na-O
- . nombre de SO<sub>3</sub> par molécule
- . séparations des mono et di-sulfonates
- . distributions des masses molaires par chromatographie phase liquide
- . craquages des sulfonates, analyses et séparations des produits des craquages.

Les caractéristiques de ces sulfonates ont été corrélées aux performances, en tant que collecteurs de la barytine, déterminées par le laboratoire du Centre de Valorisation des Minerais de l'E.N.S.G. de Nancy. Cette étude a abouti à une définition de la composition d'une molécule de performances optimales en flottation.

Les sulfonates les plus intéressants : B130 et B140 sont composés essentiellement de monosulfonates, les produits épurés titrent en effet respectivement 91,7 et 96,6 % de monosulfonates de masses molaires moyennes 447 et 508. Le groupement hydrophobe de ces collecteurs est constitué principalement d'une structure monoaromatique, un noyau naphtéinique ainsi

qu'une ou plusieurs chaînes paraffiniques, de longueur variable, sont branchés sur le noyau aromatique.

La synthèse de sulfonates présentant ce type de structure a permis de mettre au point un collecteur de composition maîtrisée et définie dont les essais de flottation ont permis de vérifier les bonnes performances par rapport aux sulfonates de pétrole.

0

000