

Rapport No 2

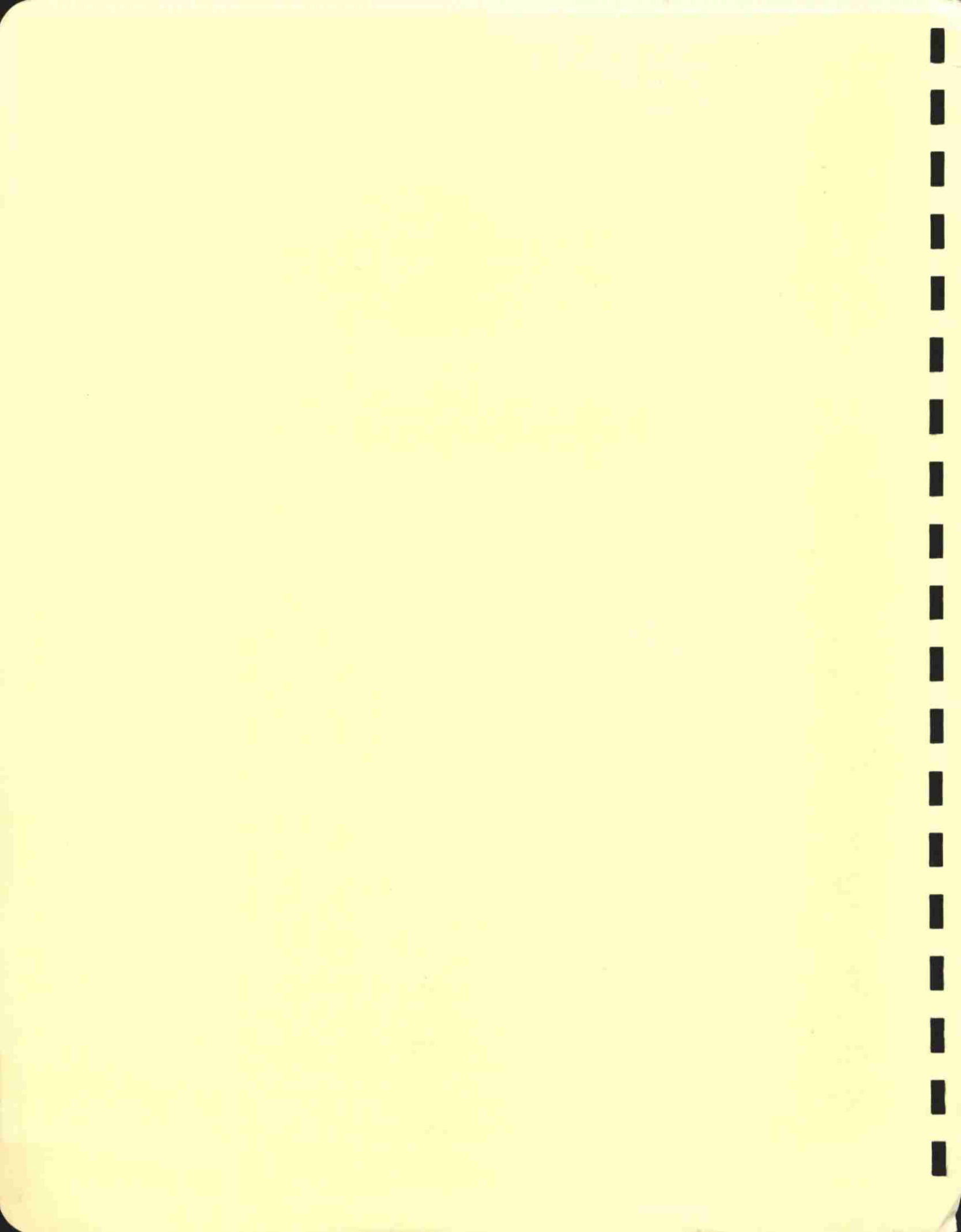
AR
12434
1984
QAG

OBSERVATIONS SUR LE COLMATAGE
FERRIQUE DES RESEAUX DE DRAINAGE
ET PREVISION DU PHENOMENE

par

Rémi Asselin, ing. et agr.
M.A.P.A.Q., Nicolet

ARCHIVES DU MAPAQ
NE PEUT PAS ÊTRE EMPRUNTÉ



OBSERVATIONS SUR LE COLMATAGE FERRIQUE DES RESEAUX
DE DRAINAGE ET PREVISION DU PHENOMENE

par

Rémi Asselin, ingénieur et agronome
Ministère de l'Agriculture, des
Pêcheries et de l'Alimentation
Nicolet



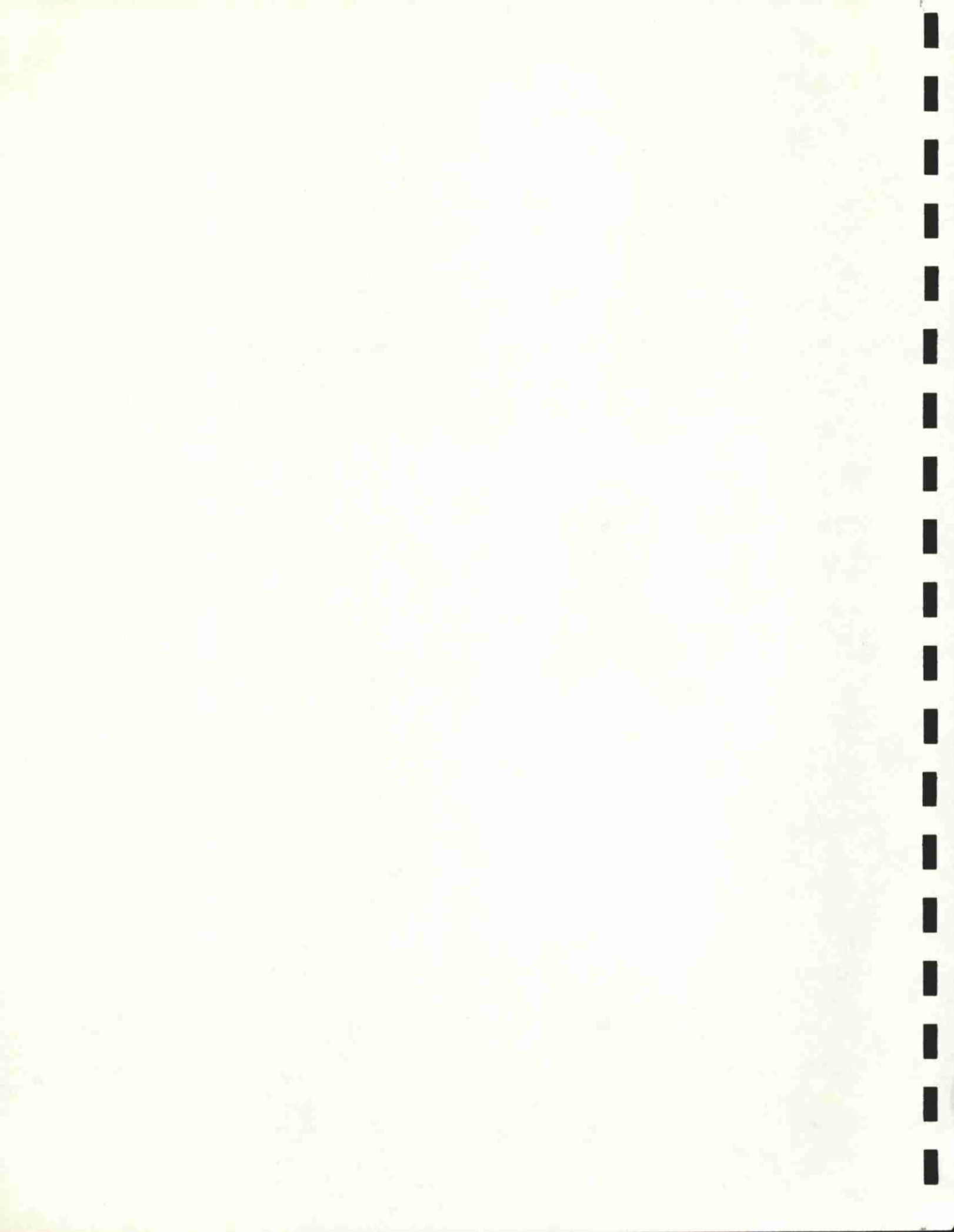
BIBLIOTHÈQUE
Ministère de l'Agriculture, des
Pêcheries et de l'Alimentation
200, chemin Ste-Foy, 1er étage
Québec (Québec), Canada
G1R 4X6

TABLE DES MATIERES

1.	INTRODUCTION	215
2.	OBJECTIFS DE L'ETUDE	215
3.	MATERIEL ET METHODE EXPERIMENTALE	215
3.1	Les fermes étudiées	215
3.2	Nombre d'excavations	216
3.3	Matériel et méthode de prélèvement de l'eau	216
3.4	Les analyses de l'eau	220
3.5	Les analyses du sol	221
3.6	Mesures sur les échantillons de drains	221
4.	ANALYSE DES RESULTATS	222
4.1	Les fermes et les sols étudiés	222
4.2	Le contenu en fer ferreux et le pH de l'eau	225
4.2.1	Comparaison des méthodes d'analyse	225
4.2.2	Relation entre le pH et le fer ferreux	229
4.2.3	Relation entre la profondeur et le contenu en fer ferreux	229
4.3	Le colmatage des drains	230
4.3.1	Importance des dépôts	230



4.3.2	Epaisseur des dépôts vs pH et teneurs en Fe^{+2}	235
4.3.3	Colmatage vs le temps	236
4.3.4	Obstruction des ouvertures	238
4.3.5	Les bactéries ferrugineuses	243
4.3.6	Etat des filtres	244
5.	CONCLUSION	245
ANNEXE 1	Méthode de prélèvement selon Ford (1981)	248
ANNEXE 2	Ensemble des résultats sur le colmatage des conduites.....	250
ANNEXE 3	Matériel et fournisseur.....	251



R E S U M E

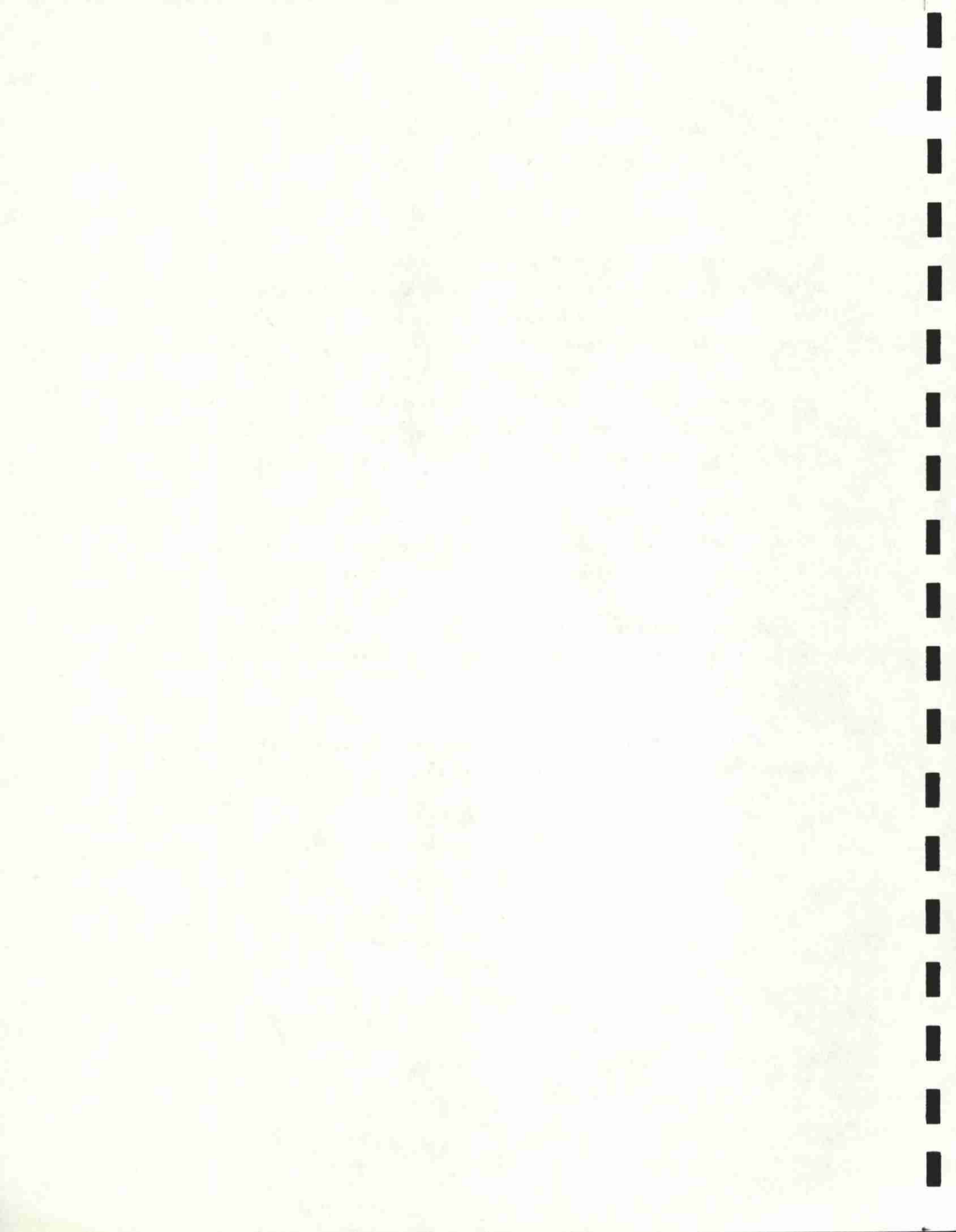
Des fouilles ont été pratiquées sur quatorze (14) fermes à l'automne 1982 en vue 1) d'évaluer l'ampleur au colmatage des réseaux de drainage par l'hydroxyde de fer et, 2) d'évaluer une méthode d'analyse au champ de la teneur en ions ferreux de l'eau de la nappe.

Ces observations ont révélé que la méthode d'analyse employée est fiable et facile d'utilisation et en conséquence, elle constitue un outil précieux pour les ingénieurs préparant des études et des plans de drainage.

En général, les systèmes de drainage observés ont montré un état de colmatage assez avancé six ans après leur installation. Le phénomène a été observé dans les sols sableux.

Le colmatage par l'hydroxyde de fer est fortement influencé par la présence de bactéries ferrugineuses. La présence de bactéries fut observée dans tous les réseaux de drainage.

L'analyse de la teneur en ions ferreux, l'examen du profil ainsi que les sondages en profondeur sont des éléments permettant à l'ingénieur de prévoir le risque de colmatage.



1. INTRODUCTION

Le colmatage des drains par l'hydroxyde de fer constitue un problème pour lequel il n'existe pas, du moins à l'heure actuelle, de solutions économiquement valables.

La prévention, par le diagnostic du potentiel de colmatage que présente le sol, est certes la meilleure procédure sur laquelle l'ingénieur peut s'appuyer pour concevoir des réseaux de drainage.

Il existe quelques méthodes d'analyse au champ de la concentration en fer libre de l'eau de drainage. Ces méthodes utilisent le principe de colorimétrie. On peut citer entre autres : 1) méthode avec une solution contenant 0,5% de O - phénantroline (Kuntze, 1982) ; 2) la méthode avec une solution de 2-2'bipyridine vendu par la Cie MERCK (Houot et al, 1984) ; 3) méthode utilisant un réactif à l'acide sulfamique (Ford, 1981). C'est d'ailleurs avec cette dernière méthode d'analyse que nous avons réalisé la présente étude.

2. OBJECTIFS DE L'ETUDE

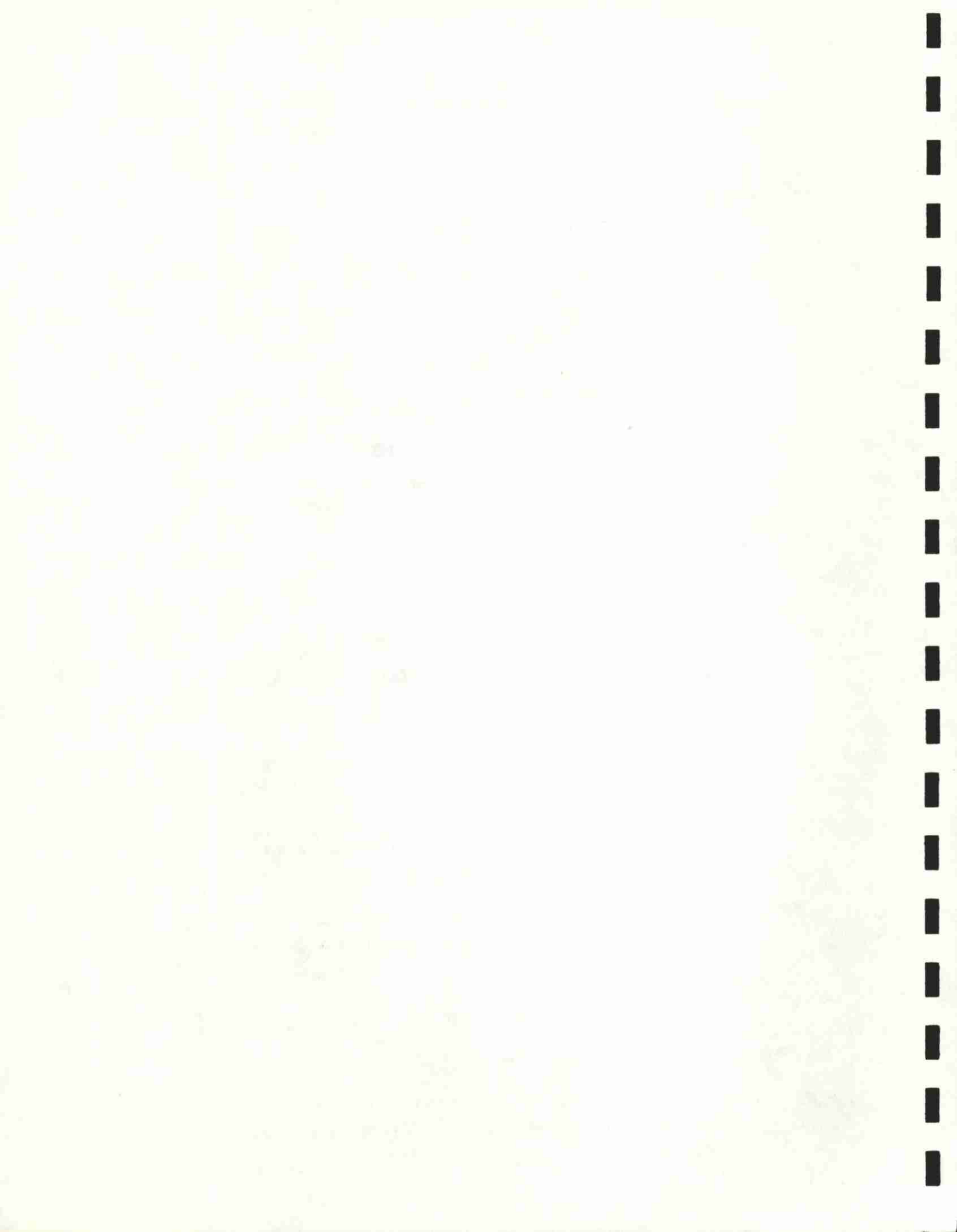
Les objectifs visés par notre étude étaient :

- a) d'évaluer le degré de colmatage de plusieurs installations de drainage en fonction de leur âge ;
- b) de comparer deux méthodes d'analyse au champ du fer ferreux avec une méthode au laboratoire ;
- c) de proposer une méthode d'analyse simple et peu coûteuse aux praticiens du drainage ;
- d) enfin, d'établir une relation permettant de prévoir le risque de colmatage en fonction de la concentration en Fe^{+2} .

3. MATERIEL ET METHODE EXPERIMENTALE

3.1 Les fermes étudiées

L'étude a été réalisée sur quatorze fermes dispersées dans la région agricole de Nicolet et sur 5 différentes séries de sol (figure 1). Le choix



des fermes fut basé sur la connaissance qu'elles montraient des dépôts d'hydroxyde de fer, et que l'âge des installations variait entre 1 et 10 ans.

3.2 Nombre d'excavations

Pour chacune des fermes, trois (3) lignes de drains furent ouvertes à deux (2) endroits. Les excavations furent pratiquées entre 10 et 50 m de l'extrémité aval (collecteur) et de l'extrémité amont, dépendamment de la longueur des conduites. De façon générale, nous avons six observations par ferme.

A chaque excavation, le drain était dégagé et sa profondeur notée. Le profil du sol au-dessus et sous le drain fut l'objet d'une brève description.

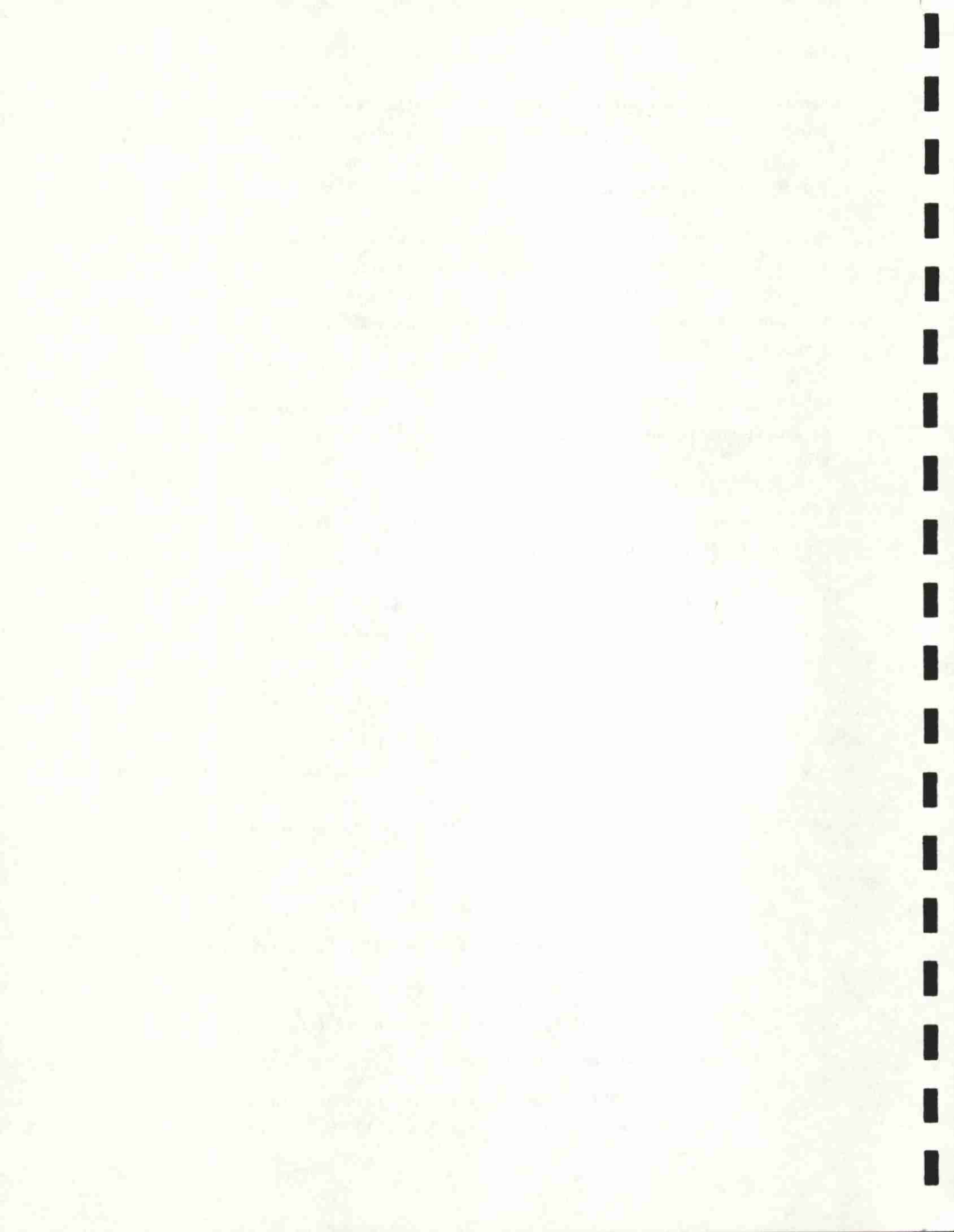
Un échantillon du drain d'une longueur de 30 cm était prélevé et conservé dans un sac de plastique pour examen ultérieur en laboratoire.

Deux échantillons de sol étaient prélevés à chaque excavation pour analyse de la texture. Un premier échantillon entre 40 et 100 cm de profondeur et un deuxième au niveau du drain.

3.3 Matériel et méthode de prélèvement

La méthode consistait à recueillir des échantillons d'eau directement de la nappe phréatique et de les filtrer tout en minimisant le plus possible le contact avec l'air (annexe 1). Le matériel requis comprend :

- a) Unités de filtration SWINNEX 47 mm (figure 2 ; annexe 3) ;
- b) Filtres 47 mm ; diamètre des pores 0,45 μm ;
- c) Seringues 10 ml pouvant s'adapter à l'unité de filtration ;
- d) Tubes de plastique de 18 X 150 mm ;
- e) Bouteille de collection de l'eau de nappe (figure 3) ;
- f) Réactif à l'acide sulfamique ;
- g) Trousse d'analyse pour le fer (1,10 phénantroline) de la firme HACH avec roue colorimétrique de 0 à 10 mg/l (annexe 3).



REGION AGRICOLE 04

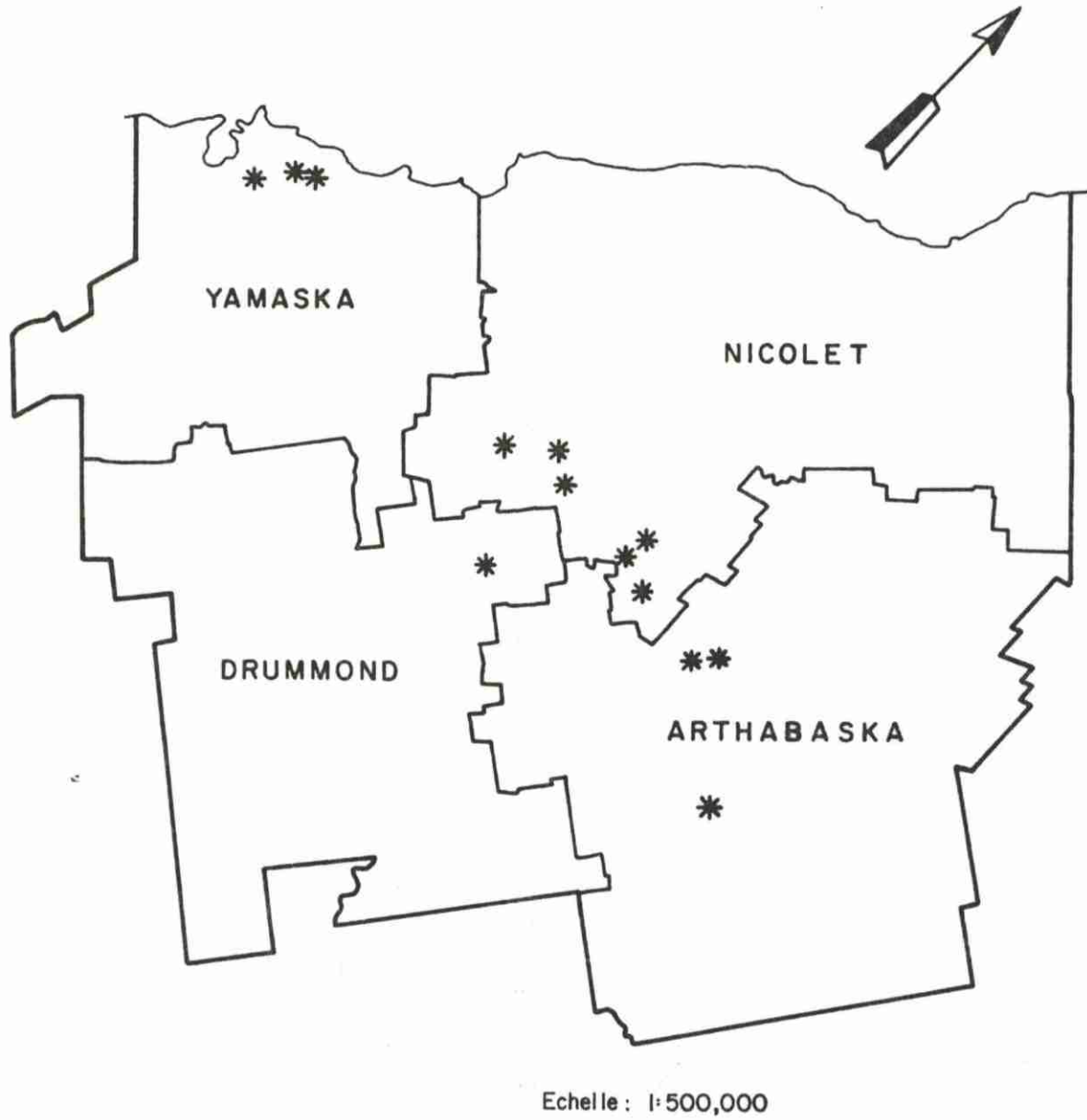


Figure 1: LOCALISATION DES FERMES (*)

10-3-1954

10-3-1954

10-3-1954

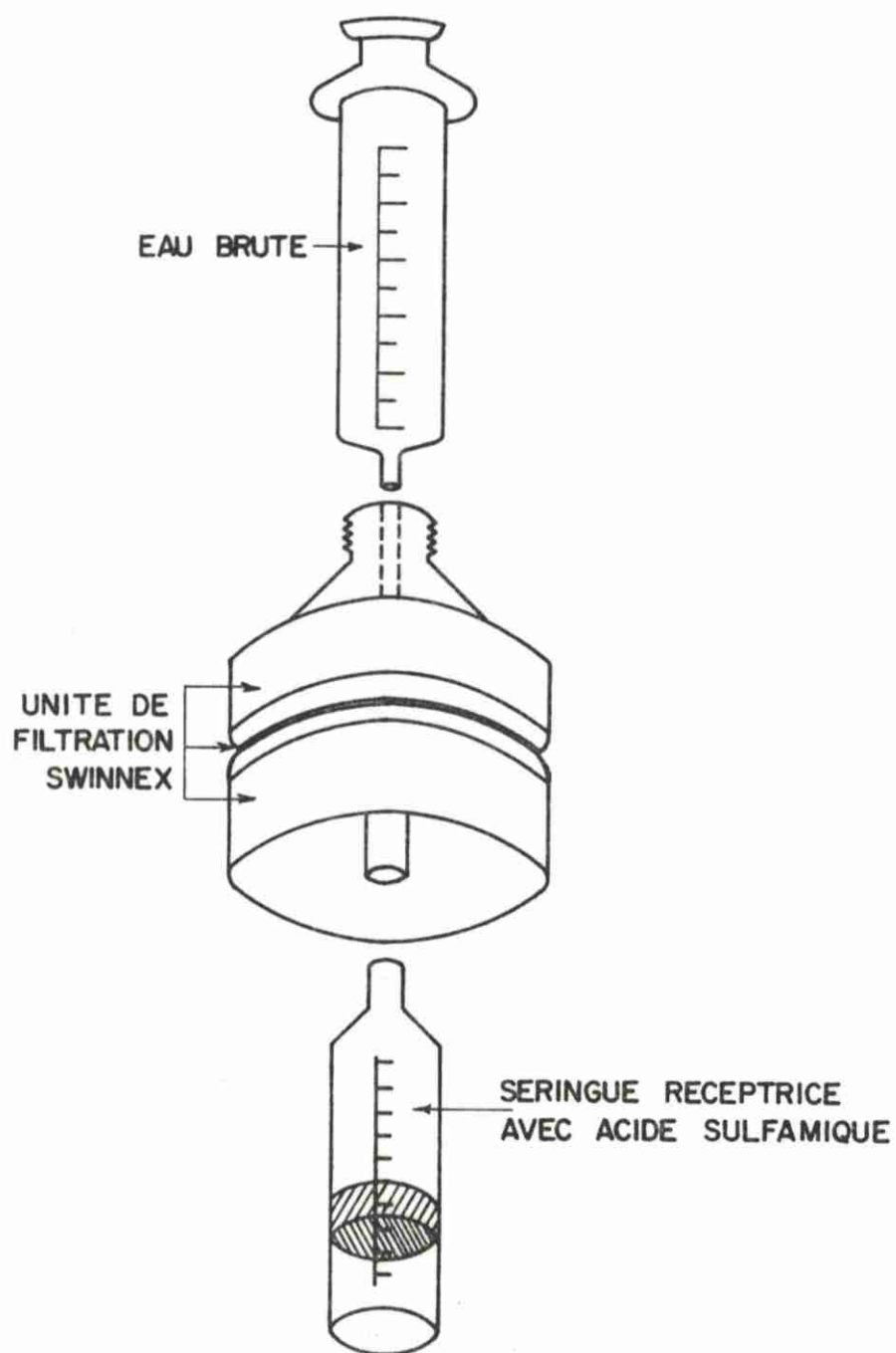
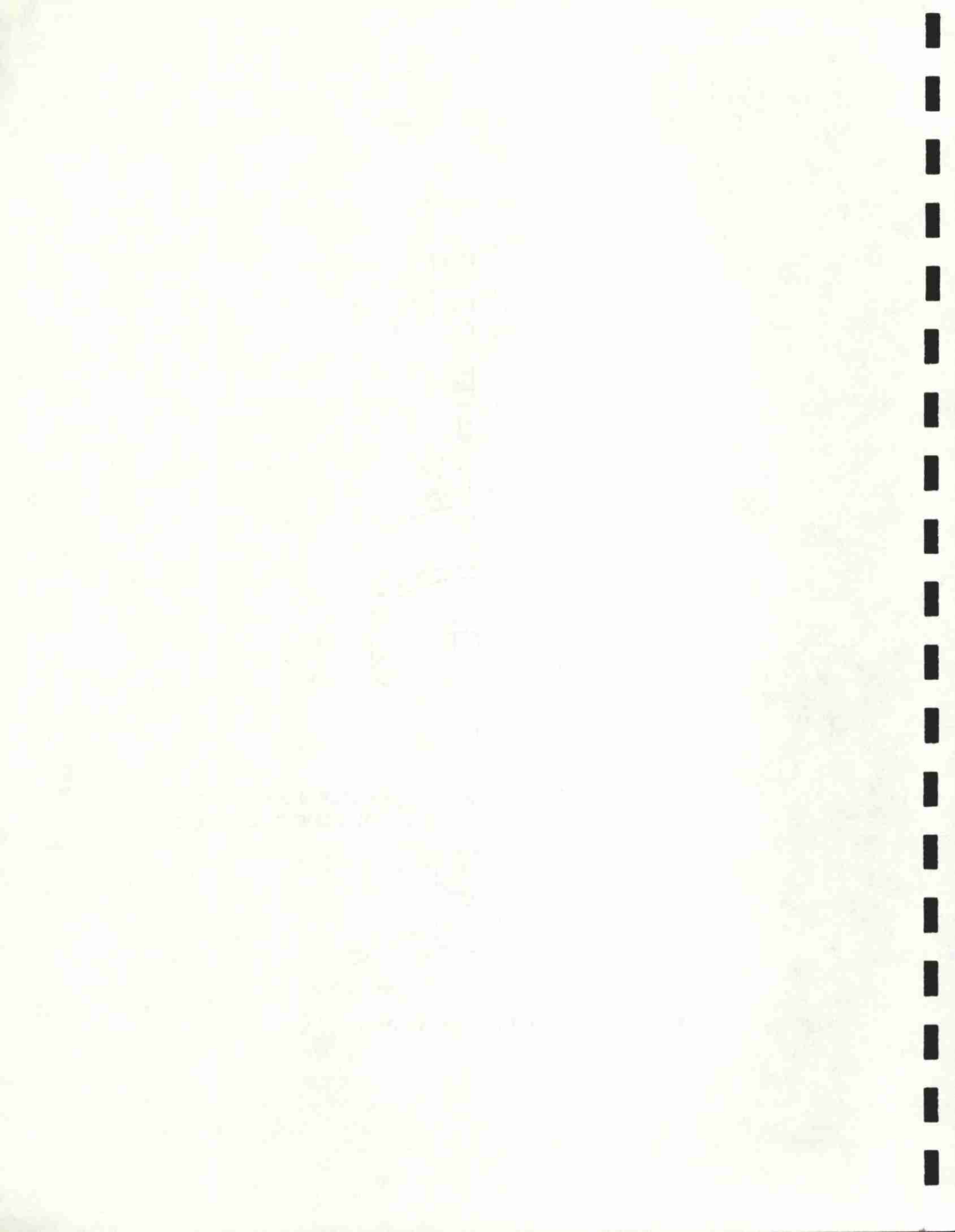


Figure 2: Dispositif de filtration de l'eau



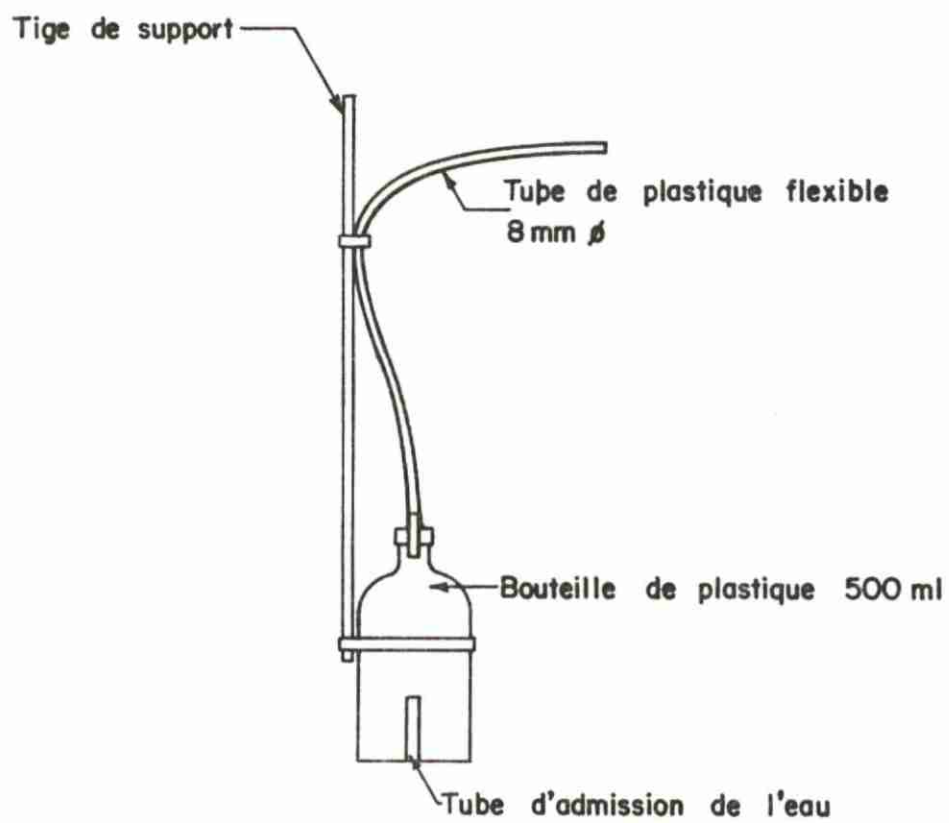
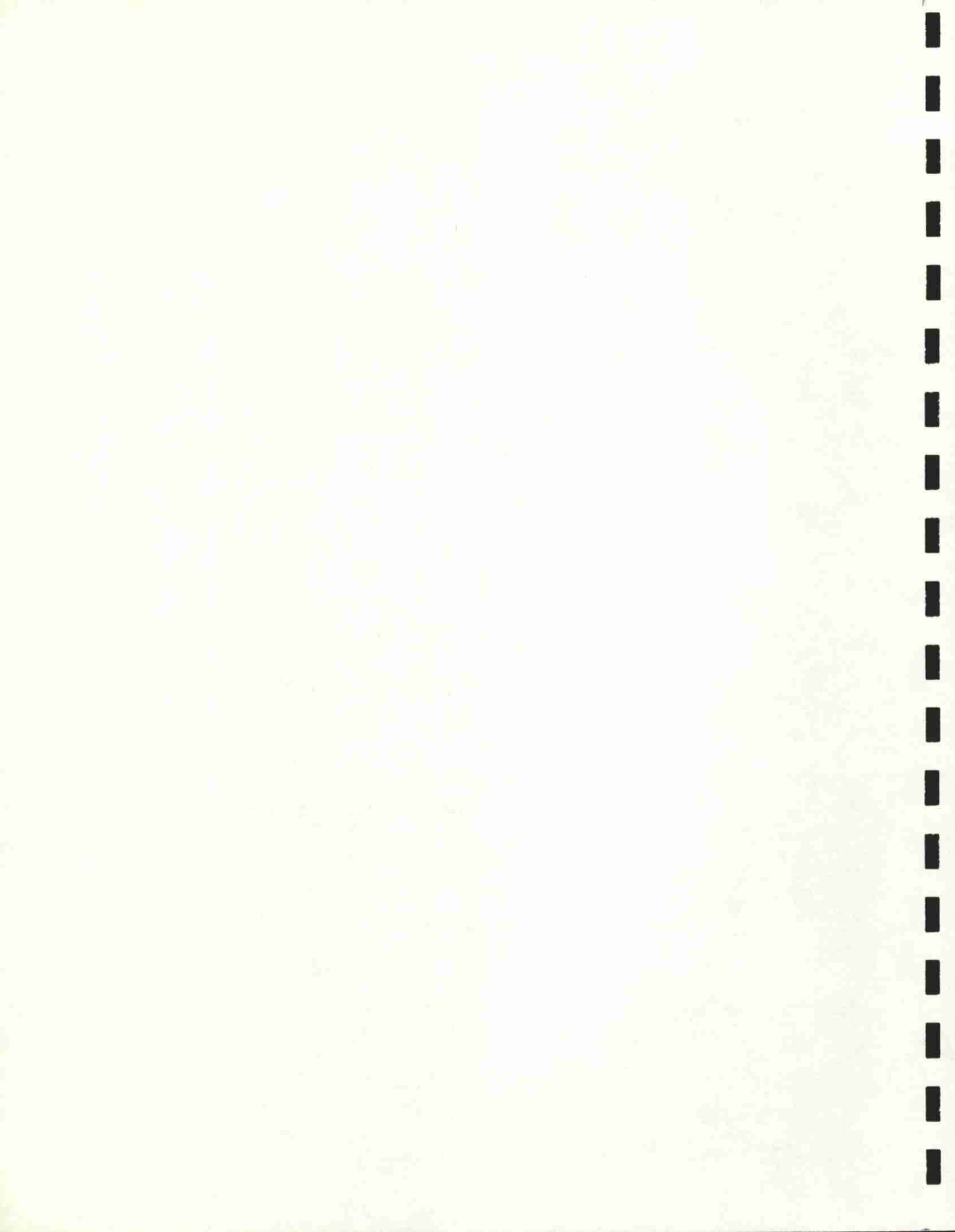


Figure 3: Bouteille de collecte.



A chaque site d'observation, trois échantillons d'eau étaient prélevés et filtrés selon la méthode proposée par le Dr Harry Ford (1981) à l'aide de l'unité de filtration SWINNEX (Annexe 1).

L'eau était prélevée dans un trou de tarière creusé à 2 m de la ligne de drain. L'eau était aspirée directement dans une seringue ou à l'aide de la bouteille de collection aussitôt qu'elle était présente dans le trou de sondage.

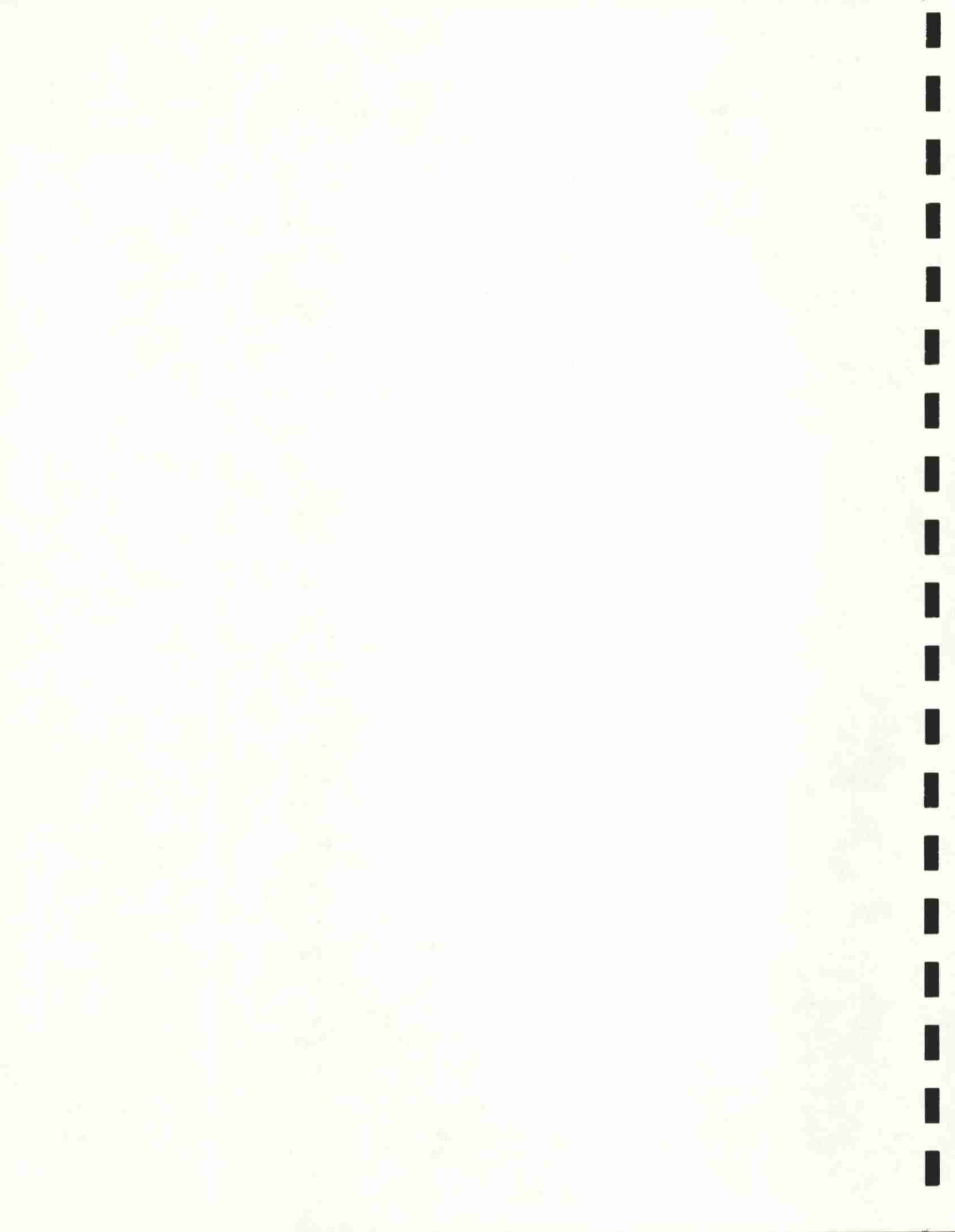
Un premier échantillon de 10 ml était recueilli dans une seringue contenant 2,7 ml d'acide sulfamique. La solution d'acide sulfamique réagit avec l'eau pour complexer et stabiliser le fer et donner une couleur plus ou moins rouge que l'on pourra comparer sur la roue colorimétrique HACH.

Deux autres échantillons étaient conservés dans des seringues sans réactif à l'acide sulfamique.

3.4 Les analyses de l'eau

Tous les échantillons d'eau furent analysés de la façon suivante :

- a) les échantillons avec l'acide sulfamique furent comparés avec la roue colorimétrique (0 à 10 ppm) de la trousse HACH à l'arrivée des échantillons au laboratoire, soit de 1 à 2 h après le prélèvement. Le même échantillon était dosé par absorption atomique le lendemain matin, en moyenne 18 h après le prélèvement.
- b) les échantillons sans acide sulfamique furent analysés comme suit :
 - i) un échantillon de 5 ml était dosé à l'arrivée au laboratoire en utilisant le réactif de la trousse d'analyse HACH ;
 - ii) un autre dosage par la même méthode était répété le lendemain matin (15 à 18 h plus tard) pour vérifier si la mesure était reproductible après plusieurs heures ;
 - iii) un échantillon était analysé en laboratoire pour le pH, et le contenu en fer était dosé par absorption atomique (15 à 18 h après le prélèvement).



Le dosage du fer par absorption atomique a été fait au laboratoire régional de Nicolet selon la méthode standardisée à une longueur d'onde de 248,7 nanomètres. Le pH fut déterminé en utilisant un pH mètre à électrode combinée.

Ces différentes analyses avaient pour but d'établir la possibilité d'utiliser la trousse d'analyse HACH pour analyser des échantillons prélevés quelques heures auparavant, sachant qu'il est parfois difficile de faire des analyses au champ en respectant toujours les mêmes conditions.

Les comparaisons avec le dosage par absorption atomique avait pour but de vérifier la fiabilité du " test kit " HACH sur des échantillons prélevés et conservés sans réactif.

3.5 Analyses du sol

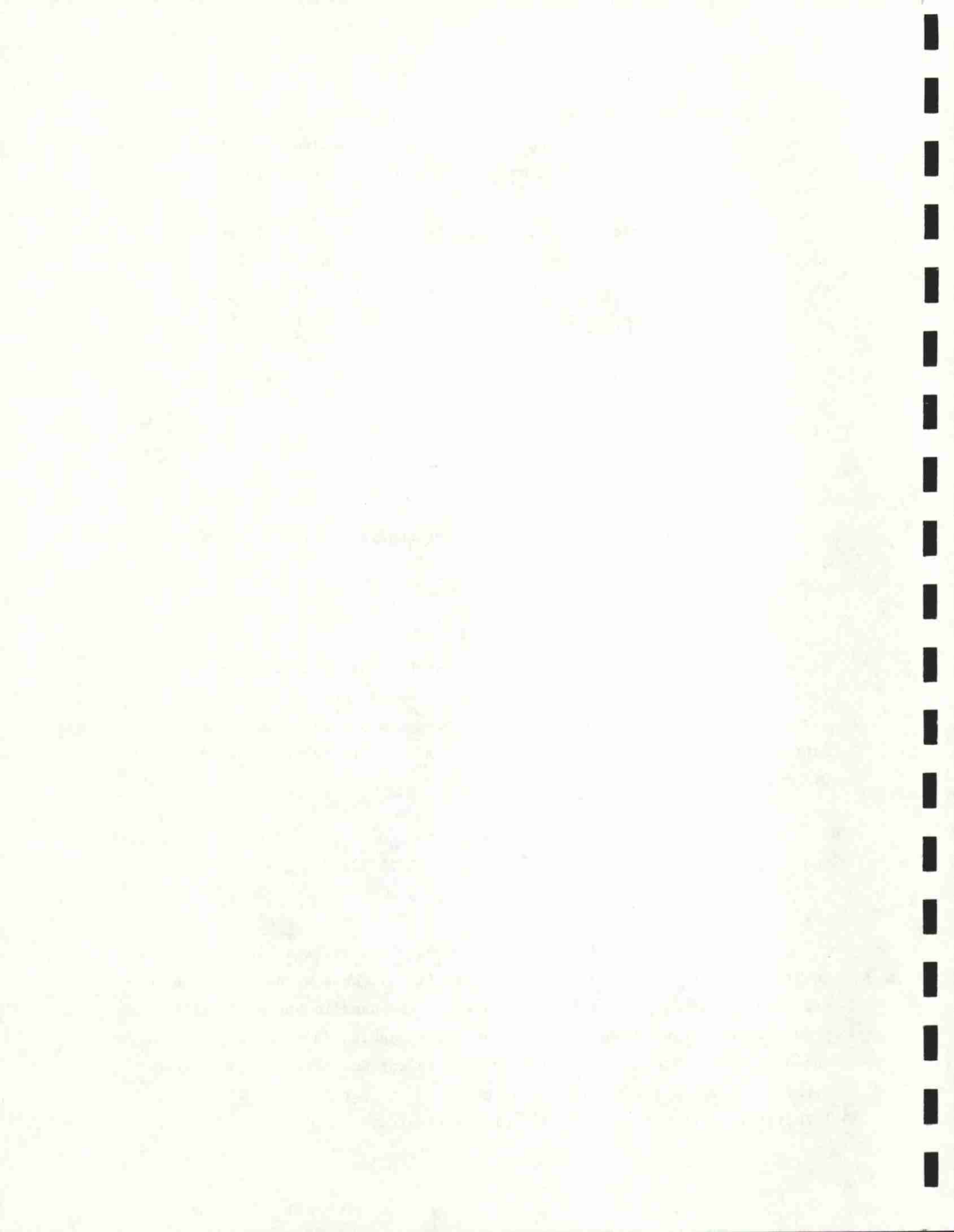
Tous les échantillons de sol furent analysés selon la méthode de l'hydromètre de Boyoucos.

3.6 Mesures sur les échantillons des drains

Tous les échantillons de drains furent l'objet de mesures pour évaluer leur degré de colmatage. L'étendue du dépôt fut évaluée à l'aide de mesures faites à tous les 45° sur la circonférence du drain. L'épaisseur du dépôt était évaluée au moyen d'un micromètre ayant une précision de 0,1 mm.

Le nombre de pertuis partiellement et totalement obstrués furent comptés. La largeur des ouvertures fut mesurée à l'aide de jauges millimétriques, du type utilisé pour l'ajustement des bougies.

En nous référant aux descriptions et photographies tirées de Thorburn et Trafford (1976) et de Ivarson et Sojak (1978), nous avons examiné au microscope les dépôts de 2 échantillons par ferme dans le but d'identifier la présence et le type de bactéries. Des photographies au microscope furent également prises grâce à l'amabilité du département des pâtes et papiers de l'université du Québec à Trois-Rivières, et également par le Dr K. C. Ivarson de l'Institut de recherches sur les sols, Agriculture Canada, Ottawa.



4. ANALYSE DES RESULTATS

4.1 Les fermes et les sols étudiés

Les observations ont été faites sur quatorze fermes dont l'âge des systèmes variait de 1 à 10 ans. Les différentes séries de sol étudiées ont été identifiées avec les études pédologiques du comté de Yamaska par Laplante et Choinière (1954), du comté de Nicolet par Choinière et Laplante (1948), du comté de Drummond par Choinière (1960) et finalement du comté d'Arthabaska par Rompré et al. (1984).

Le tableau 1 nous présente les fermes, les séries de sols ainsi que l'âge des installations de drainage.

Le tableau 2 résume les résultats de l'analyse texturale pour les 6 échantillons à chaque niveau de prélèvement. On peut remarquer que la texture varie très peu entre les deux niveaux de prélèvements.

De l'ensemble des fermes observées, 9 cas sur 14 se classent dans les sols sableux, 4 se classent dans les sables limoneux et 1 dans un limon-sableux.

L'observation des profils de sol nous permet de résumer de la façon suivante :

- a) Le profil au-dessus du drain est généralement oxydé. Le sol est de couleur brun à brun clair avec tâches de rouille. Parfois, on a observé une différenciation très prononcée entre les couleurs du profil au-dessus et sous les drains. Ceci s'explique par la zone de sol libérée de la nappe d'eau et l'oxygénation subséquente du profil supérieur qui oxyde et précipite le fer.
- b) Le sol sous le niveau des drains est de façon générale d'une couleur grise à gris-bleu dénotant un état de réduction. Les pires cas de colmatage furent généralement observés dans les sols profonds dont la zone sous les drains montre un état de réduction ou une couleur gris-bleu.

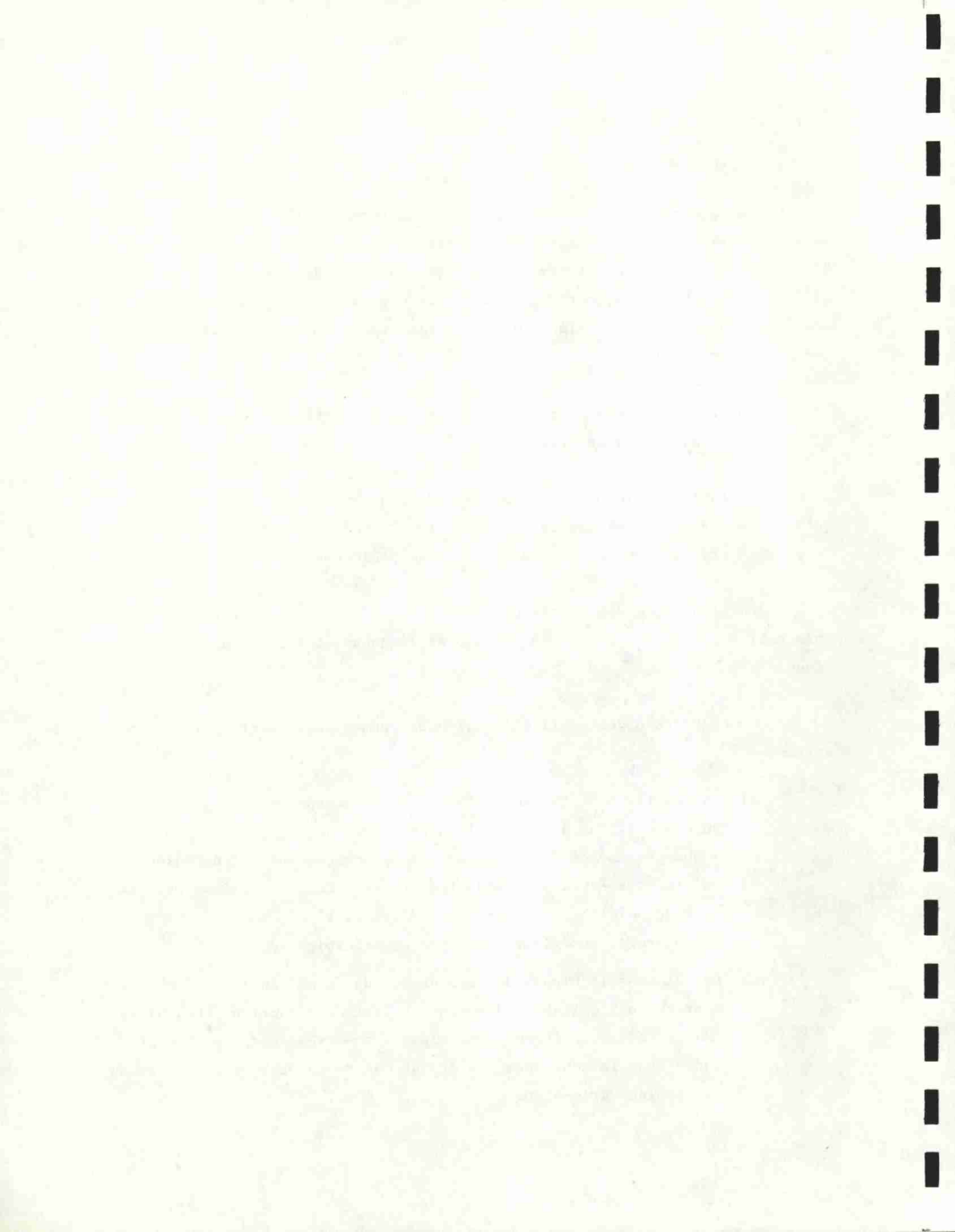


TABLEAU 1. PRESENTATION DES FERMES ET DES SYSTEMES ETUDIES.

FERME	SERIE DE SOL	SYSTEME DE DRAINAGE				
		INSTALLATION ⁽¹⁾			AGE (ANS)	LONGUEUR ⁽²⁾ (m)
		ANNEE	DRAINS	MODE		
F. BEAUBIEN N.D. PIERREVILLE	LIMON SABLEUX PIERREVILLE	1978	Pe	T	4	230-325
A. BOUDREAU SAINT-LEONARD	SABLE ST-JUDE	1975	Pe	T	7	210
G. DESILETS SAINT-SAMUEL	SABLE ST-JUDE	1981	P	T	1	285-380
L. GODIN (I) SAINTE-EULALIE	SABLE ST-AMABLE	1973	Pp	E	9	70-225
L. GODIN (II)	SABLE ST-AMABLE	1973	Pe	E	9	360-490
		1978	Pe	T	4	
R. HEBERT SAINT-VALERE	SABLE ST-SAMUEL	1975	Pp	E	7	450
C. HEBERT SAINT-VALERE	SABLE ST-SAMUEL	1977	Pf	T	5	370-500
L. JANELLE N.D. PIERREVILLE	LIMON SABLEUX PIERREVILLE	1975	Pe	E	7	240
R. LAPLANTE STE-PERPETUE	SABLE ST-JUDE SABLE ST-AMABLE	1981	Pe	T	1	400
C. MACLURE SAINT-FRANCOIS	LIMON SABLEUX PIERREVILLE	1975	Ap	E	7	125-260
M. OUELLETTE SAINT-LEONARD	SABLE ST-JUDE	1976	Pe	T	6	442
N. OUELLET SAINTE-EULALIE	SABLE ST-JUDE	1976	Pe	T	6	250-360
M. PEPIN WARWICK	DEPOTS DE TILL	1967	A	R	15*	225
		1972	P	R	10	400
		1976	P	R	6	115-320
A. VALOIS N.D. BON CONSEIL	SABLE ST-JUDE	1978	Pe	T	4	450
		1976	Pe	E	6	200
		1981	Pe	T	1	125

(1) DRAIN : A = ARGILE ; Pe = PLASTIQUE ENROBE FILTRE ; Pf = PLASTIQUE AVEC FILTRE SUR LE DESSUS ; Pp = PLASTIQUE + PAILLE.
MODE : E = EXCAVATRICE ; R = RETROCAVEUSE ; T = CHARRUE-TAUPE

(2) LONGUEUR DES LATERAUX OBSERVES.

* UNE SEULE OBSERVATION.

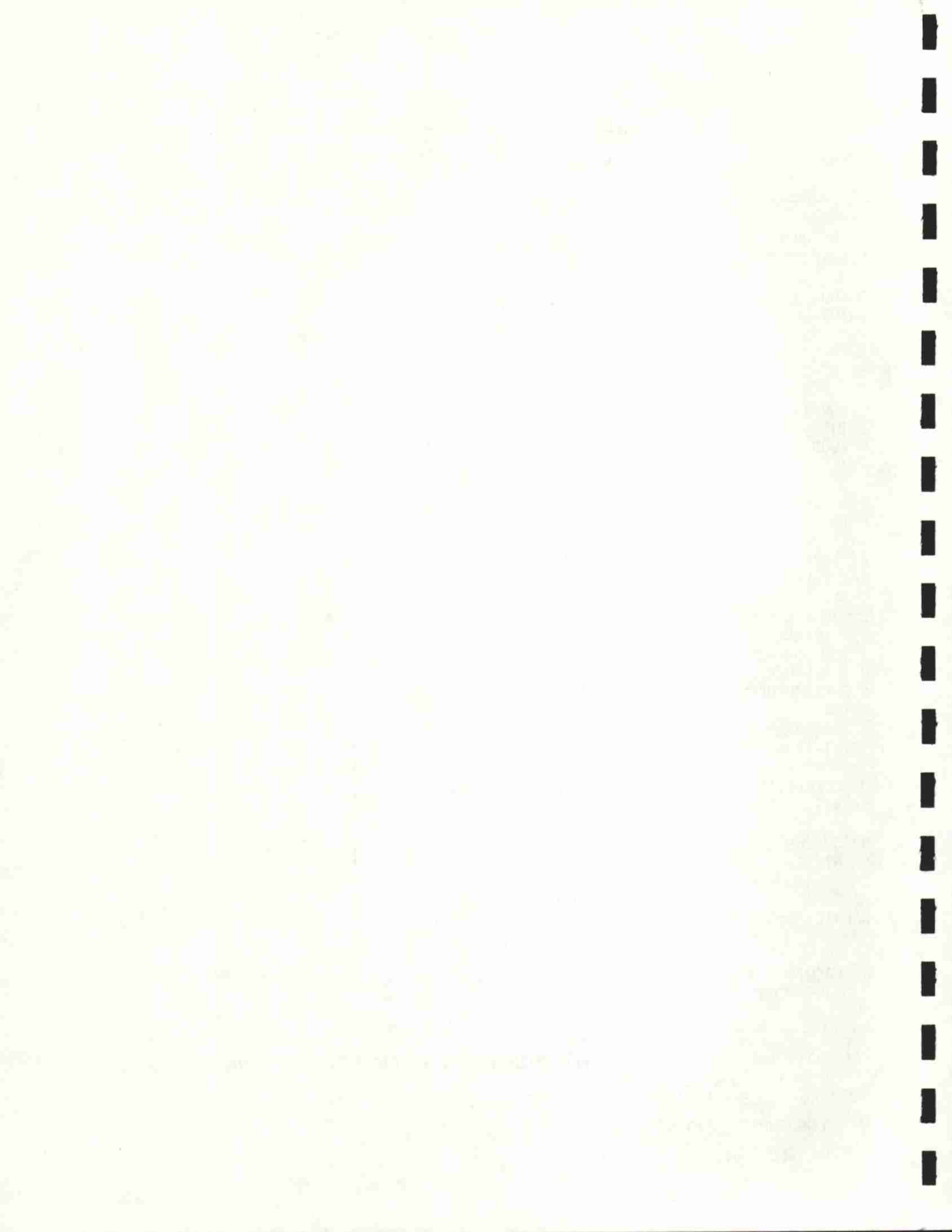
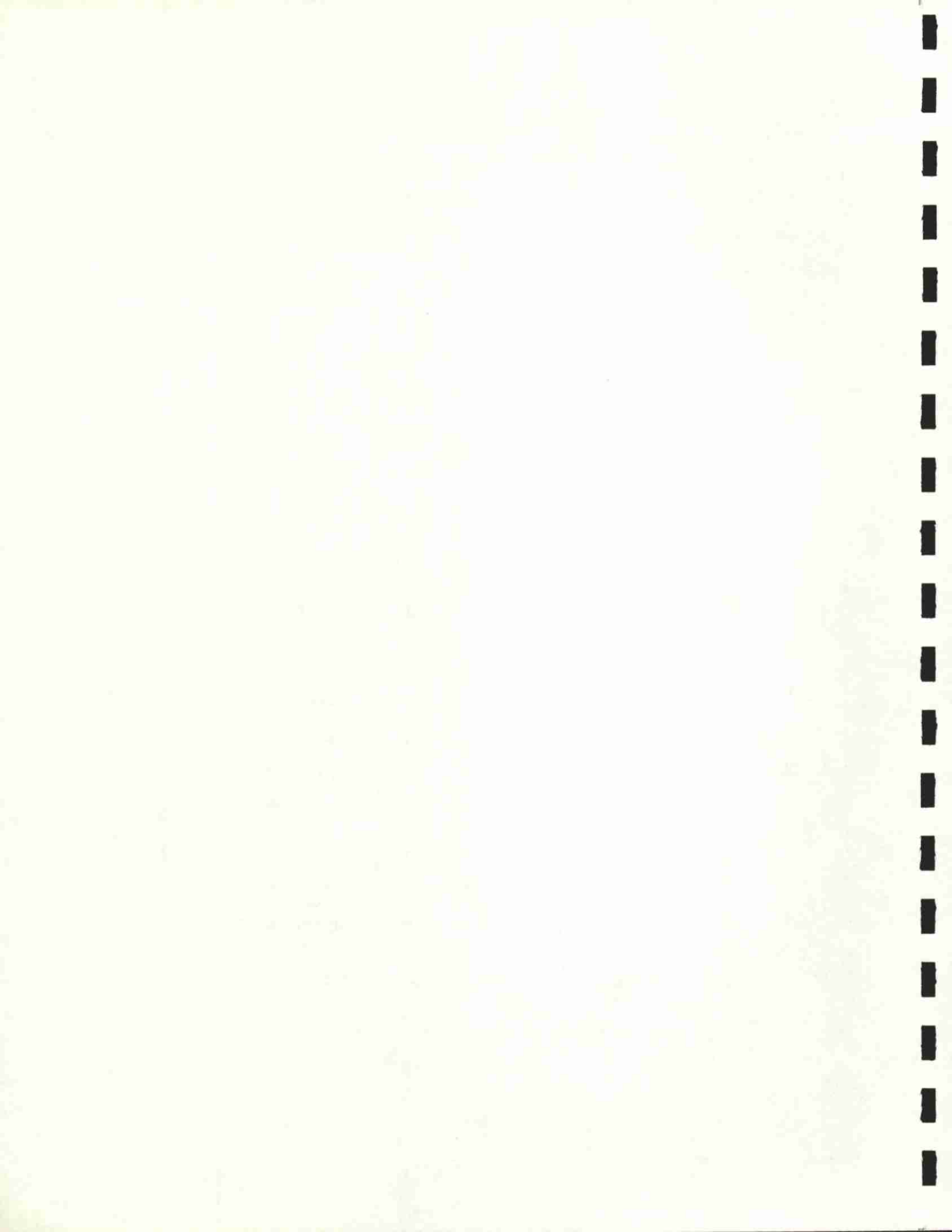


TABLEAU 2. ANALYSE TEXTURALE (1) DES SOLS.

FERME	TEXTURE (p. 100)						CLASSE TEXTURALE (2)
	ENTRE 40 ET 100 CM			NIVEAU DU DRAIN			
	SABLE	LIMON	ARGILE	SABLE	LIMON	ARGILE	
F. BEAUBIEN	94,2	4,6	2,2	95,2	3,8	1,0	S
A. BOUDREAU	97,4	2,0	0,6	96,9	2,0	1,1	S
G. DESILETS	58,3	30	11,7	59,6	30,9	9,5	L-S
L. GODIN (1)	91,4	5,4	3,2	93,3	4,7	2,0	S
L. GODIN (11)	96,5	2,8	0,7	95,3	3,7	1,0	S
R. HEBERT	80,8	17,0	2,2	92,8	5,6	1,6	S-L S
C. HEBERT	89,9	7,0	3,1	82,1	11,4	6,5	S S-L
L. JANELLE	90,3	7,3	2,4	92,0	7,0	1,0	S
R. LAPLANTE	75,9	22,2	1,9	84,3	13,6	2,1	S-L
C. MACLURE	94,2	4,4	1,4	95,3	3,9	1,8	S
M. OUELLETTE	88,9	8,8	2,3	93,0	5,5	1,5	S
N. OUELLET	76,5	14,4	9,1	68,4	8,0	23,6	S-L
M. PEPIN	86,8	10,5	2,7	87,0	9,8	3,2	S
A. VALOIS	86,0	9	5	91,1	4,3	4,6	S

(1) MOYENNE DE SIX ECHANTILLONS SELON LA METHODE DE L'HYDROMETRE DE BOYUCOS.

(2) S = SABLE ; L-S = LOAM SABLEUX ; S-L = SABLE LOAMEUX.



- c) Les pires situations se présentent aussi dans les sols où l'on peut nettement discerner que la nappe d'eau ne descend pas ou que très rarement sous le niveau des drains même en période sèche. Les terres basses et celles avec une parcelle boisée adjacente susceptibles d'avoir une alimentation presque continue de la nappe phréatique par l'apport extérieur comme le souligne Cestre (1982), ont montré également un état de colmatage assez avancé.

4.2 Le contenu en fer ferreux et le pH de l'eau

4.2.1 Comparaison des méthodes de dosage

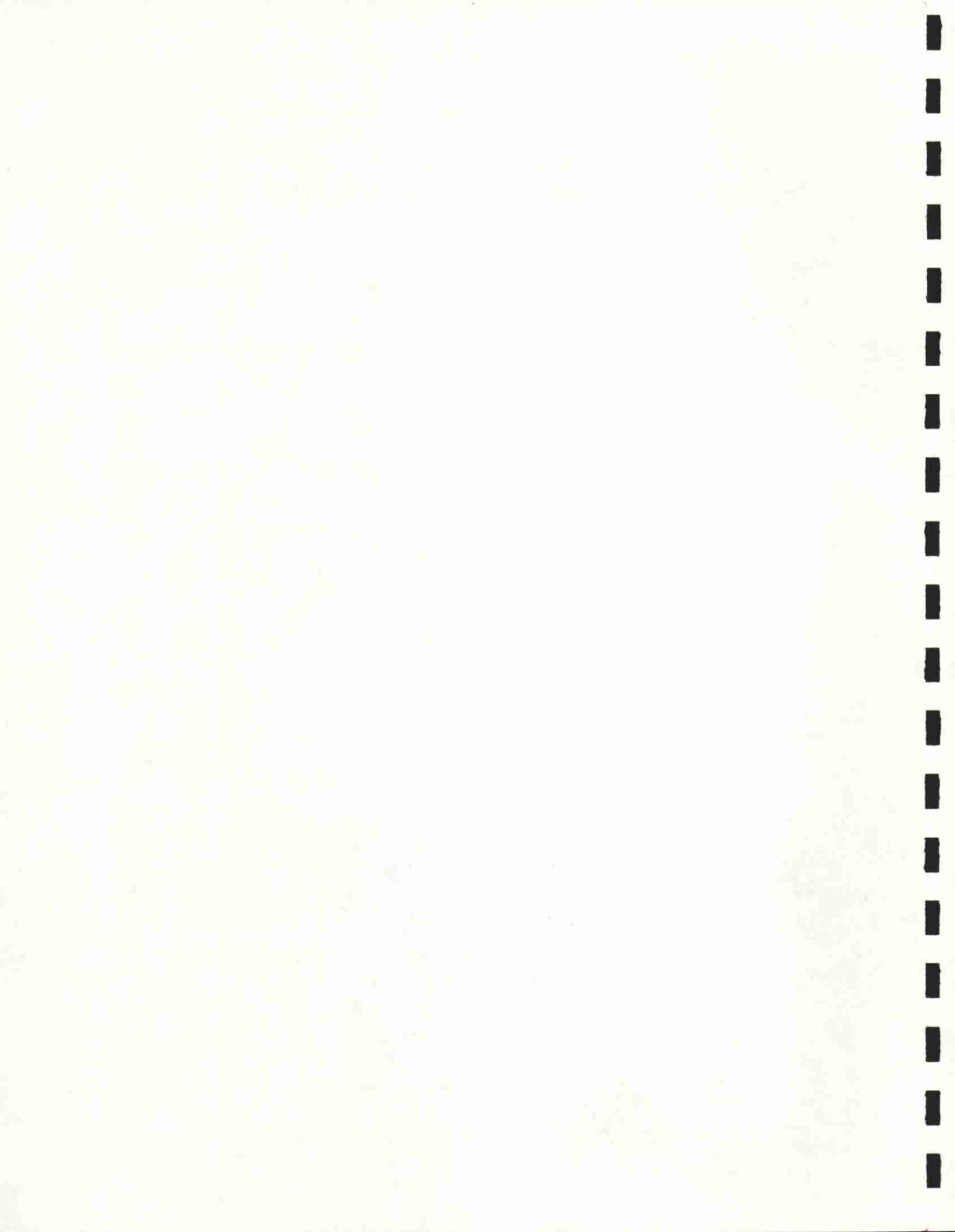
On retrouve au tableau 3 l'ensemble des résultats des analyses du contenu en fer ferreux (Fe^{+2}) et du pH de l'eau. Les données se divisent comme suit :

- (A)- échantillon d'eau avec acide sulfamique⁽¹⁾ dosé à l'aide de la roue colorimétrique HACH ;
- (B)- échantillon d'eau avec acide sulfamique⁽¹⁾ dosé par absorption atomique ($\lambda = 248,7 \text{ nm}$) ;
- (C)- échantillon d'eau dosé avec le réactif de la trousse HACH ;
- (D)- échantillon d'eau dosé avec le réactif de la trousse HACH après 18 h ;
- (E)- échantillon d'eau dosé par absorption atomique.

Une première observation que l'on peut faire à l'examen de ces données est certes la variabilité des mesures de Fe^{+2} pour une même méthode d'analyse et pour la même ferme. Il est aussi intéressant de noter que ces concentrations en fer libre dépassant 10 ppm furent mesurées sur au moins trois fermes. Le pH varie également d'un échantillon à l'autre.

On observe également que dans les très faibles concentrations de fer ferreux (0 - 0,2 ppm), l'effet de dilution de 2,7 ml d'acide sulfamique sem-

(1) les mesures doivent être multipliées par un facteur 1,2 pour tenir compte de l'effet de dilution, Ford (1981).



ble très important puisque les valeurs obtenues selon les méthodes A et B donnent des valeurs nulles comparativement aux autres méthodes. On peut aussi remarquer que les résultats des analyses (C) et (D) faites avec la trousse HACH s'accordent assez bien, même si les échantillons sont analysés 18 h après leur prélèvement.

Il est révélateur de comparer entre elles les différentes méthodes d'analyse. Le tableau 4 résume l'analyse statistique sur la différence des moyennes pour chacune des fermes. L'analyse a été faite par observations groupées au moyen d'une calculatrice HP-65.

On peut tirer les renseignements suivants :

- a) les échantillons d'eau prélevés avec le réactif à l'acide sulfamique (A) et dosés par colorimétrie ne montrent pas de différence significative dans 85 p. 100 des cas avec un dosage par absorption atomique (B) nous indiquant que le dosage par colorimétrie est valable ;
- b) dans 85 p. 100 des cas également, le dosage avec la roue colorimétrique HACH n'a pas montré de différence significative entre les échantillons prélevés à l'acide sulfamique (A) et ceux dosés par le réactif contenu dans la trousse HACH (C).
- c) Pour les dosages faits au moyen de la trousse HACH, aucune différence significative ne fut observée entre les échantillons dosés après le prélèvement (C) et ceux dosés après 18 h (D). Ceci nous indique que le dosage au moyen du réactif HACH est valable même si les échantillons sont dosés quelques heures après leur prélèvement.
- d) Dans 80 p. 100 des cas, le dosage par absorption atomique ne montrait pas de différence significative pour les échantillons prélevés avec acide sulfamique (B) et ceux sans acide sulfamique (E).
- e) Il n'existe aucune différence significative entre le dosage par absorption atomique (E) et le dosage au moyen de la trousse HACH (C). En conséquence, la trousse HACH constitue un

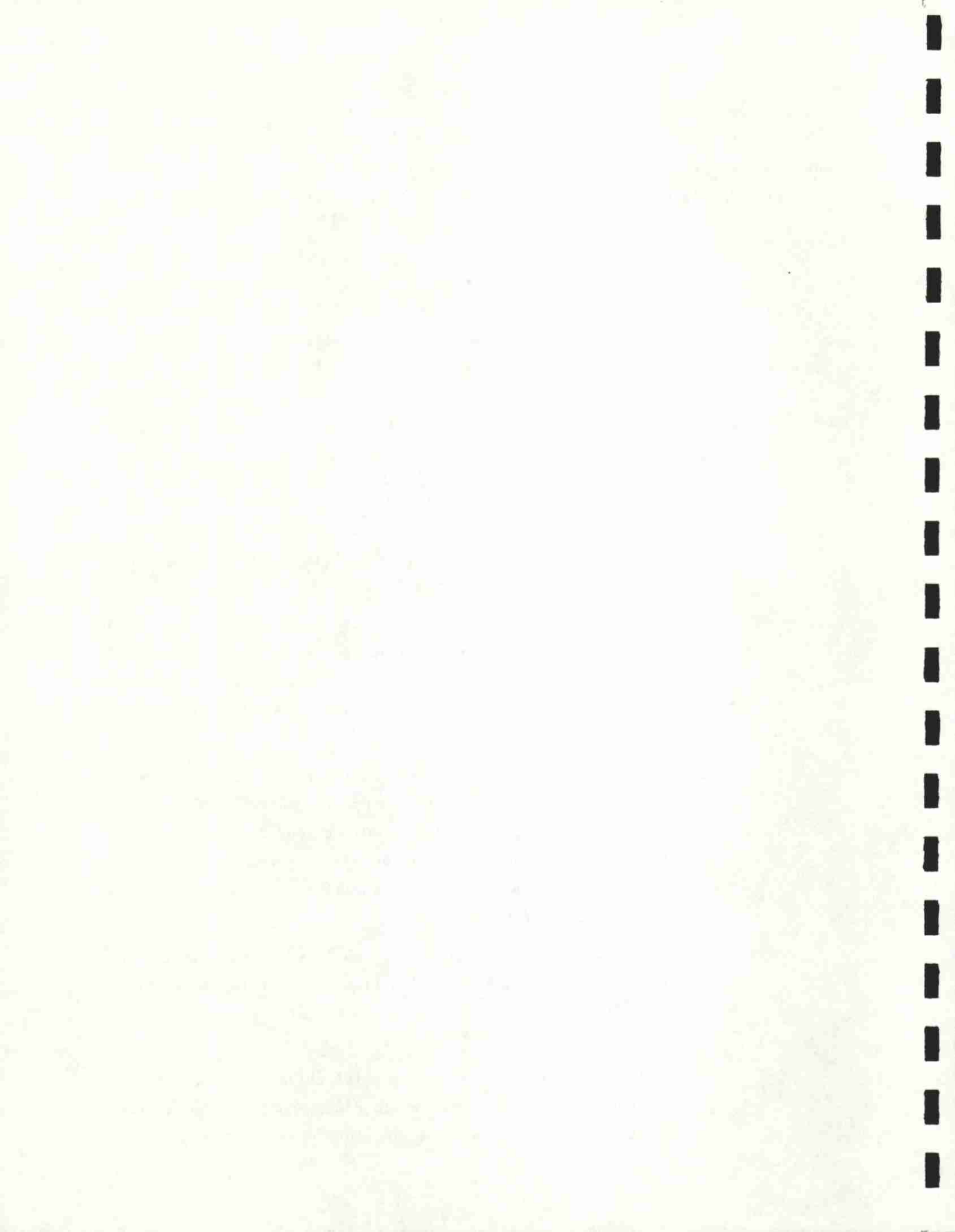
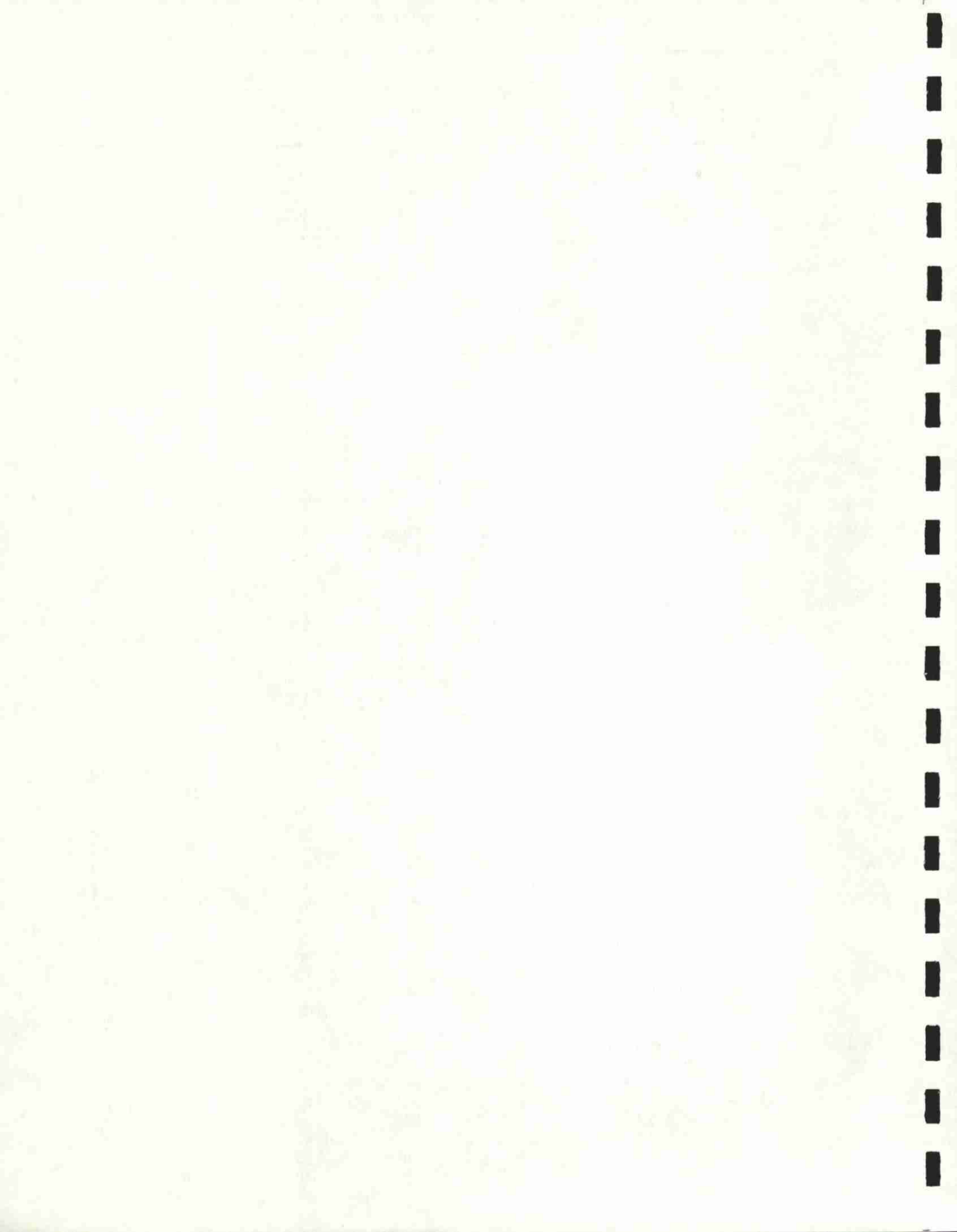


TABLEAU 3. COMPARAISON DES METHODES D'ANALYSE AU LABORATOIRE ET AU CHAMP.

		ABSORPTION ATOMIQUE			ESSAI HACH.		
		SANS REACTIF (E)	AVEC REACTIF (B)	HACH (C)	AVEC REACTIF (A)	HACH + 184 (D)	pH
F.B.	1-1	0.9	0.3	0.5	0.6	0.5	6.6
	1-2	1.5	0.5	0.6	0.48	0.6	6.2
	2-1	0.2	0.1	0.4	0.24	0.20	6.5
	2-2	1.3	0.5	0.5	0.36	0.60	6.7
	3-1	0.3	0.1	0.2	0.24	0.30	6.2
	3-2	1.6	1.0	1.1	0.96	1.00	6.1
A.B.	1-1	0.10	0	0.3	0	0.40	6.2
	1-2	0.10	0	0.4	0	0.30	5.6
	2-1	0.1	0	0.4	0	0.40	5.4
	2-2	0.5	0.3	0.40	0	0.40	7.2
G.D.	1-1	5.7	15.2	> 10	10.6	—	6.6
	1-2	17.1	16	> 10	10.8	—	6.3
	2-1	16.8	27	> 10	12.0	—	6.6
	2-2	15.5	15.8	> 10	9.7	10	6.3
	3-1	3.7	3.6	2.9	2.6	3.2	6.5
	3-2	1.7	2.0	1.8	1.4	1.6	7.1
L.G. I	1-1	1.0	1.1	1.2	0.96	1.2	7.0
	2-1	0.6	0.2	0.4	0	0	6.9
	2-2	1.10	0.5	3.2	0.60	2.0	6.4
	3-1	0.20	0.3	0.50	0.24	0.5	7.3
	3-2	2.5	2.5	2.0	1.68	1.90	6.5
	4-2	0.20	0.2	0.5	0	0.30	5.6
L.G. II	1-1	2.70(DÉPOT)	0.3	6.0	0	5.2	7.2
	1-2	0.4	0.3	0.9	0	1.0	6.9
	2-1	0.6	0.7	0.7	0.6	0.6	6.2
	3-1	0.2	0.1	0.4	0.24	0.40	5.4
	4-1	0.2	0	0.6	0	0.60	6.1
	4-2	0.7	0.3	0.6	0	0.60	6.2
	5-1	0.9	1.3	1.1	1.2	1.20	7.6
	6-1	0.7	0	0.5	0	0.5	6.5
C.H.	1-1	5.8	5.2	5.2	4.7	5.0	6.6
	1-2	7.3	12.9	9.8	7.9	8.4	6.8
	2-2	0.9	0.1	6.6	4.4	7.9	6.9
	2-1	9.3	5.7	0	0	0.4	6.9
	3-1	1.3	2.0	1.5	1.7	1.5	7.4
	Coll.	4.6	8.9	6.0	6.5	6.5	7.2
R.H.	1-2	13.0	10.1	7.4	7.1	7.8	6.9
	2-1	6.3	6.6	6.3	4.9	6.2	7.2
	2-2	8.1	10.4	6.6	6.8	6.6	7.0
	3-1	1.0	0.6	1.0	0.7	1.0	7.3
	3-2	10.0	9.0	7.2	7.1	7.4	6.9



SUIE TABLEAU 3. COMPARAISON DES METHODES D'ANALYSE AU LABORATOIRE ET AU CHAMP.

		ABSORPTION ATOMIQUE			ESSAI HACH.		
		SANS REACTIF (E)	AVEC REACTIF (B)	HACH (C)	AVEC REACTIF (A)	HACH + 18h (D)	pH
L.J.	1-1	3.1	3.5	3.4	2.9	—	6.0
	1-2	3.0	1.9	2.0	1.44	—	6.3
	2-1	0.8	0.3	0.6	0	—	6.4
	2-2	4.7	9.9	7.4	7.2	7.6	6.4
	3-1	1.2	1.1	1.2	1.1	1.0	6.3
	3-2	3.1	11.7	9.2	9.8	—	6.5
R.L.	1-1	7.1(DÉPOT)	7.6	4.5	5.4	5.0	6.8
	1-2	6.4	6.7	4.6	4.8	4.5	6.4
	2-1	1.0(DÉPOT)	11.5	6.6	9.1	5.6	7.1
	2-2	4.8	4.9	4.0	3.4	4.0	6.5
	3-1	0.5	0.1	0.6	0	0.6	7.5
	3-2	—	10.0	8.8	7.2	8.5	6.7
C.M.	1-1	0.2	0	0.4	0.3	—	6.9
	1-1	—	0.1	—	0.3	—	—
	1-2	2.1	1.8	2.1	1.3	—	6.6
	2-1	0.3	0	0.9	0	—	6.6
	2-2	2.3	3.4	2.0	2.5	—	6.6
	3-1	3.0	2.6	1.8	1.9	—	6.3
3-2	0.9	0.1	1.4	0.3	—	6.5	
M.O.	1-1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2	5.8
	1-2	0.2	0.1	0.3	0.2	0.4	5.8
	2-1	9.0	9.4	8.2	6.1	7.8	6.3
	2-2	0.3	0.1	0.3	0.2	0.2	6.1
	3-1	10.0	9.0	7.6	6.5	7.8	6.7
	3-2	6.0	6.7	5.5	5.2	5.8	6.5
N.C.	1-1	0.1	0.1	0	0	0	7.3
	1-2	0	0.1	0.3	0.4	0.3	7.8
	2-1	2.6	0.4	2.7	0.6	2.5	7.5
	2-2	0.6	0.3	0.6	0.5	0.8	7.6
	3-1	0.1	0.3	0.3	0.4	0.3	7.2
	3-2	15.0	17	>10	8.9	>10	6.7
M.P.	1-1	0.7	0.1	—	0.24	0.4	6.7
	2-1	0.5	0.1	0.2	0.24	0.2	7.1
	2-2	0.6	7.7	6.9	6.0	2.4	7.0
	3-1	1.0	0.5	0.2	0.24	0.2	7.2
	3-2	1.0	3.2	4.0	2.9	2.0	7.1
	4,1	33.0	45	>10	11.8	>10	6.2
4-2	1.6	9.4	7.0	7.7	3.4	7.0	
A.V.	11-1	27.8	32.8	≥10	≥10	≥10	6.1
	11-2	19.8	27.2	≥10	≥10	≥10	6.3
	12-1	1.8	12.8	8.0	8.4	8.9	6.8
	3-1	1.9	4.0	4.2	3.6	3.1	6.9
	4-1	7.2	24.0	>10	10.8	>10	6.9
	5-1	2.8	17.2	>10	>10	>10	7.0
	6-1	3.7	9.3	6.0	9.6	5.0	6.9
	7-1	0.4	1.1	0.8	0.96	0.8	7.1
8-1	0.1	0	0	0	0	7.3	

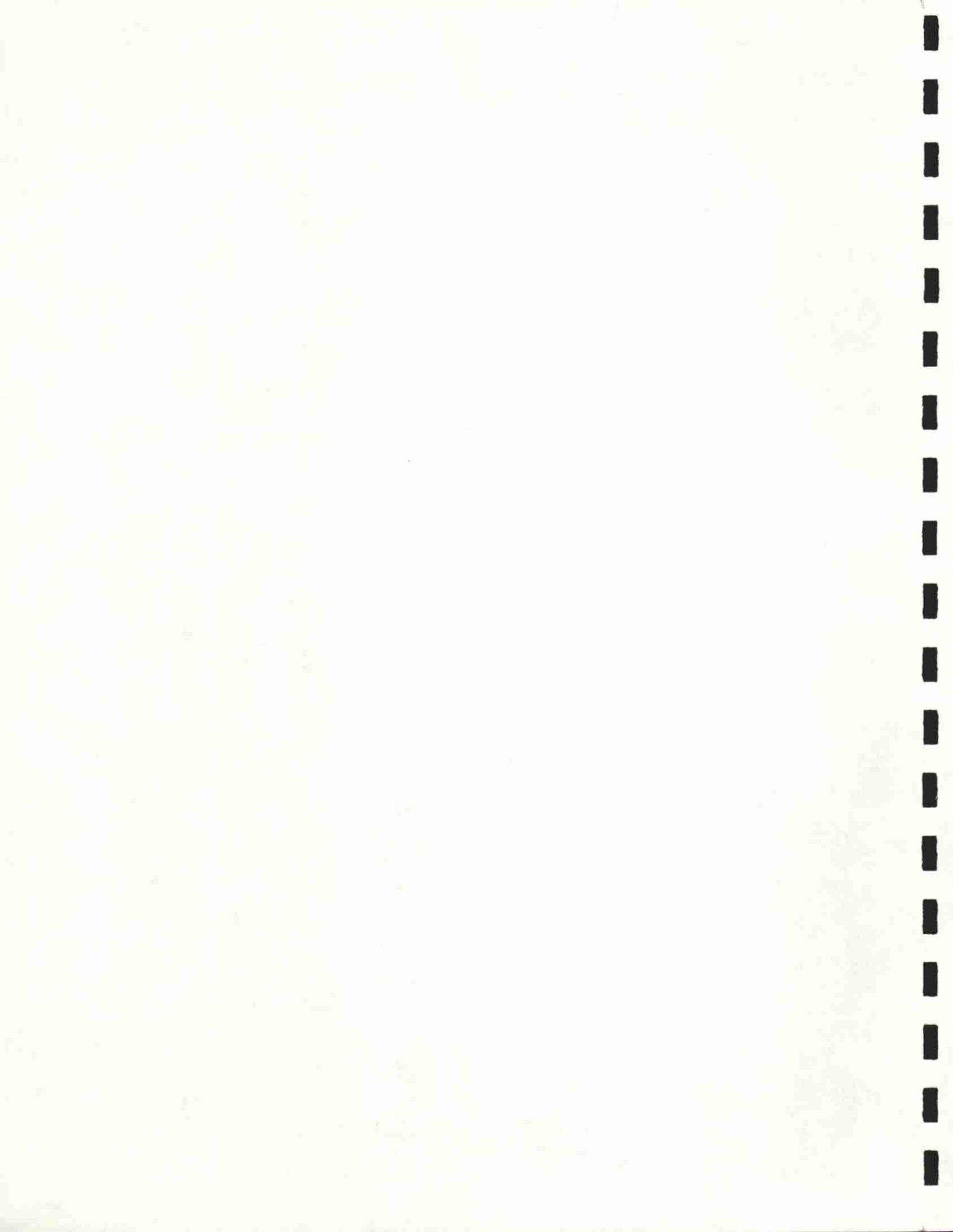


TABLEAU 4. COMPARAISON STATISTIQUE (1) DES METHODES D'ANALYSE DU Fe⁺²

FERME	HACH - REACTIF (A) VS ABS. AT. + REACT. (B)	HACH (C) VS HACH + REACTIF (A)	HACH (C) VS HACH + 18 H (D)	ABS. AT. (E) VS ABS. AT. + REACT. (B)
F.B.	N.S.	S	N.S.	S
A.B.	N.S.	S	N.S.	S
G.D.	N.S.	-	----	N.S.
L.G. I	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.
L.G. II	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.
C.H.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.
R.H.	S	N.S.	N.S.	N.S.
L.J.	N.S.	N.S.	----	N.S.
R.L.	S	N.S.	N.S.	N.S.
C.M.	N.S.	N.S.	----	N.S.
M.O.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.
N.O.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.
M.P.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.
A.V.	N.S.	N.S.	N.S.	S
FREQUENCE	N.S.: 12/14	N.S.: 11/13	N.S.: 11/11	N.S.: 11/14

(1) AU NIVEAU 95%.



outil très valable pour les déterminations au champ de la concentration en ions ferreux Fe^{+2} .

Quelques remarques s'imposent toutefois. Bien que les échantillons d'eau peuvent être filtrés et conservés dans les seringues sans préservatif (acide sulfamique), il arrive parfois dans les fortes concentrations de Fe^{+2} , que le fer s'oxyde et se dépose dans le fond de la seringue. Ceci nous est arrivé à quelques reprises. Il est préférable de faire un dosage immédiatement au champ et de faire un autre dosage au retour au laboratoire pour vérifier la mesure au champ.

4.2.2 Relation entre le pH et le fer ferreux (Fe^{+2})

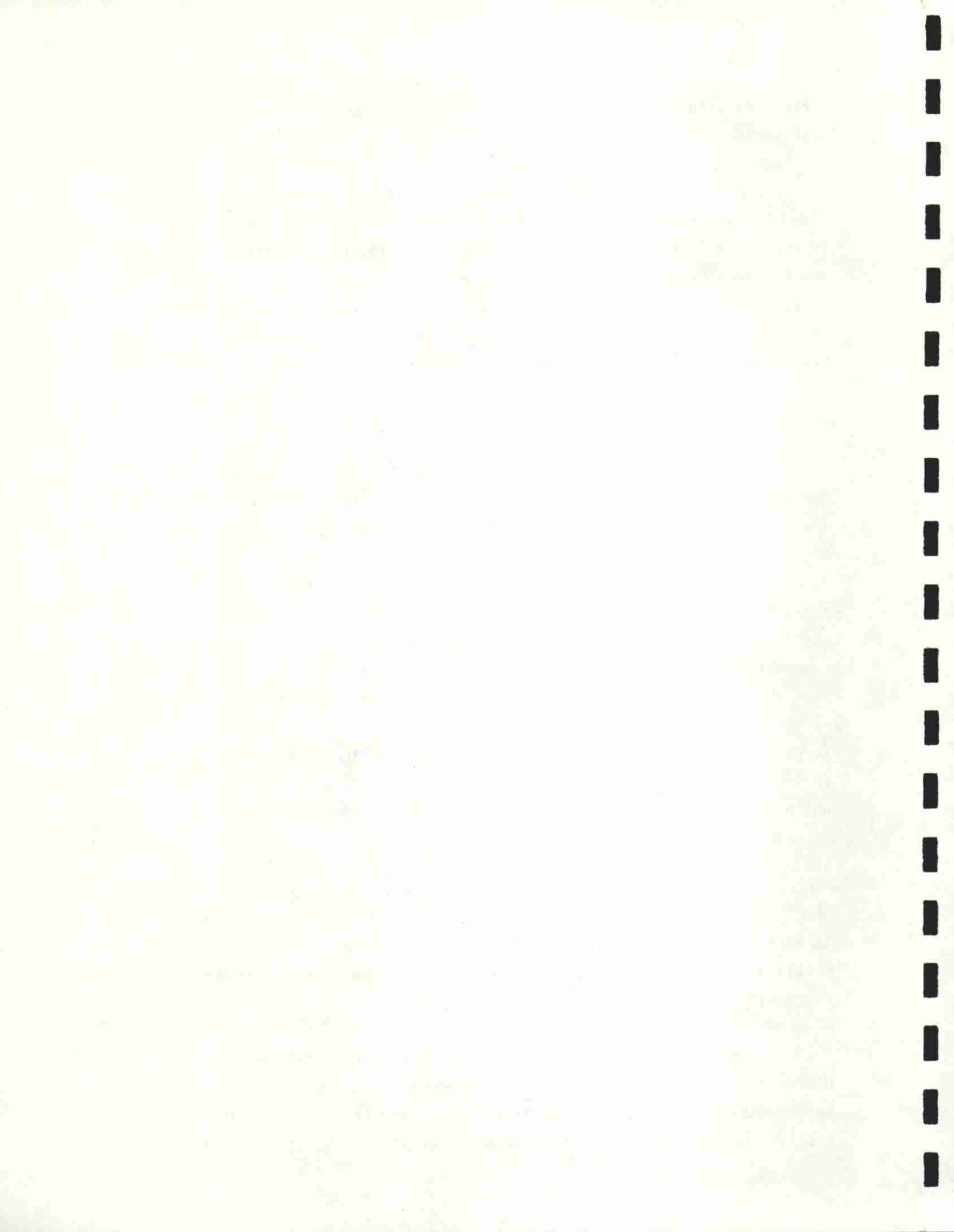
Nous avons essayé de relier les valeurs de pH et celles de la concentration en ions ferreux Fe^{+2} . La figure 4 illustre cette relation pour des valeurs de Fe^{+2} ne dépassant pas 10 mg/l obtenues par colorimétrie.

On peut remarquer que les plus fortes concentrations d'ions ferreux semblent se produire entre les pH de 6 à 7,2. Il semble d'après deux auteurs que le pH au sol peut influencer la concentration du Fe^{+2} en solution comparativement aux niveaux sur le complexe d'échange (Munch et al ; Patrick et al, dans Ford, 1981). La même tendance peut s'observer dans les essais rapportés par Ford (1971). Ce dernier a observé que dans un sol chaulé et dont le pH de l'eau était d'environ 6, le contenu en ions ferreux était plus élevé que dans un sol où le pH était aux environs de 5. Par conséquent, ce sol présentait un potentiel plus élevé à la déposition d'hydroxyde ferrique.

4.2.3 Relation entre le contenu en Fe^{+2} et la profondeur

Dans toutes les excavations, les échantillons d'eau provenaient de la nappe phréatique sous le niveau des drains. Nous avons remarqué que le profil du sol sous le drain était généralement réduit et de couleur gris-bleu, comparativement au profil supérieur qui était oxydé.

Nous croyons que l'échantillonnage de l'eau doit se faire sous le niveau des drains, car c'est là où l'on mesurera la plus forte concentration en fer libre. Bien que nos essais ne nous permettent pas de statuer clairement sur ce point, les résultats de Grass et al. (1973) et de Hundal et al.



(1977) démontrent clairement que le contenu en ions ferreux des premiers 60 cm est très faible, mais qu'il augmente assez considérablement sous le niveau des drains (figure 5).

Ce résultat est d'une grande importance car dans les sols profonds et perméables de grandes quantités d'ions ferreux seront acheminés au drain en raison de la prépondérance de l'écoulement sous les drains, principalement en régime où la hauteur de la nappe est faible (figure 6). Aussi, nous croyons qu'il est fondamental pour l'ingénieur de connaître le sol sous les drains tant du point de vue de sa contribution à l'écoulement que de son contenu en Fe^{+2} .

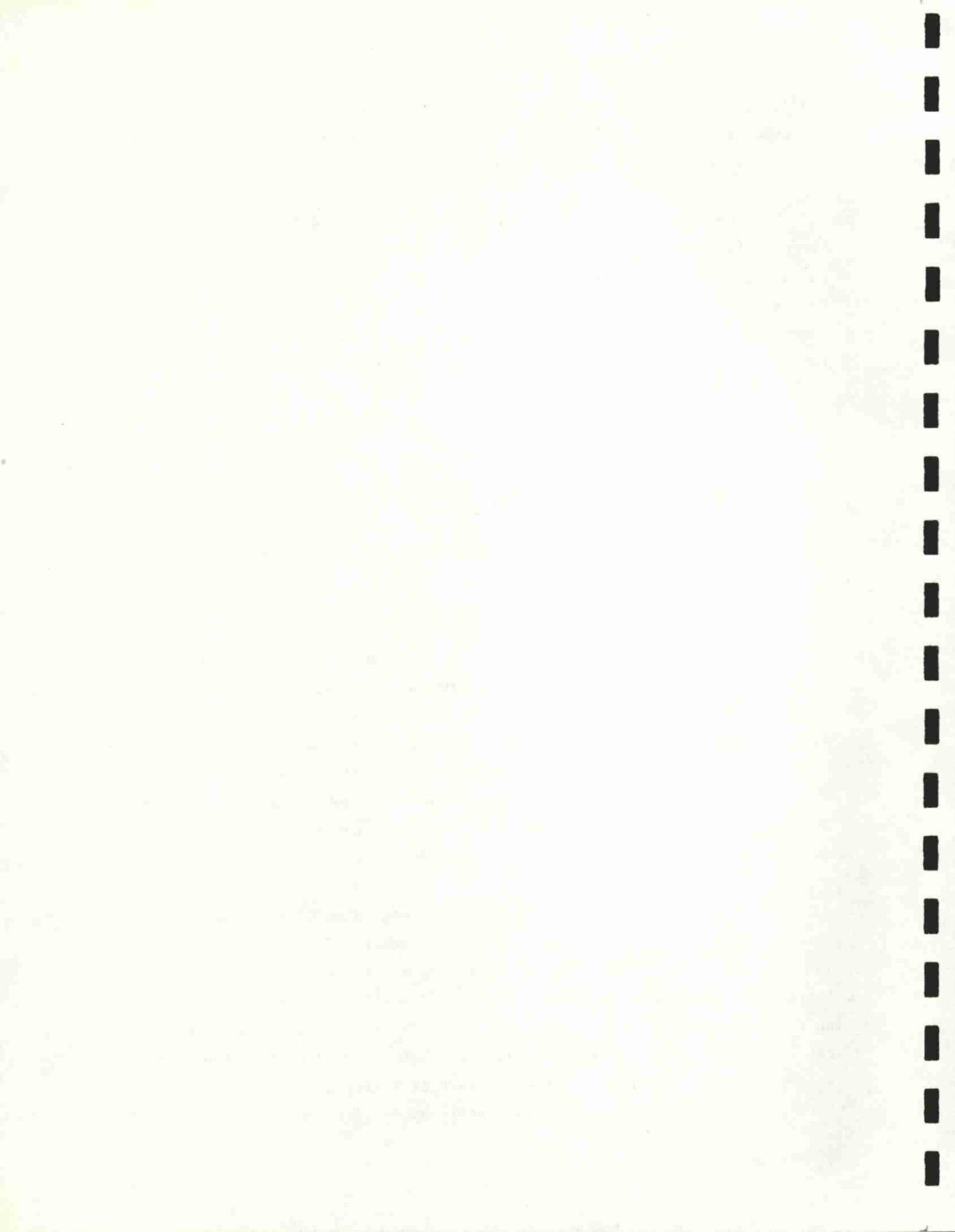
4.3 Le colmatage des drains

On retrouve au tableau 5 un résumé des données recueillies de l'examen en laboratoire des drains ainsi que les concentrations moyennes de fer ferreux. L'annexe 2 présente tous les résultats pour chacune des excavations.

4.3.1 Importance des dépôts

L'hydroxyde de fer se dépose généralement sur presque toute la circonférence intérieure de la conduite. Sur les 73 échantillons examinés en laboratoire, 42 (58 p. 100) montraient un dépôt d'épaisseur variable sur plus du $\frac{3}{4}$ de la circonférence (figure 7). Du reste des échantillons, 26 cas montraient des dépôts sur moins du $\frac{3}{4}$ de la circonférence, alors que cinq (5) étaient libres de dépôts. Même si la partie supérieure était libre de dépôts, il arrivait parfois que les ouvertures étaient en partie ou totalement obstruées par un amoncellement d'hydroxyde ferrique.

Dans tous les cas de conduites enrobées d'un filtre synthétique, le dépôt était composé d'hydroxyde de fer avec très peu de sable. Cependant, dans les cas de conduites protégées par un filtre sur le dessus ou de paille, une forte déposition de sable était observée. Généralement, on observe le sable au fond de la conduite surmonté par l'hydroxyde de fer (figure 7). Quelques cas ont montré des couches successives de sable et d'hydroxyde démontrant ainsi des périodes de forts débits entraînant le sable, et celles de faibles débits favorisant la formation et la déposition de l'ochre.



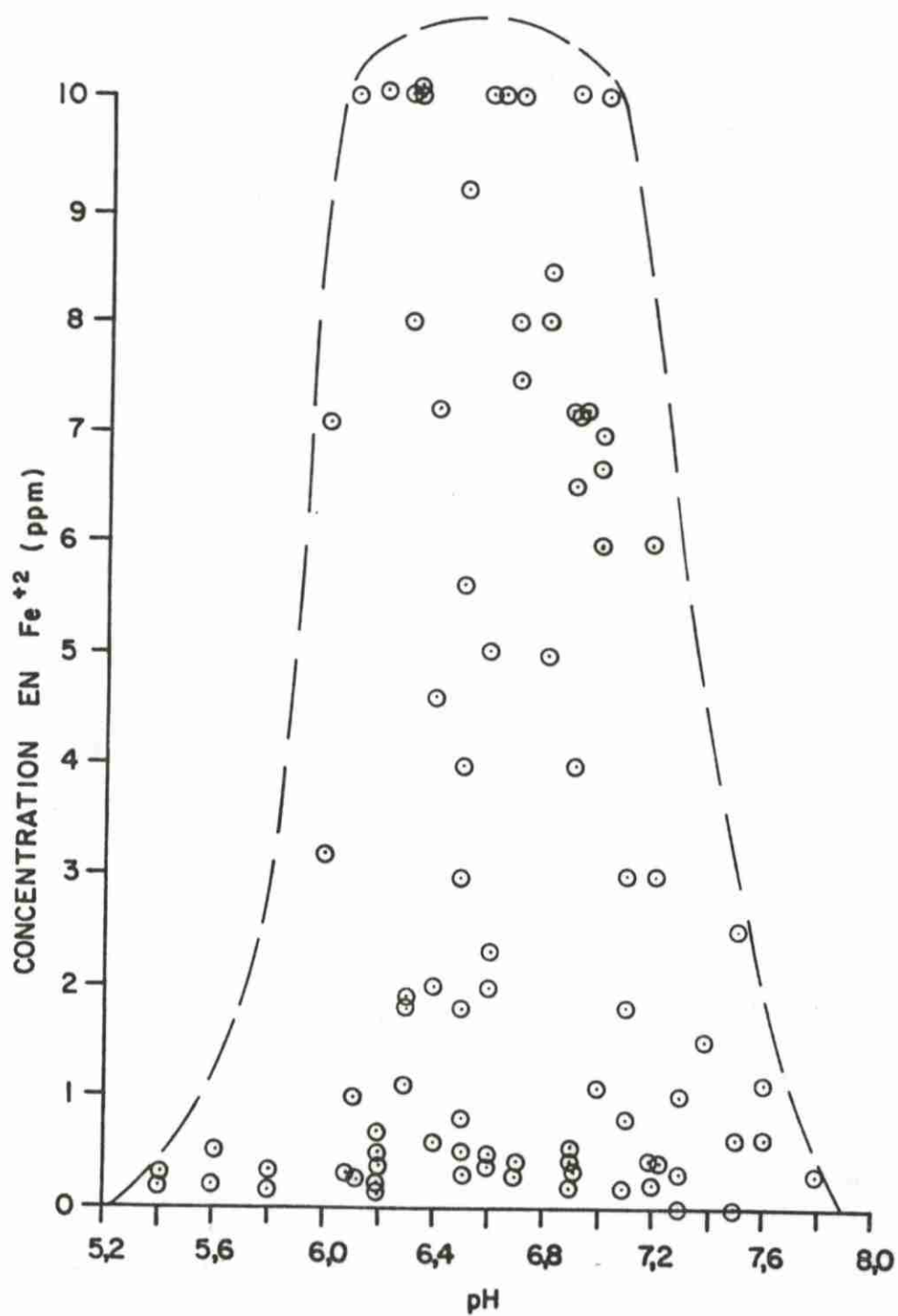
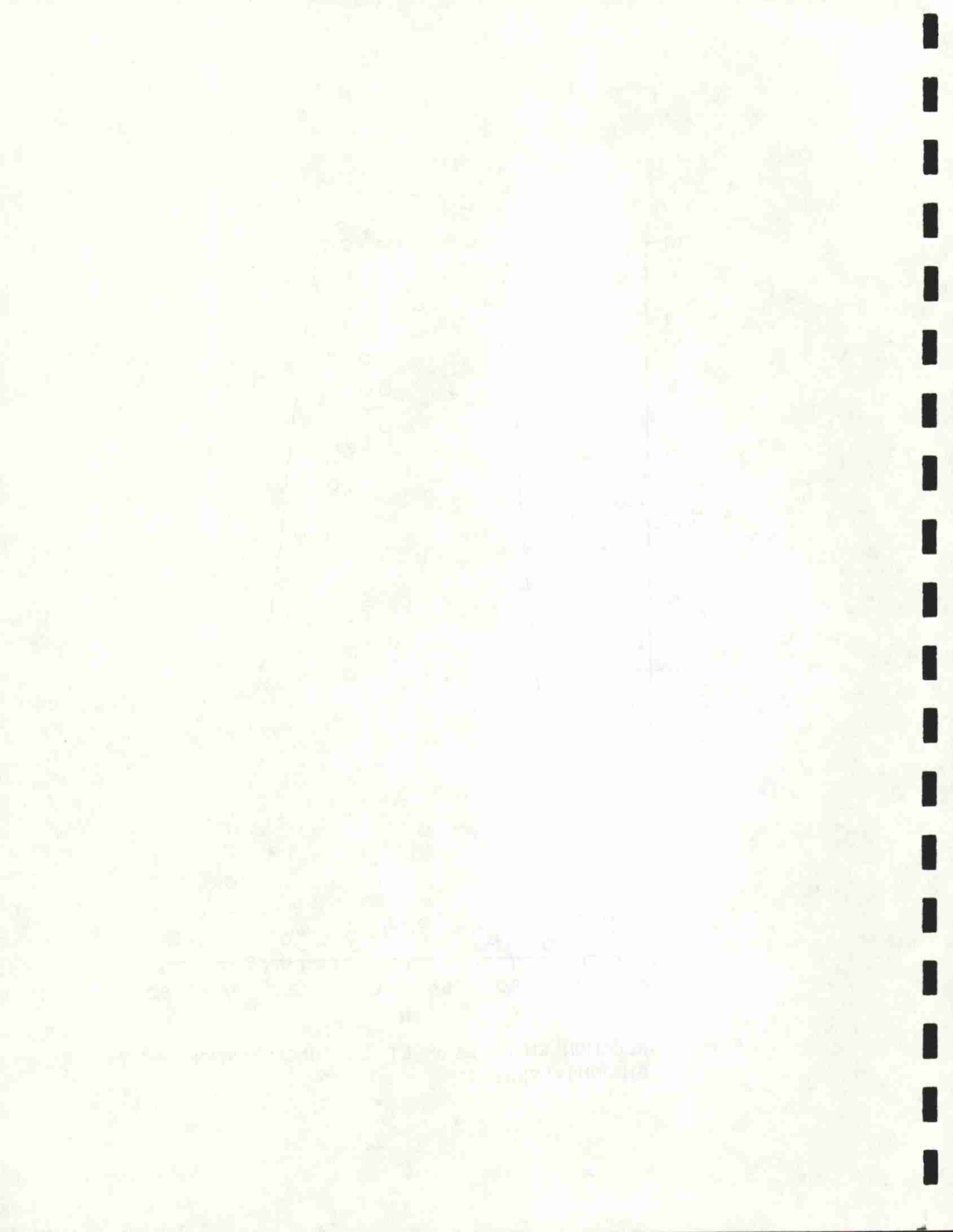


Figure 4. RELATION ENTRE LE pH ET LA CONCENTRATION EN IONS FERREUX



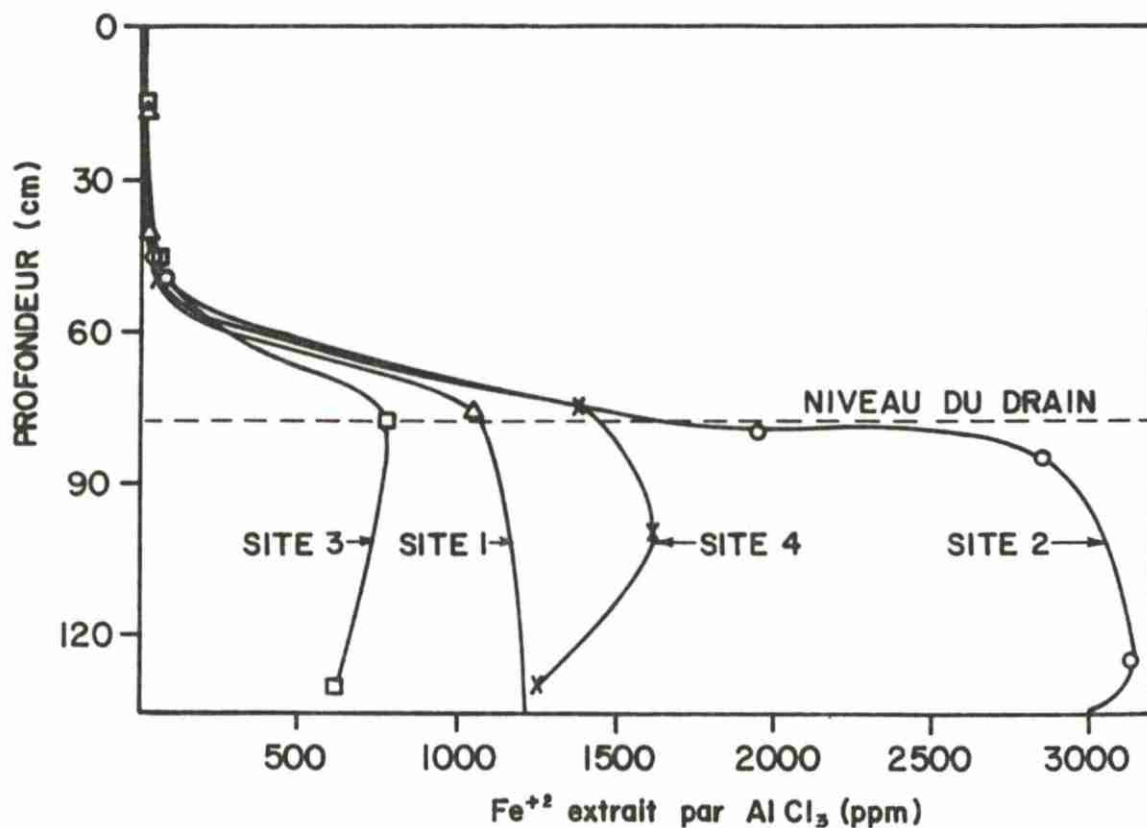


Figure 5. AUGMENTATION DE LA TENEUR EN Fe^{+2} AVEC LA PROFONDEUR D'APRES HUNDAL (1977)

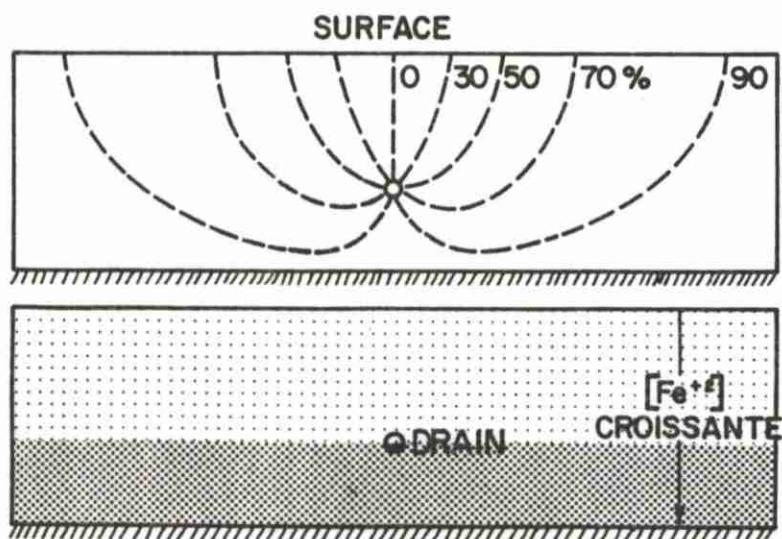


Figure 6. TRANSPORT DES IONS FERREUX VERS LE DRAIN (HUNDAL, 1977)

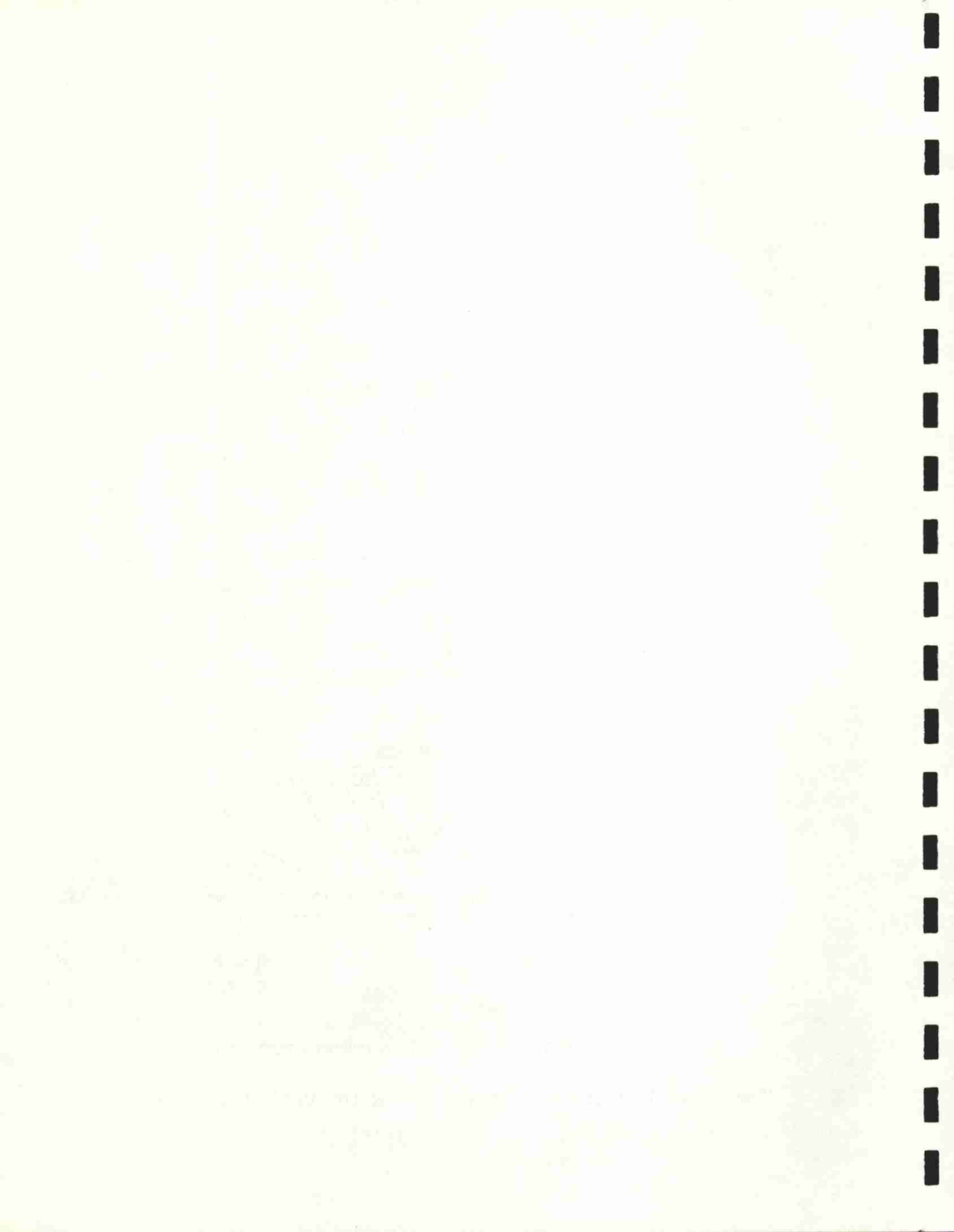


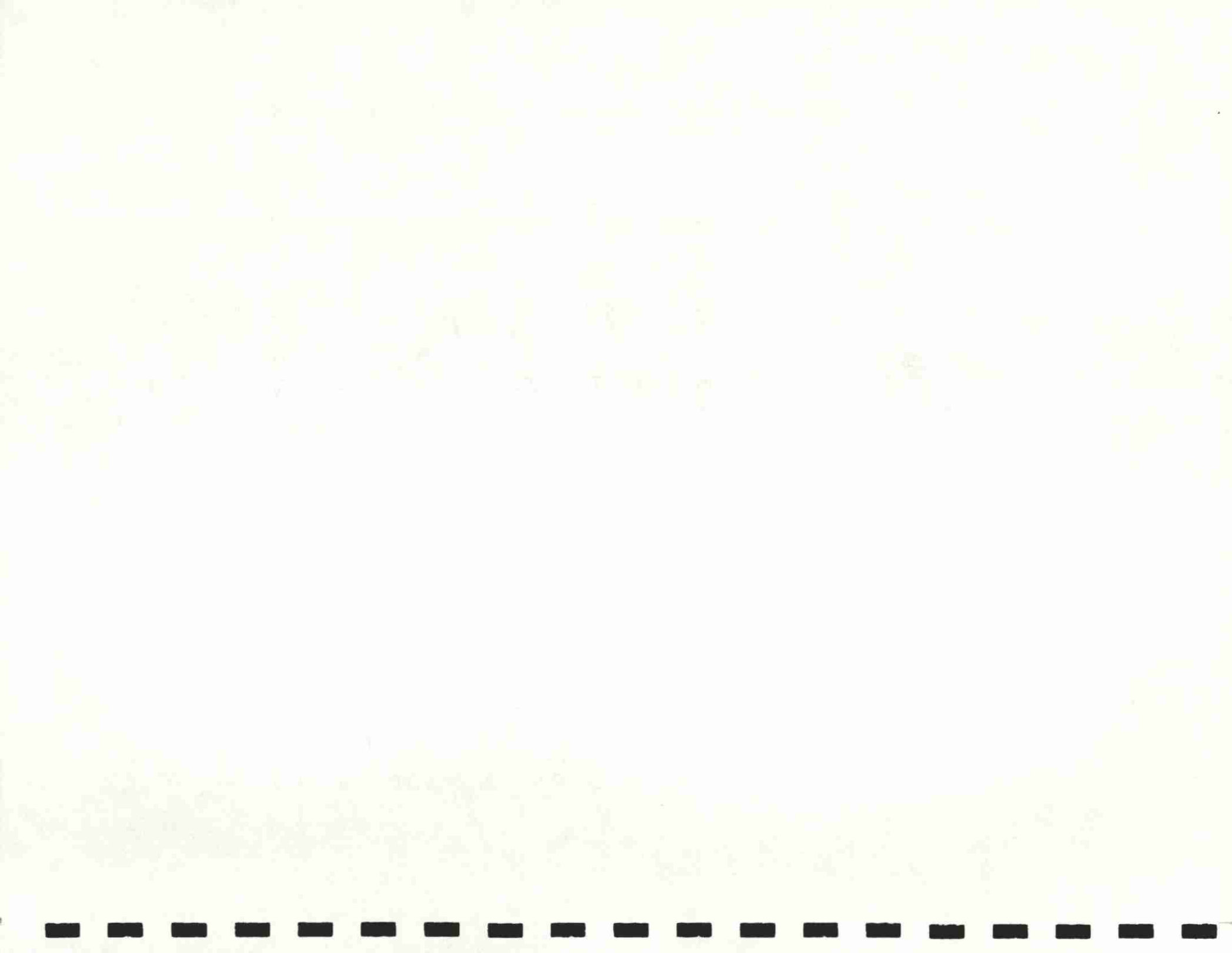
TABLEAU 5. COLMATAGE DES SYSTEMES DE DRAINAGE

FERME	N	DEPOTS ⁽¹⁾ (MM)	OUVERTURES				% BLOQUE (2)	-(Fe) PPM	AGE DU SYSTEME
			NOMBRE	LARGEUR (MM)	N BLOQUÉES	½ BLOQUÉES			
F.B.	6	7	1309	0,75	1256	23	95	0,5	4
A.B.	3	7	256	1,50	89	10	35	0,3	7
G.D.	5	5	196	1,52	48	124	25	8	1
1-L.G.	5	17	74	2,0	49	0	66	0,5	9
11-L.G.	8	6	120	2,5	66	22	55	0,5	4 - 9
C.H.	5	16	269	2,5	176	18	65	4,2	5
R.H.	3	5	263	1,5	54	2	21	6,0	7
L.J.	6	4	133	2,2	47	20	15	4,0	7
R.L.	5	2	224	1,5	42	29	19	5,0	1
M.O.	6	1	92	2,0	28	4	30	3,0	6
N.O.	4	2	81	1,5	37	20	46	1,8	6
M.P.	5	23	221	2,5	199	2	90	4,0	6
A.V.	8	8	60	2,0	52	26	88	8,0	6

N = NOMBRE D'ECHANTILLON

(1) EPAISSEUR MOYENNE

(2) MOYENNE DES ECHIANTILLONS



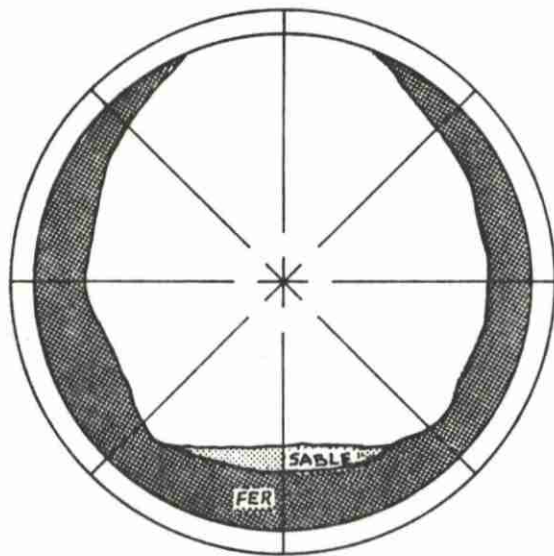
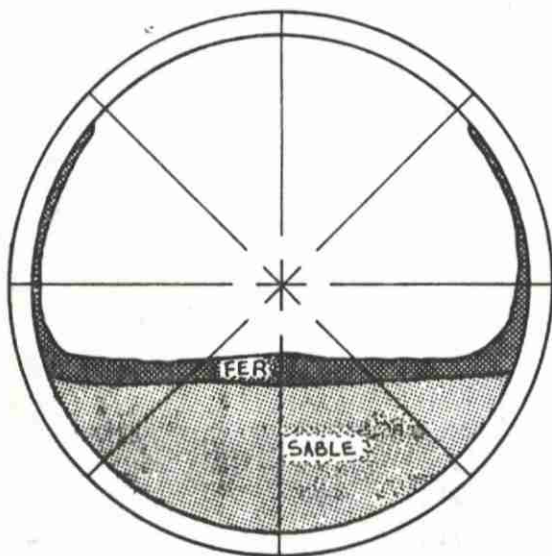


Figure 7. Déposition de l'hydroxyde ferrique à l'intérieur des conduites.

En haut, cas pour un drain enrobé d'un filtre. En bas, cas d'un drain avec un filtre de paille.



1950
1951
1952
1953
1954
1955
1956
1957
1958
1959
1960



L'épaisseur des dépôts est variable d'une excavation à l'autre sur la même ferme et la variabilité des dépôts suit la même tendance que les valeurs de la concentration en Fe^{+2} .

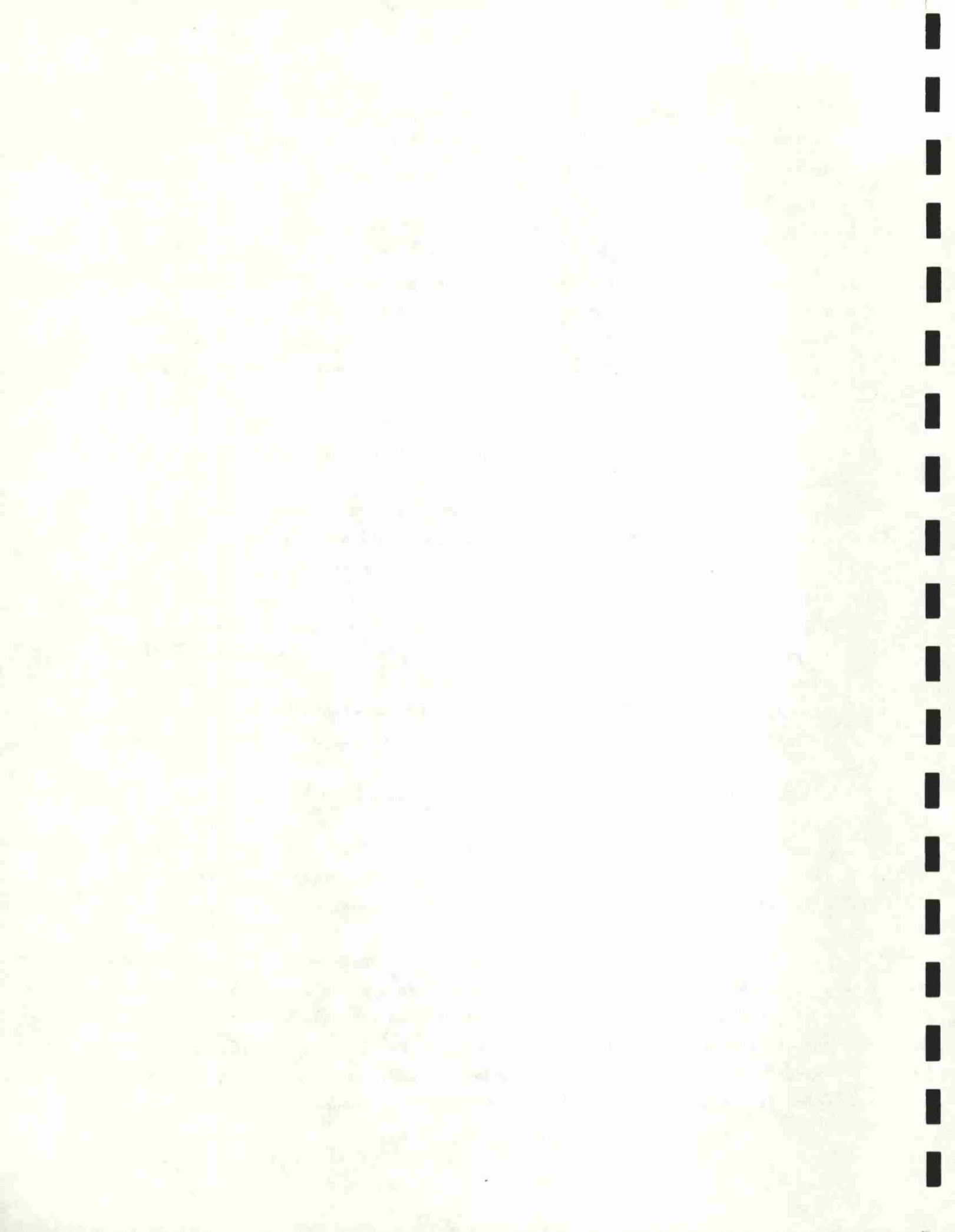
Mackenzie (1962) et Grass (1969) ont aussi remarqué en Californie que le degré de colmatage variait grandement. Dans certains cas, seulement des parties du système sont affectées alors que dans d'autres cas, le système entier était affecté. Cette dispersion spatiale dans les teneurs en ions ferreux et dans l'épaisseur des dépôts est soulignée par Kuntze (1982). Il l'attribue en partie à la provenance des eaux, de la nature des minéraux, de la profondeur du sol et à la période de l'année.

Nous avons aussi remarqué que l'épaisseur des dépôts dans les conduites augmente à mesure que l'on approche du collecteur. La figure 8 illustre cette relation, laquelle est le mieux expliquée à l'aide d'une régression de type logarithmique : $y = a + b \ln X$. La relation est significative puisque $t = 3,18 > t_{\gamma, \alpha/2} = 2,01$. Grass (1969) a observé lui aussi les plus grandes quantités de dépôts près du collecteur. Dans certains cas extrêmes, les dépôts sont importants sur toute la longueur du latéral. Kuntze (1982) rapporte aussi que le contenu en fer et le dépôt augmente avec la proximité du collecteur pour des pentes inférieures à 0,35 p. 100. Il suggère que les quantités de Fe^{+2} s'introduisant dans la conduite combinées au temps de séjour favorisent une plus grande oxydation et déposition.

4.3.2 Épaisseur des dépôts vs le pH et la teneur en Fe^{+2}

D'après certains auteurs dont Ford (1971 ; 1975), Lidster et Ford (1981), on peut généralement s'attendre à une plus forte déposition d'hydroxyde ferrique à mesure que la teneur en ions ferreux augmente.

Nous avons présenté à la figure 9 les épaisseurs d'hydroxyde pour chaque conduite en fonction de la teneur en Fe^{+2} de la nappe. Nous ne pouvons pas discerner de relation; en fait, on remarque que des dépôts importants ont été observés pour différentes teneurs en Fe^{+2} . Ceci nous met bien en évidence que la déposition d'hydroxyde est conditionnée par d'autres facteurs comme le temps et l'activité des bactéries ferrugineuses.



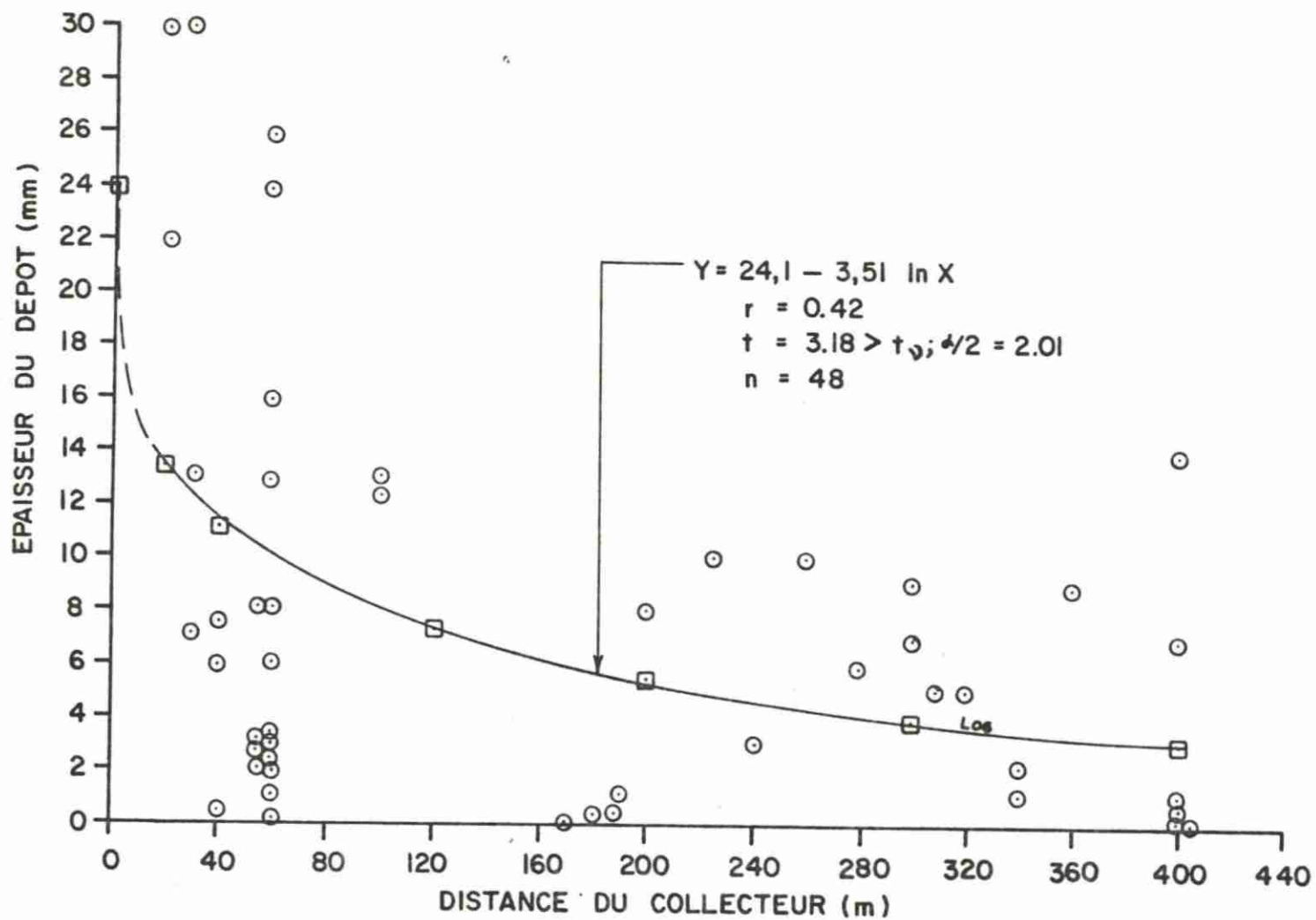


Figure 8. EPAISSEUR DES DEPOTS EN FONCTION DE LA DISTANCE



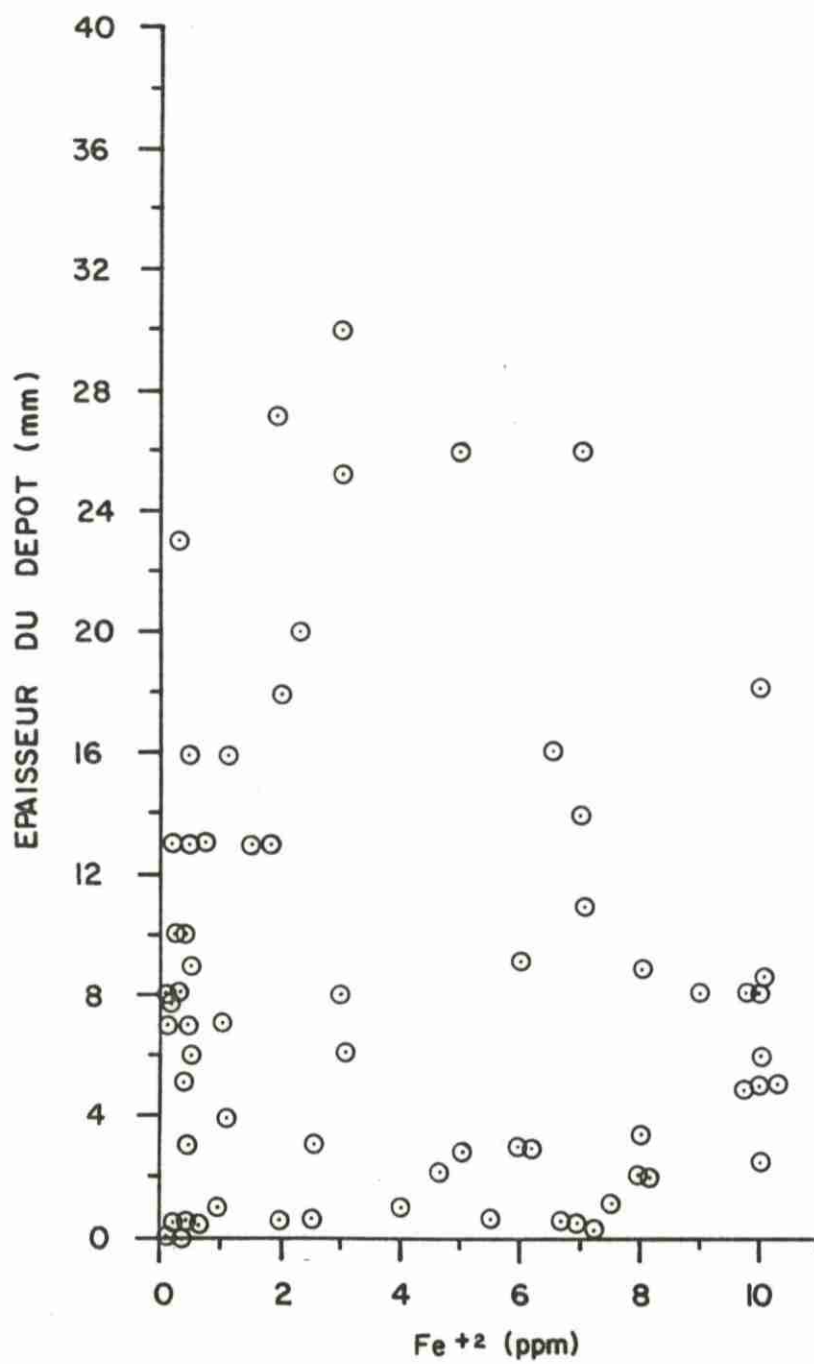
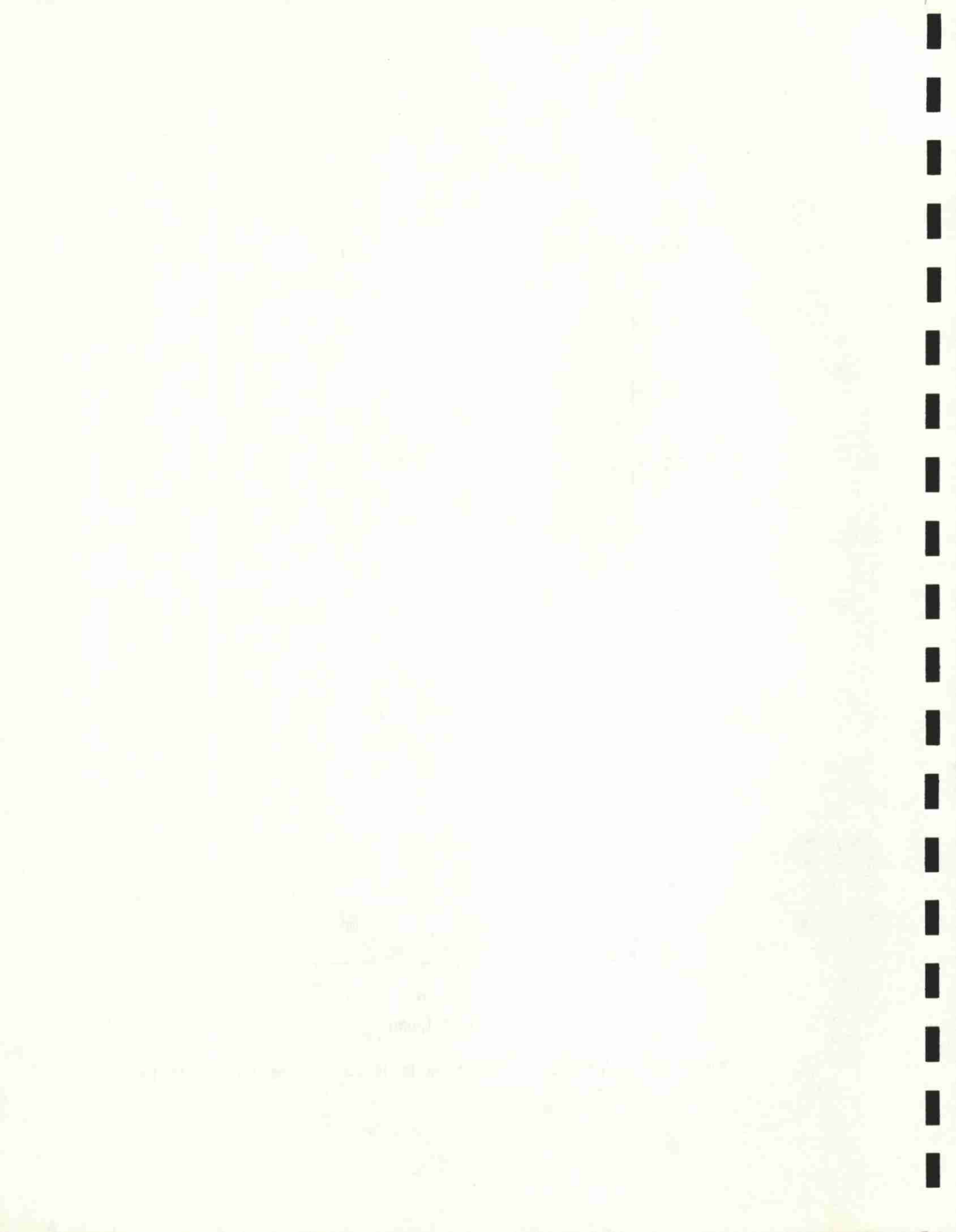


Figure 9. L'épaisseur du dépôt vs la teneur en ions ferreux de l'eau



La figure 10 montrant l'épaisseur des dépôts en relation avec le pH de l'eau semble par contre beaucoup plus révélatrice. En effet, on peut remarquer que les plus forts dépôts d'hydroxyde semblent se produire principalement entre $6,0 < \text{pH} < 7,2$. Selon Ford (1974 ; 1975), les dépôts augmentent autour du drain à mesure que le pH augmente entre 4,0 et 7,2. A un pH supérieur à 7,2, ce dernier a remarqué que la déposition d'hydroxyde dans les conduites et les goutteurs d'irrigation était faible (Ford, 1975). Il souligne également qu'un pH supérieur à 7,2 est requis pour que les ions ferreux soient précipités dans le profil (Ford, 1971).

4.3.3 Le colmatage en fonction du temps

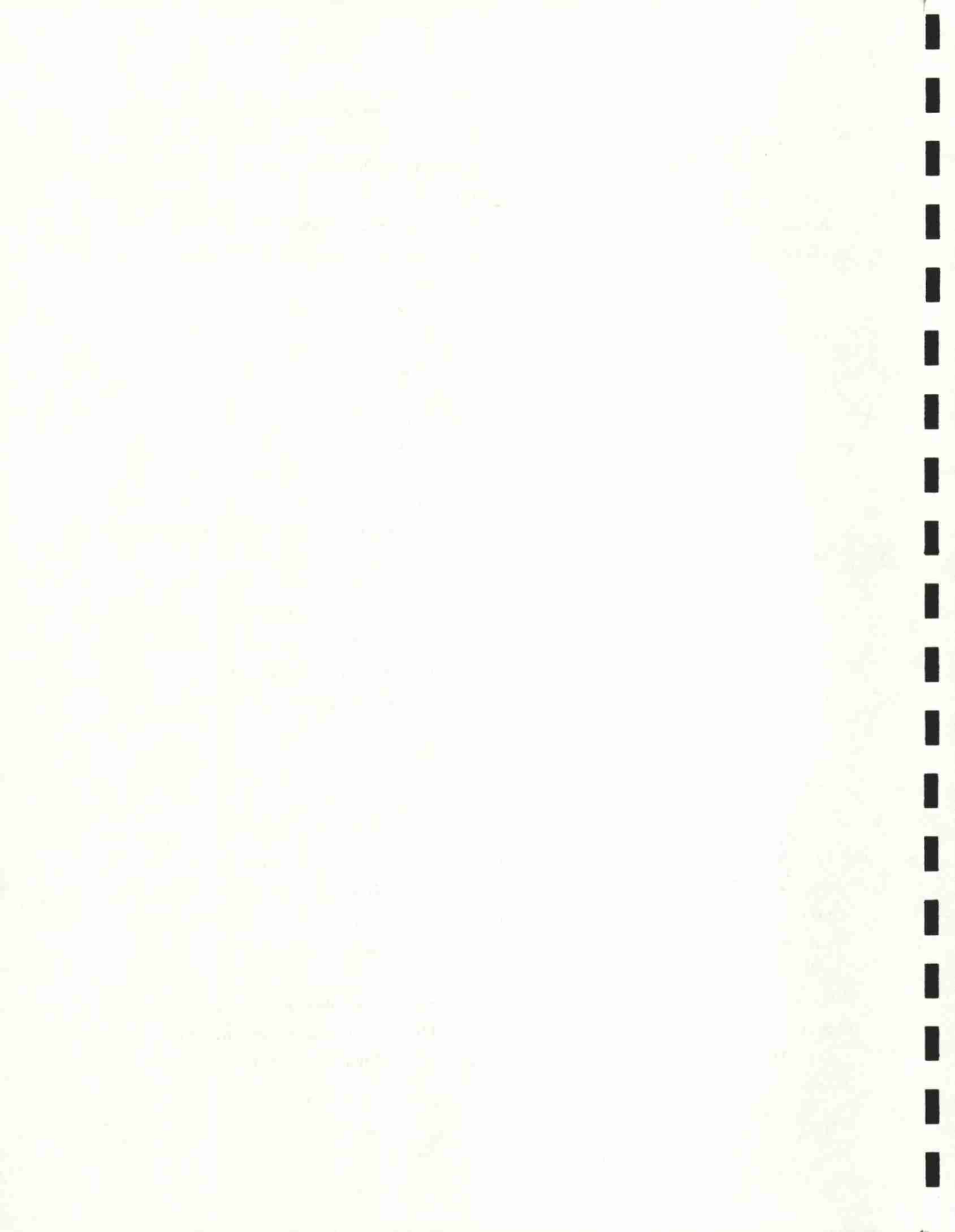
Nous présentons à la figure 11 pour tous les échantillons de drain le pourcentage de la section du tuyau occupée par l'hydroxyde de fer en fonction de l'âge des systèmes (annexe 2). La régression de type logarithmique est significative et montre que le phénomène est important dans les premières années après l'installation.

La figure 12 présente toutes les mesures d'épaisseur d'hydroxyde observées dans les 73 échantillons de drain en fonction de l'âge des systèmes. L'épaisseur des dépôts augmente en fonction du temps et cette relation est le mieux expliquée par une régression logarithmique $y = a + b \ln x$. La régression est significative.

4.3.4 Obstruction des ouvertures

Bien qu'en général les dépôts moyens par ferme soient relativement faibles (tableau 5), il n'en demeure pas moins que les ouvertures du drain pouvaient être totalement ou partiellement bloquées. Certains cas bien particuliers comme la ferme Beaubien où après 4 ans, 95 p. cent des ouvertures sur les échantillons observés étaient obstruées par l'hydroxyde ferrique.

La figure 13 met en relation le pourcentage des ouvertures bloquées pour chacune des conduites en fonction de l'âge de l'installation. Une régression logarithmique ($y = a + b \ln x$) explique le mieux la relation qui existe entre ces deux variables ($t = 2,28 > 1,96$).



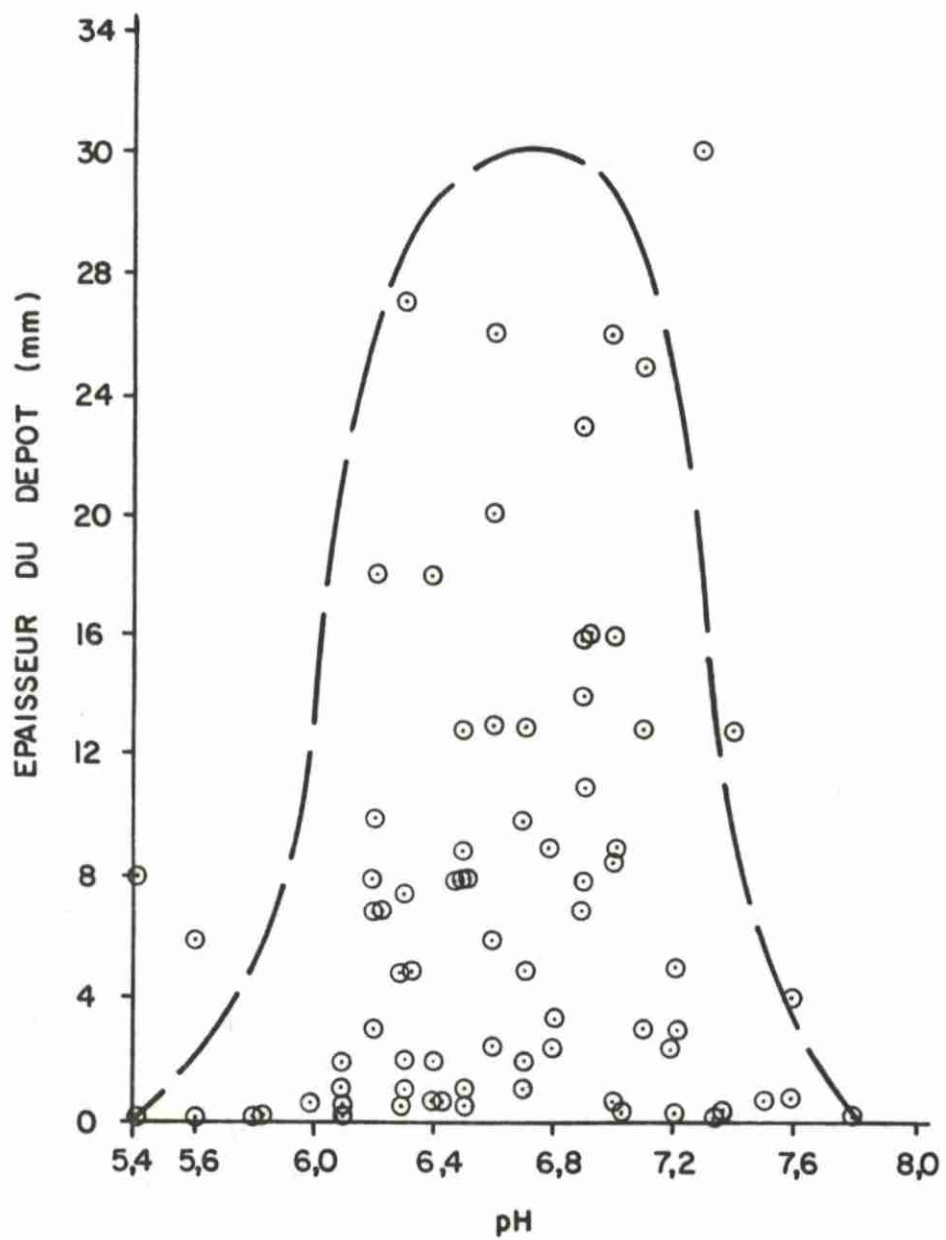
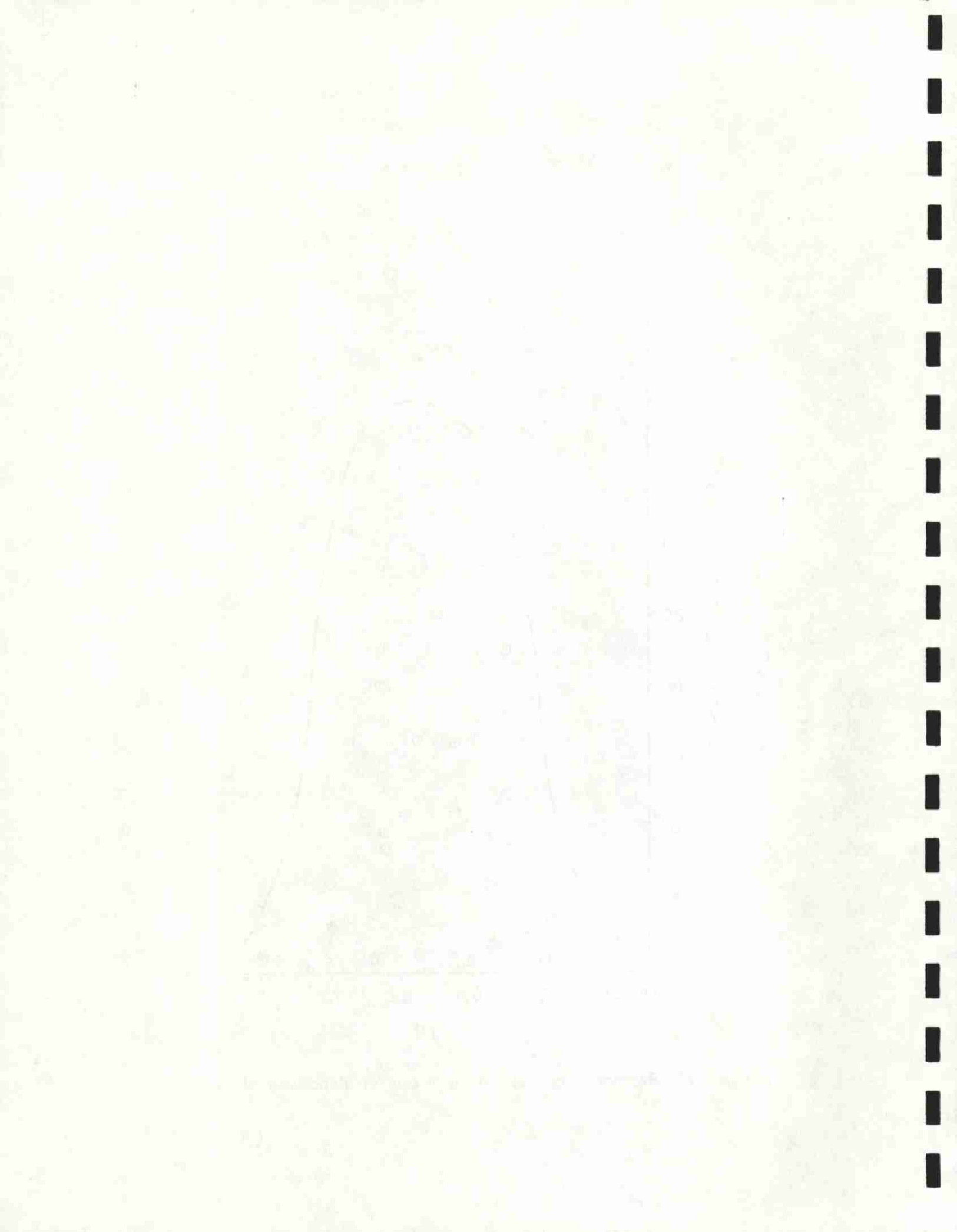


Figure 10. Relation entre le pH de l'eau et l'épaisseur du dépôt.



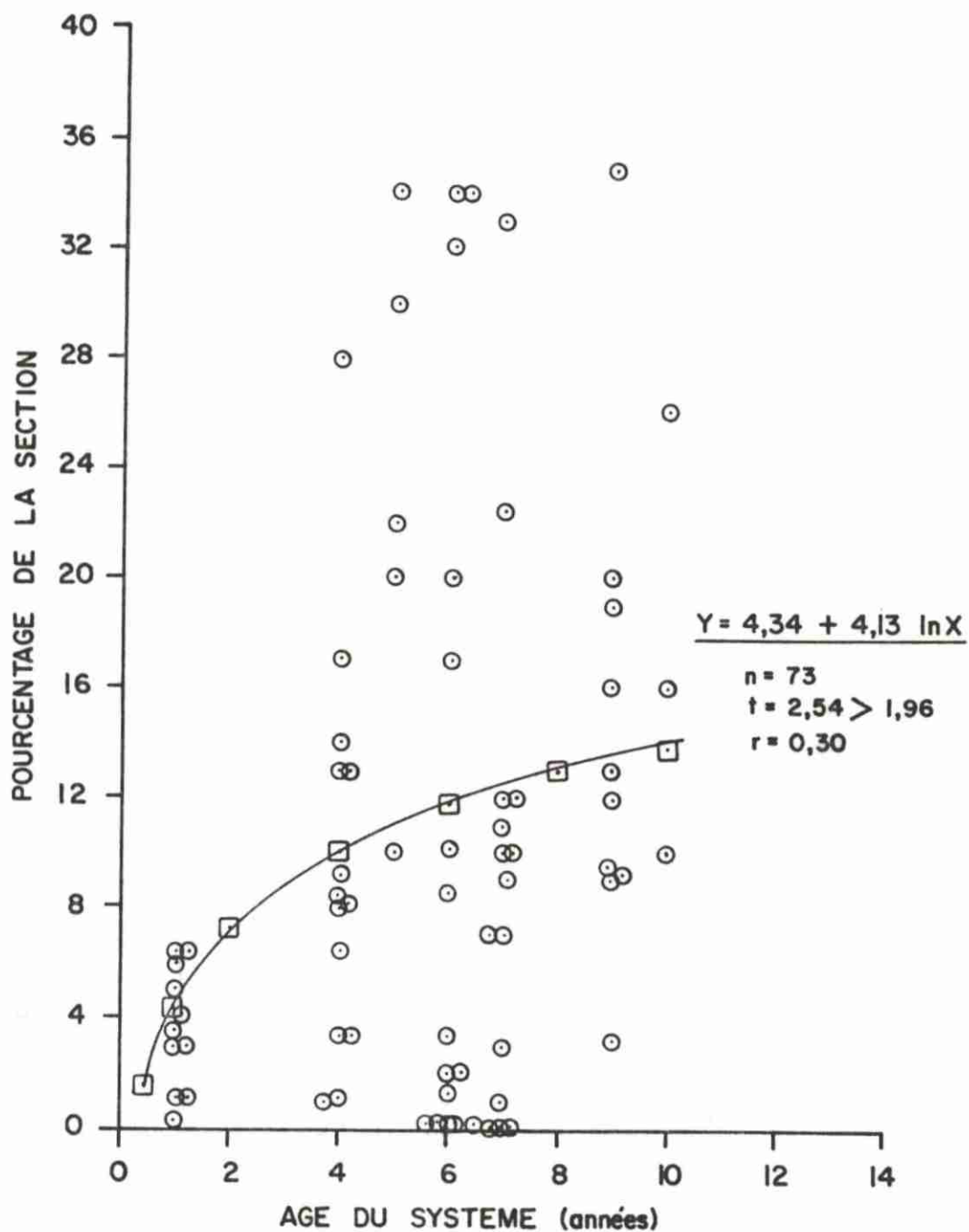
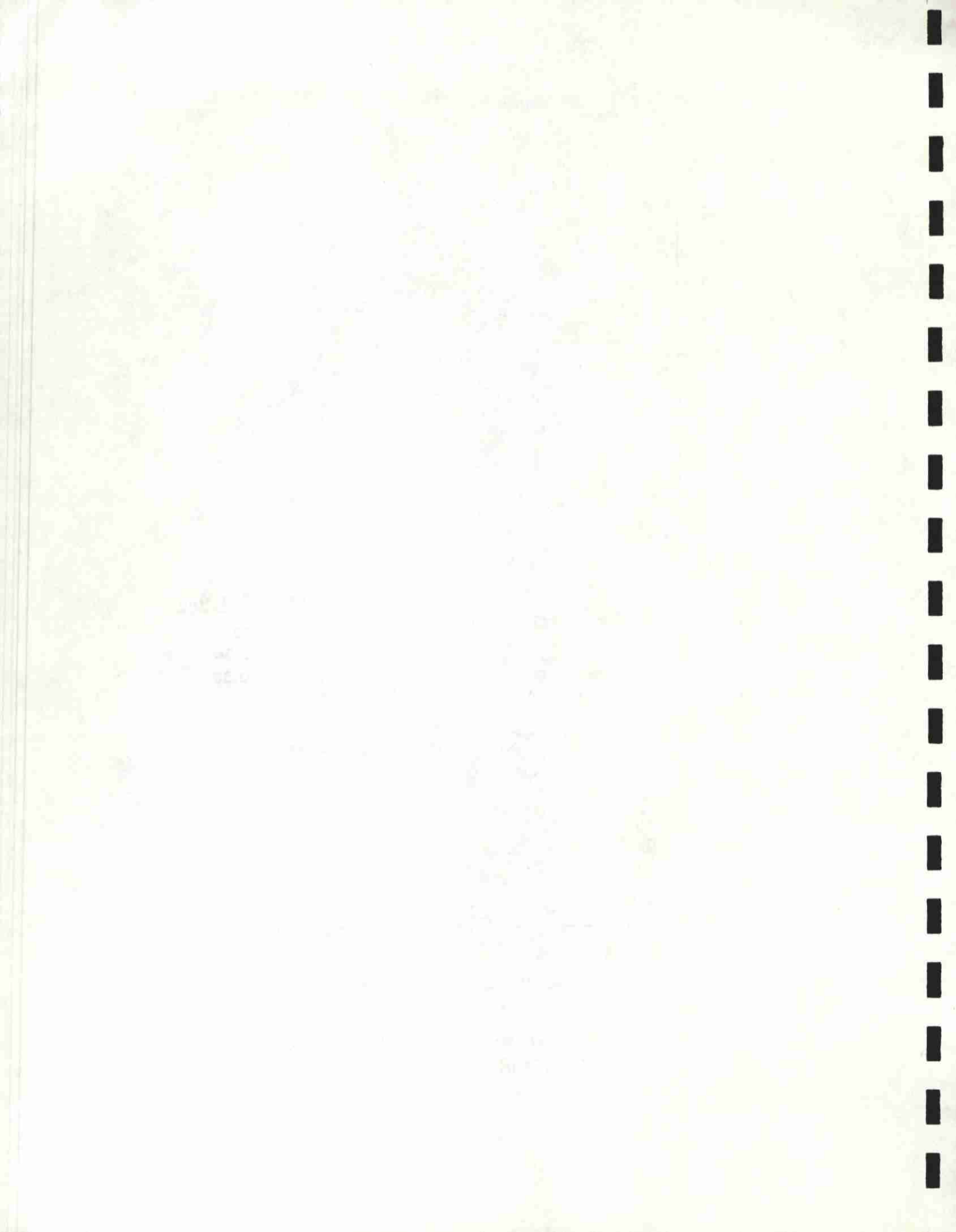


Figure 11. REDUCTION DE LA SECTION DE LA CONDUITE EN FONCTION DU TEMPS.



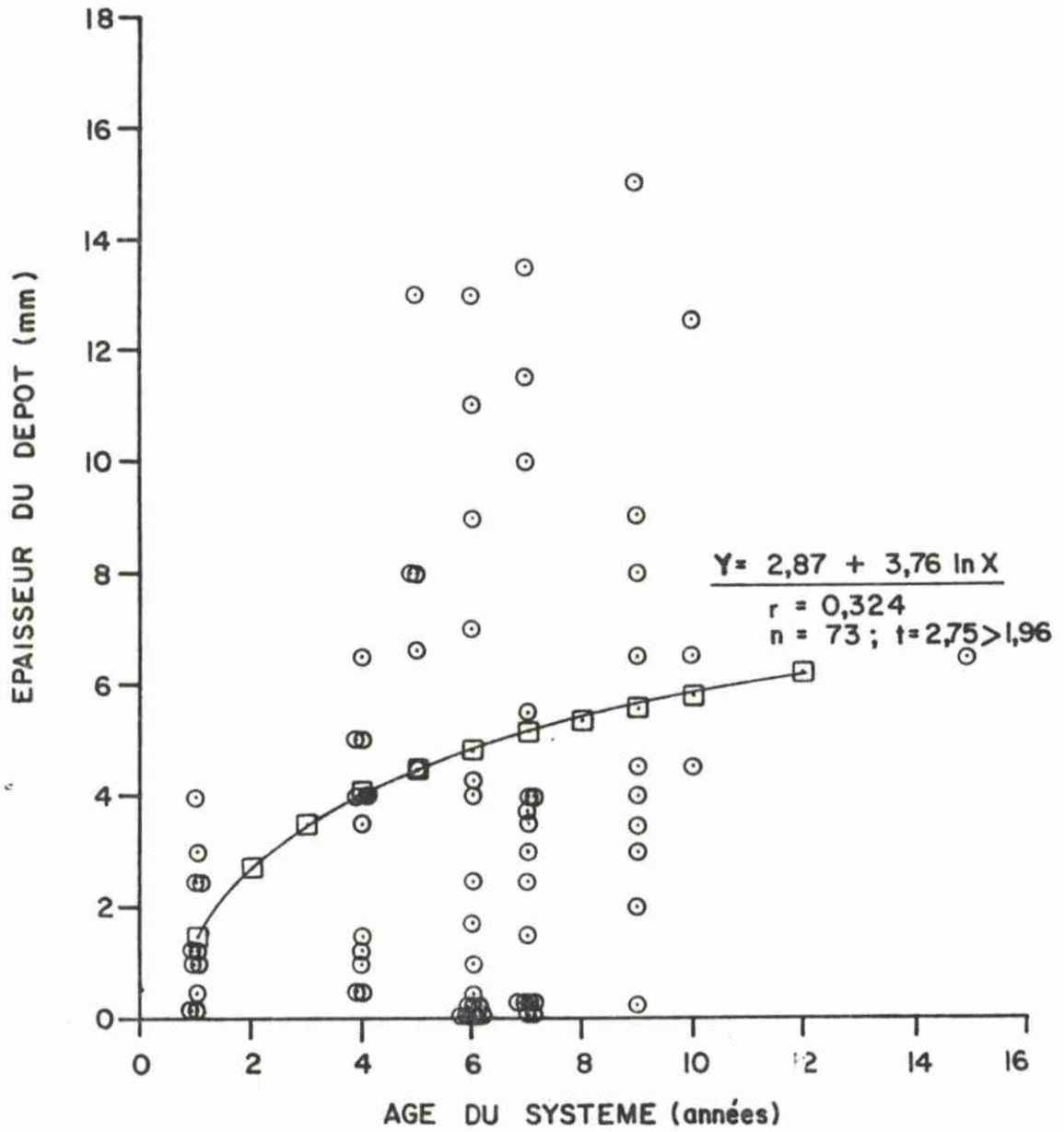
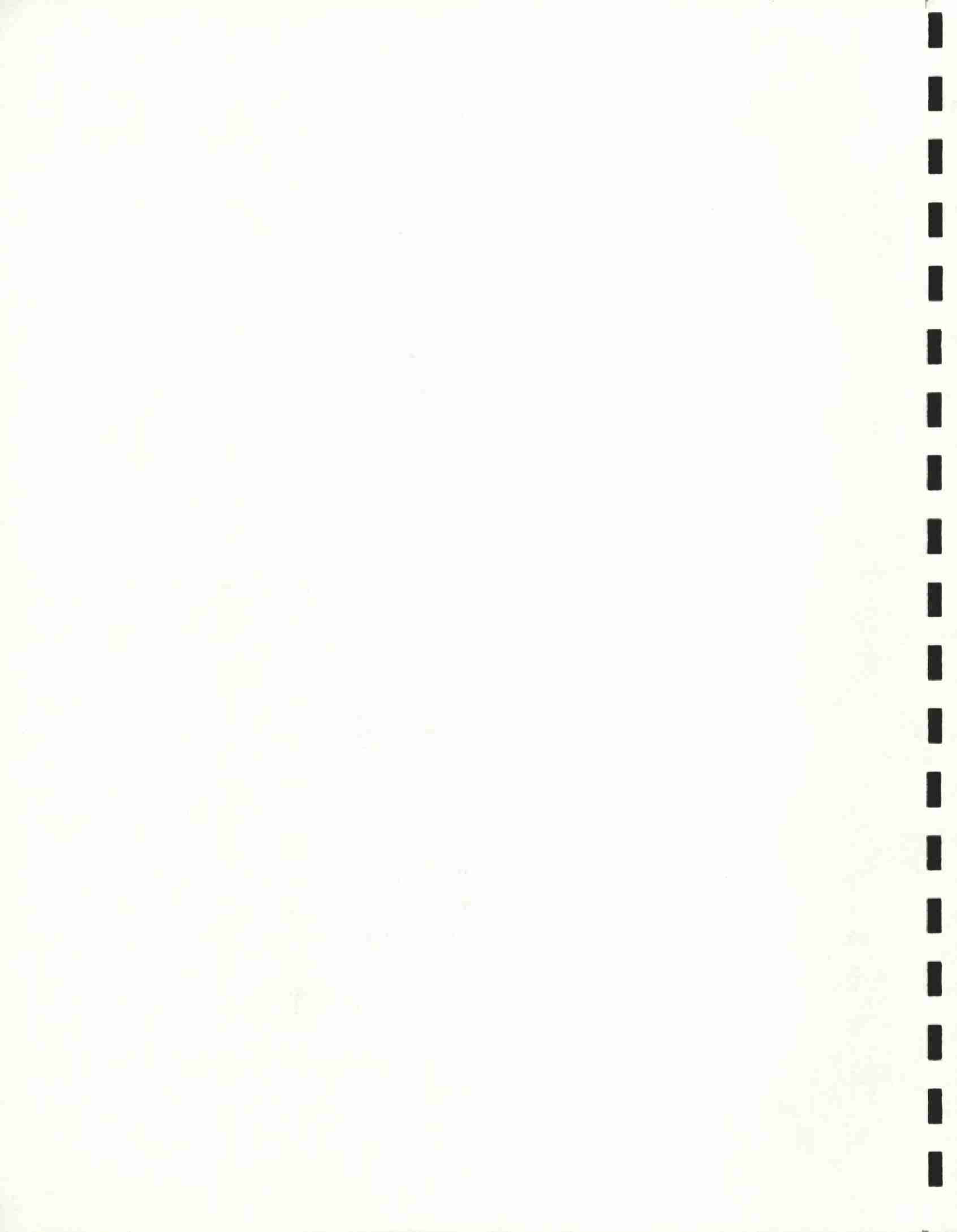


Figure 12. EPAISSEUR DU DEPOT VS AGE DU SYSTEME



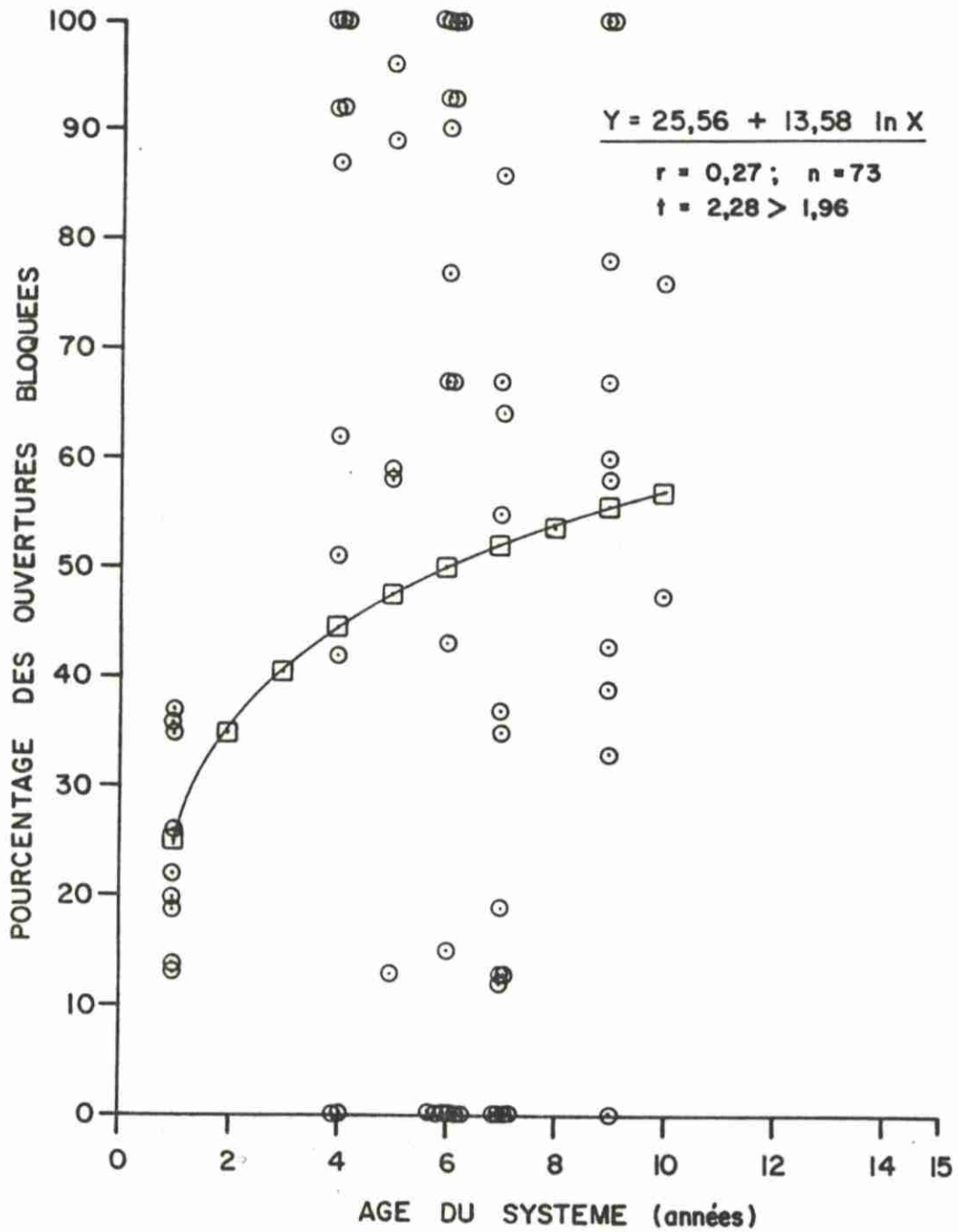
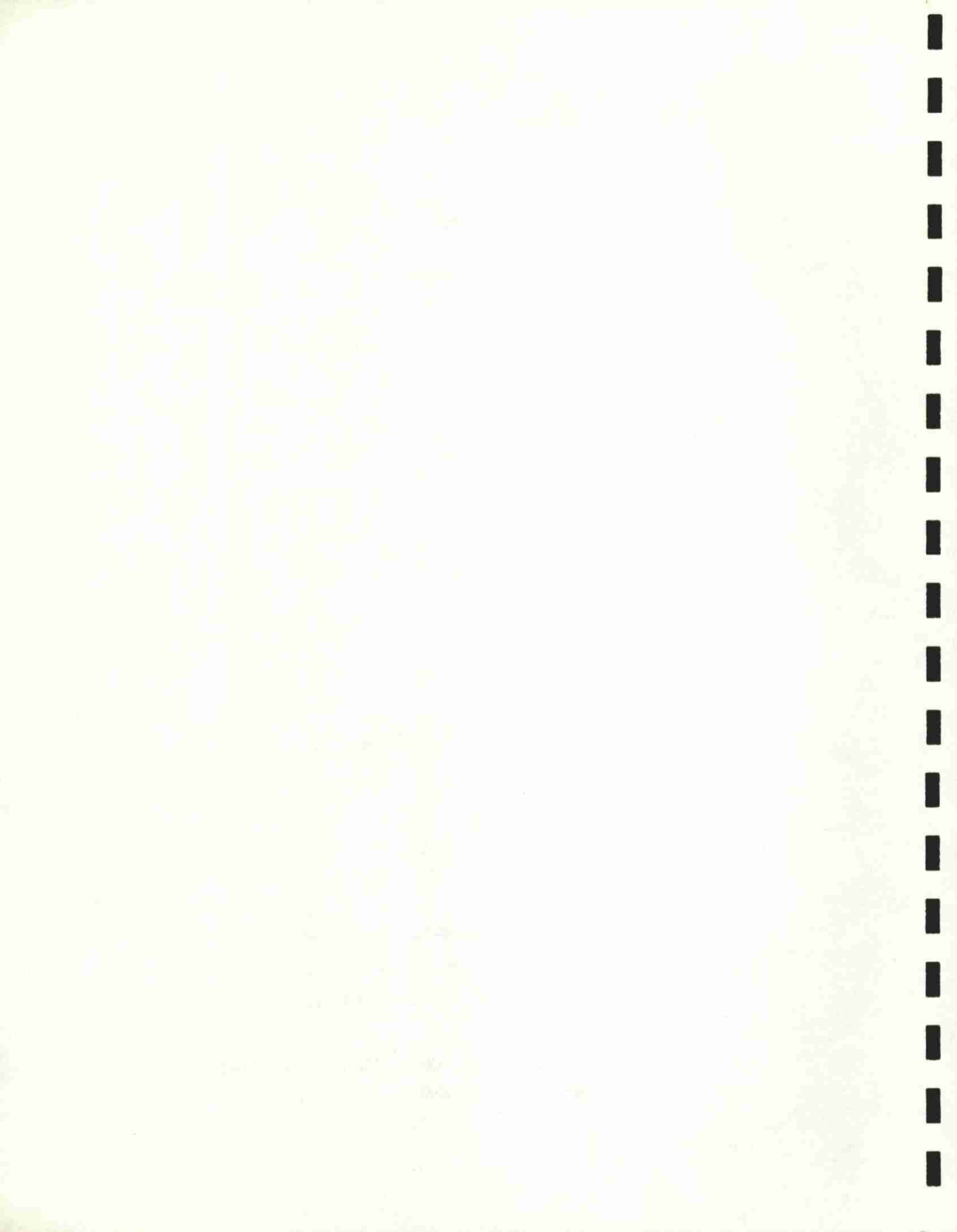


Figure 13 LE COLMATAGE DES OUVERTURES EN FONCTION DE L'AGE DU SYSTEME



Cette diminution du nombre d'ouvertures se traduit par une diminution du débit et du coefficient de drainage. Nos excavations sur la ferme Valois de Notre-Dame du Bon-Conseil ont révélé que 88 p. 100 des ouvertures étaient bloquées après 6 ans. Dans son étude du même système, Gameda (1981) a observé que le coefficient de drainage avait diminué de 15 mm/j à 5 mm/j entre 1978 et 1979.

Dans une expérience en laboratoire, Talman (1978) rapporte que le pourcentage d'ouvertures bloquées diminue en fonction d'une largeur croissante des ouvertures. Il souligne aussi que les joints entre les tuiles se bloquent généralement plus à cause de la plus grande surface du joint.

En ce qui concerne la dimension des ouvertures, le professeur Kuntze (1982) propose une largeur minimale de 1,2 mm lorsqu'il y a risque de colmatage.

4.3.5 Les bactéries ferrugineuses

Sur au moins deux échantillons de drains par ferme, nous avons examiné au microscope le dépôt d'hydroxyde pour identifier les bactéries présentes. Le tableau 6 présente les résultats de nos observations et celles du Dr Ivarson.

Tout d'abord, nous avons remarqué la présence de bactéries dans tous les échantillons. Les quantités de bactéries présentes varient cependant d'une ferme à une autre.

En comparant les épaisseurs de dépôts et le pourcentage des ouvertures bloquées (tableau 5), on remarque que les cas les plus avancés de colmatage correspondent assez bien aux échantillons ayant une population de bactéries moyennes et élevées, même si les teneurs en ions ferreux sont aussi faibles que 0,5 ppm. Ivarson et Sojak (1978) ont observé également des quantités considérables de bactéries ferrugineuses *Gallinella* et *Sphaerotilus* dans des systèmes de drainage en Ontario.

L'importance des bactéries ferrugineuses dans la précipitation de l'hydroxyde ferrique a été démontrée par plusieurs travaux dont ceux de Hanert

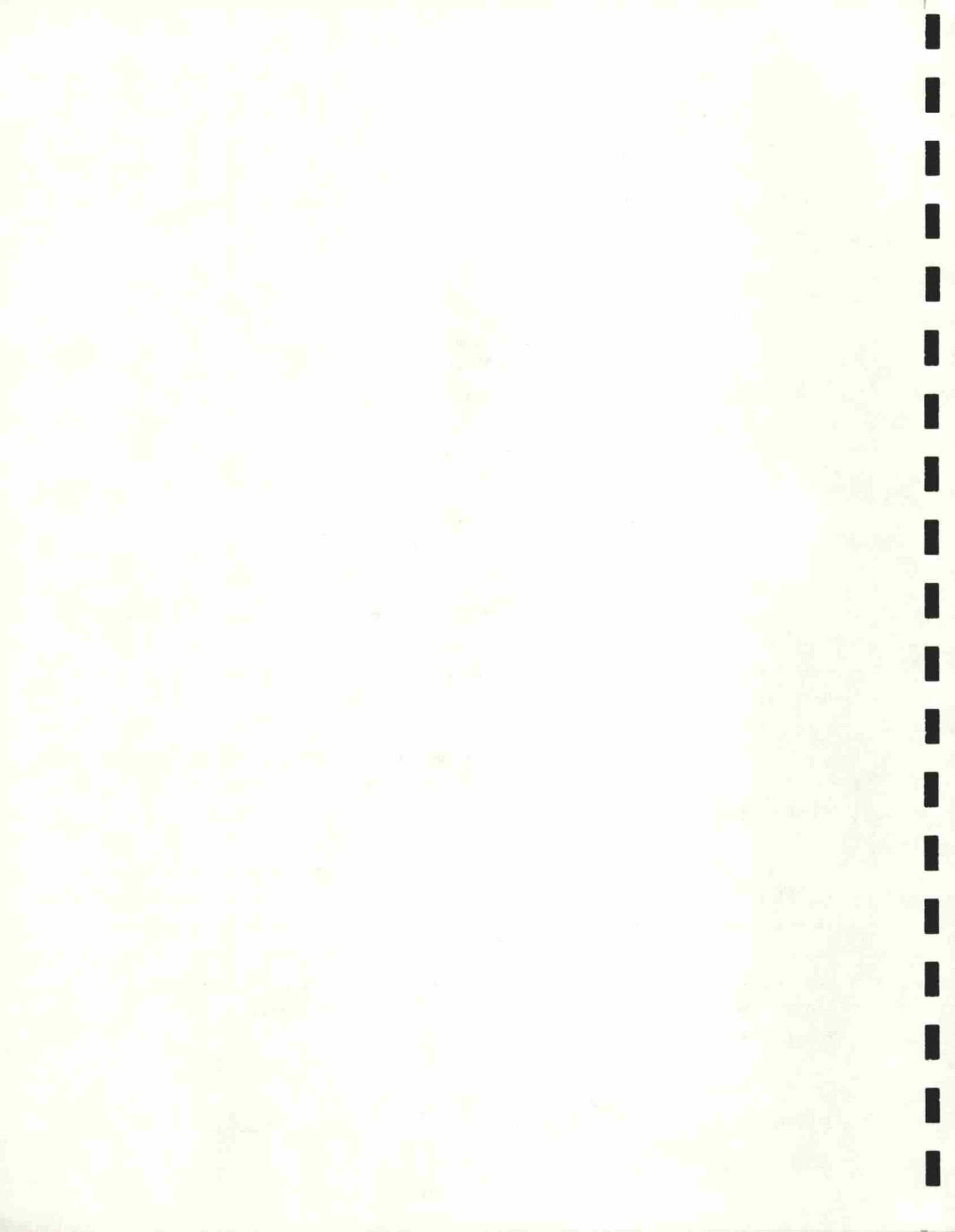
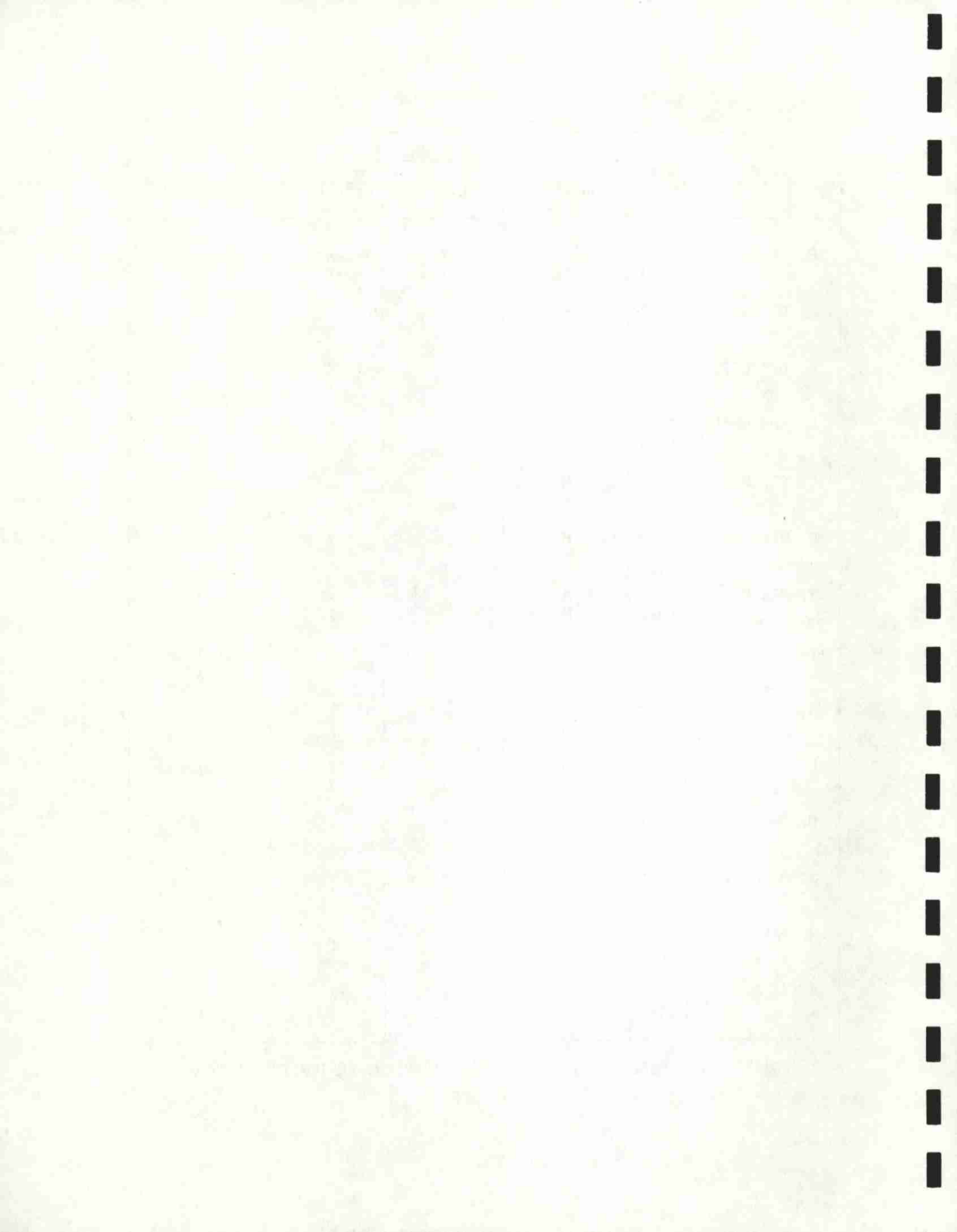


TABLEAU 6. IDENTIFICATION DES BACTERIES PRESENTES DANS LES CONDUITES.

FERME	SITE	BACTERIE			
		QUANTITE (1)	GALLIONELLA	LEPTOTHRIX	SPHAEROTILUS
F. BEAUBIEN	L1-2	E	X	X	
	L3-1	E	X	X	X
A. BOUDREAU	L2-1	F		X	
	L2-2	F		X	
G. DESILETS	L1-1	M		X	X
	L2-2	M		X	X
L. GODIN (1)	L2-2	M		X	X
	L3-1	M		X	X
L. GODIN (11)	L1-1	M	X	X	X
	L2-1	M	X	X	X
C. HEBERT	L1-2	M		X	X
	L3-1	M	X	X	X
R. HEBERT	L2-2	M		X	X
	L3-2	M		X	X
L. JANELLE	L3-1	-			X
	L3-2	-			X
R. LAPLANTE	L2-2	M			
	L3-2	M	X	X	X
C. MACLURE	L2-2	M	X	X	X
	L3-2	-	X	X	X
M. OUELLETTE	L2-1	M	X	X	X
	L3-1	M	X	X	X
N. OUELLET	L2-2	F	X	X	X
	L3-2	F	X	X	X
M. PEPIN	L2-2	E	X	X	X
	L3-1	E		X	
A. VALOIS	L2-1	F	X	X	X
	L4-1	-	X	X	X

(1) D'APRES LES OBSERVATIONS DU DR KARL IVARSON, AGRICULTURE-CANADA

E = ELEVEE ; M = MOYEN ; F = FAIBLE



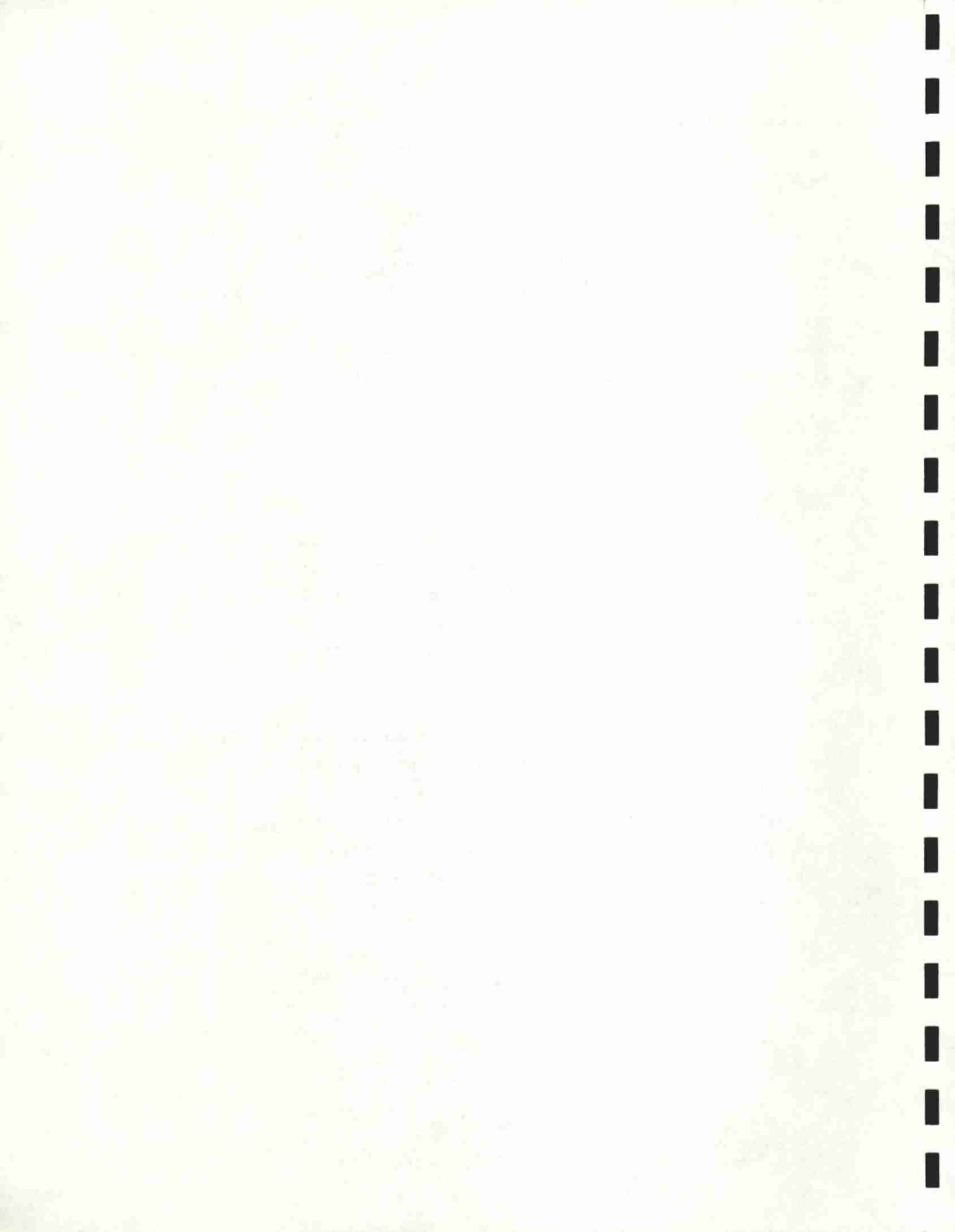
et Khrutskaya qui estiment que la déposition biochimique contribue pour 80 à 98 p. 100 alors que le processus purement chimique peut compter pour 2 à 20 p. 100 (dans Kuntze, 1982).

En outre, ces bactéries ont le pouvoir de produire de l'ochre à partir de concentrations aussi faibles que 0,3 à 0,5 mg/l comme l'ont observé Hasselbarth et Lundeman (dans Ford, 1975). A la suite d'essais en laboratoire Ford (1979) signale que pour des pH inférieurs à 7, les bactéries ferrugineuses et les teneurs en ions Fe^{+2} sont les causes principales de la formation d'ochre et du colmatage.

4.3.6 Etat des filtres

Seulement quelques échantillons ont montré que le filtre autour du drain était relativement colmaté par l'hydroxyde. En général, le filtre montrait un peu de dépôt, mais de façon générale le colmatage du filtre est beaucoup moins évident que celui de la conduite. A notre avis, le colmatage des ouvertures se produit avant celui du filtre, bien que des dépôts d'hydroxyde sont observés dans les corrugations extérieures. Gameda et al. (1981) ont observé que les divers filtres utilisés dans leur expérience étaient colmatés dans des proportions de 30 à 80 p. cent.

Il semble d'après certains travaux que le type de matériel filtrant peut avoir une influence sur la déposition et la rétention de l'hydroxyde. Par exemple, le filtre en fibre de verre semble retenir très fortement l'hydroxyde et pour cette raison, Hausmann le déconseille dans les sols où un potentiel de colmatage existe (dans Kuntze, 1982). Des essais en laboratoire faits par Ford (1982) semblent montrer que le filtre en tricot de polyester se colmate beaucoup moins que celui de nylon et de polypropylène

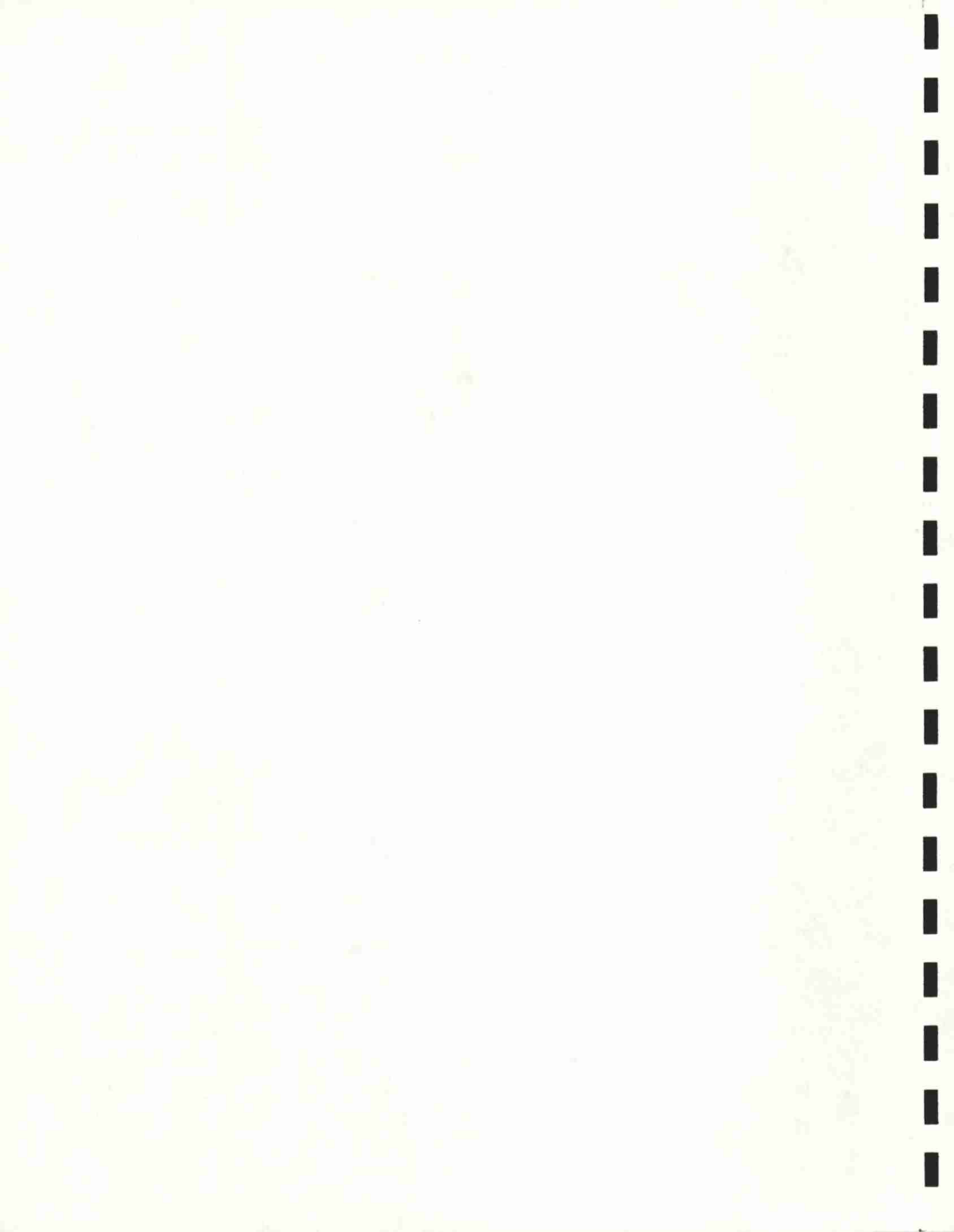


5. CONCLUSION

En fonction des objectifs fixés au départ, les mesures faites et les observations recueillies lors de notre étude permettent de conclure les énoncés suivants :

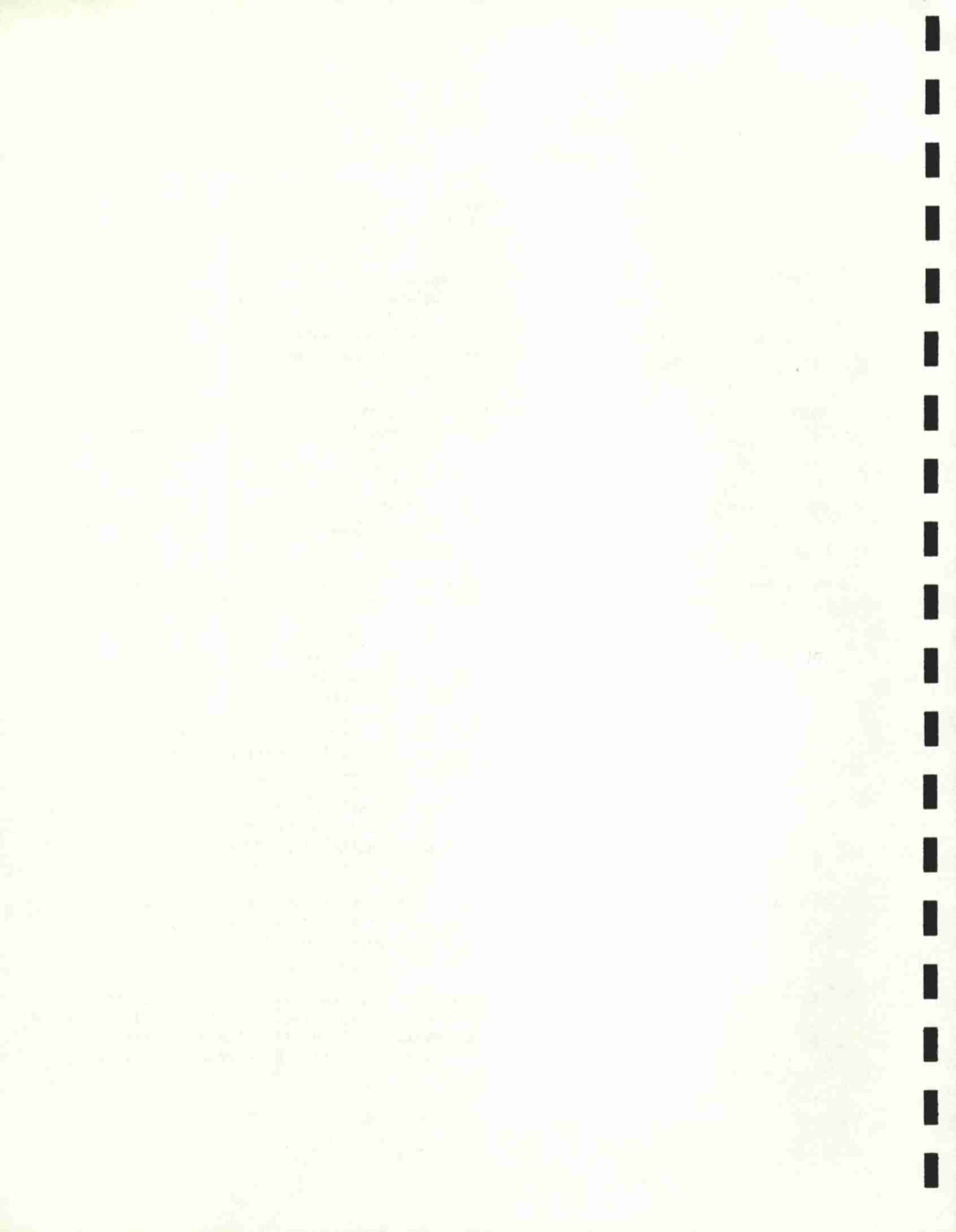
- a) La majorité des systèmes de drainage étudiés montraient un colmatage avancé après 6 ans ;
- b) Le colmatage ferrique a été observé dans tous les sols sableux ;
- c) La trousse HACH pour l'analyse du Fe^{+2} de l'eau de la nappe constitue un outil fiable et facile d'utilisation ;
- d) On a remarqué que les concentrations les plus élevées en Fe^{+2} ainsi que les plus forts dépôts d'hydroxyde se produisaient à des pH variant entre 6,0 et 7,2 ;
- e) L'épaisseur des dépôts augmente à mesure que l'on approche du collecteur ;
- f) L'épaisseur du dépôt et la réduction de la section de la conduite augmente en fonction du temps ;
- g) Les systèmes étudiés montrent en moyenne 50 p. cent des ouvertures obstruées après 6 ans ;
- h) Les bactéries Gallionella, Sphaerotilus et Leptothrix furent observées dans tous les échantillons en quantités plus ou moins élevées ;
- i) Le colmatage des ouvertures du drain se produit généralement avant celui du filtre.

Enfin, bien que le phénomène de déposition soit fortement relié à la présence de bactéries, l'évaluation du risque de colmatage que présentent certains sols doit être faite avant de procéder aux travaux. Dans ce but, les analyses du pH, du contenu en ions ferreux de l'eau provenant de la zone perméable sous les drains, l'étude du profil du sol ainsi que l'identification de la provenance du fer sont autant de données que l'ingénieur doit posséder pour évaluer ce risque de colmatage.

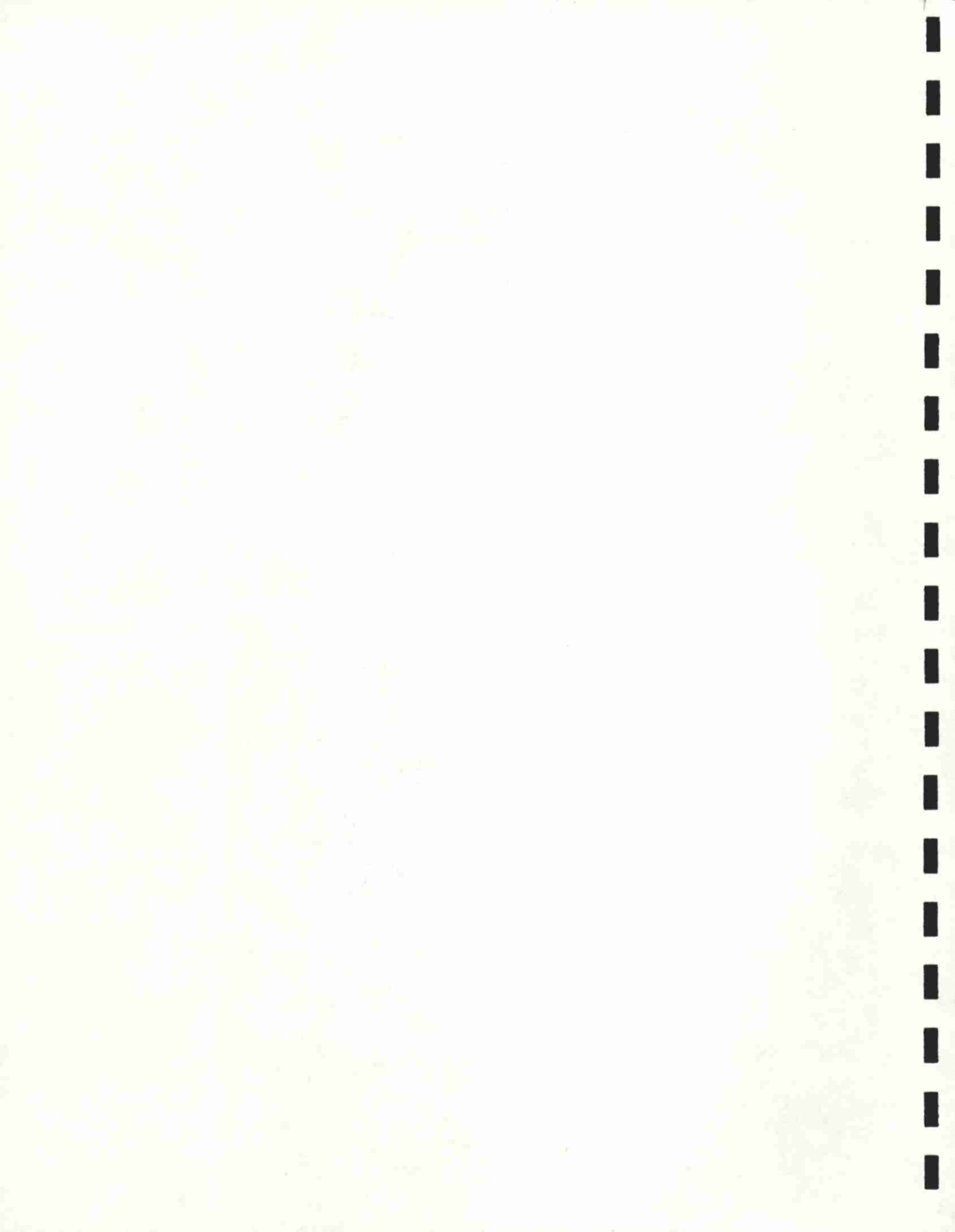


BIBLIOGRAPHIE

- CHOINIÈRE, L. et Léonard Laplante, 1948. Etude des sols du comté de Nicolet. Bulletin technique No 1, Ministère de l'Agriculture, Québec.
- CHOINIÈRE, Lucien, 1960. Etude pédologique du comté de Drummond. Bulletin technique No 7, Ministère de l'Agriculture, Québec.
- FORD, Harry W., 1971. Interrelationships between sulfides oxygen and iron in ground water. Soil and Crop Science Society of Florida Proceedings, Vol. 31, pp. 7-9, December.
- FORD, Harry W., 1974. Biochemical and physical Factors contributing to resistance in drain outflow in a modified Spodosol. Soil and Crop Science society of Florida Proceedings, Vol. 34 : 10-12, December.
- FORD, Harry W., 1975. Blockage of drip irrigation filters and emitters by iron sulfur bacterial products. Hortscience, Vol. 10, No 1 : 62-64.
- FORD, Harry W., 1979. Characteristics of slime and ochre in drainage and irrigation systems. Transactions of the ASAE, Vol. 22, No 5, pp 1093-1096.
- FORD, Harry W., 1981. Estimating ochre clogging before installing drains. Paper No 81-2542, American Society of Agricultural Engineers, St-Joseph, Michigan, 49085.
- FORD, Harry W., 1982. Biological clogging of synthetic drain envelopes. In : Proceeding of the 2nd International Drainage Workshop, Washington, D.C.
- GAMEDA, Samuel, 1981. The nature of ochre deposition and drain blockage in a fine sandy loam soil. M. Sc. Thesis, Department of agricultural engineering, Macdonald College, Ste Anne de Bellevue.
- GAMEDA, S., P.J. Jutras et R.S. Broughton, 1981. Ochre deposition in a Québec fine sandy loam. Paper No 81-2543. American Society of Agricultural Engineers, P.O. Box 410, St-Joseph, Michigan, 49085.
- GRASS, L.B., A.J. Mackenzie, B.D. Meek and W.F. Spencer, 1973. Manganese and Iron Solubility changes as a factor in tile drain clogging : Observations during flooding and drying. Soil Science Society of America Proceedings, Vol. 37, No 1, pp. 14-17.



- HOUOT, S., T. Cestre et J. Berthelin, 1984. Origine du fer et conditions de formation du colmatage ferrique. XIIe Congrès International des Irrigations et du Drainage, Fort Collins, 39e Question.
- HUNDAL, S.S., G.S. Taylor, G.O. Schwale, 1977. Ochre and subsurface drainage in cultivated organic soils of Willard Marsh, Ohio. Transactions of ASAE, Vol. 20, No 3, pp 489-492.
- IVARSON, K.C. and M. Sojak, 1978. Microorganisms and ochre deposits in field drains of Ontario. Canadian Journal of Soil Science, Vol. 58, No 1 : 1-17.
- KUNTZE, Herbert, 1982. Iron clogging in soils and pipes : Analysis and treatment. Bulletin 10, German Association for Water Resources and Land Improvement. Pitman Publishing, 1020 Plain Street, Marsh field, MA 02050 U.S.A.
- LAPLANTE, L. et Lucien Choinière, 1954. Etude pédologique des sols du comté d'Yamaska. Bulletin technique No 3, Ministère de l'Agriculture, Québec.
- LIDSTER, W.A. and Harry W. Ford, 1981. Rehabilitation of Ochre (Iron) clogged agricultural drains. Eleventh Congress, International commission on irrigation and drainage, Q.36-R.27, pp 451-463.
- MACKENZIE, Arnold J., 1962. Chemical Treatment of mineral deposits in drain tile. Journal of Soil and Water Conservation, 17(3): 124-125, May-June.
- ROMPRE, M., G. Laflamme, L. Ouellet, D. Carrier, J.C. Dubé et F. Pagé, 1984. Etude pédologique du comté d'Arthabaska. Direction de la recherche agricole, Ministère de l'Agriculture, Pêcheries et Alimentation, Québec.
- TALMAN, A.J., 1978. Interactions between iron ochre and pipe slots an experimental study. Technical report 78/2, Field Drainage Experimental Unit, Ministry of Agriculture, Fisheries and Food, England.



METHODE PROPOSEE PAR LE DR FORD1. MONTAGE DE L'UNITE DE FILTRATION

L'unité de filtration (figure 1), est conçue pour mesurer le Fe (II) de la solution du sol parce qu'elle est rapide et élimine les dangers d'aération et d'oxydation du Fe (II). Une seringue modifiée de 10 ml sert d'unité de réception. Elle est remplie avec 2,7 ml de réactif sulfamique et ajustée à la base d'un support de filtre SWINNEX. La solution d'acide sulfamique est injectée dans la base du support du filtre chassant l'air. Il doit y avoir assez d'acide sulfamique restant sur le support pour mouiller complètement la membrane filtre 0,45 um placée sur le support. L'excès de solution sur la membrane doit être épongé avec un papier buvard et enlevé. Compléter l'assemblage en vissant la partie supérieure du support du filtre par dessus la membrane. Les supports peuvent être préparés de 24 à 48 h d'avance et maintenus en position verticale de préférence.

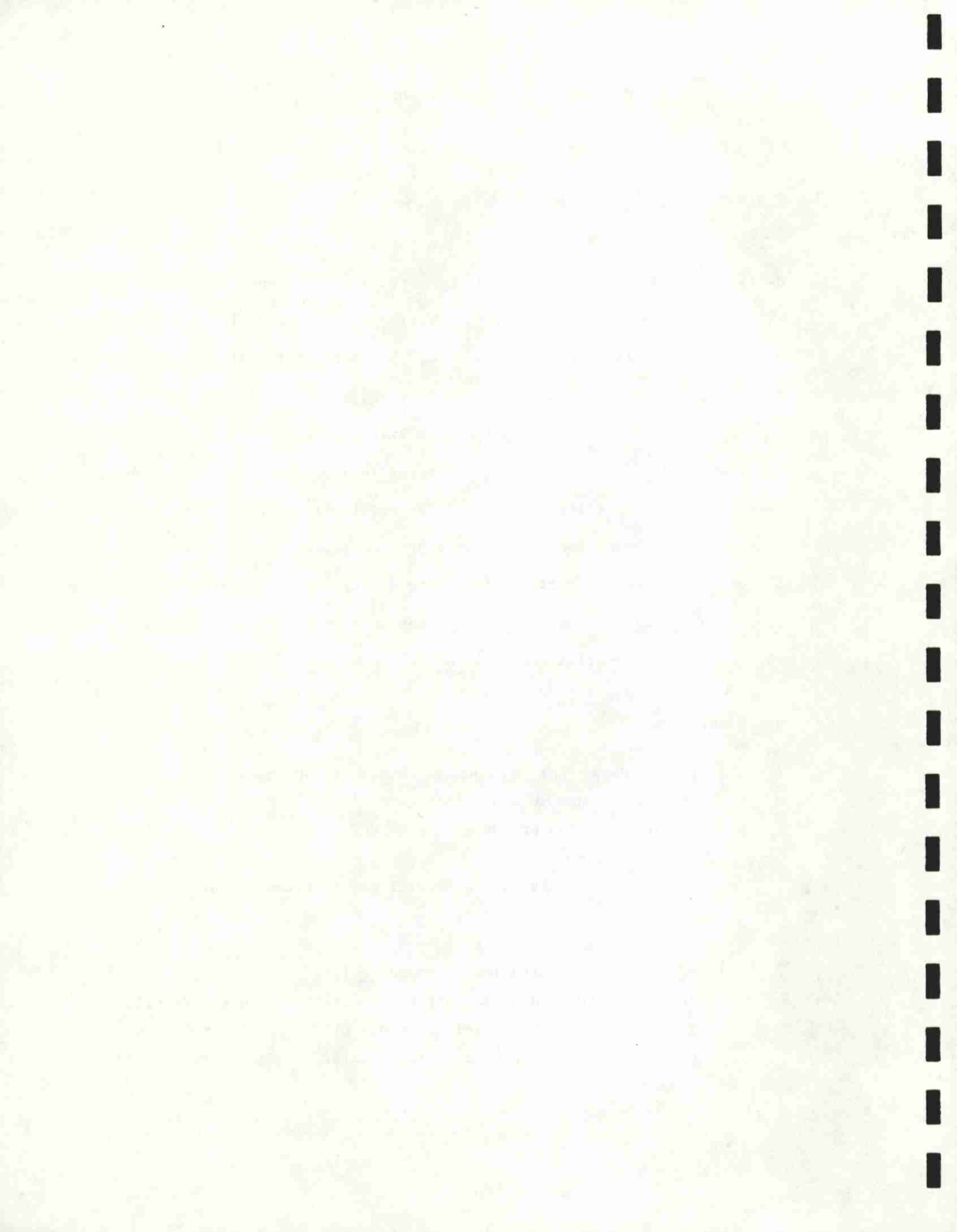
2. REACTIFS

1. 1,10 - phenantrolène réactif. Dissoudre 500 mg de phenantrolene dans un mélange de 6 ml d'alcool éthylique à 95% et 10 ml d'eau distillée. Ajouter une goutte de HCL. Discarter la solution si elle tourne rouge.

Note : une goutte de ce réactif est suffisante pour pas plus que 11 ppm de Fe (II)

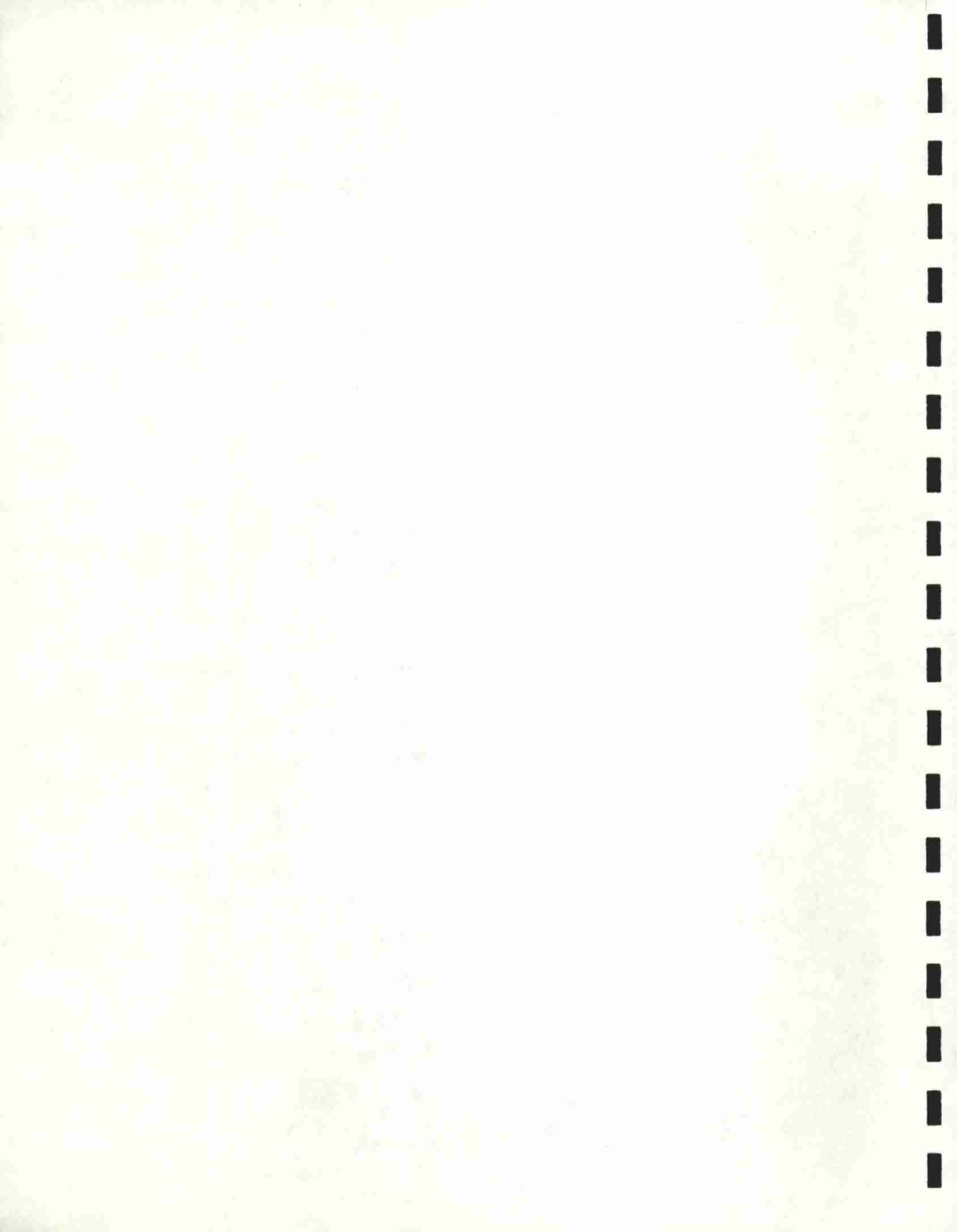
2. Solution acide sulfamique - phenantrolene

Dissoudre 140 mg d'acide sulfamique dans 100 ml d'eau distillée. Ajouter 2 ml de phenantrolene et 0,3 ml de formaline 40%. Ce réactif est stable pour au moins 4 mois.



3. PRELEVEMENT DE L'ECHANTILLON D'EAU

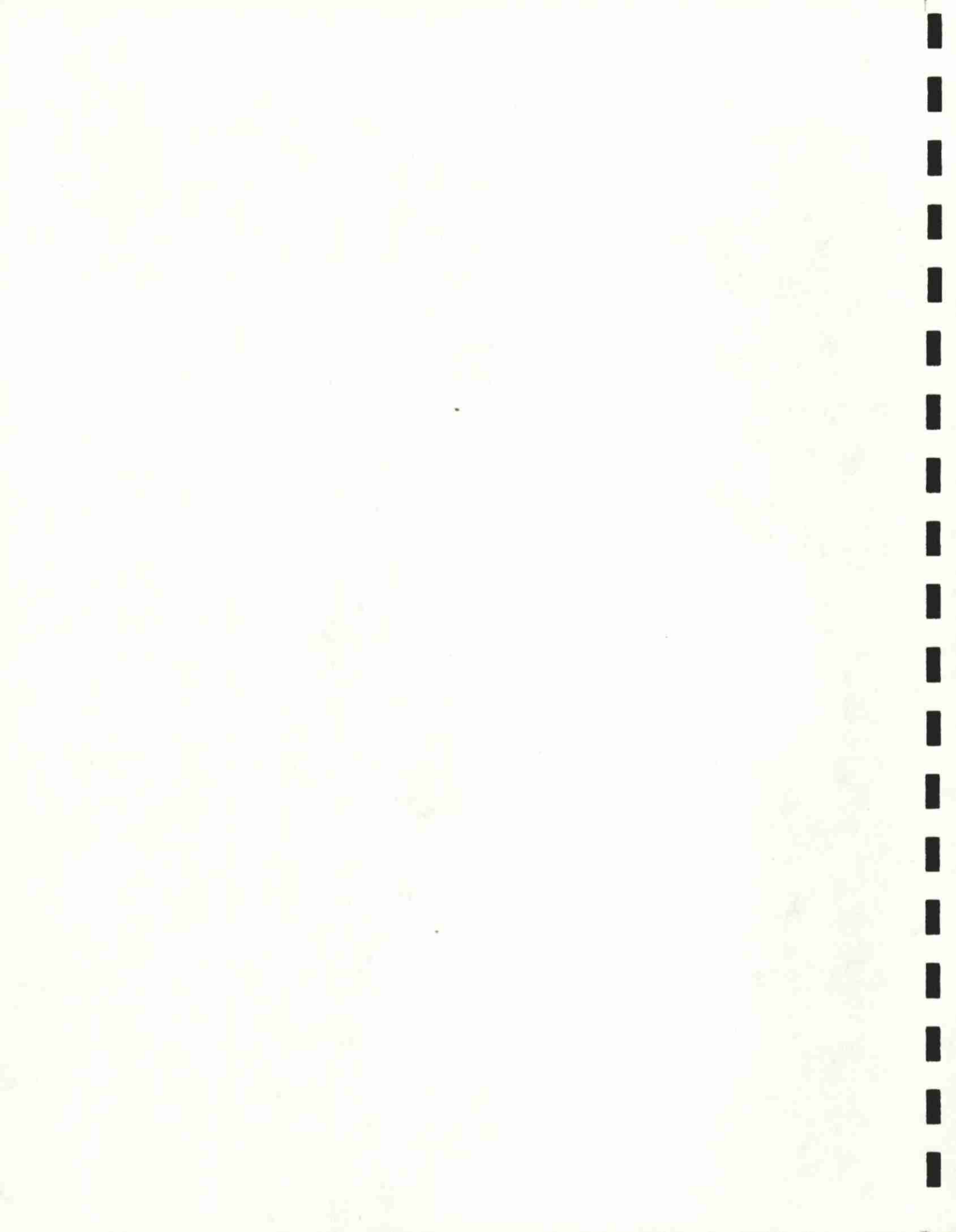
- 1^o Forer un trou de sondage avec une tarière de 10 cm à la profondeur désirée. Le trou peut être boisé avec un tuyau de P.V.C.
- 2^o Descendre la bouteille de collection dans le trou et la remplir d'eau en évitant de brasser l'eau pour minimiser l'aération.
- 3^o Immédiatement, prélever 10 ml avec la seringue et l'injecter dans l'orifice supérieur du support de filtre SWINNEX. Les tests ont montré que lors de cette procédure, l'aération est très faible, et non mesurable.
- 4^o Pousser l'échantillon au moyen de la seringue au travers du filtre; l'eau pénétrera dans la deuxième seringue contenant la solution d'acide sulfamique. Une couleur rouge se développera si le Fe (II) est présent.
- 5^o La couleur se stabilisera en dedans de 3 à 5 minutes et restera stable pour 2 jours en présence de 0,2 et 0,8 ppm de Fe (II).
- 6^o Au moyen de la roue de couleur Hach, on pourra évaluer le contenu de Fe (II). On corrigera la lecture par 1,2 pour tenir compte de la dilution par la solution d'acide sulfamique. Cette évaluation pourra être faite en laboratoire au retour.
- 7^o Des échantillons de sol peuvent être prélevés sur le champs et conservés dans des sacs de plastique étanches pour plusieurs semaines.



ANNEXE 2

SOMMAIRE DES RESULTATS DU COLMATAGE DES CONDUITES PAR L'HYDROXYDE FERRIQUE.

FERME	SITE NO.	EAU		DEPOT D'HYDROXYDE (MM)				OUVERTURES DU DRAIN				TYPE DE FILTRE ET CONDITIONS (1)	AGE (ANS)	
		Fe ⁺² (PPM)	pH	EPAISSEUR (MM)	SECTION OCCUPEE (MM ²)	% DU TUYAU	NOMBRE (N)	LARGEUR (MM)	NBRE BLOQUEES	% BLOQUEES	PARTIEL BLOQUEES			
F.B.	L1-1	0.5	6.6	13	2215	28	61	0.64	53	87	0	POLYESTER	B	4
	L1-2	0.5	6.2	3	610	7.8	288	0.75	265	92	23	"	B	4
	L2-1	0.3	6.5	8	1000	12.7	156	0.76	144	92	0	"	B	4
	L2-2	0.4	6.7	10	1325	17	240	0.76	240	100	0	"	B	4
	L3-1	0.2	6.2	8	620	8	288	1.0	288	100	0	"	B	4
	L3-2	1.0	6.1	1	----	1	276	1.0	276	100	0	"	B	4
A.B.	L1-1	0.2	6.2	7	545	6.9	88	1.5	48	55	10	NYLON	B	7
	L1-2	0.2	5.6	0	0	0	88	1.5	0	0	0	"	B	7
	L2-1	0.2	5.4	8	900	11.5	80	1.5	30	38	0	"	B	7
	L2-2	0.4	7.2	5	270	3.5	88	1.5	11	13	0	"	B	7
G.D.	L1-1	>10	6.6	6	470	6.0	43	1.52	6	14	1	AUCUN	(2.5)	1
	L1-2	>10	6.3	5	410	5.2	36	1.52	7	19	0	"	(37)	1
	L2-1	>10	6.6	2.5	230	3.0	36	1.52	13	36	1	"		1
	L2-2	>10	6.3	5	500	6.4	40	1.52	14	35	8	"	(8)	1
	L3-1	3.0	6.5	8	50	0.6	41	1.52	8	20	1	"		1
	L3-2	1.8	7.1	*	----	----	----	----	----	----	----	----		
L.6. (1)	L1-1	1.1	7.0	16	710	9	14	2.0	0	0	0	PAILLE †	(30)	9
	L2-1	0.2	6.9	*	----	----	----	----	----	----	----	DÉCOMPOSÉ		9
	L2-2	2.0	6.4	18	1470	18.7	13	2.0	10	77	0	AVEC	(20)	9
	L3-1	0.3	7.3	30	2750	35	14	2.5	6	43	0	ROUILLE	(5)	9
	L3-2	1.8	6.5	13	1570	20	20	2.0	20	100	0	"		9
	L4-2	0.5	5.6	6	700	8.9	13	3.0	13	100	0	"		9
L.6. (11)	L1-1	3.0	7.2	2.5	660	8.4	69	1.5	35	51	7	POLYESTER	B	4
	L1-2	0.50	6.9	7.0	1110	14	12	2.0	5	42	6	"	B	4
	L2-1	0.70	6.2	10.0	990	12.6	45	1.8	28	62	7	"	B	4
	L3-1	0.30	5.4	8	1040	13.3	18	3.0	7	39	10	REEMAY	"	9
	L4-1	0.3	6.1	0.5	270	3.4	15	2.0	9	60	0	"	B	9
	L4-2	0.4	6.2	7	720	9.0	15	3.0	5	33	0	"	B	9
	L5-1	1.1	7.6	4	945	12.0	15	2.5	10	67	0	"	B	9
	L6-1	0.5	6.5	9	1260	16	12	3.0	7	58	5	"	"B (30)	9
C.H.	L1-1	5.0	6.6	26	2650	34	56	2.0	50	89	3	FILTRE SUR	(5)	5
	L1-2	8.0	6.8	9	760	9.7	56	2.5	7	13	4	DESSUS		5
	L2-1	0.4	6.9	16	1600	20.4	72	2.0	69	96	1	(REEMAY)	B	5
	L2-2	6.5	6.9	16	1735	22	49	2.5	29	59	0	"	B (26)	5
	L3-1	1.5	7.4	13	2320	29.5	36	2.3	21	58	10	"	B (13)	5
R.H.	L1-2	7.2	6.9	0	0	0	72	1.5	25	35	2	PAILLE	(10)	7
	L2-1	6.0	7.2	3	520	6.6	69	1.5	9	13	0	PEU	(30)	7
	L2-2	6.7	7.0	0.5	90	1	73	1.5	14	19	0	DÉCOMPOSÉE		7
	L3-1	1.0	7.3	*	----	----	----	----	----	----	----	"	(30)	7
	L3-2	7.2	6.9	11	815	10.4	49	1.5	6	12	0	"	(30)	7
L.J.	L1-1	3.2	6.0	6	750	9.5	22	2.0	14	64	8	REEMAY	M	7
	L1-2	1.8	6.3	0.5	0	0	24	1.1	0	0	0	"	B	7
	L2-1	0.6	6.4	0.5	0	0	21	2.2	0	0	7	"	B	7
	L2-2	7.2	6.4	0.5	0	0	23	2.2	0	0	4	"	B	7
	L3-1	1.1	6.3	7.5	890	11	21	2.3	14	67	0	"	B	7
	L3-2	9.2	6.5	8.0	960	12	22	2.2	19	86	1	"	M	7

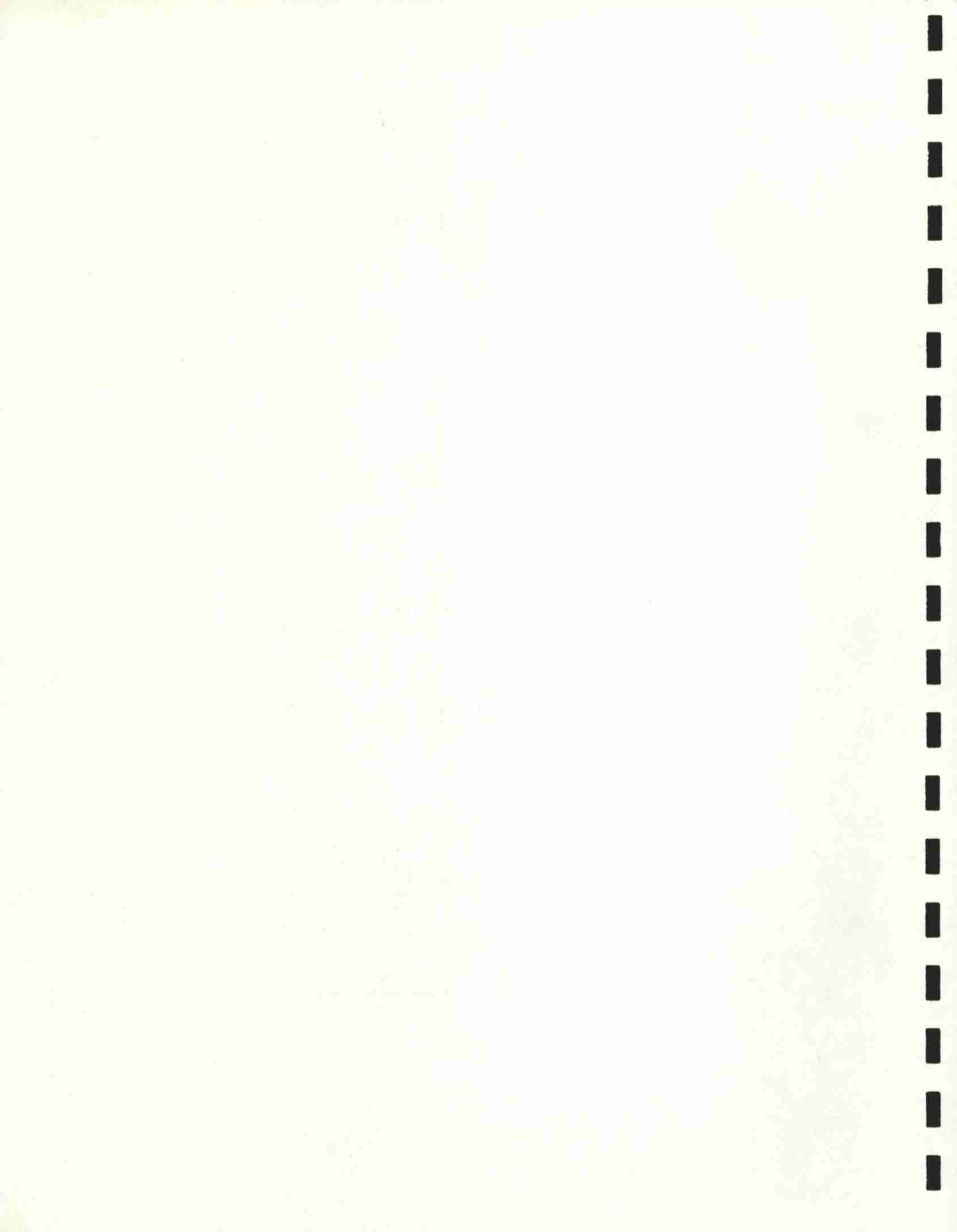


FERME	SITE NO.	EAU		DEPOT D'HYDROXYDE			OUVERTURES DU DRAIN					TYPE DE FILTRE ET CONDITIONS(1)		AGE (ANS)
		FE ⁺² (PPM)	PH	EPAISSEUR (MM)	SECTION OCCUPEE (MM ²)	% DU TUYAU	NOMBRE (N)	LARGEUR (MM)	NBRE BLOQUEES	% BLOQUEES	PARTIEL. BLOQUEES			
R.L.	L1-1	5.0	6.8	2.5	270	3.5	53	1.1	14	26	12	TYPAR	B	1
	L1-2	4.6	6.4	2.0	240	3.1	41	1.5	15	37	9	"	M	1
	L2-1	6.0	7.1	3.0	310	3.9	47	1.5	6	13	6	"	B	1
	L2-2	4.0	6.5	1.0	20	----	51	1.3	0	0	0	"	B	1
	L3-1	0.6	7.5	*	----	----	----	----	----	----	----	"	"	1
	L3-2	8.0	6.7	2.0	505	6.4	32	1.3	7	22	2	"	B	1
C.M.	L1-1	0.3	6.9	23	730	9.3	T.C.	----	----	----	----	PAILLE † (10)		7
	L1-2	2.0	6.6	61	3430	43.7	T.C.	----	----	----	----	DÉCOMPOSÉE		7
	L2-1	0.4	6.6	*	----	----	----	----	----	----	----	AVEC		7
	L2-2	2.3	6.6	20	1770	22.5	T.C.	----	----	----	----	ROUILLE (35)		7
	L3-1	1.9	6.3	27	2625	33.4	T.C.	----	----	----	----	(30)		7
	L3-2	0.8	6.5	43	3250	41.4	T.C.	----	----	----	----	(20)		7
M.O.	L1-1	0.2	5.8	0	0	0	11	2.0	0	0	0	POLYESTER	B	6
	L1-2	0.3	5.8	0	0	0	12	2.0	0	0	0	"	B	6
	L2-1	8.0	6.3	2	260	3.3	23	2.0	10	43	4	"	B	6
	L2-2	0.3	6.1	0	0	0	7	2.5	0	0	0	"	B	6
	L3-1	7.5	6.7	1	145	1.8	18	1.1	18	100	0	"	M	6
	L3-2	5.6	6.5	0.5	----	----	20	1.75	0	0	0	"	B	6
N.O.	L1-1	0	7.3	0	0	0	0	1.52	0	0	0	REEMAY	B	6
	L1-2	0.3	7.8	*	----	----	----	----	----	----	----	"		6
	L2-1	2.5	7.5	0.5	145	1.8	20	1.52	3	15	7	"	M	6
	L2-2	0.6	7.6	0.5	130	1.6	21	1.52	14	67	7	"	M	6
	L3-1	0.4	7.2	0	0	----	14	1.12	0	0	0	"	B	6
	L3-2	>10	6.7	5.0	670	8.5	26	2.0	20	77	6	"	M	6
M.P.	L1-1	0.3	6.7	13	1015	13	T.C.	----	----	----	----	AUCUN		15
	L2-1	0.2	7.1	13	1250	16	T.C.	----	----	----	----	" (30)		10
	L2-2	6.0	7.0	9	835	10.6	T.C.	----	----	----	----	"		10
	L3-1	0.2	7.2	95	7395	94	21	2.0	16	76	1	"		10
	L3-2	3.0	7.1	25	2070	26.4	19	3.0	9	47	1	"		10
	L4-1	>10	6.2	18	2680	34.1	70	1.5	63	90	0	"		6
	L4-2	7.0	7.0	26	2690	34.3	79	2.5	79	100	0	"		6
	L4-3	---	---	22	2535	32.3	32	2.0	32	100	0	"		6
A.V.	L1-1	>10	6.1	2	255	3.2	50	2.0	0	0	13	POLYESTER	B	4
	L1-2	>10	6.3	1	110	1.4	43	1.5	0	0	2	POLYESTER	B	4
	L2-1	8.2	6.8	3.5	485	6.2	15	1.5	14	93	1	NYLON	M	6
	L3-1	4.0	6.9	*	----	----	----	----	----	----	----	"		6
	L4-1	>10	6.9	8	1560	20	14	2.0	13	93	1	REEMAY (35)		6
	L5-1	>10	7.0	8.5	820	10.4	16	2.0	16	100	0	TYPAR	B	6
	L6-1	7.0	6.9	14	1350	17.2	15	2.0	10	67	5	REEMAY	B	6
	L7-1	0.8	7.1	0.3	80	1	38	1.5	0	0	4	TYPAR	B	1
L8-1	0	7.3	0.3	90	1	35	1.5	0	0	0	TYPAR	B	1	

* PAS D'ÉCHANTILLON DE DRAIN.

(1) CONDITIONS DU FILTRE B = BONNE, M = MAUVAIS

LES CHIFFRES ENTRE () INDIQUENT L'ÉPAISSEUR D'UN DÉPÔT DE SABLE DANS LA CONDUITE.



ANNEXE 3Matériel et fournisseur1) Unité de filtration SWINNEX

Support-filtre SWINNEX-47

Filtre pour eau : Type HA

Diamètre des pores : 0,45 µm

Fournisseur : Millipore Inc.

3688 Nashua Drive

Mississauga, Ontario L4V IM5

1-800-268-4881

2) Trousse HACH pour le fer

No IR-18B; échelle de 0 à 10 mg/l

Fournisseur : John Meunier Inc.

6290 Périnault

Montréal H4K IK5

334-7230

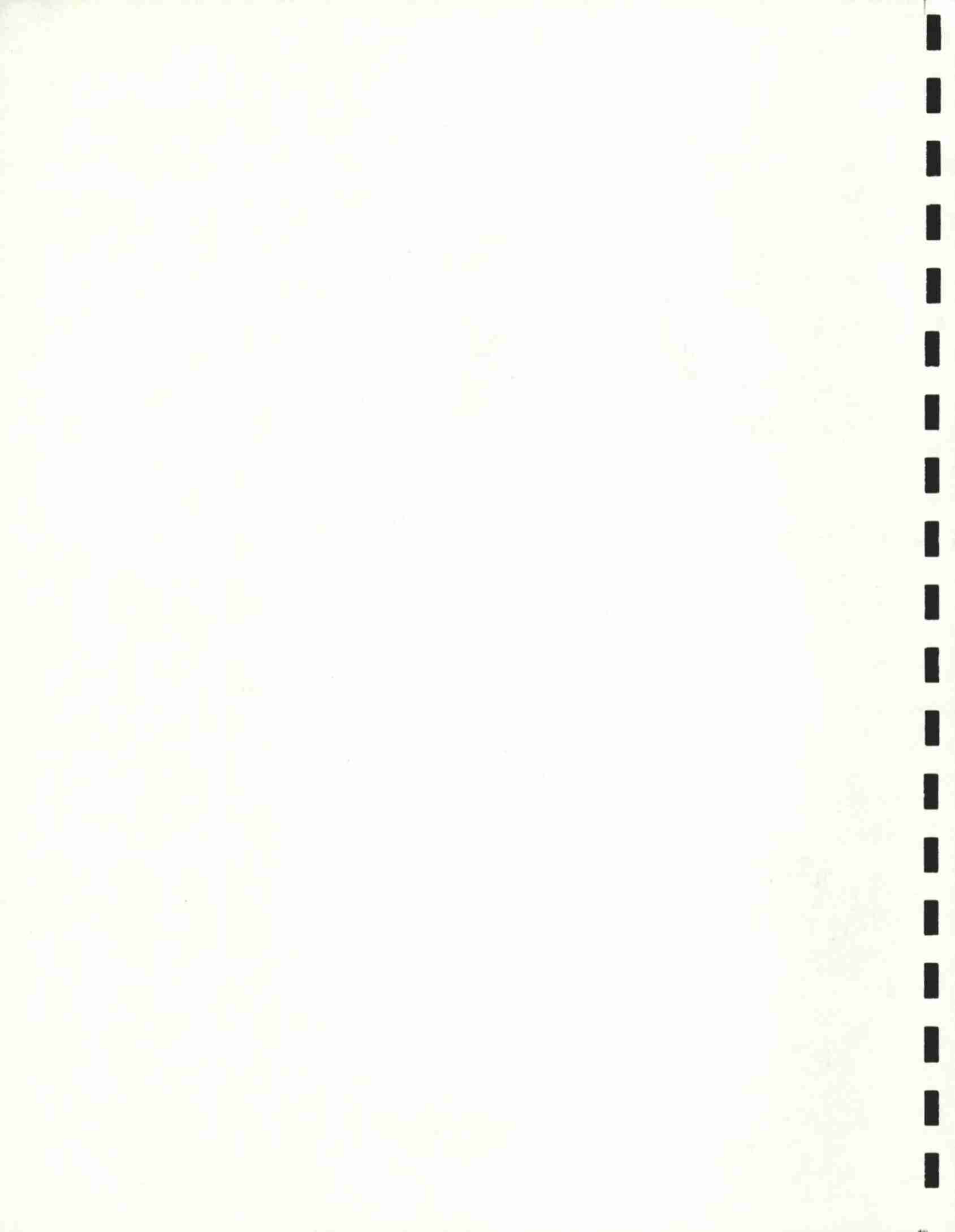
3) Seringue (10 ml et tubes de plastique (18 X 150 mm))

Fisher Scientific

8505 Devonshire Road

Montréal H4P 2L4

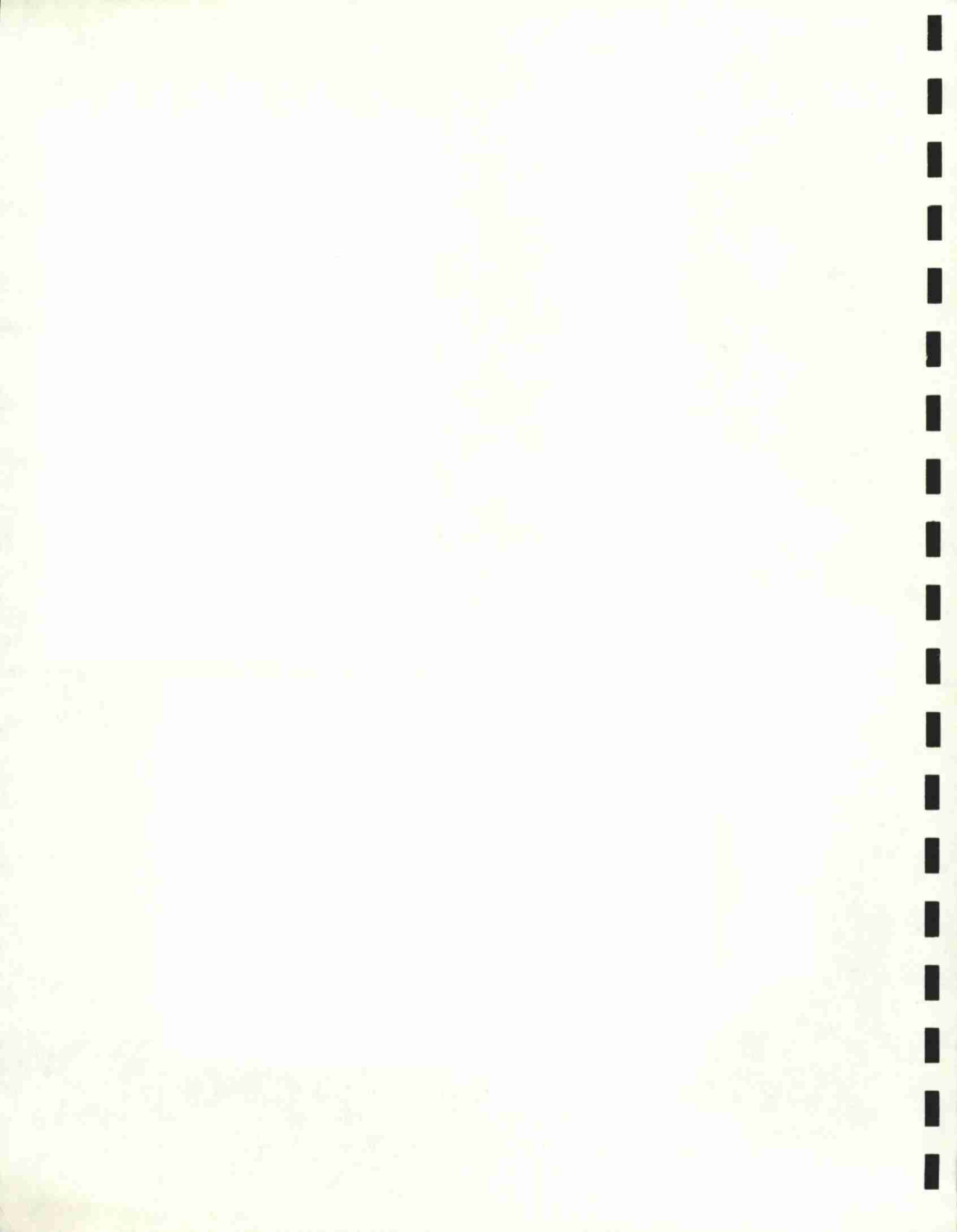
514-342-5001

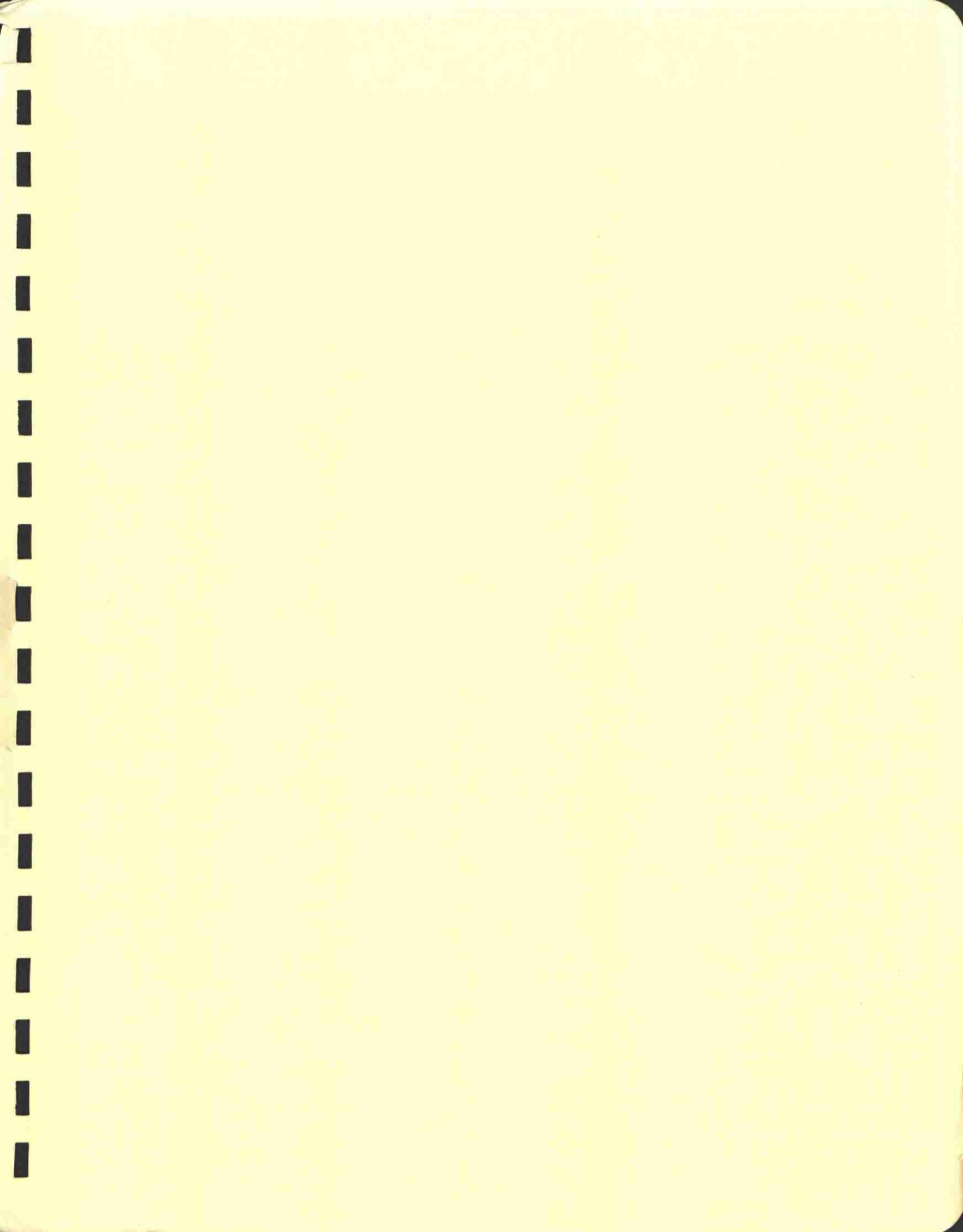


ETAT D'UN DRAIN DONT
L'INSTALLATION EST AGEE D'UN
AN. FERME R. LAPLANTE



DRAIN DONT LES OUVERTURES SONT
BLOQUEES PAR UN DEPOT D'HYDROXYDE.
AGE DE L'INSTALLATION 6 ANS. FERME LAURENT GODIN.





Bibliothèque Cécile-Rouleau



QMC A 567 397