

Record Number: 500
Author, Monographic: Caillé, A.//Campbell, P. G. C.//Cluis, D.//Couture, P.//Talbot, L.
Author Role:
Title, Monographic: Impact de l'agriculture sur la qualité des eaux de surface du bassin de la rivière Yamaska
Translated Title:
Reprint Status:
Edition:
Author, Subsidiary:
Author Role:
Place of Publication: Québec
Publisher Name: INRS-Eau
Date of Publication: 1975
Original Publication Date:
Volume Identification:
Extent of Work: 99
Packaging Method: pages
Series Editor:
Series Editor Role:
Series Title: INRS-Eau, Rapport de recherche
Series Volume ID: 50
Location/URL:
ISBN: 2-89146-053-7
Notes: Rapport annuel 1974-1975
Abstract: Rapport rédigé pour les Services de protection de l'environnement du Québec
15.00\$
Call Number: R000050
Keywords: rapport/ ok/ dl

INRS-Eau
Université du Québec
C.P. 7500, Sainte-Foy
Québec G1V 4C7

RAPPORT SCIENTIFIQUE No 50
1975

Rapport rédigé pour
Les Services de protection de l'environnement du Québec

Impact de l'agriculture sur la qualité
des eaux de surface du bassin de la
rivière Yamaska

par

A. Caillé, P.G. Campbell, D. Cluis, P. Couture, L. Talbot

ISBN 2-89146-053-7

DEPOT LEGAL 1975

Tous droits de traduction, de reproduction et d'adaptation réservés

© 1975 - Institut national de la recherche scientifique

PARTICIPANTS A L'ETUDE

La responsabilité de cette étude a été confiée au Consortium de Recherche sur l'Eau par le gouvernement du Québec. Deux institutions universitaires ont réalisé les travaux; il s'agit de l'Université Mc Gill et de l'Institut National de la Recherche Scientifique. Le mandat de l'Université Mc Gill était de réaliser une étude sur les pesticides et les herbicides, tandis que celui de l'Institut National de la Recherche Scientifique était de procéder à une étude de la qualité physico-chimique des eaux.

Plusieurs chercheurs des deux institutions ont été amenés à collaborer à ces travaux; il s'agit, par ordre alphabétique, des personnes suivantes:

Dr B. Baker	:	Université Mc Gill
Dr A. Caillé	:	INRS-Eau
Dr P.G. Campbell	:	INRS-Eau
Dr D. Cluis	:	INRS-Eau
Dr D. Muir	:	Université Mc Gill
Dr J.L. Sasseville	:	INRS-Eau
M. Cantin	:	informatiste, INRS-Eau
P. Couture	:	agent de recherche, INRS-Eau
M. Lachance	:	agent de recherche, INRS-Eau
R. Lapointe	:	assistant de recherche, INRS-Eau
L. Potvin	:	agent de recherche, INRS-Eau
L. Talbot	:	assistant de recherche, INRS-Eau
R. Fortin	:	technicien, INRS-Eau
M. Geoffroy	:	technicienne, INRS-Eau
R. Grondin	:	technicien, INRS-Eau
A. Parent	:	technicien en arts graphiques, INRS-Eau
B. Veilleux	:	technicien, INRS-Eau
L. Raymond	:	secrétaire, INRS-Eau

Chapitre 1

INTRODUCTION

INTRODUCTION

Le bassin de la rivière Yamaska est un des bassins hydrographiques québécois les plus détériorés du point de vue de la qualité des eaux. Son état de qualité résulte de l'utilisation intense de son territoire par l'homme, ces activités étant favorisées par les caractéristiques géologiques et hydrographiques du bassin versant. Notons plus particulièrement sa vocation agricole évidente: l'excellente qualité de ses sols, sa saison végétative acceptable et sa topographie favorable sont parmi les éléments qui y contribuent.

De fait, la vocation principale de ce bassin a toujours été l'agriculture. Rien d'étonnant donc que l'on soit tenté de relier la détérioration de la qualité de ses eaux aux activités agricoles. Toutefois, il se peut que les activités agricoles, bien que dominantes, ne soient pas la cause principale des détériorations constatées. En effet, on trouve dans le bassin de cette rivière des industries et des villes qui déversent leurs eaux résiduaires directement dans la rivière. En ne considérant que l'utilisation du territoire, il apparaît que les charges en substances nutritives produites par l'agriculture sont beaucoup plus élevées que les charges produites par les autres activités humaines. Toutefois, dû au mode de déversement des charges d'origine urbaine, leur impact sur la qualité de l'eau du tronçon principal peut ne pas être négligeable, d'autant plus que les apports agricoles sont rarement déversés directement à la rivière, étant donné qu'une grande partie de leur contenu est recyclé au niveau des fermes.

Les détériorations constatées, à savoir: la prolifération des plantes aquatiques, la désoxygénation des eaux et les teneurs élevées en micro-organismes d'origine fécale, peuvent être associées à des sources agricoles. En effet, la fertilisation des sols engendrent souvent la fertilisation des eaux et, par voie de conséquence, la prolifération des plantes aquatiques. De même, il est connu que les résidus de l'élevage sont riches en matières organiques biodégradables qui peuvent contribuer à augmenter la demande biologique en oxygène

des eaux réceptrices. Il a été également reconnu que les animaux d'élevage peuvent être la cause de la présence de micro-organismes d'origine fécale que l'on trouve dans le milieu. De plus, les pratiques agricoles jouent certainement un rôle important en ce qui concerne la turbidité élevée des eaux, et un rôle possible au niveau de l'intoxication des eaux par des substances toxiques telles les pesticides, les herbicides et les fongicides.

Il y a donc lieu, à un moment où l'on pense investir des sommes importantes dans l'aménagement du bassin de la rivière Yamaska, d'établir l'importance relative de l'agriculture en rapport avec les détériorations constatées et d'identifier le rôle de l'agriculture dans l'intoxication des eaux.

Chapitre 2

DESCRIPTION DES TRAVAUX

DESCRIPTION DES TRAVAUX

En général, on qualifie les apports, qu'ils soient agricoles ou autres, en termes d'impact sur la qualité des eaux. L'approche consiste à identifier les détériorations, à élucider le rôle des différentes substances apportées et à quantifier l'apport des diverses sources. Des variantes peuvent être apportées à cette approche. Selon l'état des connaissances, on est amené à apporter plus d'attention à l'une ou à l'autre des étapes précitées.

En ce qui nous concerne, l'accent a porté sur la quantification des apports en azote, en phosphore et en sédiments en suspension, de même que sur l'identification des apports en substances toxiques. Cette orientation fut choisie en tenant compte des résultats acquis lors de la mission technique sur la Yamaska (OPDQ, 1972). Ces résultats ont permis d'identifier et de quantifier les détériorations tout en identifiant les sources potentielles d'apports. Il fut possible de s'en tenir, pour l'essentiel, à l'orientation choisie. Les travaux ont été complétés par une étude en laboratoire de l'enrichissement et de l'intoxication des eaux. Cette partie de l'étude a permis d'aborder celle du rôle des substances nutritives et toxiques apportées en milieu aquatique.

2.1 Description de l'utilisation du territoire

Le développement des indicateurs d'apports agricoles s'est fait selon une méthodologie développée à l'INRS-Eau. Elle consiste à :

- caractériser les activités agricoles de chacun des éléments de la grille UTM à partir des données publiées par Statistique Canada;
- définir, à partir de la littérature scientifique, les productions théoriques en carbone, en azote et en phosphore associées à ces activités agricoles.

De cette façon, on a pu déterminer, en les cumulant selon le réseau hydrographique, les apports théoriques en carbone, en azote et en phosphore à différents points dans le bassin de la rivière Yamaska.

Les élevages de bovins, de porcs, de poules, de chevaux et de moutons, de même que les cultures de blé, d'avoine, de foin, de maïs-grain, de maïs d'ensilage, d'orge, de céréales mélangées, de betteraves à sucre et de légumes ont été considérés. Enfin, les charges produites par les villes et les industries ont été compilées.

2.2 Etude de la qualité physico-chimique

Le relevé de la qualité des eaux réalisé de janvier à décembre 1974 avait pour but d'acquérir des données spécifiques concernant les apports agricoles. Pour atteindre ce but, on a étudié des eaux de surface en provenance immédiate de territoires spécifiquement agricoles renfermant un minimum d'activités urbaines.

Choix des sous-bassins

Le choix des sous-bassins a été basé sur les renseignements fournis par les personnes ayant participé à la mission Yamaska et sur les résultats préliminaires de l'étude de l'utilisation du territoire. Messieurs A. Rémillard (MAQ), G.A. Tremblay (OPDQ), J. Lavigne (MRN), M. Gauvin (SPEQ), A.F. McKenzie (UM) et E. Chamberland (MAQ) ont été consultés. On a ainsi identifié l'ensemble des sous-bassins qui apparaissent dans les tableaux 2.1 et 2.2.

Ces tableaux décrivent l'utilisation du territoire des principaux sous-bassins agricoles du bassin de la rivière Yamaska (différents types d'élevage et de culture). Les sous-bassins renfermant une ville importante ou une grande superficie forestière ont été éliminés à priori et n'apparaissent pas dans les tableaux 2.1 et 2.2. Le tableau 2.1 montre que l'élevage des chevaux et des moutons représente un apport négligeable. De même, les cultures de seigle, de lin et de pomme de terre, représentant une superficie négligeable, ont été omises du tableau 2.2. Il ressort de ces deux tableaux que certains sous-bassins sont plus représentatifs que d'autres pour un type d'élevage ou de culture. Ainsi, le bassin de la rivière Salvail possède le plus fort pourcentage de sols en culture; celui de la rivière A la Barbut est

caractérisé par des apports provenant de l'élevage de porcs et de poules; celui de la rivière Chibouet a le plus fort pourcentage de la superficie totale en culture d'avoine et de foin; ceux des rivières Runnets et Saint-Nazaire sont caractérisés par l'élevage de bovins et par leurs apports élevés par unité de surface.

Notre premier choix de rivières comprenait les cinq sous-bassins énumérés plus haut. Les rivières Saint-Louis et Saint-David ont été éliminées à cause de leur situation géographique tandis que le tronçon principal de la rivière l'a été à cause de la nécessité d'y établir deux stations d'échantillonnage. Les stations d'échantillonnage des cinq sous-bassins agricoles ont été localisées près de leur confluent avec la rivière principale. L'échantillonnage à ces cinq stations s'est poursuivi de janvier à décembre inclusivement; de plus, à partir de juillet, trois stations ont été ajoutées: l'une à l'embouchure de la rivière de l'Orme et les deux autres sur la rivière Noire, à Upton et à Ste-Pie.

Choix des paramètres mesurés et de la fréquence de mesure

Parmi les substances d'origine agricole qui sont susceptibles de provoquer la détérioration de la qualité du milieu aquatique, on compte certainement le phosphore, l'azote et le carbone. Ces substances se trouvent sous différentes formes en solution et en suspension. Pour établir un bilan, il faut donc procéder à des analyses spécifiques pour chacune de ces formes. En particulier, on doit nettement distinguer entre les éléments nutritifs en suspension et ceux en solution. Les derniers sont directement assimilables et sont susceptibles de créer des problèmes immédiats, tandis que les premiers doivent nécessairement franchir une étape de dissolution avant d'être assimilés par les micro-organismes planctoniques. Quant à l'évolution des concentrations et des charges en ces substances, elle est soumise à un cycle saisonnier qui peut être affecté par les précipitations

et les crues qui en résultent. En conséquence, l'échantillonnage a été réalisé sur une base mensuelle et le programme du laboratoire a consisté en l'analyse des différentes formes des substances nutritives.

En ce qui concerne les sédiments en suspension, les variations de concentration sont grandement influencées par le régime hydrologique. Il s'en suit que nos mesures des bilans instantanés ne peuvent certes pas être utilisés pour calculer le bilan annuel. Toutefois, en considérant que la vitesse du courant est grande et que les possibilités d'accumulation de sédiments sont réduites, nos mesures demeurent significatives pour ce qui est de l'impact de l'agriculture sur les eaux de la rivière Yamaska.

D'autres analyses qui n'étaient pas prévus au programme original, telles que la conductivité, le pH, la turbidité et l'alcalinité ont été effectuées de façon à rendre la banque des données utiles à d'autres fins.

2.3 Etude du rôle des substances nutritives et toxiques

Cette partie de l'étude a porté sur l'analyse de la fertilité et de la toxicité des eaux de rivière. Les échantillons utilisés pour mesurer le potentiel de fertilité provenaient des échantillonnages décrits plus haut (section 2.2), tandis que ceux utilisés pour mesurer les concentrations de substances toxiques provenaient d'un échantillonnage différent des rivières Runnets, Salvail, St-Nazaire, Chibouet et A la Barbue, et réalisé d'avril à décembre 1974.

L'analyse des herbicides triazine et des insecticides organophosphorés a été faite par le moyen de la chromatographie en phase gazeuse, en utilisant un détecteur sensible à l'azote et au phosphore. Des extraits au benzène et à l'acétate d'éthyl en ce qui concerne respectivement les résidus d'insecticides organochlorés et l'herbicide 2-4-D n'ont pas pu être analysés.

Le potentiel de fertilité a été mesuré selon une méthode mise au

point par L"Environmental Protection Agency" (EPA), des Etats-Unis. Le test consiste essentiellement à mesurer la capacité d'une eau à supporter la croissance d'organismes photoautotrophes. L'échantillon d'eau est stérilisé et une souche d'algues (Selenastrum capricornutum) y estensemencée. Le nombre d'individus de la population est compté tous les deux jours jusqu'au 21ème jour inclusivement. A partir de ces mesures, la courbe de croissance est tracée (Fig. 2.1). La valeur maximale de la pente (P.M.) ainsi que l'identification du moment d'incidence de la valeur maximale de la pente (INC) renseignent sur la présence de substances toxiques. La quantité d'algues obtenue après 21 jours de croissance est la mesure du potentiel de fertilité (P.F.). Cette mesure est traduite en une mesure de biomasse et quatre niveaux de production sont établis: faible, moyen, moyen + et fort. Le facteur chimique limitant la production a été identifié aux huit stations de juillet à décembre 1974. Cette détermination se fait en ajoutant à un échantillon d'eau de l'azote, à un autre du phosphore, et à un troisième un mélange d'azote et de phosphore. L'élément qui provoque la meilleure stimulation de la croissance de la population d'algues identifie le facteur chimique limitant la production.

Sous-bassins		Hommes	Bovins	Porcs	Poules	Chevaux	Moutons	Apport total	Apport total Superficie totale (lb/jr km ²)
St-Nazaire	Nombre d'individus	2552	5521	7838	128792	55	2		
	Apport en N (lb/jour)	77	2275	541	567	19	0		
	% de l'apport total en N	2.2	65.4	15.6	16.3	0.5	0.0	3479	31.9
	Apport en P (lb/jour)	8	406	165	189	3	0		
	% de l'apport total en P	1.0	52.7	21.4	24.5	0.4	0.0	771	7.1
	Apport en DBO ₅ (lb/jr)	434	8640	3135	2061	61	0		
% de l'apport total en DBO ₅	3.0	60.3	21.9	14.4	0.4	0.0	14331	131.5	
Le Renne	Nombre d'individus	3335	5637	3403	96527	185	44		
	Apport en N (lb/jr)	100	2322	235	425	65	2		
	% de l'apport total en N	3.2	73.7	7.5	13.5	2.1	0.1	3149	16.8
	Apport en P (lb/jr)	10	414	71	142	9	0		
	% de l'apport total en P	1.5	64.1	11.0	22.0	1.4	0.0	646	3.5
	Apport en DBO ₅ (lb/jr)	567	8822	1361	1544	205	8		
% de l'apport total en DBO ₅	4.5	70.5	10.9	12.3	1.6	0.1	12507	66.9	
Haute Noire	Nombre d'individus	12270	15492	11867	55743	537	211		
	Apport en N (lb/jr)	368	6383	819	245	188	11		
	% de l'apport total en N	4.7	81.9	10.5	3.1	2.4	0.1	7794	14.0
	Apport en P (lb/jr)	38	1139	249	82	27	2		
	% de l'apport total en P	2.5	74.1	16.2	5.3	1.8	0.1	1537	2.8
	Apport en DBO ₅ (lb/jr)	2086	24245	4747	892	596	40		
% de l'apport total en DBO ₅	6.4	74.4	14.6	2.7	1.8	0.1	32606	58.6	

TABLEAU 2.1. POPULATION URBAINE, RURALE ET ANIMALE DES PRINCIPAUX SOUS-BASSINS AGRICOLES DE LA RIVIERE YAMASKA. L'APPORT THEORIQUE DES CHARGES EN N, P ET DBO₅ A ETE CALCULE D'APRES LES POPULATIONS ET LES APPORTS SPECIFIQUES

Sous-bassins		Hommes	Bovins	Porcs	Poules	Chevaux	Moutons	Apport total	Apport total superficie totale (1b/jr km ²)
Haute Noire	Nombre d'individus	9593	12673	8713	10636	476	200		
	Apport en N (1b/jr)	288	5521	601	47	67	11		
	% de l'apport total en N	4.5	82.4	9.5	0.7	2.6	0.2	6335	13.4
	Apport en P (1b/jr)	30	931	183	16	24	2		
	% de l'apport total en P	2.5	78.5	15.4	1.3	2.0	0.2	1186	2.5
	Apport en DBO ₅ (1b/jr)	1631	19833	3485	170	528	38	25685	
% de l'apport total en DBO ₅	6.4	77.2	13.6	0.7	2.1	0.1	25685	54.3	
Runnets	Nombre d'individus	2179	3054	4803	39479	111	44		
	Apport en N (1b/jr)	65	1258	331	174	39	2		
	% de l'apport total en N	3.5	67.3	17.7	9.3	2.1	0.1	1869	22.5
	Apport en P (1b/jr)	7	224	101	58	6	0		
	% de l'apport total en P	1.8	56.6	25.5	14.6	1.5	0.0	396	4.8
	Apport en DBO ₅ (1b/jr)	370	4780	1921	632	123	8		
% de l'apport total en DBO ₅	4.7	61.0	24.5	8.1	1.6	0.1	7834	94.4	
Mawcook	Nombre d'individus	18353	6079	14957	290490	172	89		
	Apport en N (1b/jr)	551	2505	1032	1273	60	5		
	% de l'apport total en N	10.1	46.1	19.0	23.5	1.1	0.1	5431	29.5
	Apport en P (1b/jr)	57	447	314	427	9	1		
	% de l'apport total en P	4.5	35.6	25.0	34.0	0.7	0.1	1255	6.8
	Apport en DBO ₅ (1b/jr)	3120	9514	5983	4648	191	17		
% de l'apport total en DBO ₅	13.3	40.5	25.5	19.8	0.8	0.1	23473	127.6	

TABLEAU 2.1. (SUITE).

Sous-bassins		Hommes	Bovins	Porcs	Poules	Chevaux	Moutons	Apport total	Apport total superficie totale (lb/jr. km ²)
Salvail	Nombre d'individus	14129	6596	8104	264080	87	140		
	Apport en N (lb/jr)	424	2718	559	1162	30	8		
	% de l'apport total en N	8.7	55.5	11.4	23.7	0.6	0.2	4901	32.0
	Apport en P (lb/jr)	44	485	170	388	4	1		
	% de l'apport total en P	4.0	44.4	15.6	35.5	0.4	0.1	1092	7.1
	Apport en DBO ₅ (lb/jr)	2402	10323	3242	4225	97	27		
% de l'apport total en DBO ₅	11.8	50.8	16.0	20.8	0.5	0.1	20316	132.8	
Chibouet	Nombre d'individus	3451	6640	13739	124215	71	22		
	Apport en N (lb/jr)	104	2736	948	547	25	1		
	% de l'apport total en N	2.4	62.7	21.7	12.5	0.6	0.0	4361	30.1
	Apport en P (lb/jr)	11	488	289	183	4	0		
	% de l'apport total en P	1.1	50.1	29.6	18.8	0.4	0.0	975	6.7
	Apport en DBO ₅ (lb/jr)	587	10392	5496	1987	79	4		
% de l'apport total en DBO ₅	3.2	56.0	29.6	10.7	0.4	0.0	18545	127.9	
St-David	Nombre d'individus	5477	9452	8513	215935	94	27		
	Apport en N (lb/jr)	164	3894	587	950	33	1		
	% de l'apport total en N	2.9	69.2	10.4	16.9	0.6	0.0	5629	21.5
	Apport en P (lb/jr)	17	695	179	317	5	0		
	% de l'apport total en P	1.4	57.3	14.8	26.1	0.4	0.0	1213	4.6
	Apport en DBO ₅ (lb/jr)	931	14792	3405	3455	104	5		
% de l'apport total en DBO ₅	4.1	65.2	15.0	15.2	0.5	0.0	22692	86.6	

TABLEAU 2.1. (SUITE).

Sous-Bassins		Hommes	Bovins	Porcs	Poules	Chevaux	Moutons	Apport total	Apport total superficie totale (1b/jr km ²)
St-Louis	Nombre d'individus	1897	3836	5598	19873	43	38		
	Apport en N (1b/jr)	57	1580	386	87	15	2		
	% de l'apport total en N	2.7	74.3	18.1	4.1	0.7	0.1	2127	26.3
	Apport en P (1b/jr)	6	282	118	29	2	0		
	% de l'apport total en P	1.4	64.5	27.0	6.6	0.5	0.0	437	5.4
	Apport en DBO ₅ (1b/jr)	322	6003	2239	318	48	7		
% de l'apport total en DBO ₅	3.6	67.2	25.1	3.6	0.5	0.1	8937	110.3	
Barbue	Nombre d'individus	2705	3734	17236	390398	44	13		
	Apport en N (1b/jr)	81	1538	1189	1718	15	1		
	% de l'apport total en N	1.8	33.9	26.2	37.8	0.3	0.0	4542	49.4
	Apport en P (1b/jr)	8	274	362	574	2	0		
	% de l'apport total en P	0.7	22.5	29.7	47.0	0.2	0.0	1220	13.3
	Apport en DBO ₅ (1b/jr)	460	5844	6894	6246	49	2		
% de l'apport total en DBO ₅	2.4	30.0	35.4	32.0	0.3	0.0	19495	211.9	
St-Pie	Nombre d'individus	6273	9538	20789	185297	98	147		
	Apport en N (1b/jr)	188	3930	1434	815	34	8		
	% de l'apport total en N	2.9	61.3	22.4	12.7	0.5	0.1	6409	33.7
	Apport en P (1b/jr)	19	701	437	272	5	1		
	% de l'apport total en P	1.3	48.9	30.5	19.0	0.3	0.1	1435	7.6
	Apport en DBO ₅ (1b/jr)	1066	14927	8316	2965	109	28		
% de l'apport total en DBO ₅	3.9	54.5	30.3	10.8	0.4	0.1	27411	144.3	

TABLEAU 2.1. (SUITE).

Sous-bassins		Hommes	Bovins	Porcs	Poules	Chevaux	Moutons	Apport total	Apport total Superficie totale (lb/jr km ²)
	Nombre d'individus	8927	9392	16453	260017	46	0		
	Apport en N (lb/jr)	268	3870	1135	1144	16	0		
	% de l'apport total en N	4.2	60.2	17.6	17.8	0.2	0.0	6433	29.6
Yamaska	Apport en P (lb/jr)	28	690	346	382	2	0		
Sud-Ouest	% de l'apport total en P	1.9	47.7	23.9	26.4	0.1	0.0	1448	6.7
	Apport en DBO ₅ (lb/jr)	1518	14698	6581	4160	51	0		
	% de l'apport total en DBO ₅	5.6	54.4	24.4	15.4	0.2	0.0	27008	124.5

TABLEAU 2.1. (SUITE).

TABLEAU 2.2. UTILISATION AGRICOLE DU TERRITOIRE DE DIFFERENTS SOUS-BASSINS DU BASSIN DE LA RIVIERE YAMASKA

La superficie de différentes cultures est exprimée en km² et en % de la superficie totale.

Sous-bassin	Superficie totale	Lac	Forêt	Marécage	Sol nu	Sol cultivé	Blé	Avoine	Foin	Maïs-grain	Maïs ensilage	Orge	Céréales mélangées	Betteraves à sucre	Légumes
St-Nazaire	109	0	14	4	91	53.8	0.1	9.5	32.1	5.3	3.1	0.4	1.7	0.0	0.2
	%	0.0	12.8	3.7	83.5	49.4	0.1	8.7	29.4	4.9	2.8	0.4	1.6	0.0	0.2
Le Renne	187	0	52	29	106	50.1	0.1	7.9	37.6	1.1	2.8	0.1	0.4	0.0	0.0
	%	0.0	27.8	15.5	56.7	26.8	0.1	4.2	20.1	0.6	1.5	0.1	0.2	0.0	0.0
Haute-Noire	556	3	275	31	247	127.3	0.8	18.0	100.7	0.7	4.7	0.6	1.5	0.0	0.1
	%	0.5	49.5	5.6	44.4	22.9	0.1	3.2	18.1	0.1	0.8	0.1	0.3	0.0	0.0
Haute-Noire moins Roxton-Falls	473	3	259	9	202	101.4	0.7	14.1	81.3	0.3	3.2	0.6	1.1	0.0	0.1
	%	0.6	54.8	1.9	42.7	21.4	0.1	3.0	17.2	0.1	0.7	0.1	0.2	0.0	0.0
Runnets	83	0	4.1	0	42	29.0	0.1	4.9	21.2	0.7	1.5	0.1	0.4	0.0	0.0
	%	0.0	49.4	0.0	50.6	34.9	0.1	5.9	25.5	0.8	1.8	0.1	0.5	0.0	0.0
Mawcook	184	1	64	2	117	56.9	0.5	10.0	34.9	5.3	2.8	0.3	1.4	0.4	0.9
	%	0.5	34.8	1.1	63.6	30.9	0.3	5.4	19.0	2.9	1.5	0.2	0.8	0.2	0.5
Salvail	153	1	39	0	113	95.9	4.7	13.8	31.8	18.5	7.3	1.1	3.9	4.1	10.0
	%	0.7	25.5	0.0	73.9	62.7	3.1-	9.0	20.8	12.1	4.8	0.7	2.5	2.7	6.5
Chibouet	145	0	25	0	120	84.1	0.4	17.8	47.4	10.2	3.5	0.9	3.1	0.3	0.4
	%	0.0	17.2	0.0	82.8	58.0	0.3	12.3	32.7	7.0	2.4	0.6	2.1	0.2	0.3

Sous-bassin	Superficie totale	Lac	Forêt	Marécage	Sol nu	Sol cultivé et % du sol nu	Blé	Avoine	Foin	Maïs- grain	Maïs ensilage	Orge	Céréales mêlées	Betteraves à sucre	Légumes
St-David	262	0	69	0	193	132.0	0.7	27.0	89.0	5.5	4.0	1.7	2.5	0.6	0.7
		0.0	26.3	0.0	73.7	50.4	0.3	10.3	34.0	2.1	1.5	0.6	1.0	0.2	0.3
St-Louis	81	0	6	0	75	38.6	0.1	8.8	19.8	4.7	2.9	0.6	1.5	0.0	0.1
		0.0	7.4	0.0	92.6	47.7	0.1	10.9	24.4	5.8	3.6	0.7	3.9	0.0	0.3
Barbue	92	0	25	2	65	39.0	0.5	6.5	17.6	7.2	2.7	0.3	1.4	0.6	1.5
		0.0	27.2	2.2	70.7	42.4	0.5	7.1	19.1	7.8	2.9	0.3	1.5	0.7	1.6
St-Pie moins Upton	190	0	25	0	165	93.8	0.4	20.2	57.4	6.1	5.4	0.6	3.2	0.1	0.4
		0.0	13.2	0.0	86.8	49.4	0.2	10.6	30.2	3.2	2.8	0.3	1.7	0.1	0.2
Sud-Ouest	217	0	32	5	180	110.8	5.3	14.2	44.4	20.5	8.5	2.0	4.8	1.7	9.1
		0.0	14.7	2.3	82.9	51.1	2.4	6.5	20.5	9.4	3.9	0.9	2.2	0.8	4.2

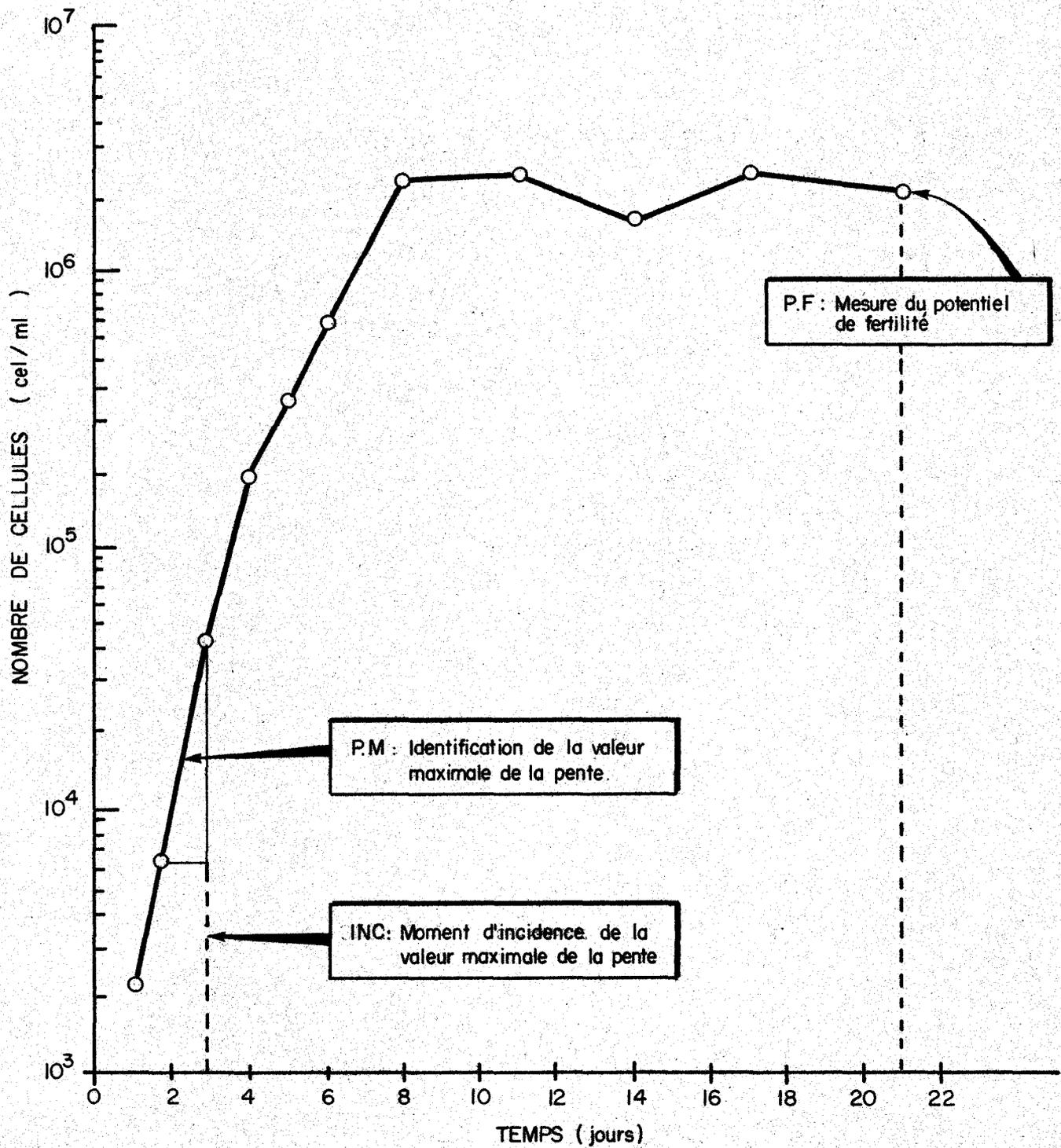


Fig.211- Courbe de croissance de S.Capricornutum.

Chapitre 3

RESULTATS ET DISCUSSION

RESULTATS ET DISCUSSION

L'objectif de la présente étude est de déterminer l'importance relative des apports agricoles en substances nutritives et toxiques par rapport à l'ensemble des apports dans le bassin de la rivière Yamaska. Pour ce, faire l'approche suivante a été adoptée:

- description de l'utilisation du territoire;
- caractérisation de la qualité de l'eau dans des sous-bassins typiquement agricoles;
- évaluation de la charge en substances nutritives transportées par des ruisseaux agricoles;
- calcul des coefficients de transfert pour l'azote et le phosphore;
- application de ces coefficients de transfert à tout le bassin.

3.1 Description de l'utilisation du sol

Le bassin de la rivière Yamaska peut-être subdivisé en trois régions géologiques différentes: les Basses-Terres, le Piedmont et les Appalaches (voir Figure 3.1). De ces trois régions, la première est la plus développée sur le plan agricole à cause de ses caractéristiques pédologiques et topographiques favorables. Le Piedmont est une région à faible rendement du point de vue des cultures; on lui reconnaît surtout une vocation pour l'élevage. Quant à la région des Appalaches, elle est une région marginale en ce qui concerne l'agriculture; ses caractéristiques en font une région à vocation forestière, récréative ou autre. Il n'est pas surprenant de constater que, compte tenu des critères de sélection que nous avons utilisés, tous les sous-bassins, sauf un, se trouvent dans la région des Basses-Terres; seul le bassin de ruisseau Runnets se trouve dans le Piedmont.

Le calcul des apports théoriques a été fait en considérant l'élevage et la fertilisation des sols. Dans le cas de l'élevage, nous avons utilisé les données de la littérature pour caractériser les productions en azote et en phosphore; dans le cas de la fertilisation,

par contre, nous avons utilisé les taux de fertilisation généralement appliqués au Québec pour chacune des cultures recensées. On a vérifié que les taux d'application utilisés correspondaient bien avec les ventes annuelles d'engrais chimiques à l'échelle de la province de Québec. De cette façon, on a pu calculer pour quatre stations sur le tronçon principal de la rivière et pour les huit stations d'échantillonnage, les apports théoriques en azote et en phosphore (voir tableaux 3.1 et 3.2).

Il est à noter que ce calcul des apports théoriques ne tient pas compte des apports atmosphériques, des apports dus à l'érosion consécutive aux pratiques de drainage, des apports dus aux modifications dans le couvert végétal, etc. On n'a donc pas considéré l'augmentation des apports naturels due aux modifications biologiques ou physiques du territoire qu'entraînent nécessairement le déboisement et la mise en culture.

Nous avons considéré un taux de transfert moyen pour l'ensemble des opérations agricoles. Le taux de transfert a été défini comme étant le rapport entre les charges réelles transportées à un temps donné sur la charge théorique moyenne. Compte tenu de cette définition, seuls les taux de transferts calculés à un même temps peuvent être comparés.

3.2 Qualité physico-chimique des eaux

L'interprétation des résultats a eu pour premier objectif l'évaluation de la qualité des rivières. Les données ont été comparées à des normes de qualité, et l'évolution temporelle de la qualité des eaux a été caractérisée.

3.2.1 Comparaison des concentrations observées avec les normes de qualité

Les apports agricoles ont été caractérisés en termes de concentrations en carbone (DCO), en azote ($N-NO_3$) et en phosphore (P-inorg), de même qu'au point de vue de la conductivité et des

sédiments en suspension. Les normes choisies sont les normes courantes en ce qui concerne la conductivité et les sédiments en suspension. Par contre, pour les nitrates et le phosphore inorganique, il s'agit d'une proposition de notre part. En effet, on trouve peu de références sur le choix de normes pour les substances nutritives dans les eaux courantes. Par ailleurs, on constatera que cette analyse de la qualité des eaux n'a porté que sur certaines formes de substances nutritives: c'est que les normes n'existent que pour ces formes. Dans le cas de la demande chimique en oxygène (DCO), les normes ont été choisies arbitrairement à 20 mg/l.

Pour la conductivité, la norme de $325 \mu\text{mhos cm}^{-1}$ a été retenue. A cette conductivité, les concentrations de sels ioniques dans l'eau peuvent être supportées par la plupart des espèces de poissons sans que ceux-ci ne subissent de dommages dues aux pressions osmotiques.

Le choix particulier de ces paramètres conduit à une évaluation assez complète de la qualité des eaux. La demande chimique en oxygène est associée aux élevages et renseigne indirectement sur la demande biochimique en oxygène. Le phosphore inorganique et les nitrates sont d'une importance capitale pour caractériser le degré d'enrichissement d'une eau puisque ces paramètres sont les principaux facteurs chimiques qui contrôlent la production primaire. Quant aux solides en suspension, ils renseignent sur l'importance de l'érosion physique dans le bassin; les teneurs élevées en sédiments en suspension et les fortes conductivités inhibent la vie piscicole.

De plus, les solides en suspension entraînent dans l'eau les bactéries qui y sont associées, tout en diminuant la pénétration de la lumière. Le premier de ces facteurs contribue à augmenter le taux de consommation d'oxygène dans le milieu tandis que le deuxième empêche sa réoxygénation par voie de photosynthèse. Les fortes teneurs de sédiments en suspension invoquent un déséquilibre entre la production primaire et la respiration.

Les tableaux 3.4.1 à 3.4.5 permettent de décrire l'état de qualité de l'ensemble des sous-bassins étudiés. Pour chacune des périodes d'échantillonnage on y trouvera les concentrations moyennes rapportées dans chacun des sous-bassins pour les paramètres mentionnés plus haut. De plus, on y a indiqué le dépassement des normes par un astérisque.

A l'examen de ces tableaux, on constate que:

- les concentrations de DCO dépassent les normes une fois sur deux. La rivière Chibouet dépasse la norme à toutes les périodes d'échantillonnage et est suivi par la rivière Salvail (sept fois sur douze);
- les concentrations en nitrates dépassent les normes une fois sur trois et la rivière A la Barbue se distingue nettement des autres rivières par son haut niveau de dépassement (huit fois sur treize). Le ruisseau Runnets se distingue également puisqu'il ne dépasse pas les normes au cours de l'année;
- les concentrations de phosphore inorganique dépassent les normes une fois sur deux et les rivières Salvail, Chibouet et A la Barbue sont les principales responsables d'un si haut niveau de dépassement;
- la norme pour la conductivité est dépassée une fois sur deux sur l'ensemble des cinq sous-bassins agricoles. La rivière Salvail, dépassant la norme onze fois sur douze, est suivie par les rivières Chibouet et A la Barbue (neuf fois sur douze chacune). Seul le ruisseaux Runnets ne dépasse jamais la norme tandis que la rivière St-Nazaire la dépasse trois fois sur douze;
- les concentrations de solides en suspension dépassent les normes une fois sur quatre. La rivière A la Barbue se distingue une fois de plus par son haut niveau de dépassement. La rivière Salvail suit tandis que les trois autres rivières ne dépassent la norme qu'une fois durant l'année, au printemps.

3.2.2. Evolution dans le temps de la qualité physico-chimique

L'analyse de l'évolution temporelle de la qualité physico-chimique nous a permis de distinguer trois groupes différents de bassins: les "sous-bassins amont" (la Yamaska Centre, le cours supérieur de la rivière Noire et la rivière Runnets), les "sous-bassins agricoles" (les rivières Salvail, St-Nazaire, A la Barbue et Chibouet) et les tronçons principaux (la rivière Noire à St-Pie et la rivière Yamaska à St-Marcel). Les premiers sont caractérisés par de faibles variations des concentrations de tous les paramètres analysés; les seconds le sont par de très grandes variations de concentrations de tous les paramètres mesurés; tandis que les derniers le sont par de grandes variations dans les concentrations d'azote alors que tous les autres paramètres sont relativement constants (voir Figures 3.3.1 à 3.3.9 et 3.4.1 à 3.4.9 respectivement).

Les augmentations de la concentration en substances nutritives les teneurs élevées des solides en suspension de même que les diminutions de la conductivité de l'eau des rivières initialement à l'étude (A la Barbue, Chibouet, St-Nazaire, Salvail et Runnets) sont associées à une période de fonte ou à des précipitations. Ces faits permettent d'identifier l'importance des sources diffuses qui sont seules susceptibles d'apporter des augmentations de concentrations avec le débit. Si on fait exception des mesures effectuées dans ces conditions de même que de celles effectuées à St-Pie et à St-Marcel en période de fonte, le comportement de tous les bassins paraît semblable au point de vue du phosphore et de l'azote. Les concentrations en substances nutritives sont élevées au début de l'année et elles tendent à diminuer dans le temps. De même, en faisant exception des mêmes mesures, la concentration des sédiments en suspension devient semblable dans tous les sous-bassins.

En résumé, les concentrations de phosphore, d'azote et de solides en suspension ne suivent pas un cycle annuel mais si on fait exception des périodes de crues, les cinq rivières ont un comportement semblable. Quant aux concentrations de la demande chimique en oxygène, elles suivent un cycle annuel beaucoup mieux défini en passant par un maximum au début de l'été et un minimum à la fin de l'hiver; de plus, les cinq rivières ont, quoiqu'à un niveau de DCO différent, un comportement très semblable.

3.3.1 Estimation des débits aux points d'échantillonnage

Les points d'échantillonnage n'ont pas été jaugés directement. Les débits y ont été transposés à partir des données des stations de jaugeage les plus proches exploitées par le MRN sur le bassin de la Yamaska. Les principaux jaugeages disponibles aux stations ont été utilisés. Comme les rubans perforés des limnimètres à bulles Fisher and Porter n'avaient pu être décodés, nous avons utilisé au maximum les enregistrements graphiques des hauteurs d'eau que nous avons transformés en débits manuellement, par l'intermédiaire de la courbe de barrage de la station. Les procédures classiques de calcul de l'effet de glace (stations voisines, jaugeages, températures) du MRN ont été utilisées. Pour chaque région, un ruissellement spécifique a été calculé, puis appliqué aux points d'échantillonnage.

Il est par ailleurs certain que ces chiffres approximatifs pourront être améliorés lors de la parution de l'annuaire hydro-métrique (1974) du MRN.

3.3.2. Les charges et les coefficients de transfert

Les tableaux 3.5.1, 3.5.2 et 3.5.3 représentent respectivement les charges journalières en azote, en phosphore et en solides en suspension aux dates d'échantillonnage, à chacune des stations agricoles. Ces charges ont été calculées à partir des concentrations moyennes journalières (5 mesures) et du débit journalier. Elles font ressortir l'importance relative des cinq sous-bassins agricoles, et permettent également de calculer les coefficients de transfert.

Ces derniers, présentés aux tableaux 3.6.1 et 3.6.2, représentent respectivement le pourcentage d'azote et de phosphore produit sur le territoire et qui est acheminé à la rivière. Les calculs ont été effectués en divisant les charges mesurées en rivière (voir ci-dessus) par les apports sur le territoire des sous-bassins (section 3.1). En plus de représenter un pourcentage de perte en substances nutritives, pour les fermiers, ces coefficients, généralisés sur tout le bassin de la Yamaska, permettent d'évaluer à différentes périodes de l'année, l'importance relative des sources d'origine agricole, ceci sur différents tronçons de la rivière Yamaska et de ses principaux affluents (sous-section 3.3.4). Les valeurs les plus faibles permettent d'identifier les périodes d'érosion minimum des substances nutritives de même que les périodes de stockage dans les sols. D'autre part, les valeurs les plus élevées permettent d'identifier les périodes de pertes maximum par lessivage des substances stockées, de sorte que la charge de la rivière peut être plus élevée que les apports sur le territoire (coefficient de transfert > 100).

L'examen des résultats montre que:

- les coefficients de transfert varient grandement au cours de l'année (ex. de 2 à 32% pour le P, sur la Chibouet);
- la variation des coefficients de transfert est saisonnière, et elle est semblable pour tous les sous-bassins agricoles;
- le cycle annuel suivi par les coefficients de transfert dépend du cycle hydrologique et du cycle suivi par la production végétale;
- le coefficient de transfert de l'azote est toujours plus grand que celui du phosphore.

3.3.3 Généralisation des résultats

Afin de pouvoir généraliser les résultats à l'échelle du bassin de la rivière Yamaska, quatre hypothèses ont été émises:

- les apports d'origine urbaine et agricole sont constants au cours de l'année;
- les apports d'origine urbaine ont été calculés en multipliant les apports dus aux excréments humains par un facteur de 2.3 pour tenir compte des détergents, des déchets de table et des industries. Ce facteur a été estimé à partir d'un bilan annuel fait sur tout le bassin et a été comparé aux valeurs de la littérature;
- les apports d'origine urbaine sont entièrement transférés à la rivière, (c.a.d. coefficient de transfert = constante = 100%);
- les coefficients de transfert calculés pour le total des cinq sous-bassins agricoles ont été utilisés uniformément pour le calcul des charges agricoles sur tout le bassin de la rivière Yamaska.

Les tableaux 3.7.1 à 3.7.7 représentent les charges en azote et en phosphore d'origine urbaine et agricole drainées à la rivière, ainsi que le pourcentage des charges d'origine agricole pour différents tronçons de la rivière Yamaska et de ses principaux affluents. Les charges agricoles drainées à la rivière ont été calculées en faisant le produit des apports agricoles (tableau 3.2) par les coefficients de transfert de l'ensemble des cinq sous-bassins agricoles aux dates d'échantillonnage (tableaux 3.6.1 et 3.6.2).

Ces tableaux permettent d'identifier les tronçons et les périodes de l'année où les charges d'origine agricoles plus urbaines par rapport aux charges totales (agricole plus urbaines). Ainsi, en période de crue, les charges d'origine agricole prennent une importance très grande sur tous les tronçons tandis qu'en période d'étiage estival, les charges d'origine urbaine deviennent plus importantes. En comparant les tronçons, nous remarquons que la branche Yamaska Nord est beaucoup plus influencée par les charges d'origine urbaine que la Yamaska Sud-Est et que la Yamaska Centre. Par ailleurs, la rivière Noire (bassin versant en amont de St-Pie) subit plus l'influence des charges d'origine agricole que la Yamaska (zone en amont de St-Damase).

3.4. Fertilité et toxicité

L'ensemble des mesures du potentiel de fertilité sont présentées au tableau 3.8. Les potentiels de fertilité moyens ($\overline{P.F.}$) sont calculés et les noms des stations apparaissent, de gauche à droite, selon l'importance de cette valeur moyenne. Les indices de production (I.P.) sont déterminés à partir des mesures de fertilité obtenues. L'indice "3" traduit une production d'algues se situant entre 0.81 gm/l et 6 mg/l (poids sec d'algues); l'indice "4" indique une production supérieure à 6.1 mg/l. Ces indices furent développés pour le milieu lacustre et correspondent au niveau eutrophe. La valeur maximale de la pente (P.M.) ainsi que l'identification du moment d'incidence de cette valeur maximale (INC) sont présentées au tableau 3.9. Les concentrations d'herbicides triazines relevées (voir tableau 3.10) sont aussi indiquées pour les stations Runnets, Salvail, St-Nazaire, Chibouet et A la Barbue.

La détermination des valeurs moyennes du potentiel de fertilité montre un niveau d'enrichissement élevé en substances nutritives pour les eaux des huit stations étudiées. L'indice de production des rivières Noire (St-Pie), St-Nazaire, Chibouet, A la Barbue et du ruisseau de l'Orme demeure "fort" durant les différentes périodes de l'année. Par contre, l'indice de production des eaux de la rivière Noire à Upton, du ruisseau Runnets et de la rivière Salvail varient de "moyen +" à "fort".

Les faibles valeurs maximales des pentes (0.6) ainsi que les fortes valeurs du moment d'incidence des valeurs maximales des pentes (4e et 5e jour) traduisent la présence de substances toxiques. Ces résultats sont corroborés à l'aide de mesures de concentration d'herbicides triazines. Les eaux du ruisseau Runnets présentent en général les plus faibles concentrations d'herbicides: le territoire drainé par les eaux de ce sous-bassin a le plus petit pourcentage (35%) de sol cultivé parmi les sous-bassins étudiés. Par contre, la valeur moyenne de la pente maximale

calculée pour les eaux de ce sous-bassin indique la présence de substances toxiques: les affleurements minéralisés riches en cuivre ainsi que la présence d'une ancienne mine de cuivre dans cette région expliquent probablement l'anomalie apparente des résultats. Des concentrations plus élevées d'herbicides des triazines ont été mesurées sur les échantillons d'eaux des rivières Salvail, St-Nazaire, Chibouet et A la Barbue. Ces résultats sont reliés à une plus grande utilisation agricole du territoire: les forts pourcentages de sol cultivé, de 44 à 63% de la superficie totale, et l'importance des cultures de maïs sur ces territoires en témoignent.

L'identification du facteur chimique limitant la production de ces eaux (tableau 3.11) met en évidence deux types de stations. Celles qui ont des apports d'origine urbaine, c'est-à-dire les stations situées sur la rivière Noire et celle située sur le ruisseau de l'Orme, ont leur production limitée par l'azote. Par ailleurs, celles qui ont des apports strictement agricoles, c'est-à-dire les rivières Salvail, Runnets, A la Barbue, St-Nazaire et Chibouet, ont leur production limitée par le phosphore à la fin de l'été (septembre) et durant l'automne (octobre, novembre, décembre) (tableau 3.5.2).

En résumé, les conclusions de cette partie de l'étude sont les suivantes:

- les eaux des stations Runnets, Salvail, St-Nazaire, Chibouet et A la Barbue répondent donc à l'impact d'apports de sources agricoles. L'importance de cet impact est établi à l'aide des mesures du potentiel de fertilité;

- les densités de production en azote et en phosphore et les mesures du potentiel de fertilité moyen, montrent que les eaux du ruisseau Runnets ont le plus faible niveau d'enrichissement. Le territoire de ce sous-bassin a le plus petit pourcentage de sol cultivé et supporte la plus faible densité d'animaux des cinq sous-bassins étudiés;

- les territoires couverts par les sous-bassins des rivières Salvail, St-Nazaire et Chibouet génèrent les mêmes densités de production;

- le potentiel de fertilité moyen calculé pour les eaux de la rivière Salvail est plus faible que les potentiels moyens calculés pour les rivières St-Nazaire et Chibouet. La valeur moyenne des pentes maximales suggère que les eaux de la rivière Salvail sont affectées par la présence de substances toxiques;

- les eaux de la station de la rivière A la Barbue présentent le plus haut niveau d'enrichissement, ce qui est en accord avec la forte densité de production sur le territoire en amont de la station d'échantillonnage.

No du sous-bassin	Identification du sous-bassin	Superficie du sous-bassin (km ²)	Apports spécifiques en azote (kg km ⁻² jr ⁻¹)			Apports spécifiques en phosphore (kg km ⁻² jr ⁻¹)		
			Urbains	Agricoles	Total	Urbains	Agricoles	Total
1	A la Barbue	101	.038	23.9	23.9	.0092	7.31	7.32
2	Chibouet	149	.014	16.4	16.4	.0092	4.89	4.90
3	St-Nazaire	114	.035	16.3	16.4	.0092	4.42	4.43
4	Runnets	106	-	11.4	11.4	-	3.02	3.02
5	Salvail	198	.041	16.9	16.9	.0092	4.10	4.11
6	Noire (St-Pie)	1,480	.076	11.1	11.2	.0184	3.03	3.05
7	Noire (Upton)	1,060	.11	9.35	9.46	.023	1.82	1.84
8	Yamaska Nord (St-Alphonse)	294	1.83	8.48	10.3	.435	2.15	2.59
9	Yamaska Centre (Adamsville)	490	.029	6.05	6.08	.0069	1.20	1.21
10	Yamaska Sud-E. (Aval de Brigham)	470	.261	7.78	8.04	.0621	2.01	2.07
11	Yamaska (St-Damase)	1,670	.477	10.1	10.5	.113	2.74	2.85
12	Yamaska (Yamaska)	4,590	.337	12.	12.3	.0805	3.47	3.55

Tableau 3.1: Apports spécifiques en azote et en phosphore aux stations considérées.

No du sous-bassin	Identification du sous-bassin	Superficie du sous-bassin (km ²)	Apports totaux en azote (kg jr ⁻¹)			Apports totaux en phosphore (kg jr ⁻¹)		
			Urbains	Agricoles	Total	Urbains	Agricoles	Total
1	A la Barbue	101	3.84	2,410	2,410	.929	738	739
2	Chibouet	149	2.09	2,440	2,440	1.34	729	730
3	St-Nazaire	114	3.99	1,860	1,870	1.03	504	505
4	Runnets	106	-	1,208	1,210	-	320	320
5	Salvail	198	8.12	3,340	3,350	1.78	812	814
6	Noire (St-Pie)	1,480	112	16,400	16,500	26.6	4,480	4,500
7	Noire (Upton)	1,060	117	9,930	10,000	24.4	1,930	1,950
8	Yamaska Nord (St-Alphonse)	294	538	2,490	3,030	128	632	760
9	Yamaska Centre (Adamsville)	490	14.2	2,960	2,970	3.43	588	591
10	Yamaska Sud-E. (Aval de Brigham)	470	123	3,660	3,780	29.1	945	974
11	Yamaska (St-Damase)	1,670	797	16,800	17,600	189	4,570	4,760
12	Yamaska (Yamaska)	4,590	1,550	55,100	56,700	370	15,900	16,300

Tableau 3.2: Apports totaux en azote et en phosphore aux stations considérées.

Dates Stations	9/1/74	14/2/74	13/3/74	3/4/74	1/5/74	4/6/74	3/7/74	23/7/74	20/8/74	17/9/74	16/10/74	12/11/74	18/12/74
A la Barbue (94)	33.4	11.1	64	48.7	424	36.2	5.56	5.56	2.78	1.56	5.56	8.76	79.3
Chibouët (149)	52.9	17.6	101	77.1	672	57.3	8.82	8.82	4.41	2.47	8.82	13.9	126
St-Nazaire (114)	40.5	13.5	77.6	59	514	43.8	6.75	6.75	3.37	1.89	6.75	10.6	96.1
Runnets (86)	30.5	10.2	58.5	44.5	338	33.1	5.09	5.09	2.54	1.42	5.09	8.01	72.5
Salvail (157)	55.7	18.6	107	81.3	708	60.4	9.29	9.29	4.64	2.6	9.29	14.6	132
Noire à St-Pie (1258)	447	149	856	651	5680	484	74.4	74.4	37.2	20.8	74.4	117	1060
Noire à Upton (1062)	377	126	723	550	4790	408	62.8	62.8	31.4	17.6	62.8	99	895
De L'Orme	34	12.3	62.2	49.6	431	36.8	5.66	5.66	2.83	1.59	5.66	891	80.6
Yamaska à Ya- maska	1630	541	2980	2380	20700	1770	272	272	136	76.2	272	428	3870

TABLEAU 3.3 Débits (pcs) aux dates d'échantillonnage aux stations considérées.

Rivière Date	Barbue	Chibouet	St-Nazaire	Runnets	Salvail	St-Pie	Upton	de l'Orme	Adamsville	Roxton Falls	St-Marcel	Yamaska
09/01/74	-	-	-	-	-							
14/02/74	10.2	28.6*	13.6	16.4	17.0							
13/03/74	11.4	25.8*	10.2	10.8	17.8							
03/04/74	18.2	23.4*	16.2	17.6	19.6							
01/05/74	23.3*	30.5*	21.8*	19.8	24.5*							
04/06/74	24.8*	44.6*	24.2*	28.8*	40.0*							
03/07/74	23.2*	39.2*	21.0*	26.4*	36.2*	23.8*	20.0*	37.4*				
23/07/74	18.2	30.0*	12.6	21.4*	17.6	17.0	16.0	17.2				
20/08/74	16.2	41.0*	14.6	26.6*	29.2*	22.0*	19.6*	23.0*				
17/09/74	15.2	31.4*	16.0	20.0	29.5*	14.4	16.0	24.2*				
16/10/74	17.5	37.0*	21.2*	21.6*	30.6*	17.0	18.4	20.2*				
12/11/74	13.8	28.0*	11.0	14.6	22.2*	17.4	14.4	18.6				
18/12/74	16.0	26.0*	11.6	15.8	15.4	16.4	14.0	12.8				

TABLEAU 3.4.1 Concentrations moyennes journalières de la DCO en solution (mg de O₂ /l)

* Concentrations dépassant la normale de 20 mg de O₂/l

Rivière Date	Barbue	Chibouet	St-Nazaire	Runnets	Salvail	St-Pie	Upton	de L'Orme	Adamsville	Roxton Falls	St-Marcel	Yamaska
09/01/74	.04	.03	.02	.01	.05	.05	-	-	.02	.06*	.06*	.06*
14/02/74	.03	.06*	.09*	.04	.18*	.15*	-	-	.01	.08*	.16*	.14*
13/03/74	.04	.04	.02	.01	.05	.01	-	-	.01	.04	.08*	.01
03/04/74	.15*	.14*	.09*	.11*	.13*	.03	-	-	.01	.01	-	-
01/05/74	.10*	.05	.04	.04	.06*	.01	-	-	.01	.01	.01	.01
04/06/74	.14*	.14*	.09*	.09*	.05	.04	-	-	.01	.01	.08*	.05
03/07/74	.07*	.21*	.01	.02	.02	.03	.03	.29*	.01	.03	.06*	.06*
23/07/74	.11*	.17*	.05	.01	.48*	.06*	.01	.39*	.01	.03	.05	.02
20/08/74	.08*	.08*	.03	.05	.02	.05	.14*	.61*	.01	.04	.1	.07*
17/09/74	.11*	.09*	.05	.03	.04	.04	.03	1.67*	-	-	.11*	.11*
16/10/74	.04	.06*	.04	.03	.06*	.06*	.03	.19*	.01	.01	.08*	.08*
12/11/74	.05	.05	.03	.03	.10*	.07*	.04	.33*	.01	.03	-	-
18/12/74	.04	.06*	.02	.02	.11*	.04	.07*	.14*				

TABLEAU 3.4.2 Concentrations moyennes journalières du phosphore inorganique en solubion (mg de P/l)

* Concentrations dépassant la norme de 0.05 mg de P/l

Rivière Date	Barbue	Chibouet	St-Nazaire	Runnets	Salvail	St-Pie	Upton	de L'Orme	Adamsville	Roxton Falls	St-Marcel	Yamaska
09/01/74	1.96 *	1.04 *	1.37 *	.33	.92	.7	-	-	.3	.4	.7	.7
14/02/74	1.36 *	1.20 *	1.02 *	.45	.90	.9	-	-	.3	.4	.7	.8
13/03/74	.40	.89	.73	.30	.53	.4	-	-	.3	.4	.5	.5
03/04/74	.99	.93	.79	.65	.77	.3	-	-	.2	.2	-	-
01/05/74	1.43 *	1.02 *	.63	.21	1.39 *	.2	-	-	.2	.04	.5	.4
04/06/74	.80	.40	.52	.08	.45	.5	-	-	.2	.09	.6	.5
03/07/74	.86	.86	.59	.23	4.00 *	.42	.16	1.90 *	-	.02	.6	.7
23/07/74	1.20 *	1.01 *	.66	.10	2.45 *	.17	.14	1.31 *	.1	.15	.2	.04
20/08/74	.65	.74	.59	.20	.25	.32	.11	1.20 *	-	.15	.6	.5
17/09/74	2.54 *	.48	1.48 *	.21	.21	.77	.29	2.08 *	-	.02	.9	.8
16/10/74	1.10 *	.62	.63	.18	.47	.39	.23	.85	.1	.2	.6	.6
12/11/74	.14	.88	.96	.22	1.10 *	.37	.32	1.44 *	.2	.3	-	-
18/12/74	2.02 *	.96	1.57 *	.32	1.26 *	.52	.27	1.90 *				

TABLEAU 3.4.3 Concentrations moyennes journalières des nitrates et nitrites en solution (mg de N/l)

* Concentrations dépassant la norme de 1.0 mg de N/l

Rivière Date	Barbue	Chibouet	St-Nazaire	Runnets	Salvail	St-Pie	Upton	de l'Orme	Adamsville	Roxton Falls	St-Marcel	Yamaska
09/01/74	-	-	-	-	-	86	-	-	153	138	133	133
14/02/74	395*	490*	510*	143	726*	143	-	-	132	152	228	238
13/03/74	237	212	148	77	246	141	-	-	128	93	218	245
03/04/74	213	304	153	88	356*	133	-	-	121	73	182	190
01/05/74	235	247	182	89	328*	108	-	-	120	103	210	212
04/06/74	377*	437*	260	101	634*	171	-	-	161	133	247	255
03/07/74	362*	494*	286	137	820*	152	121	582*	111	112	188	200
23/07/74	338*	465*	266	101	546*	89	80	520*	126	127	264	251
20/08/74	398*	536*	284	172	1000*	159	160	572*	144	170	361*	323
17/09/74	1070*	542*	284	184	1400*	221	152	558*	147	143	290	314
16/10/74	477*	681*	331*	172	1160*	214	196	18	131	103	257	268
12/11/74	515*	636*	373*	177	968*	554*	517*	655*	125	109	-	-
18/12/74	431*	504*	287	112	658*	167	146	580*				

TABLEAU 3.4.4 Conductivités moyennes journalières (micro μ ho/cm)

*mesures dépassant la norme de 325 micro μ ho/cm

Rivière Date	Barbue	Chibouet	St-Nazaire	Runnets	Salvail	St-Pie	Upton	de l'Orme	Adamsville	Roxton Falls	St-Marcel	Yamaska
09/01/74	49	25	25	26	124*	299*	-	-	-	2	97*	116*
14/02/74	81*	15	50	18	68	26	-	-	3	21	27	26
13/03/74	-	-	-	-	-	34	-	-	13	16	18	54
03/04/74	93*	43	33	110*	34	58	-	-	302*	146*	96*	154*
01/05/74	121*	218*	205*	68*	726*	131*	-	-	11	2	142*	214*
04/06/74	253	50	21	13	60	22	-	-	19	26	99*	94*
03/07/74	140*	36	38	21	118*	22	17	62	40	6	147*	178*
23/07/74	98*	67	16	15	44	11	9	49	6	13	269*	272*
20/08/74	66	26	20	26	49	21	21	20	5	48	270*	282*
17/09/74	152*	12	35	19	82*	24	10	6	2	26	160*	200*
16/10/74	50	21	22	13	56	16	11	1210*	21	16	35	42
12/11/74	30	7	11	9	39	28	19	6	2	5	-	-
18/12/74	74	12	12	8	223*	3	4	6				

TABLEAU 3.4.5 Concentrations moyennes journalières des solides en suspension (mg/l)

* concentrations dépassant la norme de 75 mg/l

DATE	BARBUE	CHIBOUET	ST-NAZAIRE	RUNNETS	SALVAIL	TOTAL DES 5 SOUS-BASSINS
740109	270	300	239	60.4	306	1180
740214	69.2	108	145	32.4	205	560
740313	272	442	285	94.4	340	1430
740403	417	543	358	223	658	2200
740501	2520	3400	2050	818	4240	13000
740604	157	256	153	60.7	186	813
740703	25.2	44.4	21.5	11.5	136	239
740723	28.7	58.2	20.6	7.97	84.7	200
740820	10.3	19.1	9.39	4.16	7.03	50.0
740917	12.6	12.3	10.0	2.57	3.81	41
741016	30.7	148	24.8	11.3	35.2	250
741112	42.0	71.7	45.1	23.5	86.0	268
741218	657	918	569	142	804	3090
Moyenne annuelle	347	486	302	115	546	1800

TABLEAU 3.5.1 Charges journalières en azote aux 5 stations agricoles (kg de N/jr)

DATE	BARBUE	CHIBOUET	ST-NAZAIRE	RUNNETS	SALVAIL	TOTAL DES 5 SOUS-BASSINS
740109	8.98	11.2	6.60	2.49	16.3	45.6
740214	1.99	5.16	5.39	1.50	15.5	29.5
740313	17.7	23.1	13.9	5.72	29.7	90.1
740403	32.6	49.0	28.4	21.8	52.4	184
740501	176	137	88.0	63.4	185	649
740604	22.1	34.1	16.4	13.5	14.3	100
740703	2.90	8.20	2.37	1.91	3.56	18.9
740723	6.62	7.19	1.76	.50	20.3	36.4
740820	1.31	1.55	.71	.41	.76	4.74
740917	.57	.85	.49	.21	.55	2.67
741016	1.45	5.03	1.60	.41	3.10	11.6
741112	2.50	2.83	1.56	.98	6.43	14.3
741218	18.1	25.7	9.40	23.1	67.8	144
Moyenne annuelle	22.6	23.9	13.6	10.5	31.9	102

TABLEAU 3.5.2 Charges journalières en phosphore aux 5 stations agricoles (kg de P/jr)

DATE	BARBUE	CHIBOUET	ST-NAZAIRE	RUNNETS	SALVAIL	TOTAL DES 5 SOUS-BASSINS
740109	4020	3207	2460	1910	16800	28,340.
740214	2200	628	1660	448	3100	8,032.
740313	-	-	-	-	-	-
740403	11100	8106	4760	12000	6760	42,713.
740501	125000	358000	258000	56000	1260000	2,054,130.
740604	22400	7060	2230	1050	8920	41,653.
740703	1900	776	620	256	2680	6,235.
740723	1340	1450	257	181	1010	4,234.
740820	448	280	163	158	553	1,602.
740917	579	74	161	65	521	1,400.
741016	679	444	366	166	1260	2,917
741112	638	237	285	172	1390	2,724.
741218	14300	3570	2772	1490	72000	94,156.
Moyenne annuelle	15400	32000	22800	6320	114000	

TABLEAU 3.5.3 Charges journalières en solides en suspension aux 5 stations agricoles (kg de solides /jr)

DATE	BARBUE	CHIBOUET	ST-NAZAIRE	RUNNETS	SALVAIL	TOTAL DES 5 SOUS-BASSINS
740109	11.2	12.3	12.8	5.0	9.1	11.5
740214	2.9	4.4	7.8	2.7	6.1	5.5
740313	11.3	18.1	15.3	7.8	10.1	14.1
740403	17.3	22.2	19.2	18.5	19.6	21.6
740501	104.8	139.3	109.8	67.8	126.2	127.8
740604	6.5	10.5	8.2	5.0	5.5	8.0
740703	1.1	1.8	1.2	1.0	4.1	2.3
740723	1.2	2.4	1.1	0.7	2.5	2.0
740820	.4	0.8	.5	.3	.2	0.5
740917	.5	0.5	.5	.2	.1	0.4
741016	1.3	6.1	1.3	.9	1.1	2.5
741112	1.8	2.9	2.4	2.0	2.6	2.6
741218	27.3	37.6	30.5	11.8	23.9	30.3
Moyenne annuelle	14.4	19.9	16.2	9.5	16.2	17.6

TABLEAU 3.6.1 Coefficients de transfert de l'azote sur les 5 sous-bassins agricoles (% de l'azote drainée à la rivière)

DATE	BARBUE	CHIBOUET	ST-NAZAIRE	RUNNETS	SALVAIL	TOTAL DES 5 SOUS-BASSINS
740109	1.2	2.62	1.3	.8	2.01	1.5
740214	.3	1.20	1.1	.5	1.90	1.0
740313	2.40	5.4	2.8	1.8	3.64	2.9
740403	4.40	11.4	5.63	6.80	6.43	5.9
740501	23.84	32.0	17.5	19.8	22.7	20.9
740604	3.0	8.0	3.3	4.21	1.8	3.2
740703	.4	1.91	.5	.60	.44	0.6
740723	.9	1.7	.4	.2	2.5	1.2
740820	.2	.36	.14	.13	.1	0.2
740917	.1	.20	.10	.1	.1	0.1
741016	.20	1.2	.32	.13	.4	0.4
741112	.3	.7	.31	.31	.8	0.5
741218	2.5	6.0	1.9	7.20	8.33	4.6
Moyenne annuelle	3.05	5.58	2.70	3.26	3.92	3.3

TABLEAU 3.6.2 Coefficients de transfert du phosphore sur les 5 sous-bassins agricoles (% du phosphore drainé à la rivière)

Dates	Charge en azote drainée à la rivière (kg de N/jr)				Charge en phosphore drainée à la rivière (kg de P/jr)			
	Urbaine	Agricole	Totale	%Agricole Totale	Urbaine	Agricole	Totale	%Agricole Totale
09/01/74	112	1890	2000	95	26.6	67.2	93.8	72
14/02/74	112	902	1010	89	26.6	44.8	71.4	63
13/03/74	112	2 10	2320	95	26.6	130	157	83
03/04/74	112	3540	3650	97	26.6	264	291	91
01/05/74	112	21000	21100	100	26.6	936	963	97
04/06/74	112	1310	1420	92	26.6	143	170	84
03/07/74	112	377	489	77	26.6	26.9	53.5	50
23/07/74	112	328	440	75	26.6	53.3	80.4	67
20/08/74	112	82	194	42	26.6	9.0	35.6	25
17/09/74	112	65.6	178	37	26.6	4.5	31.1	14
16/10/74	112	410	522	79	26.6	17.9	44.5	40
12/11/74	112	426	538	79	26.6	22.4	49.0	46
18/12/74	112	4970	5080	98	26.6	206	233	88
Année 1974	112	2890	3000	96	26.6	148	175	85

TABEAU 3.7.1 Charges drainées en azote et en phosphore pour le sous-bassin de la Noire (St-Pie)

Dates	Charge en azote drainée à la rivière (kg de N/jr)				Charge en phosphore drainée à la rivière (kg de P/jr)			
	Urbaine	Agricole	Totale	%Agricole Totale	Urbaine	Agricole	Totale	%Agricole Totale
09/01/74	117	1140	1260	90	24.4	29.0	53.4	54
14/02/74	117	546	663	82	24.4	19.3	43.7	44
13/03/74	117	1400	1520	92	24.4	56.0	80.4	70
03/04/74	117	2140	2260	95	24.4	114	138	83
01/05/74	117	12700	12800	99	24.4	403	427	94
04/06/74	117	794	911	87	24.4	62	86.4	72
03/07/74	117	228	345	66	24.4	12	36.4	33
23/07/74	117	199	316	63	24.4	23.2	47.6	49
20/08/74	117	49.7	167	30	24.4	3.9	28.3	14
17/09/74	117	39.7	157	25	24.4	1.9	25.3	7.5
16/10/74	117	248	365	68	24.4	7.7	32.1	24
17/11/74	117	258	375	69	24.4	9.7	34.1	28
18/12/74	117	3010	3127	96	24.4	88.8	113	79
Année 1974	117	1750	1870	94	24.4	63.7	88.1	72

TABLEAU 3.7.2 Charges drainées en azote et en phosphore pour le sous-bassin de la Noire (Upton)

Dates	Charge en azote drainée à la rivière (kg de N/jr)				Charge en phosphore drainée à la rivière (kg de P/jr)			
	Urbaine	Agricole	Totale	%Agricole Totale	Urbaine	Agricole	Totale	%Agricole Totale
09/01/74	538	286	824	35	128	9.48	137	6.9
14/02/74	538	137	675	20	128	6.32	134	4.7
13/03/74	538	351	889	39	128	18.3	146	13
03/04/74	538	538	1076	50	128	37.3	165	23
01/05/74	538	3180	3718	86	128	132	260	51
04/06/74	538	199	737	27	128	20.2	148	14
03/07/74	538	57.3	595	9.6	128	3.79	132	2.9
23/07/74	538	49.8	588	8.5	128	7.58	136	5.6
20/08/74	538	12.5	551	2.3	128	1.26	129	1.0
17/09/74	538	9.96	548	1.8	128	.632	129	0.5
16/10/74	538	62.3	600	10	128	2.53	131	1.9
17/11/74	538	64.7	603	11	128	3.16	131	2.4
18/12/74	538	754	1290	58	128	29.1	157	19
Année 1974	538	438	976	45	128	20.9	149	14

TABLEAU 3.7.3 Charges drainées en azote et en phosphore pour le sous-bassin de la Yamaska Nord (St-Alphonse)

Dates	Charge en azote drainée à la rivière (kg de N/jr)				Charge en phosphore drainée à la rivière (kg de P/jr)			
	Urbaine	Agricole	Totale	%Agricole Totale	Urbaine	Agricole	Totale	%Agricole Totale
09/01/74	14.2	340	384	89	3.43	8.82	12.3	72
14/02/74	14.2	148	162	91	3.43	5.88	9.31	63
13/03/74	14.2	417	431	97	3.43	17.1	20.5	83
03/04/74	14.2	639	653	98	3.43	34.7	38.1	91
01/05/74	14.2	3780	3790	100	3.43	123	126	98
04/06/74	14.2	237	251	94	3.43	18.8	22.2	85
03/07/74	14.2	68.1	82.3	83	3.43	3.53	6.96	51
23/07/74	14.2	59.2	73.4	81	3.43	7.06	10.5	67
20/08/74	14.2	14.8	29.0	51	3.43	1.18	4.61	26
17/09/74	14.2	11.8	26.0	45	3.43	0.588	4.02	15
16/10/74	14.2	74.0	88.2	84	3.43	2.35	5.78	41
17/11/74	14.2	77.0	91.2	84	3.43	2.94	6.37	46
18/12/74	14.2	897	941	95	3.43	27.0	30.4	89
Année 1974	14.2	521	535	97	3.43	19.4	22.8	85

TABLEAU 3.7.4 Charges drainées en azote et en phosphore pour le sous-bassin de la Yamaska Centre (Adamsville)

Dates	Charge en azote drainée à la rivière (kg de N/jr)				Charge en phosphore drainée à la rivière (kg de P/jr)			
	Urbaine	Agricole	Totale	%Agricole Totale	Urbaine	Agricole	Totale	%Agricole Totale
09/01/74	123	421	544	77	29.1	14.2	43.3	33
13/02/74	123	201	324	62	29.1	9.45	38.6	24
13/03/74	123	516	639	81	29.1	27.4	56.5	48
03/04/74	123	791	914	87	29.1	55.8	84.9	66
01/05/74	123	4680	4800	98	29.1	198	227	87
04/06/74	123	293	416	70	29.1	30.2	59.3	51
03/07/74	123	84.2	207	41	29.1	5.67	34.8	16
23/07/74	123	73.2	196	37	29.1	11.3	40.4	28
20/08/74	123	18.3	141	13	29.1	1.89	31.0	6.1
17/09/74	123	14.6	138	11	29.1	0.945	30.0	3.2
16/10/74	123	91.5	215	43	29.1	3.78	32.9	11
17/11/74	123	95.2	218	44	29.1	4.73	33.8	14
18/12/74	123	1110	1230	90	29.1	43.5	72.6	60
Année 1974	123	644	767	84	29.1	31.2	60.3	52

TABLEAU 3.7.5 Charges drainées en azote et en phosphore pour le sous-bassin de la Yamaska Sud-Est (Aval de Brigham)

Dates	Charge en azote drainée à la rivière (kg de N/jr)				Charge en phosphore drainée à la rivière (kg de P/jr)			
	Urbaine	Agricole	Totale	%Agricole Totale	Urbaine	Agricole	Totale	%Agricole Totale
09/01/74	794	1932	2726	71	189	68.6	258	27
14/02/74	794	924	1718	54	189	45.7	235	19
13/03/74	794	2370	3164	75	189	133	322	41
03/04/74	794	3630	4424	82	189	270	459	59
01/05/74	794	21500	22300	96	189	955	1140	84
04/06/74	794	1340	2130	63	189	146	335	44
03/07/74	794	386	1180	33	189	27.4	216	13
23/07/74	794	336	1130	30	189	54.8	244	22
20/08/74	794	84.0	878	9.6	189	9.14	198	4.6
17/09/74	794	67.2	861	7.8	189	4.57	194	2.4
16/10/74	794	420	1214	35	189	18.3	207	8.8
17/11/74	794	437	1231	35	189	22.9	212	11
18/12/74	794	5090	5880	87	189	210	399	53
Année 1973	794	2960	3750	79	189	151	340	44

TABLEAU 3.7.6 Charges drainées en azote et en phosphore pour le sous-bassin de la Yamaska (St-Damase)

Dates	Charge en azote drainée à la rivière (kg de N/jr)				Charge en phosphore drainée à la rivière (kg de P/jr)			
	Urbaine	Agricole	Totale	%Agricole Totale	Urbaine	Agricole	Totale	%Agricole Totale
09/01/74	1550	6340	7890	80	370	239	609	39
14/02/74	1550	3030	4580	66	370	159	529	30
13/03/74	1550	7770	9320	83	370	461	831	55
03/04/74	1550	11900	13500	88	370	938	1310	72
01/05/74	1550	70400	72000	98	370	3320	3690	90
04/06/74	1550	4410	5960	74	370	509	879	58
03/07/74	1550	1270	2820	45	370	95	465	20
23/07/74	1550	1100	2650	42	370	191	561	34
20/08/74	1550	276	1830	15	370	32	402	8
17/09/74	1550	220	1770	12	370	16	386	4
16/10/74	1550	138	1690	8	370	64	434	15
17/11/74	1550	1430	2980	48	370	80	450	18
18/12/74	1550	16700	18300	91	370	731	1101	66
Année 1974	1550	8340	9890	84	370	526	896	59

TABEAU 3.7.7 Charges journalières drainées en azote et en phosphore pour le bassin de la Yamaska (Yamaska)

TABLEAU 3.8

MESURE DU POTENTIEL DE FERTILITE (P.F.) ET
IDENTIFICATION DE L'INDICE DE PRODUCTION

SOUS-BASSINS	NOIRE (UPTON)		RUNNETS		NOIRE (ST-PIE)		SALVAIL		ST-NAZAIRE		CHIBOUET		BARBUE		DE L'ORME	
	P.F.	I.P.	P.F.	I.P.	P.F.	I.P.	P.F.	I.P.	P.F.	I.P.	P.F.	I.P.	P.F.	I.P.	P.F.	I.P.
9- 1-74			0.498	3			1.895	4	1.250	4	1.187	4	2.013	4		
13- 2-74			2.665	4			3.250	4	5.636	4	1.800	4	0.369	3		
12- 3-74			0.101	3			0.770	4	0.212	3	0.253	3	0.712	4		
3- 4-74			2.210	4			3.267	4	1.295	4	3.500	4	4.317	4		
30- 4-74			1.031	4			2.597	4	2.577	4	3.070	4	6.640	4		
1- 5-74			1.777	4			2.597	4	2.190	4	2.403	4	3.957	4		
3- 6-74			0.714	4			0.717	4	3.980	4	3.263	4	3.563	4		
4- 6-74			0.699	4			0.895	4	1.360	4	2.180	4	3.840	4		
2- 7-74	0.919	4	1.243	4	2.147	4	1.480	4	2.413	4	4.065	4	3.117	4	6.823	4
23- 7-74	0.290	3	0.316	3	0.546	4	4.200	4	1.105	4	2.263	4	1.650	4	2.143	4
1- 8-74	0.455	3	0.426	3	1.210	4	1.603	4	2.260	4	1.927	4	3.610	4	2.260	4
4- 8-74	0.603	4	0.637	4	0.996	4	1.530	4	1.980	4	2.250	4	3.970	4	---	-
6- 8-74	0.408	3	0.340	3	1.070	4	3.420	4	1.750	4	1.767	4	4.380	4	2.540	4
9- 8-74	0.297	3	0.342	3	0.576	4	0.835	4	1.523	4	2.630	4	3.703	4	1.127	4
20- 8-74	0.449	3	0.248	3	0.680	4	0.112	3	0.782	4	0.941	4	1.423	4	2.707	4
18- 9-74	0.989	4	3.300	4	1.460	4	0.264	3	3.633	4	1.660	4	2.900	4	4.693	4
16-10-74	1.143	4	1.357	4	1.697	4	0.414	3	2.363	4	1.817	4	1.703	4	4.190	4
12-11-74	1.873	4	1.313	4	2.183	4	0.178	3	0.602	4	1.693	4	1.427	4	5.693	4
12-12-74	2.047	4	0.678	4	2.186	4	1.154	4	1.181	4	1.441	4	1.960	4	4.525	4
P.F. (ϕ/ml)	0.861		1.047		1.341		1.640		2.004		2.111		2.908		3.670	
P.F. (mg/l)	9.90		12.04		15.42		18.86		23.04		24.27		33.44		42.20	

P.F. : Potentiel de fertilité (10^{-6} ϕ/ml)

I.P. : Indice de production (3: moyen + : 0.81 - 6.0 mg/l d'algues produites, poids sec)
(4: fort : > 6 mg/l d'algues produites, poids sec)

TABLEAU: 3.9

SUBSTANCES TOXIQUES: MISE EN EVIDENCE A L'AIDE DU TEST
DE FERTILITE (INC, P.M.) ET MESURES DES CONCENTRATIONS DE TRIAZINES

RUISSEAU	UPTON			STE-PIE			DE L'ORME			RUNNETS			SALVAIL			ST-NAZAIRE			CHIBOUET			A LA BARBUE			
	DATE	INC	P.M.	TRIAZ ppb	INC	P.M.	TRIAZ ppb	INC	P.M.	TRIAZ ppb	INC	P.M.	TRIAZ ppb	INC	P.M.	TRIAZ ppb	INC	P.M.	TRIAZ ppb	INC	P.M.	TRIAZ ppb	INC	P.M.	TRIAZ ppb
74-01-09										4	.51		4	.69		4	.80		4	.74		4	.63		
74-02-13										4	.57		4	.80		2	.60		2	.64		2	.75		
74-03-12										1	.64		2	.65		2	.85		1	.84		1	.94		
74-04-03										3	.67		1	.48		1	.60		2	.59		1	.68		
74-04-17															<0.02						<0.02				
74-04-30										2	.54	0.03	2	.86	0.16	2	.71	<0.02	2	1.16	<0.02	1	.98	<0.02	
74-05-01										2	.69		2	.86		2	.71		2	.87		2	.71		
74-06-03										3	.96		1	.67		3	1.02		3	.90		1	.98		
74-06-04										3	.60	0.05	1	.50	0.12	3	.83	0.04	3	.68	0.35	1	1.12	0.10	
74-06-18												1.5			0.60						1.40				2.50
74-07-02	5	.38		2	.52		3	.96		3	.64		1	.58		5	.55		2	.59		1	.86		
74-07-07																									
74-07-23	2	.61		2	.70		2	.62		2	.62		2	.79		2	.64		2	.74		1	.53		
74-07-31																									
74-08-01																									
74-08-04																									
74-08-06																									
74-08-09																									
74-08-10																									
74-08-20	5	.50		5	.56		5	.75		5	.31	<0.02	5	.27	0.84	5	.48	0.32	5	.41	0.7	2	.95	0.83	
74-09-08																									
74-09-18	2	.66		2	.73		4	.75		2	.73		2	.38	0.42	2	.65	0.20	2	.65		4	.70	0.44	
74-09-22																									
74-10-14																									
74-10-16	2	.75		2	.78		2	1.48		2	.74		2	.68	0.37	2	.53	0.09	4	.55		1	.63	0.17	
74-11-12	3	.70		3	.68		3	.69		3	.70		3	.50		3	.69		3	.77		3	.77		
74-12-09																									
74-12-18																									0.29

P.M. .6 .7 .9 .6 .6 .7 .7 .8

Tableau 3.10

Point d'échantillonnage	Date	Parties par milliard (10 ⁹)	
		Atrazine	Autres
Rivière St. Nazaire	30 Avril	<0.02	-
	4 Juin	0.04	-
	18 "	26.9	-
	7 Juillet	2.91	métabolite de Disyston (<0.01)
	31 "	3.2	métabolite de Disyston (<0.01)
	10 Aout	0.32	
	20 Aout	0.20	
	8 Sept.	0.09	
	22 "	0.27	métabolite OP ¹
	14 Oct.	0.11	-
	10 Nov.	0.13	-
	9 Dec.	0.27	-
	Rivière Chibouet	17 Avril	0.02
30 "		0.02	-
4 Juin		0.35	
18 "		1.40	
7 Juillet		9.5	métabolite OP
31 "		1.33	
10 Aout		0.7	-
20 "		-	
8 Sept.		<0.02	
22 "		<0.02	
14 Oct.		0.23	
10 Nov.		0.13	
9 Dec.		<0.02	
Rivière Salvail	17 Avril	0.02	-
	30 "	0.16	-
	4 Juin	0.12	-
	18 "	0.60	-
	7 Juillet	10.60	métabolite de Disyston (0.05)
	31 "	4.19	métabolite de Disyston (0.05)
	10 Aout	0.84	métabolite de Disyston (0.01)
	20 "	0.42	-
	8 Sept.	0.37	-
	22 "	0.02	-
	14 Oct.	0.07	-
	10 Nov.	0.21	-
	9 Dec.	0.19	-

¹ OP - organophosphoré

Tableau 3.10 (suite)

Riviere Runnet	30 Avril	0.03	-
	4 Juin	0.05	-
	18 "	1.50	-
	7 Juillet	0.60	-
	31 "	0.23	-
	10 Aout	<0.02	-
	20 "	<0.02	-
	8 Sept	0.03	-
	22 "	0.07	-
	14 Oct	<0.02	-
	10 Nov	0.03	-
	9 Dec	0.03	-
Riviere Barbue	30 Avril	0.02	-
	4 Juin	0.10	-
	18 "	2.50	-
	7 Juillet	4.33	métabolite de Disyston <0.01
	31 "	4.68	métabolite de Disyston <0.01
	10 Aout		
	10 Aout	0.83	métabolite OF
	20 "	0.44	métabolite OF
	8 Sept	0.17	-
	22 Sept	0.16	-
	14 Oct	0.04	-
	10 Nov	0.08	-
9 Dec	0.29	-	

TABLEAU: 3311

IDENTIFICATION DES FACTEURS CHIMIQUES
LIMITANT LA PRODUCTION PRIMAIRE

STATIONS	DATE D'ECHANTILLONNAGE						
	02-07-74	23-07-74	20-08-74	18-09-74	16-10-74	12-11-74	18-12-74
ST-PIE	NP	NP	N	-	N	-	NP
UPTON	N	N	N	-	N	-	N
DE L'ORME	N	N	N	-	0	-	NP
RUNNETS	N	N	N	-	NP	-	P
SALVAIL	P	N	P	P	P	-	P
ST-NAZAIRE	NP	NP	P	-	NP	-	P
CHIBOUET	N	NP	-	P	P	-	P
BARBUE	N	P	N	-	P	-	P

N: Stimulation de croissance mesurée avec ajout de 1.4 mgN/l

P: Stimulation de croissance mesurée avec ajout de 0.06 mgP/l

NP: Stimulation de croissance mesurée avec ajout de 1.4 mgN/l - 0.06 mgP/l

0: Aucune stimulation aux ajouts de N, P et NP

-: Absence de données

INRS-Eau

Régions Physiographiques du bassin de la rivière Yamaska

- Basses Terres du St-Laurent 1
- Piedmont 2
- Plateau Appalachien 3
- Collines Montréalaises 4

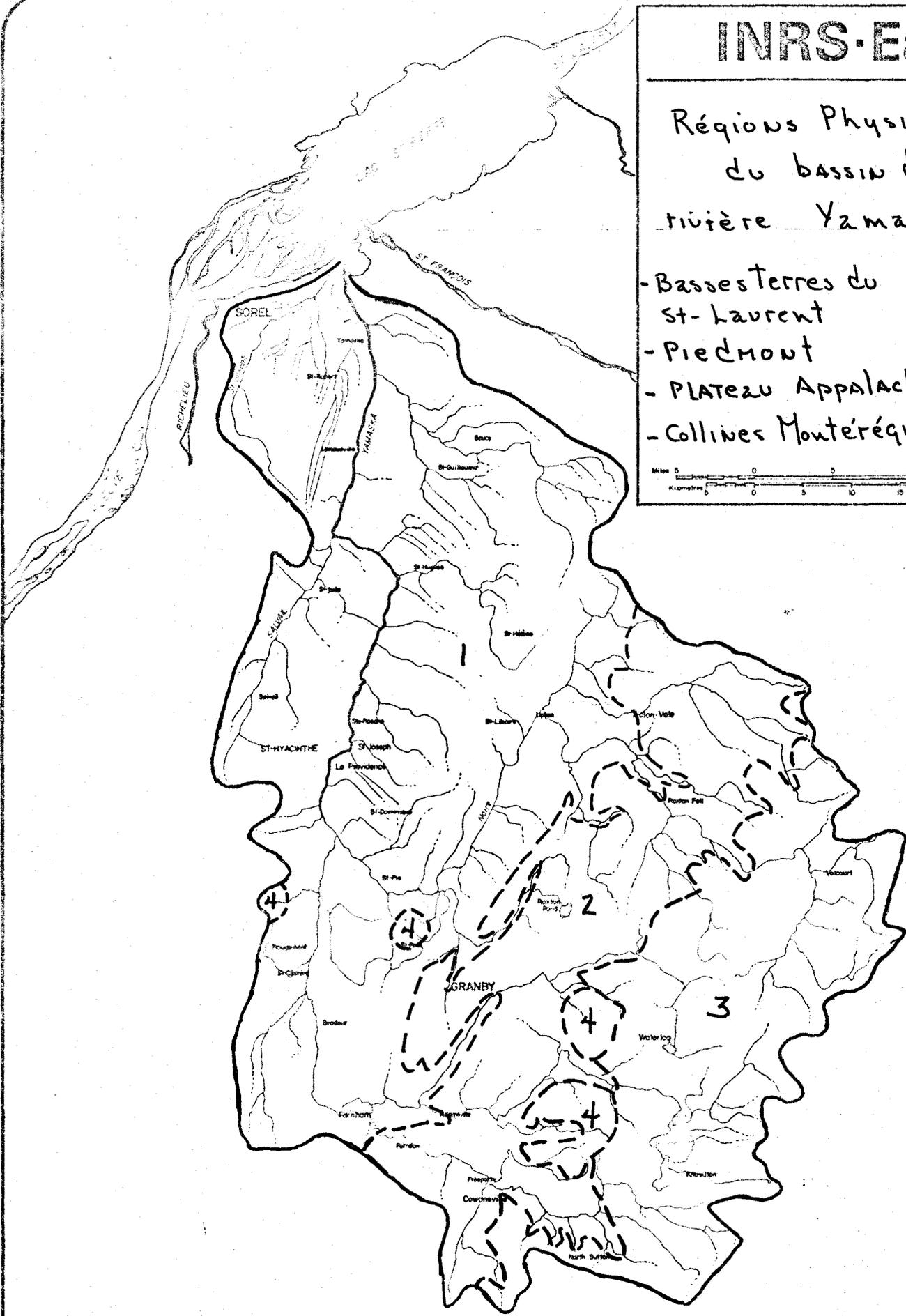


Figure 3.1

INRS-Eau

SOUS-BASSINS AGRICOLES
ET STATIONS D'ÉCHANTIL-
LONNAGE

BASSIN		STATION
SALVAIL	A	1
ST-NAZAIRE	B	2
BARBUE	C	3
CHIBOUET	D	4
RUNNETS	E	5

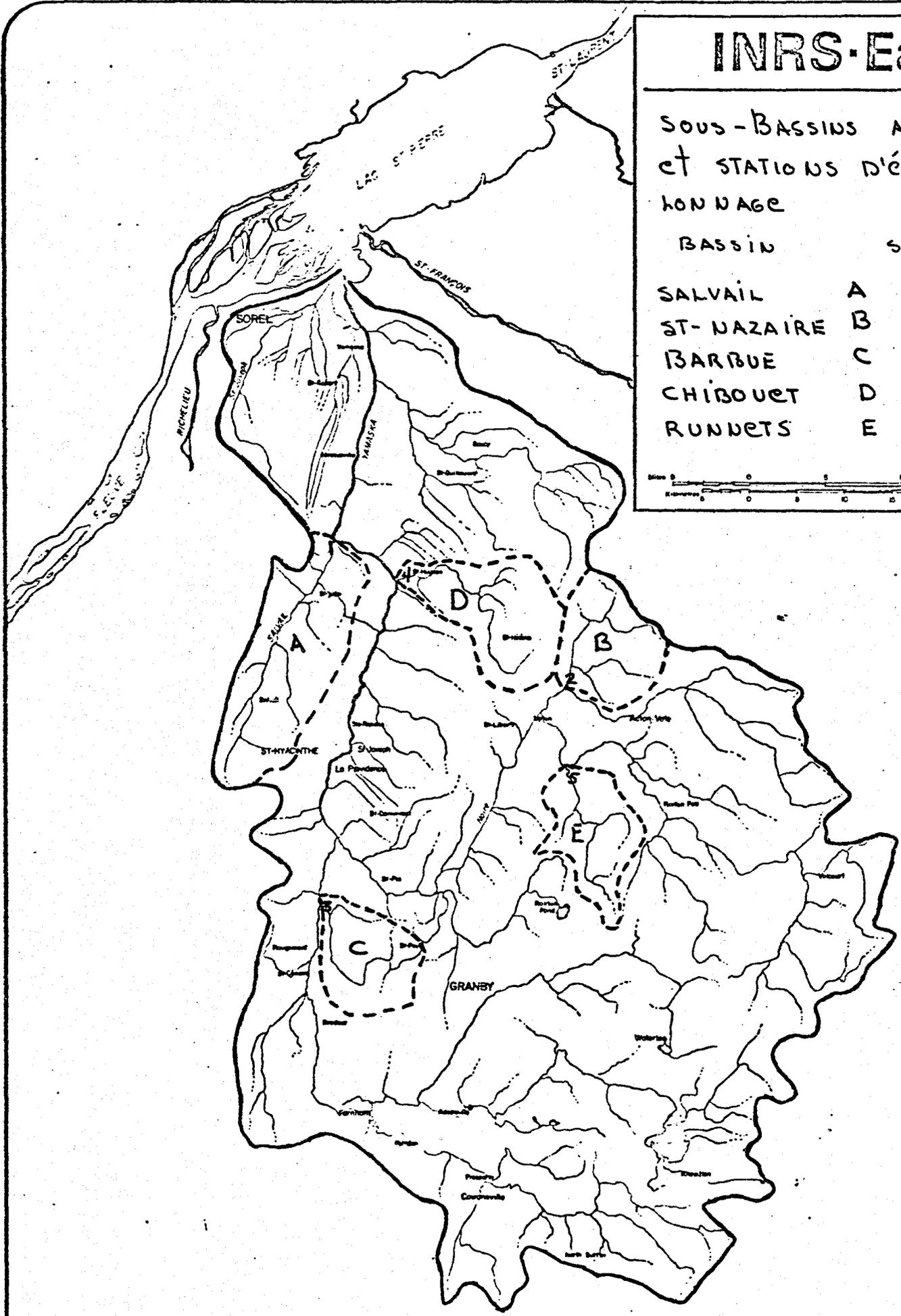
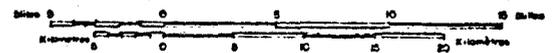


Figure 3.2

Figures 3.3.1 à 3.3.9 : Evolution temporelle de la concentration en azote nitrate plus nitrite et en phosphore inorganique, selon la station.

Figure 3.3.1: Rivière A la Barbe

KE 10 X 10 TO THE CENTIMETER 46 1510
18 X 25 CM. MADE IN U.S.A.
KEUFFEL & ESSER CO.

NO 2-3 (mg/l)

PI (mg/l)

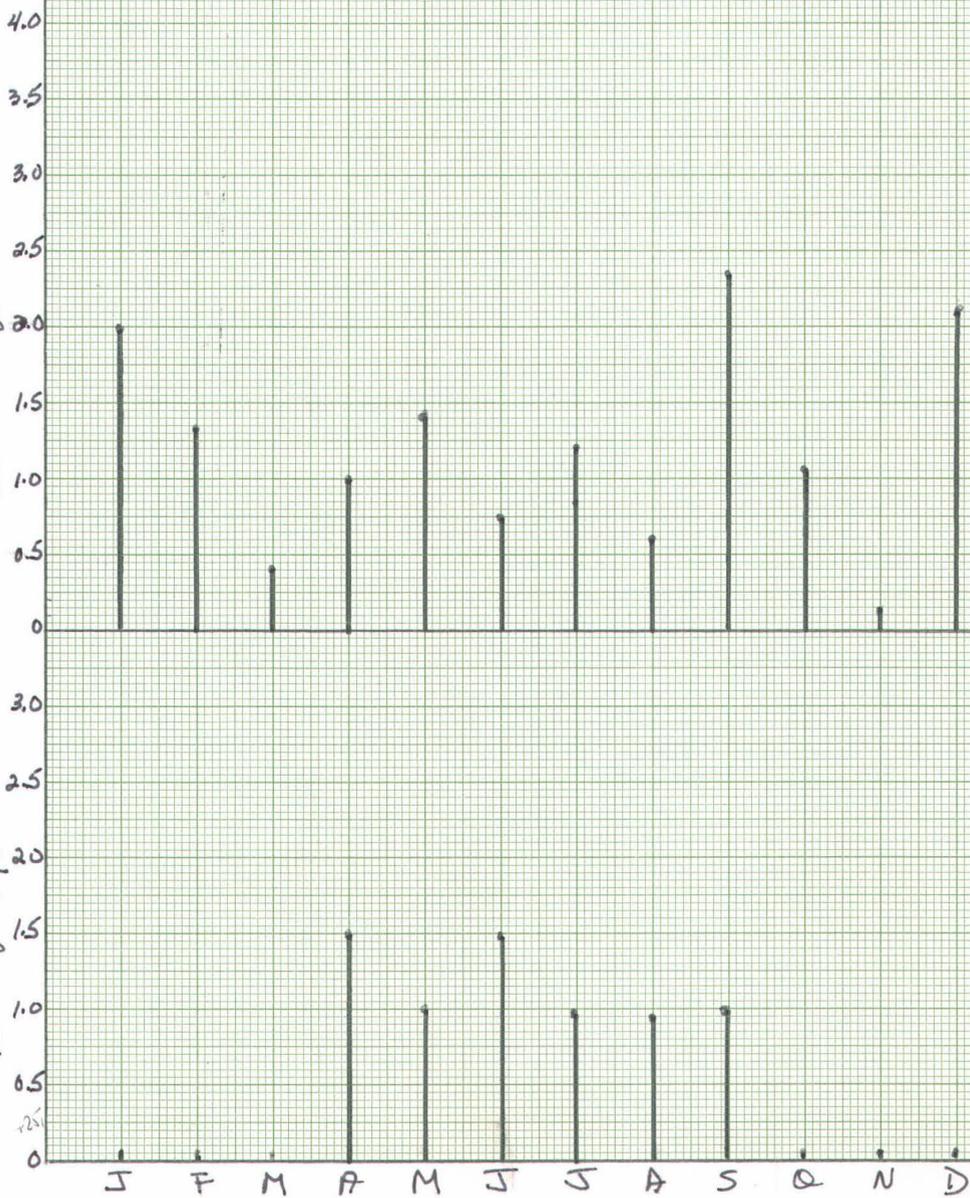


Figure 3.3.2: Rivière Noire (Upton)

K&E 10 X 10 TO THE CENTIMETER 46 1510
16 X 25 CM. KEUFFEL & ESSER CO. MADE IN U.S.A.

PI (mg dec/l)

ND 2-3 (mg/l)

4.0
3.5
3.0
2.5
2.0
1.5
1.0
.5
1.5
1.2
1.1
1.0
.9
.8
.7
.6
.5
.4
.3
.2
.1

J F M A M J J A S O N D

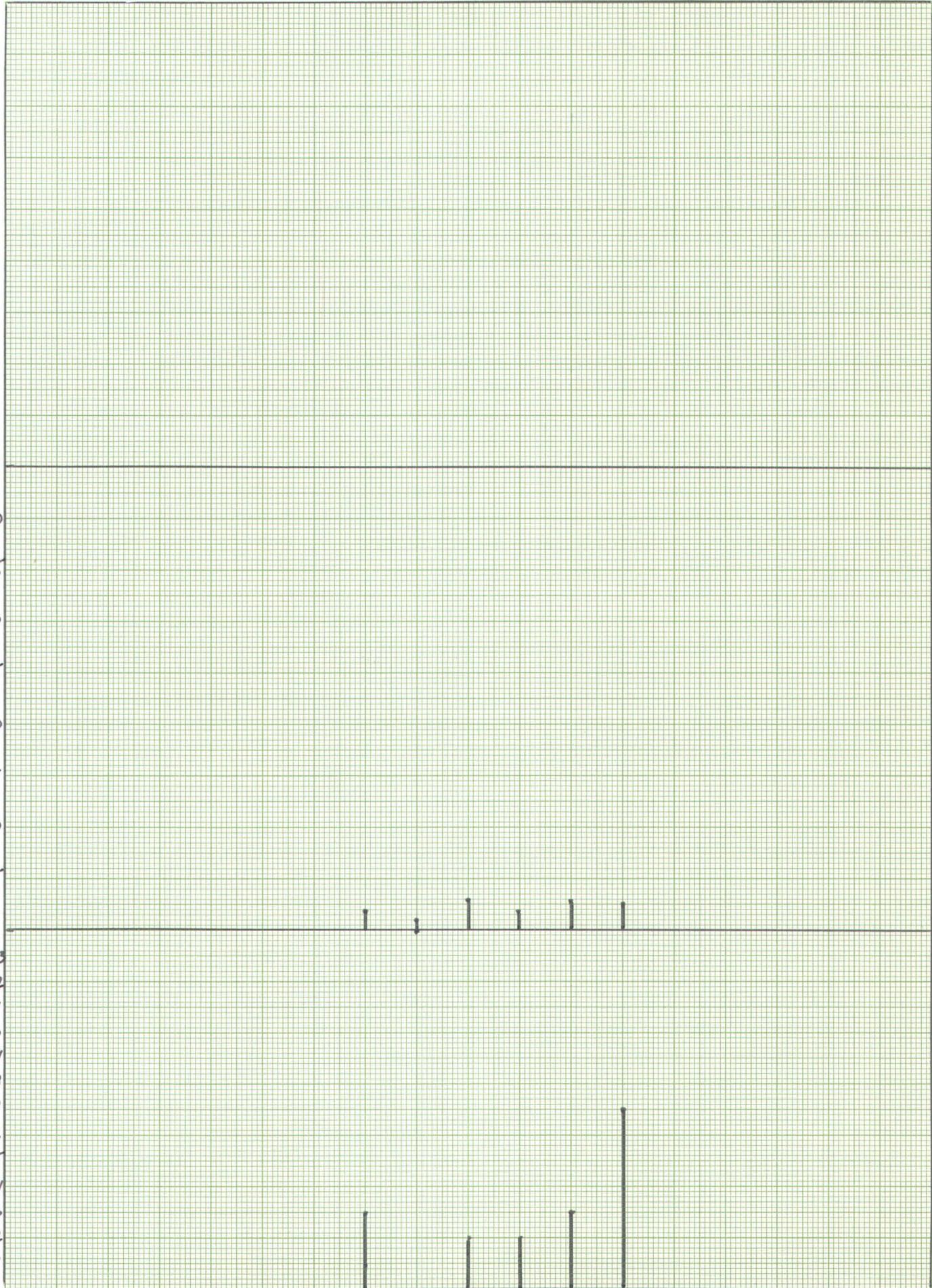


Figure 3.3.3: Rivière St-Nazaire

K+W 10 X 10 TO THE CENTIMETER 46 1510
 18 X 25 CM. MADE IN U.S.A.
 KEUFFEL & ESSER CO.

NO 2-3 (mg/l)

P.I. (mg/l)

4.0

3.5

3.0

2.5

2.0

1.5

1.0

0.5

0

.13

.12

.11

.10

.09

.08

.07

.06

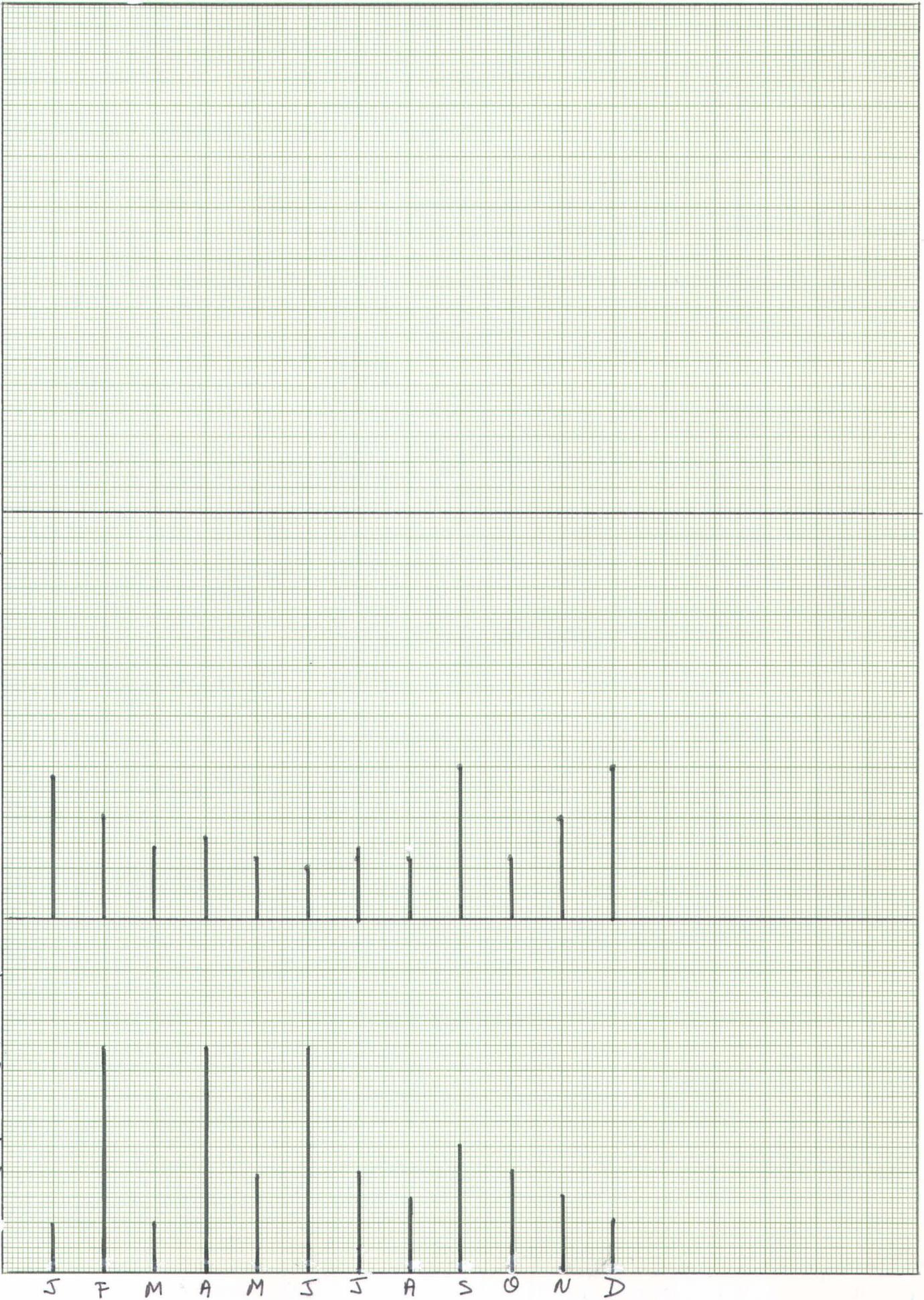
.05

.04

.03

.02

.01



64

Figure 3.3.4: Ruisseau Runnets

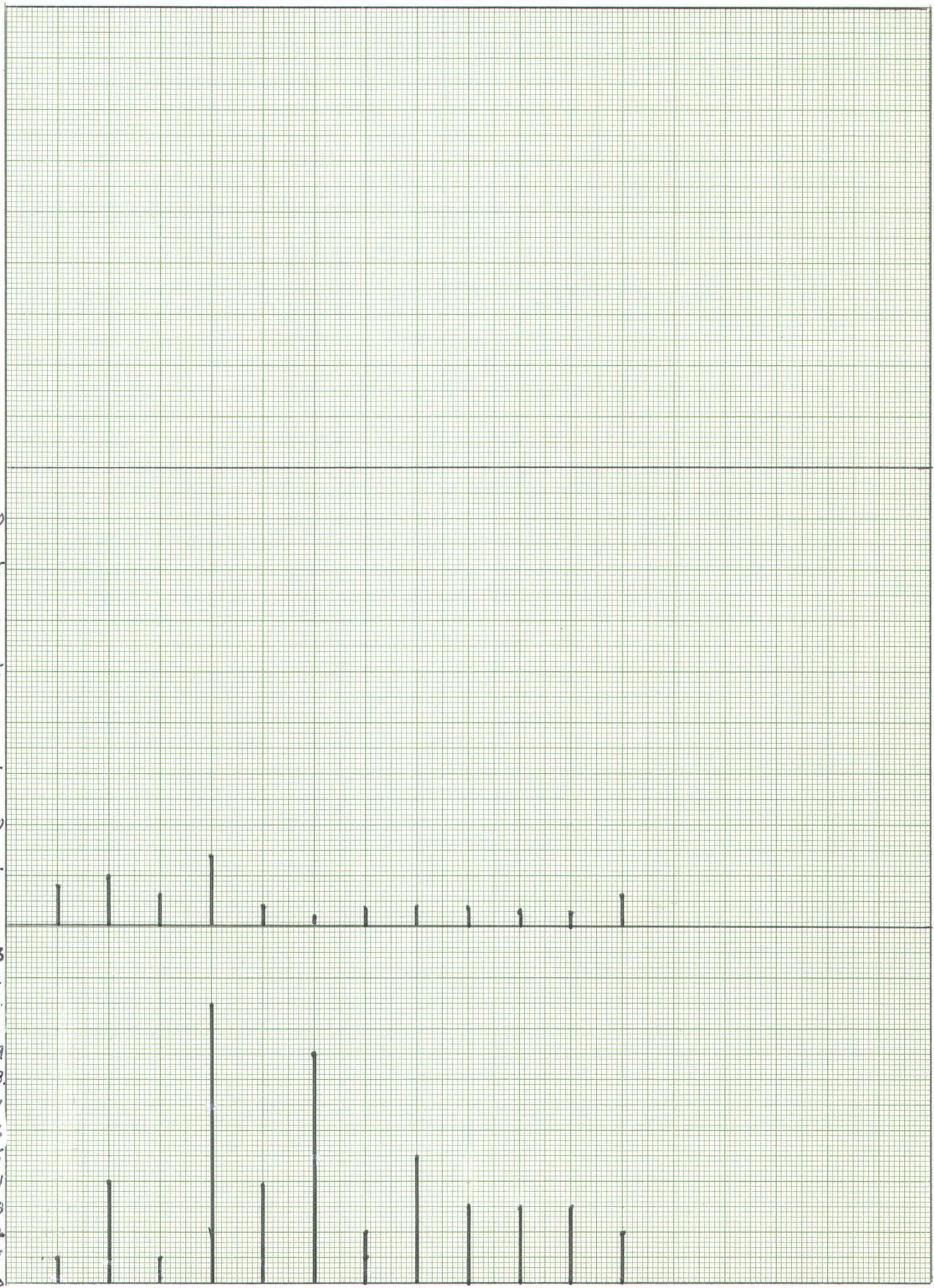
KE 10 X 10 TO THE CENTIMETER 46 1510
18 X 25 CM. MADE IN U.S.A.
KEUFFEL & ESSER CO.

NO 2-3 (magn)

PI (mg & l)

4.0
3.5
3.0
2.5
2.0
1.5
1.0
0.5
0
0.13
0.12
0.11
0.1
0.09
0.08
0.07
0.06
0.05
0.04
0.03
0.02
0.01
0

J F M A M J J A S O N D



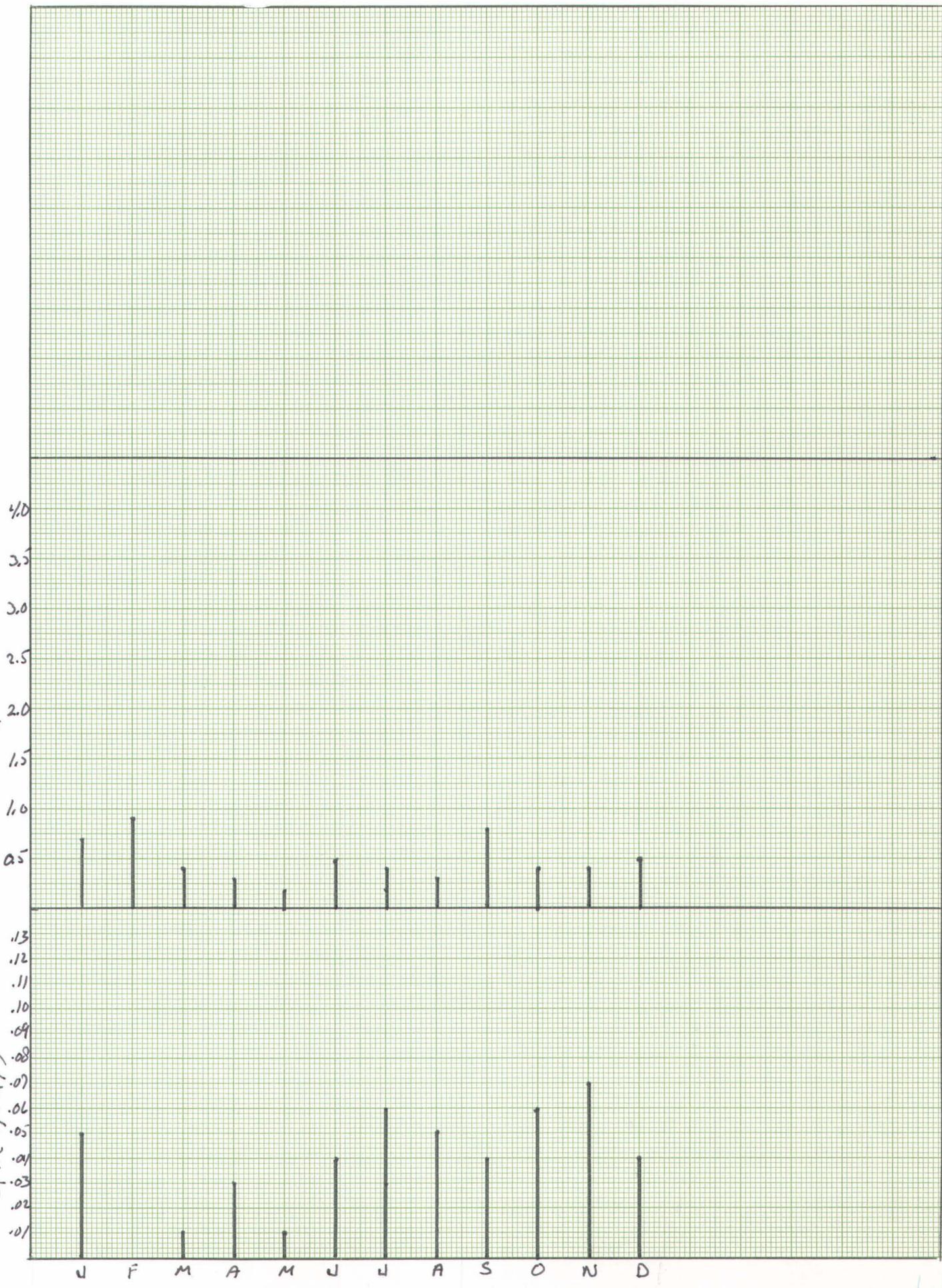
65

Figure 3.3.5: Rivière Noire (St-Pie)

KE 10 X 10 TO THE CENTIMETER 46 1510
 10 X 25 CM. MADE IN U.S.A.
 KEUFFEL & ESSER CO.

No 2-3 (mg/l)

PI (mg d/l)



66

Figure 3.3.6: Rivière Chibouet

KE 10 X 10 TO THE CENTIMETER 46 1510
 18 X 25 CM. MADE IN U.S.A.
 KEUFFEL & ESSER CO.

dpf

NO 2-3 (mg/l)

P.I. (mg/l)

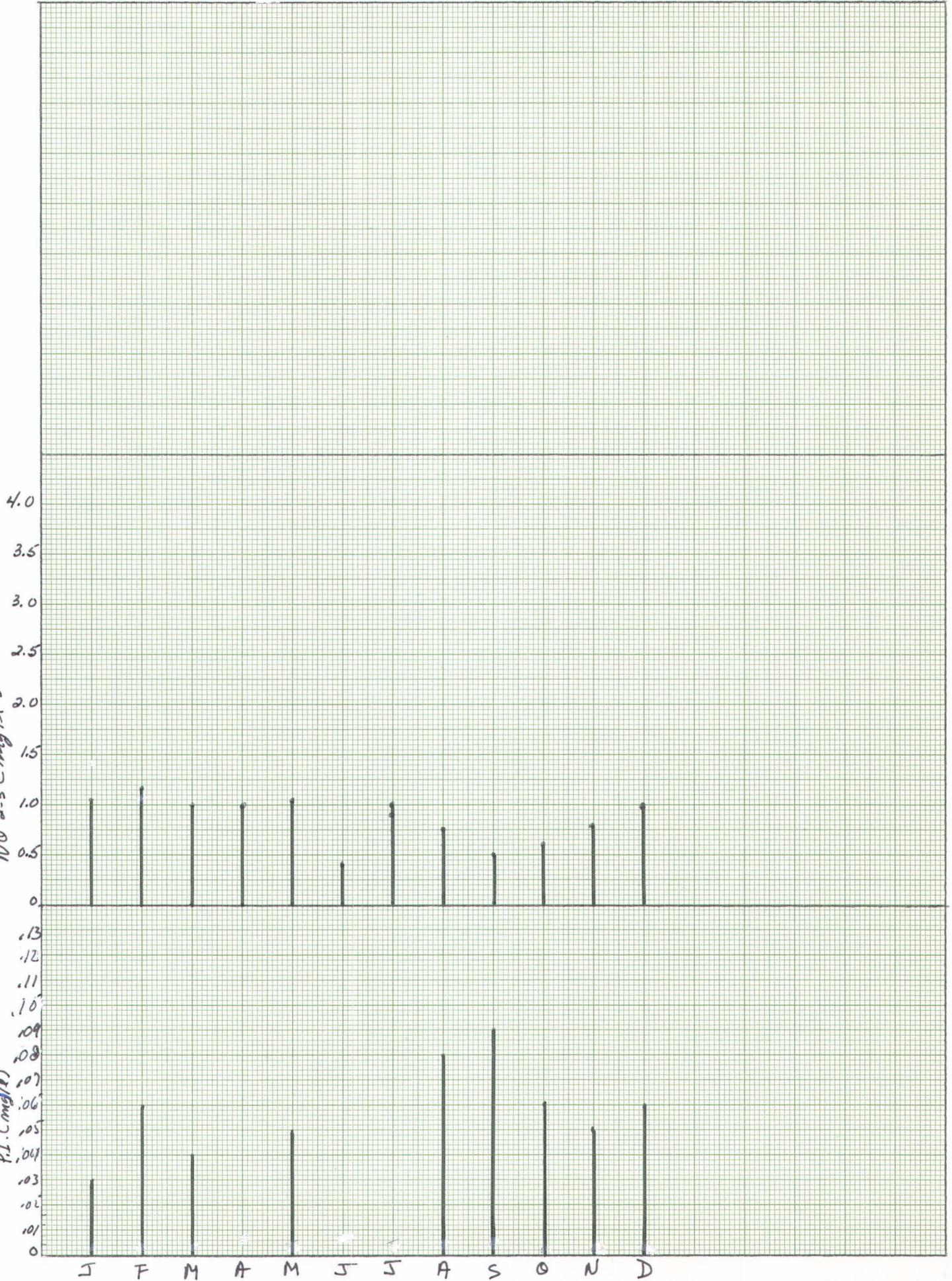


Figure 3.3.7: Rivière Salvail

KE 10 X 10 TO THE CENTIMETER 46 1510
MADE IN U.S.A.
KEUFFEL & ESSER CO.

NO 2-3 mg/l

PI (mg de P/l)

4.0
3.5
3.0
2.5
2.0
1.5
1.0
0.5
0.13
0.12
0.11
0.1
0.09
0.08
0.07
0.06
0.05
0.04
0.03
0.02
0.01

J F M A M J J A S O N D

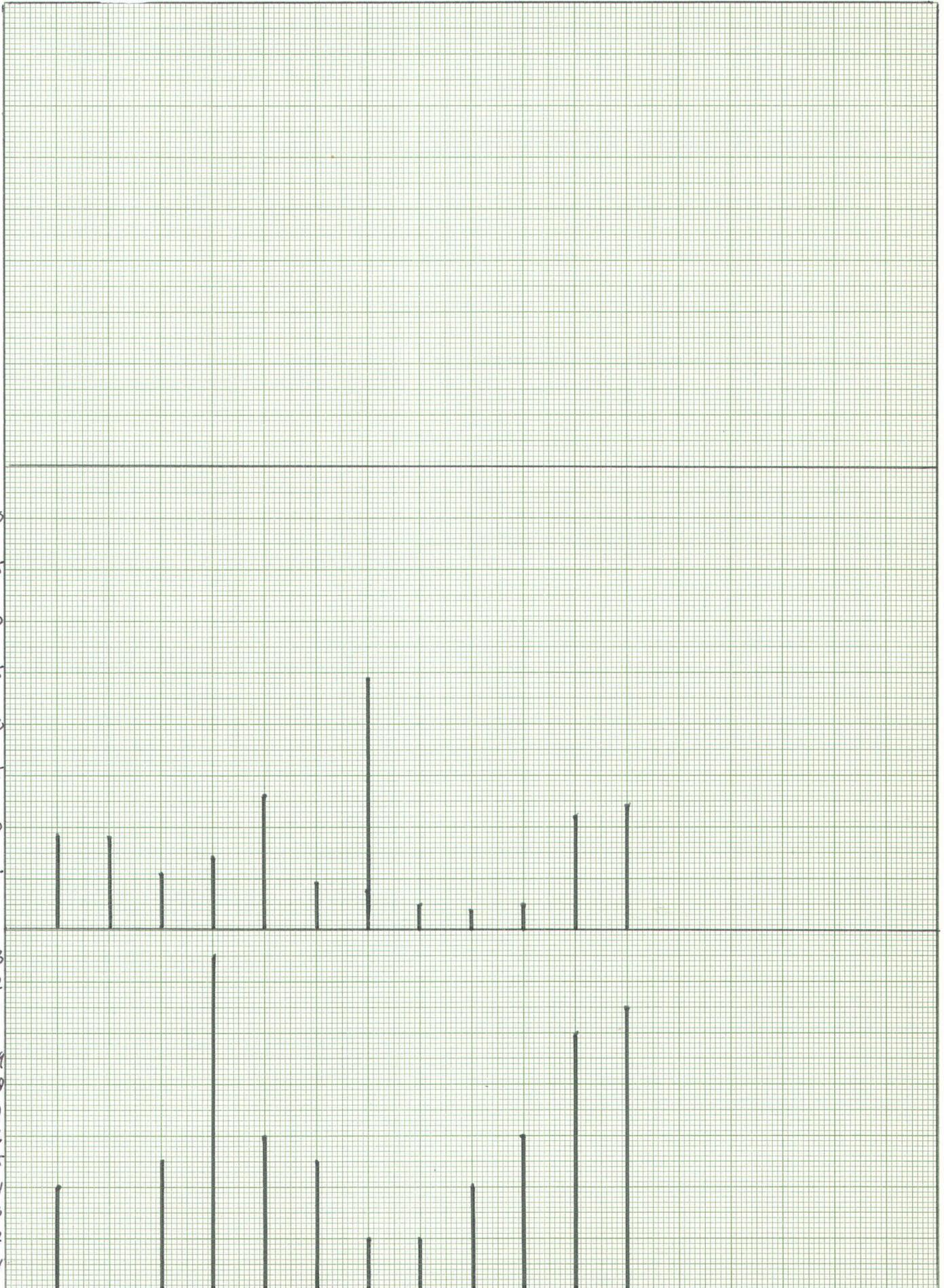


Figure 3.3.8: Ruisseau de l'Orme

K&E 10 X 10 TO THE CENTIMETER 46 1510
18 X 25 CM. MADE IN U.S.A.
KEUFFEL & ESSER CO.

NO 2-2 (mg/l)

PI (mg/l)

4.0
3.5
3.0
2.5
2.0
1.5
1.0
0.5
3.0
2.5
2.0
1.5
1.0
0.5

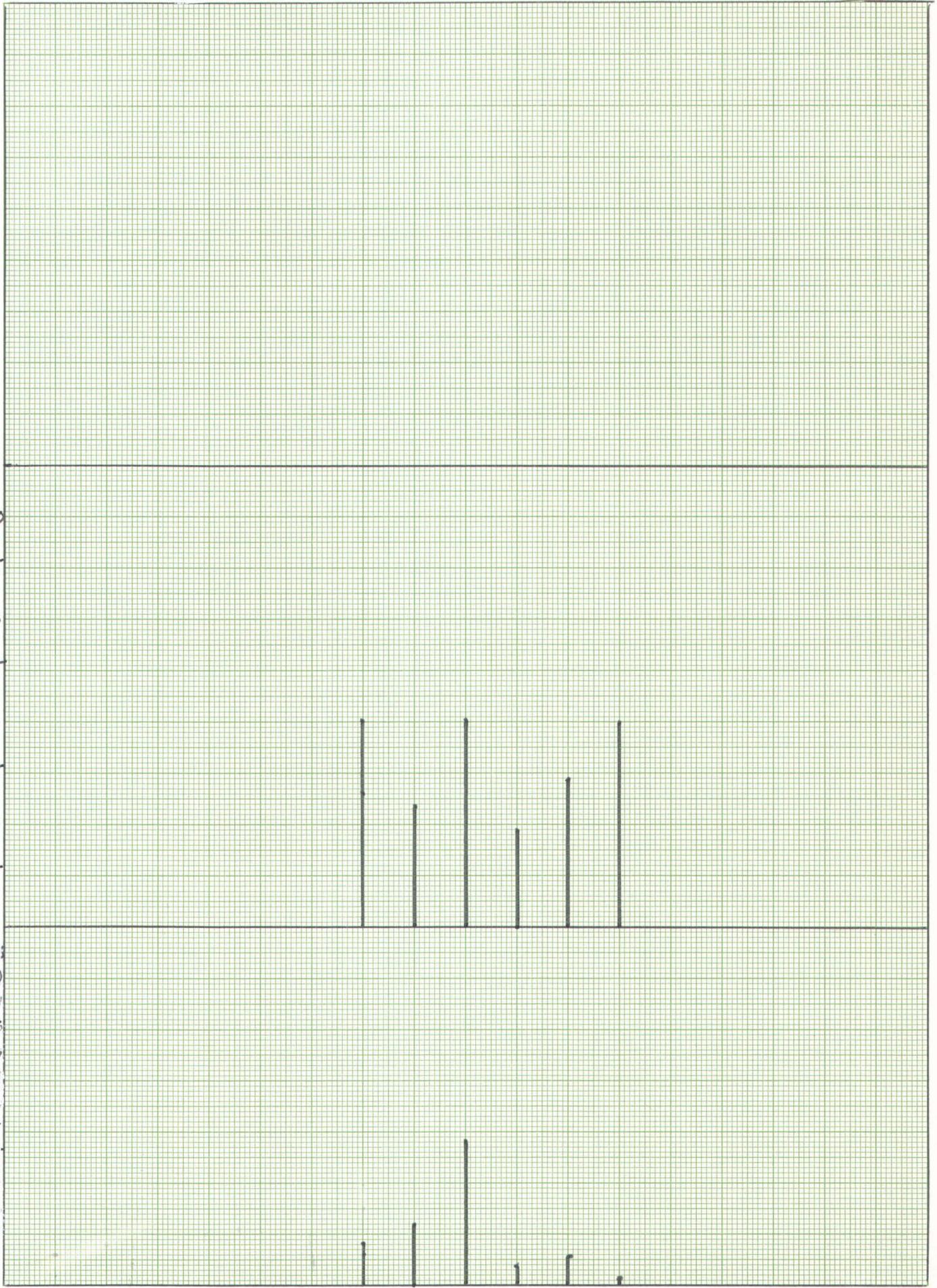


Figure 3.3.9: Rivière Yamaska (Yamaska)

K&E 10 X 10 TO THE CENTIMETER 46 1510
18 X 25 CM. MADE IN U.S.A.
KEUFFEL & ESSER CO.

NO 2-3 (sample)

P.I. (mgpd P/P)



Figures 3.4.1 à 3.4.9 : Evolution temporelle de la concentration des solides en suspension, de la D.C.O. et de la conductivité, selon la station.

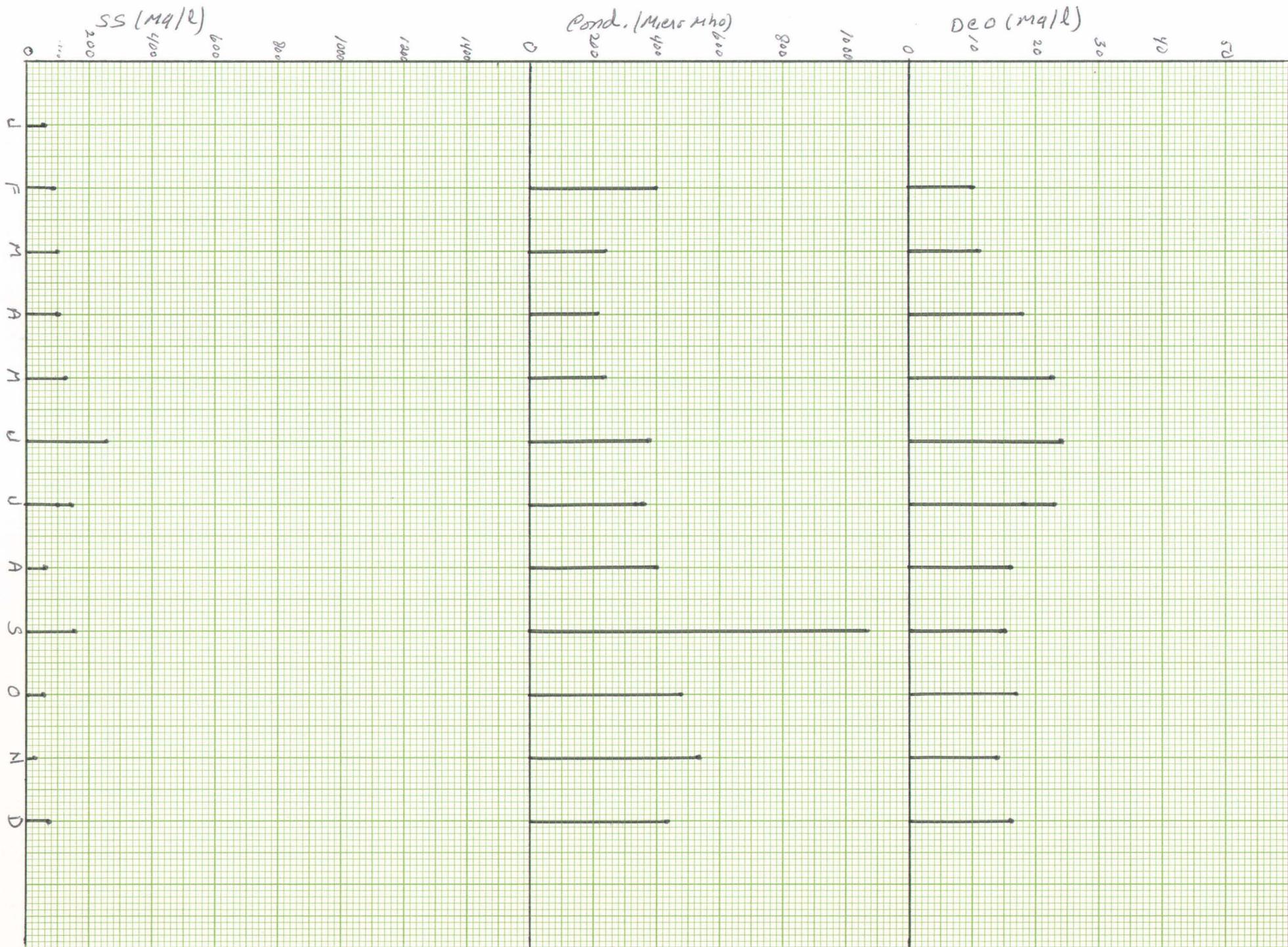


Figure 3.4.1: Rivière A la Barbu

Figure 3.4.2: Rivière Noire (Upton)

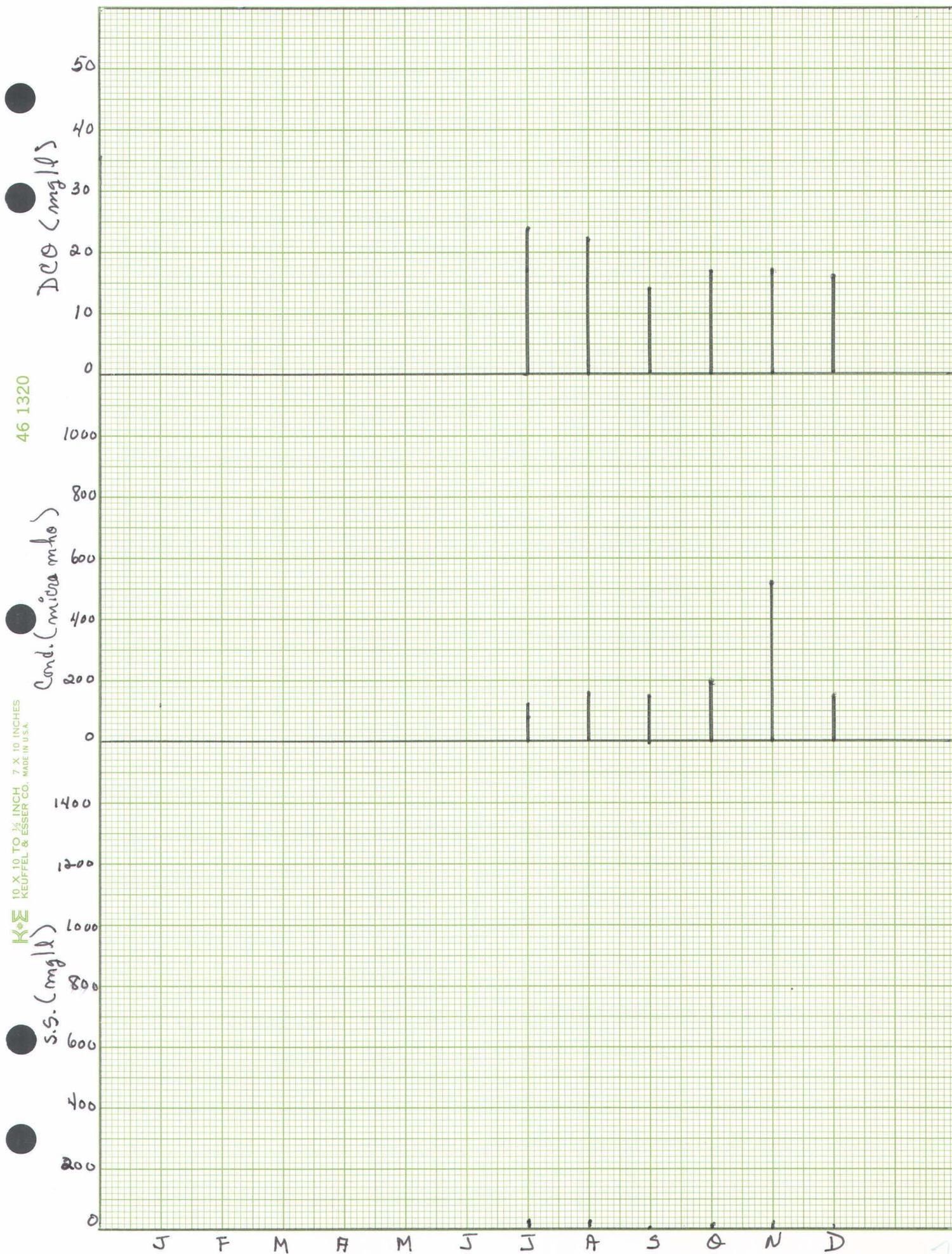


Figure 3.4.3: Rivière St-Nazaire

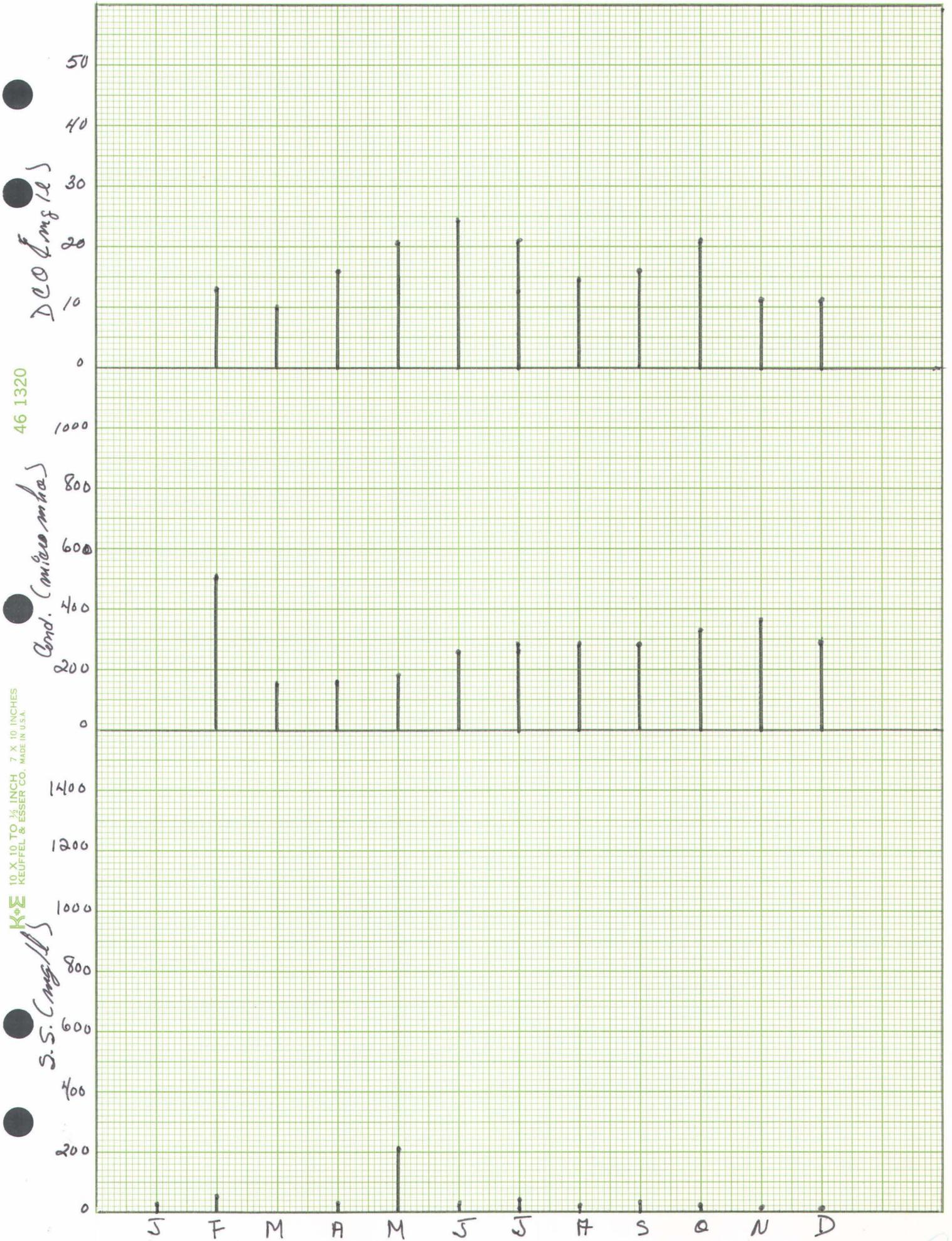


Figure 3.4.4: Ruisseau Runnets

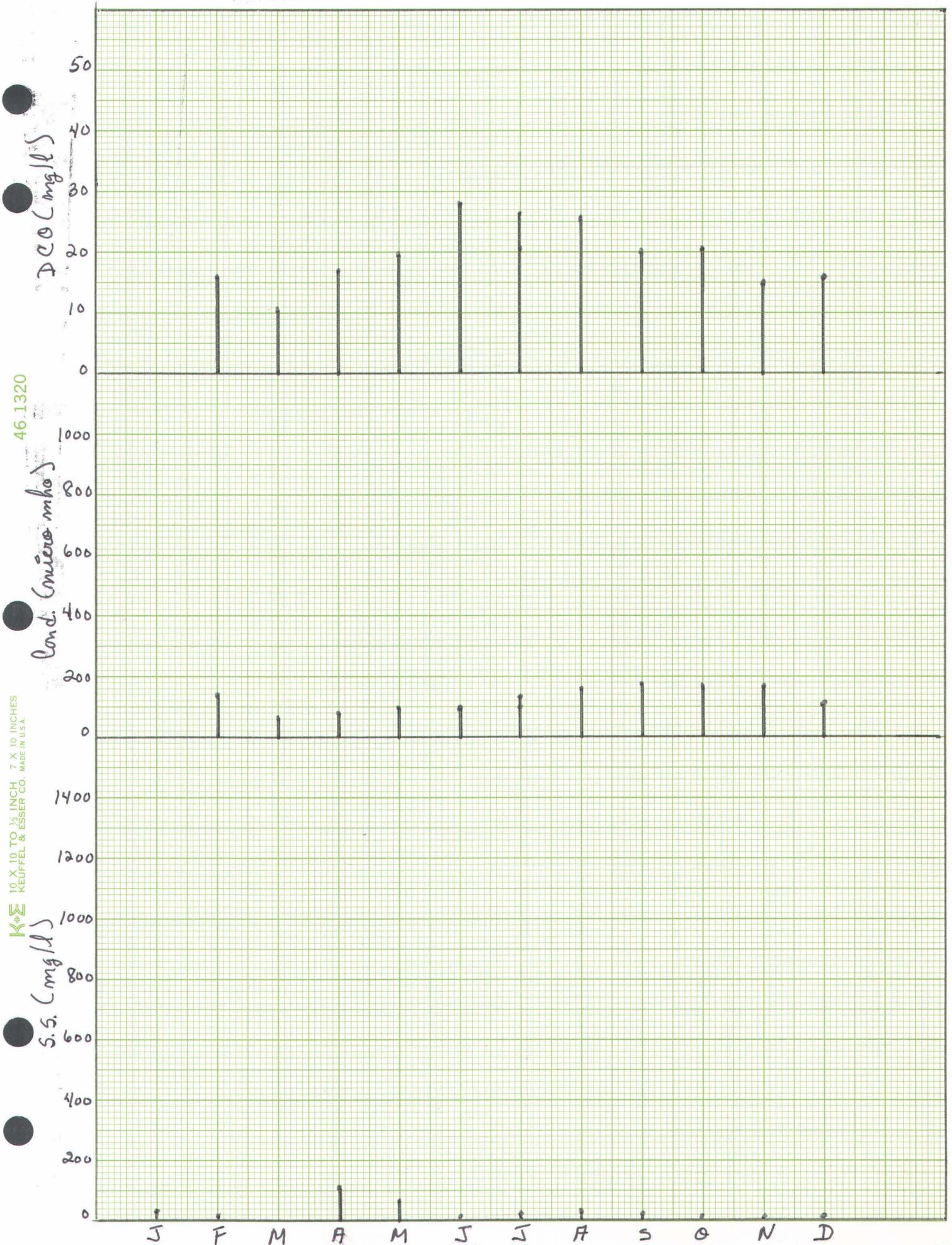


Figure 3.4.5: Rivière Noire (St-Pie)

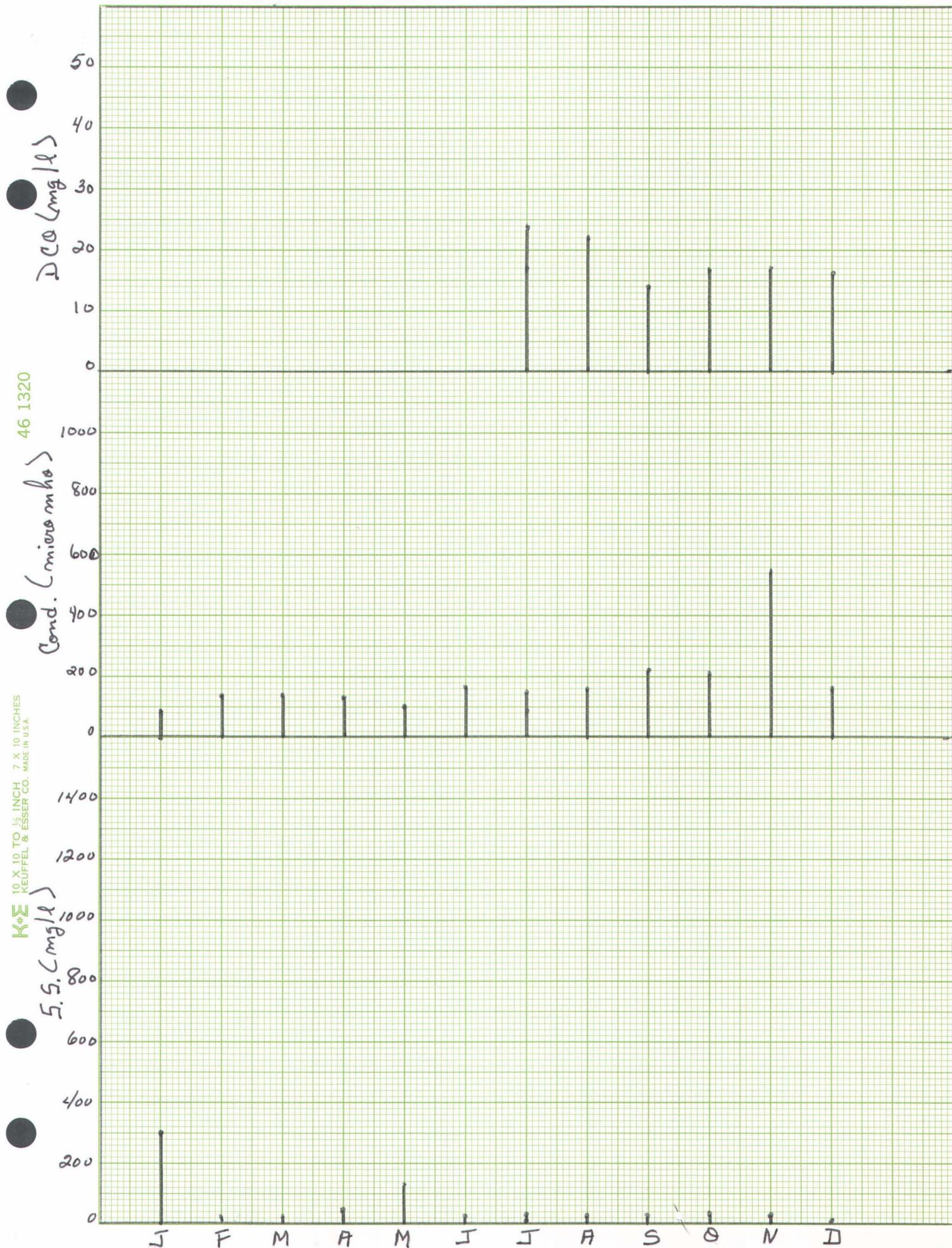
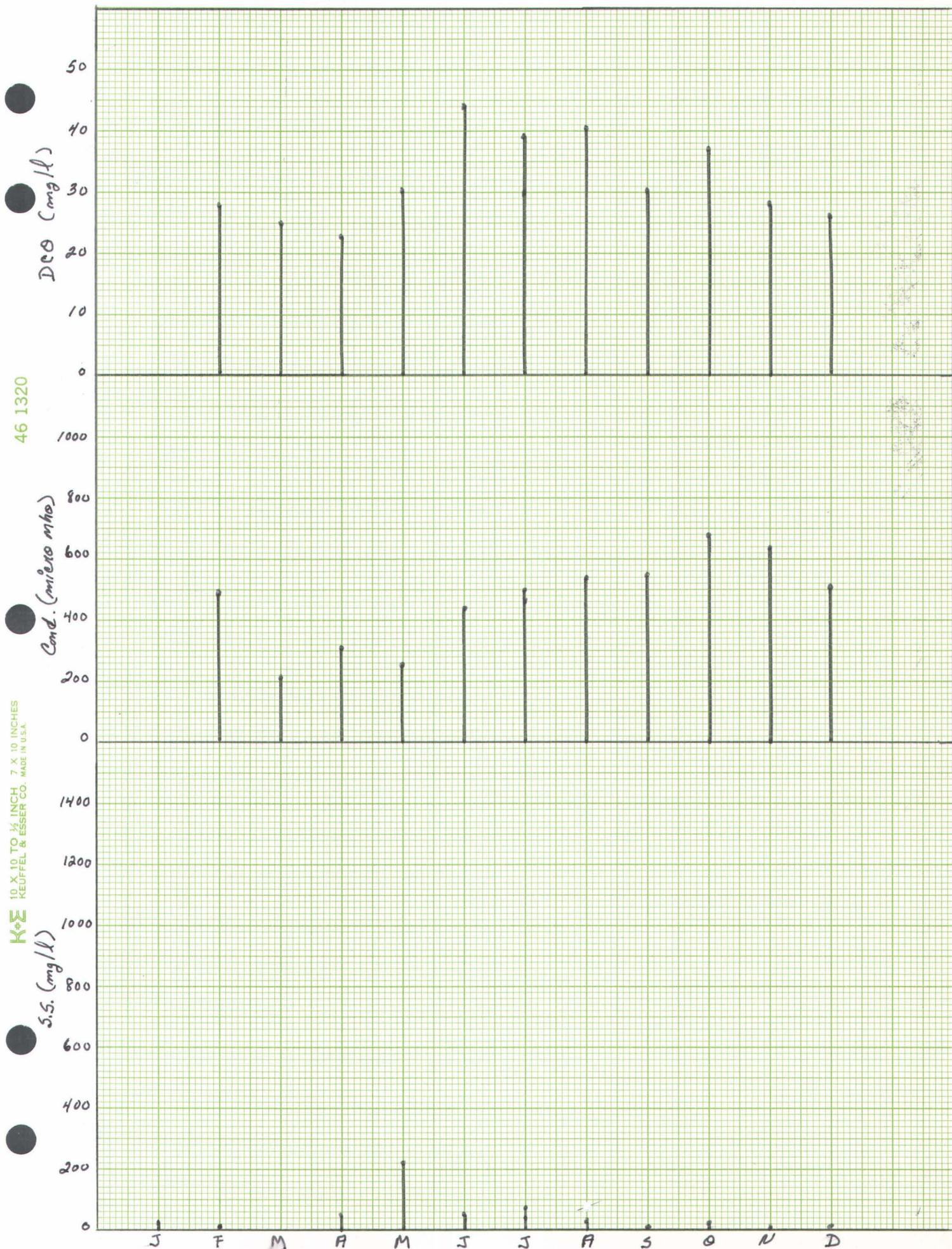


Figure 3.4.6: Rivière Chibouet



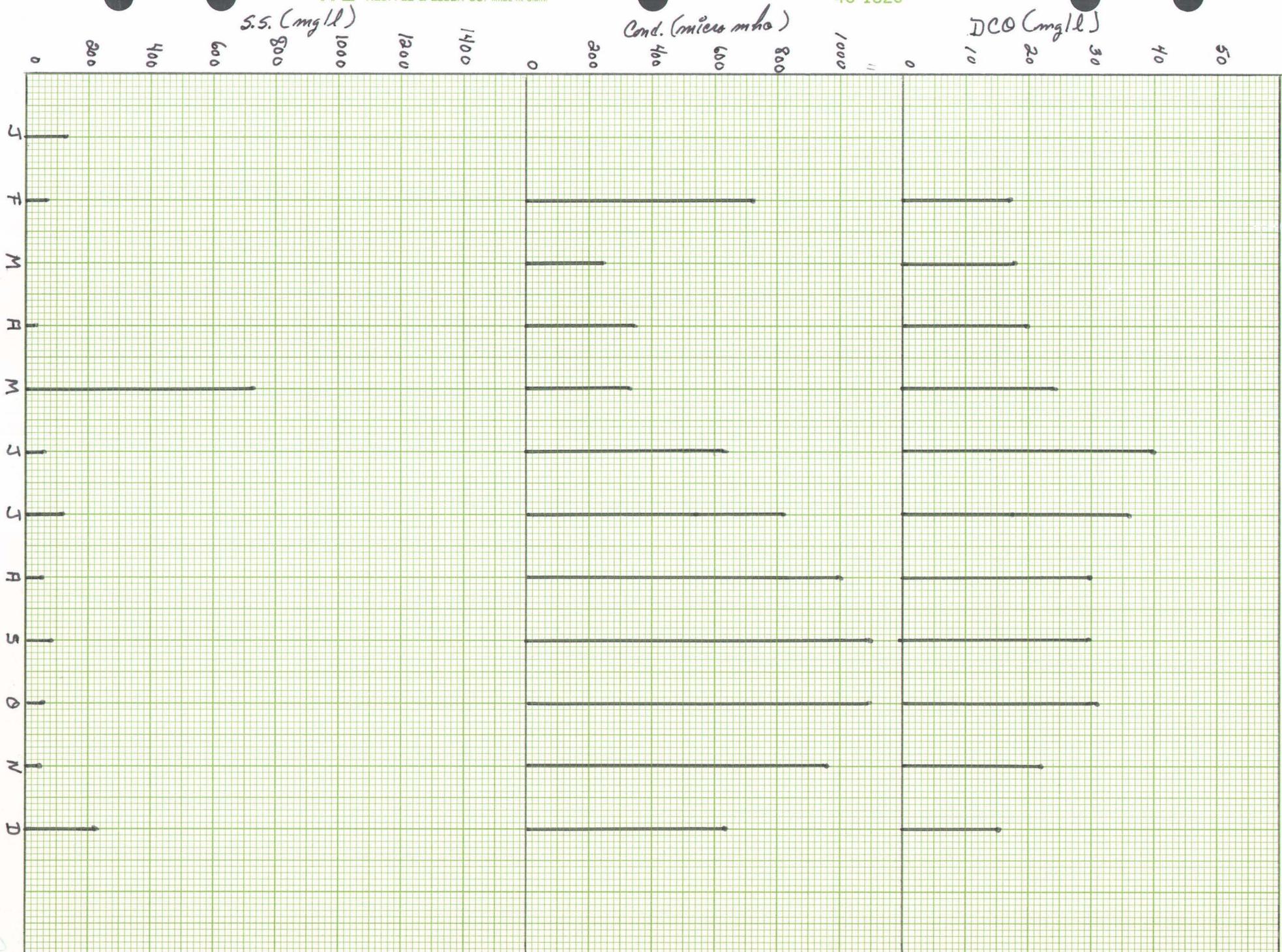


Figure 3.4.7: Rivière Salvaïl

98

Figure 3.4.8: Ruisseau de l'Orme

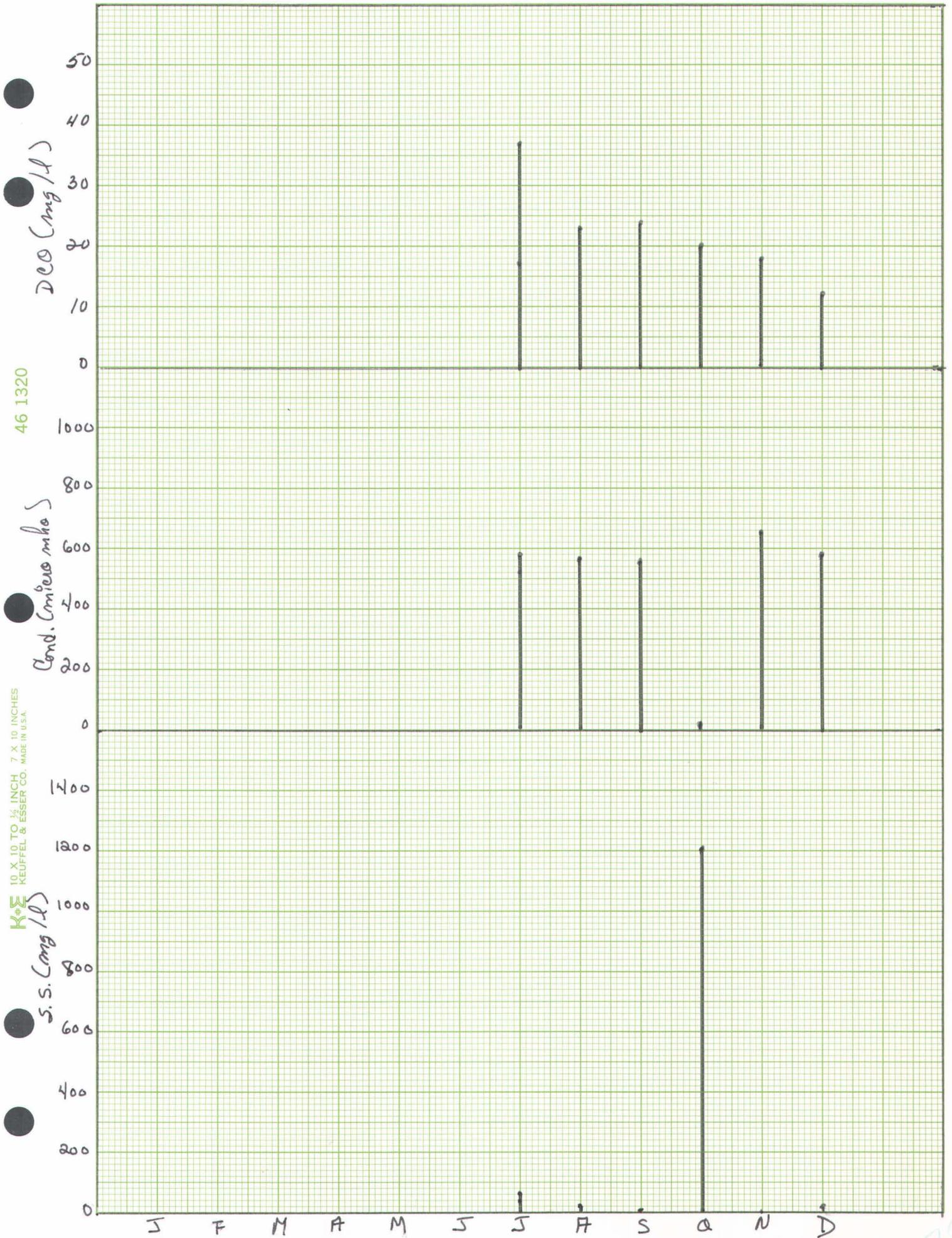
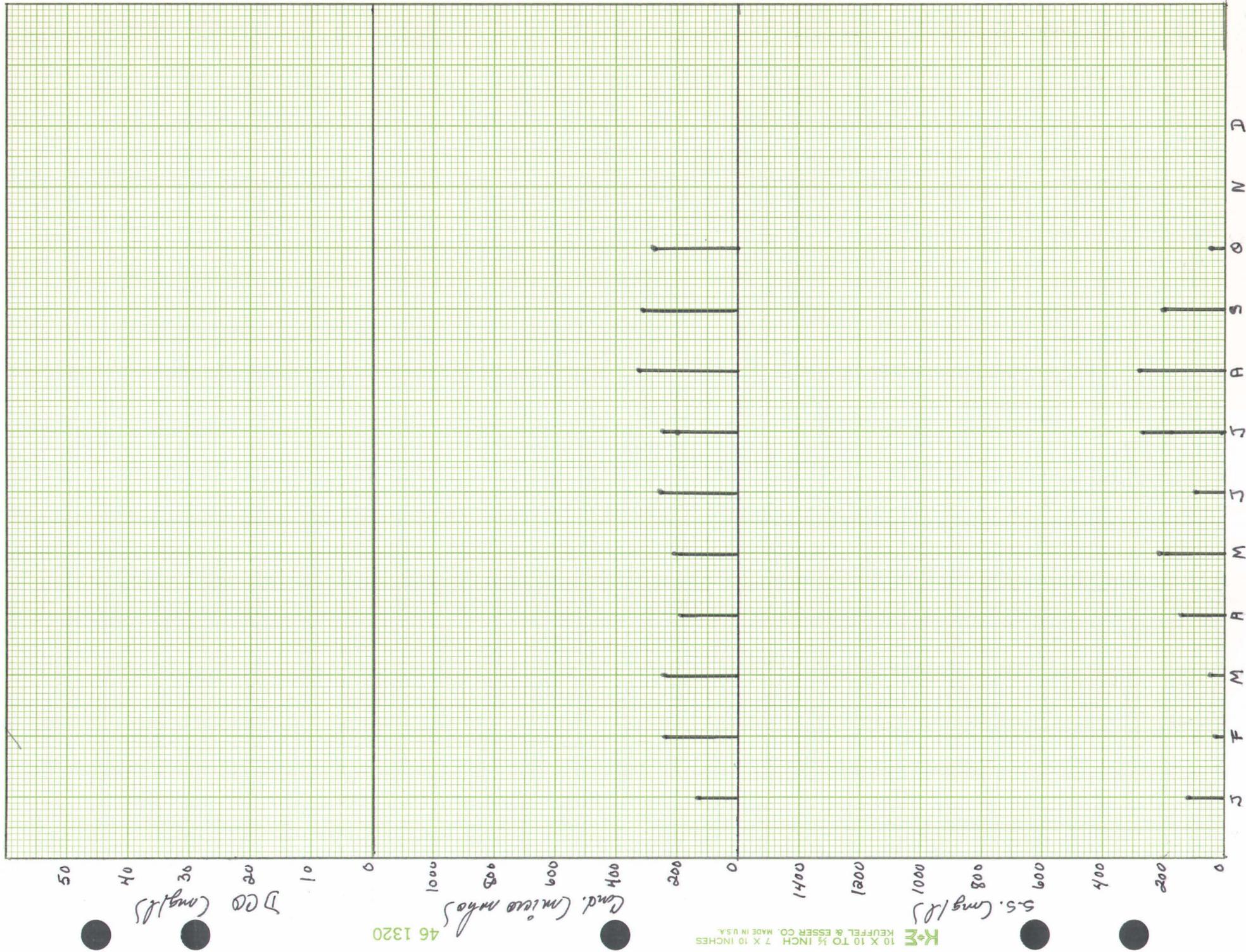


Figure 3.4.9: Rivière Yamaska (Yamaska)



Chapitre 4

CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS

4. CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS

Cette étude avait pour but de mesurer les apports agricoles en substances nutritives et toxiques, d'en évaluer l'impact et aussi de proposer des actions pour remédier à la situation si nécessaire. Il y aurait certainement des avantages à poursuivre cette étude sur une plus longue période. Toutefois, compte tenu du fait que nous avons déjà eu l'occasion d'exprimer nos vues au comité de coordination de l'étude (exception faite de l'étude des pesticides, voir annexe) nous nous bornons ici à tirer les conclusions qui se dégagent des résultats déjà acquis et à proposer les interventions qui s'imposent.

4.1 Les conclusions

Les constatations faites au cours de cette étude amènent à conclure que:

1. Les concentrations en substances nutritives et en sédiments en suspension trouvées dans les sous-bassins agricoles dépassent les normes généralement acceptées;
2. Les concentrations en substances toxiques trouvées dans les eaux des sous-bassins typiquement agricoles peuvent y influencer la vie aquatique;
3. Les apports agricoles se manifestent surtout en période de crues;

4. A l'échelle du bassin de la Yamaska, l'importance relative des apports agricoles par rapport aux apports urbains varient grandement au cours d'une année et d'un endroit à un autre;
5. A l'échelle du bassin de la Yamaska, les apports urbains en azote et en phosphore (réseaux d'égouts) sont plus importants que les apports agricoles en juillet, août et septembre.

4.2 Les recommandations visant l'agriculture

Les résultats obtenus indiquent que la restauration des eaux de la rivière Yamaska rend nécessaire le traitement des sources urbaines et des sources agricoles. La priorité à accorder aux unes par rapport aux autres dépend de l'endroit et du moment de l'année visés. Nous suggérons d'abord le problème de façon spécifique (tronçon par tronçon) et de s'en reporter à nos résultats (tableau 3.7.1 à 3.7.7) pour identifier les priorités.

- Globalement, la problématique d'intervention se résume à :
- choisir un ou des types de traitements des sources ponctuelles (poulaillers, étables, porcheries, etc);
 - établir des pratiques agricoles compatibles avec le développement de l'agriculture et la conservation de l'environnement;
 - trouver un moyen pour réduire, voire même pour recycler, les apports des sources diffuses;
 - préparer et appliquer une réglementation.

Pour en arriver à proposer des actions, une revue de la littérature scientifique sur le traitement des eaux usées agricoles a été nécessaire. Ce travail nous a amenés à disséquer le problème de la pollution agricole en quatre composantes. Deux critères ont été utilisés pour ce faire :

- le caractère ponctuel ou diffus des sources;
- le degré d'avancement technologique des pratiques agricoles.

Ainsi, on en est arrivé à distinguer entre quatre types d'apports: les sources ponctuelles créées par l'élevage sans litière, les sources ponctuelles que représente l'élevage avec litière, les eaux de drainage souterrain et les eaux de ruissellement. La figure 4.1 présentée ci-après, illustre la distinction que nous avons faite des différents types de sources agricoles.

4.2.1 Élevage sans litière

Les élevages sans litière produisent des résidus semi-liquides dont il faut disposer d'une façon ou d'une autre. On recommande généralement de procéder d'abord à une décantation des solides puis d'acheminer les liquides vers une fosse à traitement. Ce traitement peut être aérobie ou anaérobie; dans un cas comme

dans l'autre, il produit des résidus semi-liquides dont il faut également disposer. Une littérature abondante existe par rapport à ce type d'équipement et par rapport à la disposition des résidus. La dimension des équipements et les superficies d'épandage nécessaires ont été décrites (voir tableaux 4.1 et 4.2). Bien entendu, l'épandage n'est pas la seule façon de disposer des restes. Le compostage, la déshydratation, l'incinération, la pyrolyse et le remplissage ont été considérés pour disposer des restes des poulaillers, des porcheries et des étables. La figure 4.2 reproduite plus loin décrit l'approche générale à adopter au niveau du traitement des résidus. Si on choisit d'épandre les résidus, il faudra tenir compte des problèmes d'odeurs et de dissémination des substances toxiques utilisées dans les bâtiments de ferme.

4.2.2 Elevage avec litière

Les techniques traditionnelles d'élevage prévoient l'utilisation de litières. Les résidus solides et liquides sont alors respectivement mélangés et absorbés par les litières et les restes qu'elles constituent sont accumulés en tas.

Ces accumulations de fumier constituent des risques pour l'environnement, et ce, spécialement par voie de ruissellement vers les eaux de surface. Il convient donc de choisir avec discernement leur emplacement. Pour des raisons pratiques, on les situe généralement près des bâtiments de ferme. Malheureusement, ces locations ne sont pas toujours les meilleures; idéalement, les règles suivantes devraient s'appliquer en ce qui concerne le choix de l'emplacement:

- le plus éloigné possible du réseau de drainage, qu'il soit naturel ou artificiel;
- sur un terrain de pente minimum.

Si, malgré l'application de ces règles, les eaux de ruissellement atteignent les eaux de surface, on devrait construire des fosses pour les intercepter.

4.2.3 Les eaux de drainage souterrain

L'impact des eaux du drainage souterrain sur la qualité des eaux de surface se manifeste au niveau des apports en nitrate et en phosphore organique dans le cas où les conditions demeurent aérobies. Dans le cas contraire, on peut s'attendre à une diminution des nitrates par voie de dénitrification, et à une augmentation du phosphore inorganique par voie de réduction des oxydes auxquels il est adsorbé. En ce qui concerne la charge des sédiments en suspension, on peut dire qu'elle sera réduite dans les deux cas.

Si on considère les résultats obtenus sur les sous-bassins expérimentaux, les concentrations en azote minéral étant le facteur chronique souvent limitant la production primaire, on ne peut souhaiter une augmentation en nitrates dans l'eau. Par ailleurs, du point de vue du phosphore inorganique, les normes sont déjà largement dépassées surtout à cause de l'érosion physique; vu sous cet angle, le drainage souterrain est souhaitable pour en arriver à réduire les concentrations en phosphore assimilable.

L'impact des eaux de drainage souterrain dépend donc des conditions résultantes aérobies ou anaérobies au niveau du sol drainé. Cet impact dépend également des pratiques agricoles

elles-mêmes; on peut déjà penser que les règles régissant l'épandage des fertilisants artificiels et des fumures organiques devraient être élaborées en tenant compte du type de drainage. Les données nous manquent pour faire cette distinction. En général, quel que soit le type de drainage, nous suggérons l'application des règles suivantes:

- l'épandage des fertilisants artificiels ne devrait se faire qu'au moment où les plantes en ont besoin;
- l'épandage du fumier sur des sols gelés devrait être prohibé;
- l'épandage du fumier devrait être ordonné en fonction d'une politique de conservation des sols, elle-même basée sur la pratique de cultures en rotation;
- l'épandage du fumier sur des sols dont la pente excède 2% devrait être prohibé.

La pratique de culture en rotation avec une année en jachère permettrait d'appliquer les fumures en été, et de les incorporer immédiatement au sol afin d'éviter les problèmes d'odeur. Des charges zootechniques acceptables, en nombre de têtes par unité de surface en culture sont présentées au tableau 4.2.

4.2.4 Les eaux de ruissellement

Les eaux de ruissellement des sous-bassins expérimentaux sont chargées de sédiments en suspension. En crue, les concentrations dépassent les normes admises dans la presque totalité des cas. Les charges en phosphore et en azote associées au transport des sédiments en sont considérablement accrues.

Les solutions à ces problèmes sont de deux ordres:

- le reboisement dans le cas où les sols ne se prêtent pas vraiment à la culture (fermes forestières);

- le contrôle efficace de l'épandage des fertilisants et des fumures (voir section précédente).

4.3 Projets pilotes

Les recommandations que l'on a fait sont donc toutes basées sur des résultats qui ne sont pas nécessairement transposables au bassin de la rivière Yamaska. Le traitement des sources ponctuelles, par exemple, peut varier. Le meilleur choix ne peut être établi qu'en considérant les conditions locales. Dans ce cas, il est impératif de choisir un mode de traitement compatible avec nos conditions climatiques, et aussi, avec les pratiques agricoles existantes ou souhaitables. Il en est de même des sources diffuses: l'efficacité des "réservoirs de ferme" reste à être analysée et à être évaluée. Il en est également de même pour les réglementations; les expériences américaine et européenne peuvent servir de guide mais ne peuvent pas être appliquées sans considérer notre contexte juridique particulier. Nous recommandons donc la conduite d'un projet pilote de façon à pouvoir vérifier l'efficacité des moyens utilisés.

TABLEAU 4.1 Capacité de stockage

Type d'élevage	durée jours	capacité m ³
Vache laitière	100	5.
Bovins à l'engrais	100	3.
Veau à l'engrais	100	1.5
Porc à l'engrais	100	0.7
Poules pondeuses	100	.15

TABLEAU 4.2: Charges zootechniques acceptables

Type d'élevage	Type de culture					
	céréales et prairies temporaires				prairies permanentes	
Bovins	2.5 - 4 ¹	1 - 4	5	2.5 - 5	1 - 1.5	25
Porcs	15	19	17	25 - 50	5 - 7	5
Poules pondeuses (fumier frais)	300	3.0 - 385	550	250 - 500	-	100
Poules pondeuses (fumier séché)	1000	1200-1480	-	2500-5000	-	-
Poulet	5500	-	-	12500-2500	-	-

¹ Têtes/hectares

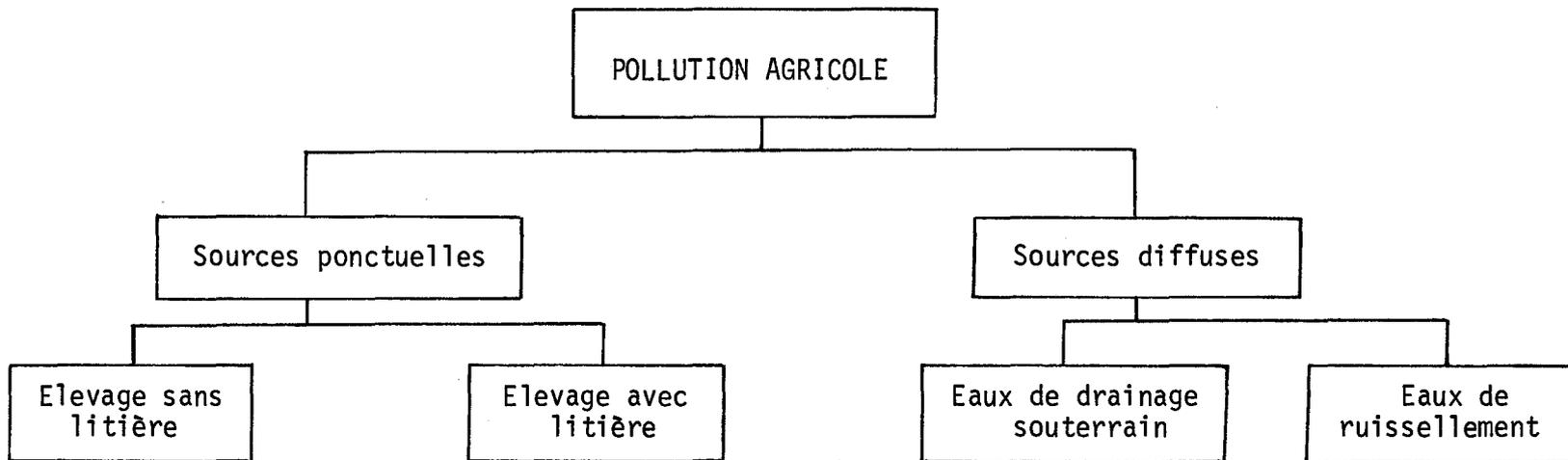


Figure 4.1: Les différents éléments du problème de la pollution agricole

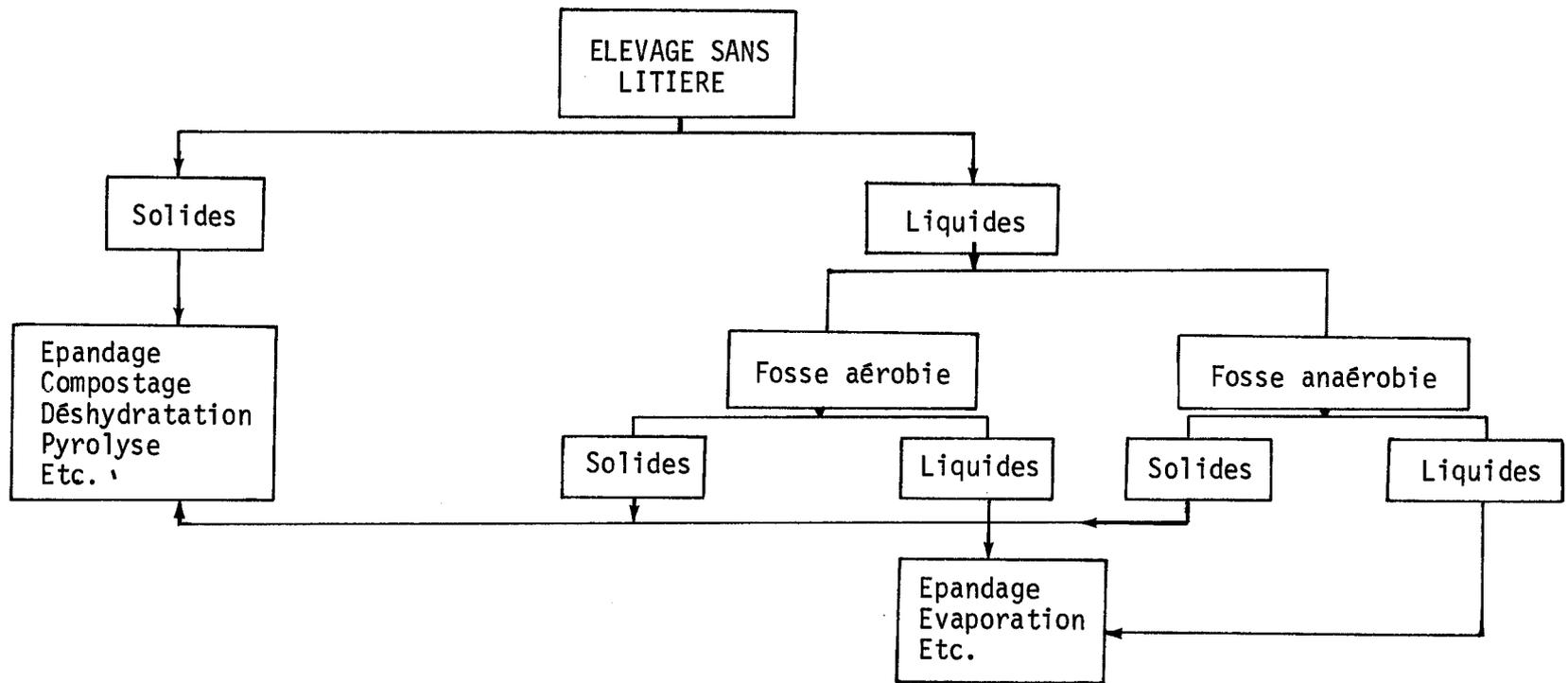


Figure 4.2: Manutention des résidus de l'élevage sans litière

ANNEXE

PROPOSITION CONCERNANT LES TRAVAUX A REALISER, A L'AVENIR,
SUR LA PRESENCE DES PESTICIDES DANS LES EAUX DU BASSIN DE
LA RIVIERE YAMASKA

Il est nécessaire de souligner que les études réalisées par notre université sur la présence des pesticides dans les eaux du bassin de la rivière Yamaska étaient préliminaires. Il s'agit, en effet, seulement de certaines vérifications non-systématisées de nature qualitative. Les données quantitatives, elles, ne sont pas suffisantes pour permettre de comprendre l'impact de l'épandage des pesticides sur la qualité des eaux ou, plus particulièrement, sur la survie de la faune et de la flore aquatique. Il est du reste bien connu que si l'on veut établir de façon scientifique les interactions dans l'établissement des critères de qualité des eaux, ou si l'on veut faire des recommandations sur les épandages, il faut poursuivre les recherches au-delà d'une année entière. C'est pourquoi nous constatons qu'il faut songer dès maintenant à établir les plans de la recherche à venir.

LA MARCHE A SUIVRE...

1. L'échantillonnage

Dans les semaines qui suivent l'épandage des pesticides sur les champs, l'on sait que les tempêtes produisent un écoulement de surface qui permet aux pesticides de se répandre dans les cours d'eau. (1) (2) Notre groupe de recherche a fait des expériences à cet égard au cours des trois dernières années. Il a notamment mesuré les quantités d'atrazine et des autres herbicides dans des champs drainés de 20 acres, situés sur la ferme du Collège MacDonald. Les résultats indiquent que l'on trouve de fortes concentrations d'atrazine (jusqu'à 15 parties par milliard ou ppb) dans les eaux de drains, après les écoulements intenses résultant des fortes pluies.

Ainsi, pour obtenir des connaissances précises sur les quantités de pesticides en présence dans les eaux du bassin et qui proviennent des terres cultivées, il faut étudier la qualité de l'eau qui s'écoule immédiatement après les fortes pluies. Il est entendu que l'installation d'appareils en permanence coûte cher et que leur entretien est difficile. On peut toutefois arriver à une bonne approximation par de fréquents prélèvements. Ceux-ci devraient s'effectuer une fois la semaine, ou davantage, pendant les fortes pluies, et naturellement au cours des mois où l'on utilise davantage les produits, notamment aux mois de mai, juin, juillet et août. La part des pesticides, à partir de chaque cours d'eau, pourrait être calculée avec précision. Ayant ces données en main, on peut ensuite faire des recommandations concrètes concernant les taux d'épandage selon les diverses conditions de température et de climat.

Des renseignements supplémentaires sur la charge et le déplacement des pesticides dans les différentes phases des cours d'eau pourraient être obtenus par l'analyse des sédiments de fond. La plupart des pesticides qui découlent des terres cultivées se trouvent en présence des infimes fractions de particules (moins de 10 micromètres) dans les sédiments en suspension. (2) Ces sédiments se déposent le long des cours d'eau en des points où les courants perdent de leur force. L'infime particule se trouve à la surface des fonds. Ainsi, l'on découvre de plus grandes concentrations de pesticides en ces points où les sédiments se déposent lorsque les courants augmentent. Les prélèvements des sédiments de fond devraient se faire durant les mois du printemps et de l'été, pour déterminer la nature des nouveaux dépôts de pesticides. La mesure fréquente des sédiments de fond peut permettre de bien indiquer la nature de certains pesticides qui se sont écoulés, tels les triazines et les organochlorés dont la dégradation dans l'environnement aquatique est lente. Les pesticides qui se dégradent rapidement dans les systèmes aquatiques, tels les organophosphorés et les 2,4D⁽⁴⁾ ne seront normalement pas détectés en grande quantité dans les sédiments de fond. (2)

2. Les pesticides à mesurer

Les études des prélèvements effectués en 1974 révèlent que l'atrazine est le principal pesticide en présence dans les eaux que l'on peut détecter. On doit également analyser les échantillons d'eau pour tenir compte de l'atrazine di-éthylé, c'est-à-dire le principal produit de dégradation microbienne de l'atrazine. En effet, ce produit peut servir d'herbicide. (5) De surcroît, l'atrazine di-éthylé constituait le principal herbicide que l'on a détecté dans l'eau des terres drainées que l'on étudie sur la ferme du Collège MacDonald. Cette quantité d'atrazine dégradé

résulte probablement d'une plus grande mobilité dans les sols et de la plus grande solubilité dans l'eau de ce produit, comparativement à l'atrazine dont il provient.

L'analyse des échantillons d'eau, dans le but de découvrir les insecticides organophosphorés et leurs produits de dégradation, devrait être continuée pour d'autres raisons. En effet, ces produits sont très toxiques pour les mammifères et l'on en fait un très grand usage dans le bassin de la Yamaska. Des échantillonnages plus nombreux devraient nous permettre d'obtenir des résultats plus précis en ce qui concerne la mesure des organophosphorés. De même, les prélèvements plus fréquents pourraient nous permettre d'établir avec plus de certitude, les quantités de 2,4D et de 2,4DB qui se trouvent en présence dans les eaux du bassin. Une relation importante devrait être établie entre le taux d'épandage, les conditions de l'environnement et les concentrations détectables à différents endroits et dans différentes phases.

3. Renseignements supplémentaires

Il est nécessaire d'obtenir plus d'information sur l'utilisation des pesticides sur les fermes dans chaque bassin de drainage afin de s'assurer que les études se font sur les bons produits et pour établir les relations entre l'utilisation des pesticides et la nature des résidus en présence dans les eaux des rivières.

La connaissance de la nature des sols, au point de vue de l'érosion et du degré des pentes est également nécessaire pour établir des comparaisons utiles entre différents taux de pesticides dans chaque rivière. C'est ce que l'on a établi, notamment

dans une étude sur les écoulements de surface se jetant dans une rivière du nord de l'Ohio. (6) Les renseignements sur les habitudes de récoltes, sur la nature des sols, sur les précipitations quotidiennes et sur les vitesses de courants à chaque station d'échantillonnage ont été notés pour pouvoir prédire les quantités de pesticides qui se répandraient dans les eaux.(1)

L'INRS-Eau, quant à lui, a recueilli beaucoup de renseignements sur la qualité des eaux de chaque rivière du bassin. Il nous paraîtrait utile que certaines de ces données soient étudiées en rapport avec les autres paramètres. Cela permettrait d'obtenir des évaluations concrètes des changements dans la qualité des eaux en rapport avec les différentes utilisations et les changements dans le climat.

REFERENCES

- (1) G.W. Bailey, R.R. Swank and H.P. Nicholson. Predicting pesticide runoff from agricultural land: A conceptual model. J. Environ. Qual. 3, 95-102, 1974.
- (2) H.B. Pionke and G. Chesters. Pesticide-sediment water interactions. J. Environ. Qual. 2: 29-45, 1973
- (3) H.R. Feltz and J.K. Culbertson. Sampling procedures and problems in determining pesticide residues in the hydrologic environment. Pesticides Monit. J., 6: 171-178, 1972.
- (4) J.W. Eichelberger and J.J. Lichtenberg. Persistence of Pesticides in river water. Environ. Sci. and Technol., 5: 541-544, 1971.
- (5) G.J. Sirons, R. Frank and T. Sawyer. Residues of Atrazine, Cyanazine and their phytotoxic metabolites in a clay loam soil. J. Agric. Food Chem. 21: 1016-1020, 1973.
- (6) G.W. Bailey. FPA Report No. 660/2-74-032, 1974.

LES PROCEDES D'ECHANTILLONNAGE PROPOSES ET LES ANALYSES
DE PESTICIDES

Les dates d'échantillonnage pour l'analyse de l'eau à
5 stations

<u>DATE</u>	<u>FREQUENCE (par mois)</u>
mars	1
avril	2
mai	2 - 4 (selon la fréquence des pluies)
juin	4 - 6
juillet	4 - 6
août	4 - 6
septembre	2
octobre	2
novembre	2
décembre	1

L'analyse des pesticides

(a) les herbicides triazine (atrazine, Bladex) et les produits
de dégradation

(b) 2,4-D

(c) 2,4-DB

(d) les hydrocarbures chlorés

Les dates d'échantillonnages pour l'analyse des sédiments de-
vraient se faire aux stations mentionnées plus haut, du mois
de mars jusqu'au mois de décembre, au rythme d'une fois par mois.

20 janvier 1975

B.E. Baker

Professeur et chef du département
de chimie agricole