

ETUDE DE LA QUALITE DES EAUX
REGION QUEBEC - LES ESCOUMINS

REALISE PAR LE MAITRE D'OEUVRE ET SES
COLLABORATEURS POUR LE COMITE SAINT-LAURENT

Participants:

Recherche et rédaction: André Pellerin, ing., MSc.,
Envirolab

Réalisation technique : Raymond Boucher, T.D., SPEQ
Jean Béland, ing., SPEQ

Laboratoire : Guy Longpré, chimiste, en
collaboration avec l'équipe
du laboratoire

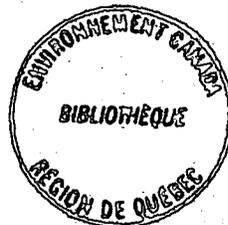


TABLE DES MATIERES

	<u>PAGE</u>
TABLE DES MATIERES	iii
LISTE DES FIGURES	vi
LISTE DES TABLEAUX	xi
INTRODUCTION	1
CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS	4
 <u>CHAPITRE I</u>	
1. LE RELEVÉ	19
1.1 Le Programme	19
1.1.1 Etude du chenal entre Kingston et Percé	20
1.1.2 Etude des chenaux	21
1.1.3 Les sections transversales	22
1.1.4 Etude des rives et des îles	24
1.1.5 Etude du groupe Giroq	25
1.1.6 Station de Québec	26
1.1.7 Etude spéciale - Rivière Malbaie	26
1.2 La méthodologie	27
1.2.1 Code d'identification des stations	27
1.2.2 Localisation des stations d'échantil- lonnage	28
1.2.3 Codification utilisée pour l'identifi- cation des paramètres.	28
1.2.4 Méthodes analytiques.	29

CHAPITRE II

2.	EVALUATION DE LA QUALITÉ DES EAUX	32
2.1	Caractérisation de la qualité des eaux aux sections transversales	32
2.1.1	Méthodologie et Objectifs	32
2.1.2	Influence de la marée	35
2.1.3	Stratification horizontale	38
2.1.4	Conclusion	42
2.2	Etude des chenaux	88
2.2.1	Méthodologie et Objectifs	88
2.2.2	Evolution moyenne de la qualité des eaux dans le temps	91
2.2.3	Evolution moyenne de la qualité des eaux dans l'espace	97
2.2.4	Conclusion	108
2.3	Caractérisation physico-chimique moyenne des eaux de l'estuaire	119
2.3.1	Méthodologie et Objectifs	119
2.3.2	Les résultats obtenus	120
2.3.3	Conclusion	125
2.4	Etude des rives et des îles	131
2.4.1	Méthodologie et Objectifs	131
2.4.2	Les résultats obtenus	136
	a) Généralités	136
	b) Influence de la direction et de la vitesse des vents	139
2.4.3	Etude spéciale - Rivière Malbaie	151
	a) Méthodologie et Objectifs	151
	b) Les résultats obtenus	152

	<u>PAGE</u>
2.4.4 Conclusion	155
2.5 Etude du chenal entre Kingston et Percé	163
2.5.1 Méthodologie et Objectifs	163
2.5.2 Les résultats obtenus	165
2.5.3 Conclusion	170
2.6 Station de Québec	183
2.6.1 Méthodologie et Objectifs	183
2.6.2 Les résultats obtenus	184
2.6.3 Conclusion	191
2.7 Etude du groupe Giroq	201
2.7.1 Méthodologie et Objectifs	201
2.7.2 Les résultats obtenus	202

LISTE DES FIGURES

<u>FIGURE NO.</u>	<u>TITRE</u>	<u>PAGE</u>
<u>ETUDE DE L'INFLUENCE DE LA MAREE</u>		
<u>Section 316.5 (Québec)</u>		
1	Conductivité - Chlorures	52
2	Turbidité - Phosphore total	53
3	Azote organique - Nitrites & nitrates	54
4	Azote ammoniacal - Phosphates totaux inorganiques	55
<u>Section 348.0 (Montmagny)</u>		
5	Conductivité - Chlorures	56
6	Turbidité - Phosphore total	57
7	Azote organique - Nitrites & nitrates	58
8	Azote ammoniacal - Phosphates totaux inorganiques	59
<u>Section 389.4 (Cap-aux-Oies)</u>		
9	Conductivité - Chlorures	60
10	Turbidité - Phosphore total	61
11	Azote organique - Nitrites & nitrates	62
12	Azote ammoniacal - Phosphates totaux inorganiques	63

<u>FIGURE NO</u>	<u>TITRE</u>	<u>PAGE</u>
<u>Section 401.2 (La Malbaie)</u>		
13	Conductivité - Chlorures	64
14	Turbidité - Phosphore total	65
15	Azote organique - Nitrites & nitrates	66
16	Azote ammoniacal - Phosphates totaux inorganiques	67
<u>Section 430.0 (Rivière-du-Loup)</u>		
17	Conductivité - Chlorures	68
18	Turbidité - Phosphore total	69
19	Azote organique - Nitrites & nitrates	70
20	Azote ammoniacal - Phosphates totaux inorganiques	71
<u>Section 453.0 (Trois-Pistoles)</u>		
21	Conductivité - Chlorures	72
22	Turbidité - Phosphore total	73
23	Azote organique - Nitrites & nitrates	74
<u>Sections 348.0 - 389.4 - 401.2 - 430.0 - 453.0</u>		
24	Cuivre - Zinc	75

<u>FIGURE NO</u>	<u>TITRE</u>	<u>PAGE</u>
------------------	--------------	-------------

ETUDE DES SECTIONS TRANSVERSALES

Qualité moyenne d'une rive à l'autre

25	Chlorures	76
26	Conductivité	77
27	Turbidité	78
28	Phosphore total	79
29	Azote organique	80
30	Nitrites & nitrates	81
31	Cuivre	82
32	Zinc	83

ETUDE DES CHENAUX

Evolution moyenne de la qualité des eaux vs temps

33	pH - Couleur	84
34	Conductivité - Chlorures	85
34a	Turbidité - Phosphore total	86
34b	Azote total Kjeldahl - Nitrites & nitrates	87

Evolution moyenne de la qualité des eaux dans l'espace

35	pH - Température	112
36	Turbidité - Couleur	113
37	Alcalinité - Conductivité	114
38	Azote ammoniacal - Azote organique	115
39	Phosphates totaux inorganiques - Phosphore total	116

<u>FIGURE NO</u>	<u>TITRE</u>	<u>PAGE</u>
40	Azote total Kjeldahl - Nitrites & nitrates	117
41	Cuivre - Zinc	118
42	Evolution moyenne de la turbidité par zone	129
43	Evolution moyenne de la conductivité par zone	130

ETUDE DES RIVES ET DES ILES

44	Identification des secteurs	132
45	Secteurs représentant des altérations importantes au niveau de la turbidité	149
46	Secteurs représentant des altérations importantes sur le plan bactériologique	150

ETUDE DE LA QUALITE DES EAUX DE LA RIVIERE MALBAIE

Evolution de la qualité de l'amont vers l'aval

47	Couleur - Turbidité	158
48	Conductivité - Demande chimique d'oxygène	159
49	Fer - Cuivre	160
50	Demande biochimique d'oxygène - Azote total Kjeldahl	161
51	Coliformes totaux - Coliformes fécaux	162

ETUDE DU TRONCON KINGSTON - PERCE

Evolution de la qualité

52	Conductivité	175
53	Couleur	176

<u>FIGURE NO</u>	<u>TITRE</u>	<u>PAGE</u>
54	Turbidité	177
55	Azote total Kjeldahl	178
56	Nitrites & nitrates	179
57	Phosphore total	180
58	Cuivre	181
59	Zinc	182

STATION DE QUEBEC

Evolution moyenne de la qualité des eaux dans le temps

60	pH - Couleur	196
61	Turbidité - Phosphore total	197
62	Nitrites & nitrates - Azote total Kjeldahl	198
63	Conductivité - Coliformes totaux	199
64	Coliformes fécaux - Streptocoques fécaux	200

ETUDE DU GROUPE GIROQ

Evolution moyenne de la qualité de l'eau en fonction de la profondeur

65	Salinité VS Profondeur	205
66	Silice VS Profondeur (juin 74)	206
67	Silice VS Profondeur (septembre 74)	207
68	Orthophosphates VS Profondeur (juin 74)	208
69	Orthophosphates VS Profondeur (août 74)	209
70	Orthophosphates VS Profondeur (septembre 74)	210

LISTE DES TABLEAUX

<u>TAB</u> LEAU	<u>TITRE</u>	<u>PAGE</u>
1	Etude de l'influence de la marée % de variation moyenne aux sections transversales	44
2	Etude de l'influence de la marée Variations enregistrées aux sections transversales Section 316.5 (Québec)	45
3	Etude de l'influence de la marée Variations enregistrées aux sections transversales Section 348.0 (Montmagny)	46
4	Etude de l'influence de la marée Variations enregistrées aux sections transversales Section 389.4 (Cap-aux-Oies)	47
5	Etude de l'influence de la marée Variations enregistrées aux sections transversales Section 401.2 (La Malbaie)	48
6	Etude de l'influence de la marée Variations enregistrées aux sections transversales Section 430.5 (Rivière-du-Loup)	49
7	Etude de l'influence de la marée Variations enregistrées aux sections transversales Section 453.0 (Trois-Pistoles)	50
8	Stratifications transversales % de variation aux sections transversales	51
9	Evolution temporelle de la qualité des eaux du che- nal nord	110
10	Evolution temporelle de la qualité des eaux du che- nal sud	111

<u>TABLEAU</u>	<u>TITRE</u>	<u>PAGE</u>
11	Caractéristiques moyennes des eaux selon les zones de turbidité	127
12	Caractéristiques moyennes des eaux selon les zones de conductivité	128
12 A	Etude des rives et des îles - nombre moyen de coliformes totaux mesurés dans les différents secteurs	140
13	Niveau moyen de turbidité de certains secteurs en fonction de la direction et de la vitesse des vents	142
14	Etude des rives et des îles Niveau moyen d'azote total dans les secteurs et les chenaux	143
15	Etude des rives et des îles Niveau moyen de phosphore total dans les secteurs et les chenaux	144
16	Etude des rives et des îles Niveau moyen de turbidité dans les secteurs et les chenaux	145
17	Etude des rives et des îles Comparaison des eaux de la rive nord avec celles du chenal nord	146
18	Etude des rives et des îles Comparaison des eaux de la rive sud avec celles du chenal sud	147
19	Etude des rives et des îles Comparaison des eaux des rives des îles avec celles des chenaux	148
20	Etude du tronçon Kingston - Percé Variation de la qualité de l'eau par tronçon	172
21	Etude du tronçon Cornwall - Percé Comparaison de la qualité moyenne des eaux par tronçon 1973/1974	174

<u>TABLEAU</u>	<u>TITRE</u>	<u>PAGE</u>
22	Sommaire météorologique (Station de Québec)	194
23	Station de Québec	195
	Evolution de la qualité des eaux dans le temps	
24	Etude du groupe GIROQ	203
	Variations des ortho-phosphates en fonction de la marée à différentes profondeurs (septembre 1974)	
25	Variations des ortho-phosphates en fonction de la marée à différentes profondeurs (juin 1974)	204

INTRODUCTION

INTRODUCTION

Le programme des relevés qui fut effectué en 1974, fut divisé en deux (2) sous-programmes, soit:

- 1° Etude de la qualité des eaux salées entre Québec et Les Escoumins;
- 2° Etude de la qualité des eaux douces de la région de Montréal et des tributaires à leur embouchure.

Le présent rapport présente les résultats obtenus suite aux travaux qui furent effectués dans le cadre du premier sous-programme.

Les principaux objectifs visés lors de la préparation de ce premier sous-programme, peuvent se réunir comme suit:

- 1° Obtenir une meilleure connaissance de la qualité des eaux de l'estuaire moyen et tenter de préciser l'impact des eaux douces du Saint-Laurent sur les eaux salées;
- 2° Préciser l'influence de la marée sur la qualité des eaux de l'estuaire moyen, de même que la qualité des eaux d'une rive à l'autre;
- 3° Préciser la qualité des eaux entre les différents tronçons étudiés;
- 4° Préciser l'évolution de la qualité des eaux dans le temps; et de l'amont vers l'aval, afin de suivre l'évolution des nappes d'eau en présence et ainsi tenter de mieux comprendre les phénomènes de floculation et de transport des suspensions par les courants; et également de préciser l'impact des polluants des eaux douces sur les eaux salées;

- 5° L'étude de la qualité des eaux des rives et des îles afin d'abord d'en préciser la qualité et d'identifier les problèmes.

La complexité des différents phénomènes associés à l'estuaire moyen tels: la marée, le contact des eaux douces et salées et l'hydrodynamique complexe du système rendent parfois difficile l'interprétation des données, de sorte qu'il devient difficile de préciser si certains résultats obtenus sont attribuables à un ou plusieurs phénomènes associés à l'estuaire moyen. Nous croyons cependant que la présente étude répond à la plupart des objectifs visés lors de la préparation du programme.

Nous espérons que la présente étude pourra constituer un outil de travail valable pour ceux qui s'intéressent à la connaissance de la qualité des eaux de l'estuaire; et qu'elle permettra également d'orienter l'élaboration de nouveaux programmes.

CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS

CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS

Parmi les différentes observations qui furent dégagées à partir des différentes études entreprises au cours de la présente campagne de mesure l'une des plus évidentes se rapporte au niveau élevé de turbidité rencontré dans l'estuaire moyen.

Les résultats de la présente étude nous ont permis de définir cinq (5) zones de turbidité bien distinctes entre l'Ile d'Orléans et Trois-Pistoles; zones qui présentent les paliers de turbidité suivants:

<2 unités, de 2 à 7 unités, de 7 à 15 unités, et plus de 15 unités.

La zone 2, soit celle comprise entre l'Ile d'Orléans et Rivière Ouelle sur la rive sud et de Cap-Tourmente à St-Tite des Caps sur la rive nord constitue la zone qui présente les niveaux moyens de turbidité les plus élevés. En effet des valeurs de 15.1 à 54.7 unités furent mesurées dans cette zone, au cours de la présente campagne de mesure. De tels niveaux de turbidité interfèrent donc sûrement de façon significative le développement de la vie aquatique.

Si l'on analyse l'évolution spatiale du bouchon vaseux, l'on constate qu'à partir de la zone 2 (Réf. fig. 42) les niveaux de turbidité diminuent graduellement de l'amont vers l'aval. Cette diminution est cependant beaucoup plus lente dans la partie centre sud et sud des eaux de l'estuaire, que dans la partie centre nord

et nord; ce qui entraîne que la turbidité des eaux de la rive sud est plus élevée que celle de la rive nord. Le bouchon vaseux présente donc une forme allongée (dont les niveaux de turbidité s'atténuent graduellement) qui à partir de la zone 2 occupe la largeur complète de l'estuaire et qui s'atténuent graduellement selon un angle d'environ 30° ; de la rive nord vers la rive sud.

Les différents phénomènes associés à l'estuaire moyen tels: floculation des eaux, la marée et l'hydrodynamique complexe de ce système entraîneraient une accumulation progressive de la masse suspension qui reçoit l'estuaire moyen. Ce référant aux observations recueillis auprès de résidents d'un certain âge les niveaux de turbidité étaient beaucoup plus faibles vers les années 30 qu'ils le sont actuellement. Ces personnes sont même frustrées des conditions esthétiques actuelles de l'estuaire moyen.

Des études antérieures ont démontrées que les suspensions qui proviennent des tributaires ne se sédimentent que très peu dans le Saint-Laurent dans le secteur compris entre Montréal et Québec. On peut donc anticiper qu'une augmentation des suspensions dans les eaux des tributaires aura pour conséquence l'augmentation des suspensions dans l'estuaire moyen et à une évolution spatiale de l'étendue du bouchon vaseux.

Se référant aux résultats obtenus au cours de la présente campagne de mesure et aux études antérieures effectuées; nous croyons que sans être fataliste, il y a lieu de s'inquiéter des conditions futures de l'estuaire moyen du moins pour ce qui concerne les niveaux de suspension.

Les informations recueillies dans le cadre de la présente étude nous permettent également de conclure et de recommander que:

La marée influence dans l'ensemble de l'estuaire moyen les caractéristiques physiques et chimiques des eaux.

A la hauteur de Québec, les paramètres associés aux eaux salées ne présentent que de très faibles variations en fonction de la marée. Toutefois, les phosphates totaux inorganiques et le phosphore total présentent des variations plus significatives.

C'est à la hauteur de Montmagny que les paramètres associés aux eaux salées présentent les variations les plus importantes en fonction de la marée.

Parmi les éléments nutritifs, le phosphore total est celui qui présente les variations les plus importantes en fonction de la marée. Peut-on associer ces variations importantes aux phénomènes d'absorption et/ou de désorption; nous émettons cette hypothèse. Il est évident cependant qu'elle devra être vérifiée par une étude plus exhaustive.

A partir de Montmagny, les eaux de l'estuaire moyen présentent des variations plus ou moins significatives d'une rive à l'autre. En somme, on ne peut pas conclure à une homogénéité des paramètres physico-chimiques d'une rive à l'autre.

Les niveaux de chlorures et de conductivité sont plus élevés sur la rive nord et dans la partie centre nord que sur la rive sud et dans la partie centre sud, et ce particulièrement à la hauteur de Montmagny. Cette constatation confirmerait donc que l'infiltration des eaux salines s'effectue principalement par le chenal nord et que les eaux douces s'écoulent principalement par le chenal sud.

Dans la région immédiate de Montmagny, la turbidité est beaucoup plus élevée dans la partie centre nord que centre sud. Les résultats obtenus nous portent à croire que les phénomènes de floculation associés au contact des eaux douces et salées et les caractéristiques du système hydraulique contribuent à maintenir un niveau élevé de suspension dans cette région.

Les augmentations de turbidité enregistrées à proximité de la rive sud et ce, à chacune des sections transversales établies à partir de Montmagny, nous portent à croire que les caractéristiques physiques de la rive sud (faible pente, type de sédiments...) combinées à l'influence de la marée et des vents favorisent à maintenir un niveau de turbidité plus élevé à proximité de la rive sud.

Les concentrations de cuivre et de zinc mesurées dans les eaux de l'estuaire moyen au cours de la présente étude semblent avoir atteint des niveaux très élevés. En effet, les concentrations de cuivre mesurées au cours du mois de juin à la hauteur de Trois-Pistoles sont de 8 fois supé-

rieures aux concentrations généralement rencontrées en eaux salées, alors que le zinc pour sa part présente des concentrations de l'ordre de 3 fois supérieures à celles généralement rencontrées en eaux salées. De telles concentrations ne peuvent que soulever certaines inquiétudes. Aussi, compte tenu des résultats obtenus, nous recommandons 1^o que des vérifications soient d'abord effectuées au niveau des techniques analytiques, 2^o que quelques prélèvements soient par la suite effectués afin de préciser si les résultats obtenus au cours de la présente campagne de mesure sont représentatifs, 3^o s'il s'avère que les résultats sont représentatifs, nous croyons que des études biologiques devraient être effectuées plus particulièrement sur certains organismes aquatiques qui ont la particularité de concentrer les éléments métalliques.

Les niveaux moyens de turbidité mesurés dans l'estuaire moyen peuvent être considérés comme stables dans le temps.

La conductivité des eaux de l'estuaire moyen augmente graduellement dans le temps, soit de juin à octobre. Nous croyons que l'évolution de ce paramètre est influencée par 1^o l'hydrodynamique complexe du système associée à l'évolution des eaux salines dans l'estuaire, 2^o à la température de l'eau et 3^o aux caractéristiques des eaux douces du fleuve St-Laurent.

Les phénomènes complexes des réactions chimiques associés au contact des eaux douces et salées, l'hydrodynamique du système, la vie biologique et la température de l'eau sont

autant de facteurs qui peuvent influencer de façon importante l'évolution de la matière organique dans les eaux de l'estuaire. Aussi, nous croyons que l'instabilité de la matière organique présente dans les eaux de l'estuaire à différentes périodes de l'année, serait attribuable à ces différents phénomènes qui caractérisent l'estuaire moyen.

Si on considère l'ensemble des paramètres mesurés, on constate que l'évolution amont-aval de la qualité des eaux des chenaux nord et sud suivent les mêmes tendances. Soulignons cependant que les eaux du chenal sud présentent des variations plus importantes.

Les eaux du chenal sud présentent des concentrations de phosphore total plus élevées que celles du chenal nord. Cette constatation nous amène donc à conclure que les eaux douces contiennent plus de phosphore total que les eaux salées et plus particulièrement sous forme organique.

L'augmentation amont-aval des phosphates totaux inorganiques nous amène à conclure que les eaux salées contiennent plus de phosphates totaux inorganiques que les eaux douces.

Si on se réfère aux tableaux 11 et 12 préparés afin de caractériser les eaux de l'estuaire moyen par zone (section 2.3), on constate que la turbidité augmente rapidement dans la zone 2 pour s'atténuer graduellement par la suite. Soulignons que cette zone présente le niveau de turbidité le plus élevé de l'estuaire moyen. Cette constatation nous

porte à croire que c'est dans cette zone que les phénomènes de floculation associés au contact des eaux salées sont les plus importants.

Les phosphates totaux inorganiques augmentent en fonction de la salinité, alors que l'azote organique présente une évolution contraire. Soulignons également que ces paramètres présentent des concentrations moyennes qui se situent à environ 50% des concentrations maximales généralement rencontrées en eaux salées.

La matière organique diminue avec l'augmentation de la salinité alors que la matière inorganique présente une tendance contraire.

Parmi les paramètres analysés, les comptes bactériologiques mesurés à proximité des rives et des îles sont ceux qui présentent les variations les plus importantes par rapport à ceux mesurés dans les chenaux. De plus, les comptes bactériologiques mesurés dans les secteurs 1, 3, 7, 13, 2, 4, 6, 8 et 14 tels que définis à la section 2.4, révèlent la présence de déversements d'eaux usées dans la région immédiate de ces secteurs.

Les concentrations de phosphore total mesurées dans les eaux des rives et des îles, sont de façon générale comparable à celles mesurées dans les eaux des chenaux.

Les concentrations d'azote total mesurées dans les eaux des rives et des îles sont généralement supérieures à celles mesurées dans les eaux des chenaux.

Les eaux des rives nord et sud et plus particulièrement celles de la rive sud présentent une turbidité plus élevée que les eaux des chenaux. Sur la rive nord, cette augmentation est notée entre Québec et Baie St-Paul et sur la rive sud entre Beaumont et l'Ile Verte. Des augmentations sont également enregistrées à proximité des îles de Montmagny et de l'Ile Verte. Nous avons tenté à partir des informations recueillies dans le cadre de l'étude des rives et des îles, de préciser si la direction et la vitesse des vents influencent les niveaux de turbidité des eaux près des rives et des îles. Toutefois, après analyse des informations recueillies, il nous a été impossible d'apporter cette précision. Bien que nous croyons que la direction et la vitesse des vents influencent les niveaux de turbidité des eaux près des rives et des îles, nous ne pouvons que conclure que seule une étude plus exhaustive permettrait d'apporter cette précision.

Si on considère les résultats obtenus au niveau de la bactériologie, de la turbidité et des éléments nutritifs, on peut conclure que les secteurs 1, 3, 2, 4, 6, 8 et 14 tels que décrits à la section 2.4, sont ceux qui présentent les signes de détérioration les plus importants.

Si on se réfère aux résultats obtenus suite à l'étude sur la qualité des eaux de la rivière Malbaie, on peut conclure que l^o les déversements d'eaux usées effectués dans cette rivière par la compagnie de papier Donohue et par les municipalités riveraines, contribuent à détériorer la qualité des eaux de la rivière Malbaie et par voie de con-

séquence, de la baie de La Malbaie, 2^o Une partie des rives de la baie située à l'ouest du confluent de la rivière Malbaie est dans des conditions pitoyables, conditions engendrées par les nombreux déversements effectués dans la rivière Malbaie et la baie de La Malbaie. Nous recommandons que des mesures correctives soient apportées afin d'améliorer la qualité de ce milieu.

A l'analyse des résultats obtenus dans le cadre de l'étude du chenal entre Kingston et Percé, on peut conclure que:

- 1^o Les résultats obtenus au cours de la campagne de mesure de 1974 confirment ce qui avait été précisé l'an passé, soit l'assimilation graduelle des tributaires dans le tronçon Varennes-Montmagny;
- 2^o Les concentrations d'azote et de phosphore mesurées dans les eaux des tronçons 2 (Cornwall Varennes) et 3 (Varennes - Montmagny) confirment la présence d'apports dans ces eaux. Si on considère les niveaux de concentrations mesurées au niveau du phosphore total, on pourrait classer les eaux du chenal dans ces tronçons comme faiblement chargées, alors que si on considère les niveaux d'azote total mesurés, ceux-ci sont plutôt caractéristiques d'un milieu moyennement chargé;

3° Le tronçon 4 (Montmagny - Cacouna) est celui qui présente les niveaux de turbidité maxima. Ce tronçon est également caractérisé par la zone de contact eaux douces/eaux salées. En effet, cette zone s'étend sur une distance d'environ 110 milles, soit entre Montmagny et Cacouna;

4° Si on compare les résultats obtenus en 1973 avec ceux de 1974, on constate d'abord que les eaux sont en moyenne plus froides en 1974 qu'en 1973 et ce, dans l'ensemble des tronçons. De légères variations sont observées au niveau des paramètres suivants: couleur, conductivité, turbidité et phosphore total. Ce dernier paramètre présente des variations importantes dans le tronçon 4. Les concentrations de fer mesurées en 1974 sont beaucoup plus faibles (2.5 à 7.0 fois) que celles mesurées en 1973, alors que les concentrations de cuivre sont plus élevées (2.0 à 3.5 fois) en 1974 que celles mesurées en 1973.

L'évolution de la qualité des eaux entre Kingston et Percé est étroitement liée aux débits en présence de même qu'à l'influence de la marée. Or, comme l'objectif principal de l'étude qu'on se propose d'effectuer annuellement au cours des mois de mai et juillet est de suivre l'évolution de la qualité des eaux dans le temps, nous croyons en premier lieu que

les prélèvements dans les tronçons 1, 2 et 3 (de Kingston à Québec) devraient tenir compte des débits en présence de sorte que les prélèvements soient effectués au cours de périodes où les débits sont sensiblement les mêmes; et en second lieu, que l'on tienne compte de la marée lors du début des prélèvements effectués en aval de Québec (par exemple débiter les prélèvements à Québec à marée basse). Nous croyons que ces mesures permettront de représenter avec plus de précision l'évolution de la qualité des eaux au cours des années.

Jusqu'à maintenant, on s'est limité à la mesure des éléments nutritifs et métalliques sous forme dissoute. Or, d'après les transformations de l'azote et du phosphore en milieu aquatique, il est évident que les concentrations d'azote et de phosphore mesurées sont sous-estimées. Aussi, afin de préciser les niveaux de concentrations des éléments nutritifs et métalliques et ainsi mieux caractériser le milieu, nous recommandons que les déterminations des éléments nutritifs et métalliques soient dorénavant effectuées sous les formes totale et dissoute. Les résultats obtenus permettront peut-être de mieux préciser l'importance des phénomènes d'absorption et désorption associés au milieu aquatique.

Les résultats obtenus dans le cadre de l'étude effectuée à la hauteur de Québec, étude qui avait pour objectif de préciser l'évolution de la qualité des eaux dans le temps, nous permettent de conclure que:

- 1° le pH, la couleur et la conductivité sont les paramètres qui présentent les plus faibles variations dans le temps. Ces variations étant respectivement de 6.8, 46.6 et 58%.
- 2° Si on exclut la valeur de 47.5 unités enregistrée au cours du mois de décembre, les niveaux moyens de turbidité ont accusé des variations atteignant 125% au cours de cette étude.
- 3° Parmi les éléments nutritifs, le phosphore total est celui qui présente les variations les plus importantes dans le temps, soit 413%. L'azote total pour sa part présente des variations qui atteignent 162%, alors que les nitrites & nitrates présentent des variations qui atteignent 121%.
- 4° Les comptes bactériologiques élevés mesurés au cours de la présente étude démontrent que les déversements d'eaux usées effectués en amont de la section de mesure détériorent de façon importante la qualité des eaux sur le plan bactériologique.
- 5° Les concentrations de plomb et de mercure mesurées dans les eaux du fleuve à la hauteur

de Québec sont respectivement inférieure
à 0.02 et 0.0002 mg/l.

Nous croyons que cette étude devrait être poursuivie sur une base permanente de façon à ce que l'on soit en mesure de suivre l'évolution de la qualité des eaux à la hauteur de Québec, et ce au cours des années. Nous croyons cependant que la fréquence d'échantillonnage devrait être augmentée. A cet effet, nous croyons qu'un minimum de huit (8) échantillons devraient être prélevés mensuellement à chacune des stations établies à la section de mesure. De plus, afin de tenir compte de l'influence de la marée, nous croyons que les prélèvements devraient être effectués en tout temps à la fin de la marée baissante.

Quant à l'étude effectuée par le groupe inter-universitaire GIROQ, l'analyse des informations recueillies nous permet de conclure que: 1^o les caractéristiques physico-chimiques des eaux de l'estuaire moyen varient non seulement en fonction de la marée, mais également en fonction de la profondeur; 2^o cette stratification verticale indique que les eaux de surface sont moins salines que celles situées plus en profondeur, soit à partir de 15 à 25 mètres, dépendant de l'endroit où on se trouve dans l'estuaire. On peut donc avancer que le mélange des eaux douces et salées s'effectue dans les vingt (20) premiers mètres à partir de la surface.

CHAPITRE I

LE RELEVÉ

1. LE RELEVÉ

1.1 LE PROGRAMME

Le travail effectué au cours de la saison 1974 constitue la troisième étape du programme quinquennal établi par le groupe de travail Canada-Québec sur le fleuve Saint-Laurent.

Le programme des relevés effectués en 1974 fut divisé en deux sous-programmes distincts soient 1^o Etude de la qualité des eaux salées entre Québec et Les Escoumins et 2^o Etude de la qualité des eaux douces de la région de Montréal et des principaux tributaires du fleuve Saint-Laurent situés entre Montréal et Les Escoumins.

Le sous-programme 1 fera l'objet du présent rapport et les principaux objectifs visés dans l'élaboration de celui-ci peuvent se résumer comme suit:

Une meilleure connaissance de la qualité des eaux de l'estuaire moyen du Saint-Laurent afin de tenter de préciser 1^o l'impact des eaux douces sur les eaux salées 2^o l'influence des marées sur la qualité des eaux 3^o tenter de mieux comprendre les phénomènes de floculation et de transport des suspensoides par les courants 4^o déterminer la qualité de l'eau entre les différents tronçons étudiés de même que

d'une rive à l'autre et 5^o Etude de la qualité des eaux des rives.

1.1.1 Etude du chenal entre Kingston et Percé

Au cours de 1973, une étude semblable fut effectuée dans le but d'établir des stations de références qui pourraient être échantillonnées à long terme, afin de connaître l'évolution de la qualité des eaux et également afin de corréler les résultats obtenus à partir des études sectorielles. Au cours du programme réalisé en 1973, l'étude du chenal s'est limitée au tronçon compris entre Cornwall et Percé.

Toutefois, pour donner suite à une recommandation émise dans le rapport de la qualité des eaux soumis en mars 1974, le programme d'échantillonnage de 1974 fut effectué entre Kingston et Percé, ceci afin d'obtenir des informations additionnelles sur la qualité des eaux à la sortie des Grands-Lacs.

L'échantillonnage des eaux du Saint-Laurent entre Kingston et Percé fut effectué à nouveau en 1974 à deux (2) reprises, soit au cours des mois de mai et juillet. L'hélicop-

tère, étant utilisé comme mode de transport, a permis de compléter l'échantillonnage des stations établies sur une période maximum de quatre (4) jours consécutifs. A chacune des campagnes de mesure, quelques 112 échantillons furent prélevés pour fins d'analyses. Nous référons le lecteur au volume II "Répertoire des résultats d'analyses" s'il désire obtenir plus d'informations concernant la localisation des stations d'échantillonnage.

1.1.2 Etude des chenaux

Cette étude avait pour but d'obtenir une figure quasi instantannée des eaux de surface afin de suivre l'évolution des nappes d'eaux en présence et de mieux comprendre les phénomènes de floculation et de transport des suspensoïdes par les courants, de même que de déterminer l'impact des polluants d'eaux douces sur les eaux salées.

L'objectif initial visé lors de la préparation du programme était de procéder à l'échantillonnage des eaux du chenal nord et du chenal sud à deux (2) reprises au cours d'une même semaine, et ce mensuellement au cours des mois de juin à octobre. Toutefois, pour des raisons d'ordre technique, le programme initial n'a pu être respecté intégra-

lement de sorte que les trente-neuf (39) stations du chenal nord et les vingt-huit (28) stations du chenal sud furent échantillonnées à six (6) reprises plutôt qu'à dix (10) tel que prévu.

Dans le cadre de cette étude, les principales analyses effectuées sur les échantillons prélevés furent: pH, couleur, turbidité, alcalinité, chlorures, conductivité, azote ammoniacal, azote organique, orthophosphates, phosphates totaux inorganiques, phosphore total, température, solides en suspension, nitrites, nitrates et salinité. De plus, bien que la fréquence soit moindre, les paramètres suivants furent également déterminés: sulfates, D.C.O., coliformes totaux, coliformes fécaux, et streptocoques fécaux.

1.1.3 Les sections transversales

Le prélèvement et l'analyse des échantillons recueillis aux sections transversales avaient pour buts de :1^o déterminer la qualité de l'eau entre les différents tronçons étudiés et 2^o déterminer la qualité de l'eau d'une rive à l'autre et 3^o préciser l'influence de la marée sur la qualité des eaux.

De façon à préciser les objectifs énumérés ci-dessus, six (6) sections transversales furent établies à la hauteur des municipalités suivantes: Québec, Montmagny, Les Eboulements (Cap-aux-Oies), La Malbaie, Rivière-du-Loup et Trois-Pistoles.

Ces sections sont de plus localisées approximativement aux stations d'échantillonnage du groupe inter-universitaire GIROQ, qui se proposait d'effectuer des prélèvements mensuels sur des périodes de 13 heures et ce à différentes profondeurs. Suite à une entente intervenue entre ce centre de recherche et le groupe d'étude sur le Saint-Laurent, nous avons pu disposer de leurs résultats. Ces derniers sont d'ailleurs inclus dans la banque de données (volume II).

Lors de la préparation du programme de travail, l'objectif principal visé était de procéder mensuellement à l'échantillonnage des six (6) sections transversales sur une période de 13 heures et ce au cours des mois de juin à octobre inclusivement.

Toutefois, dû à certaines difficultés techniques, à des conditions locales et météorologiques défavorables, le programme initial n'a pu être respecté intégralement.

Nous croyons toutefois que dans l'ensemble, les informations recueillies sont en mesure de répondre aux objectifs fixés.

Pour ce qui concerne les analyses effectuées sur les échantillons prélevés, mentionnons que les paramètres suivants: pH, couleur, turbidité, alcalinité, chlorures et conductivité furent déterminés sur la plupart des échantillons prélevés. D'autres paramètres tels: azote ammoniacal, azote organique, ortho-phosphates, phosphates totaux inorganiques, phosphore total, température, solides en suspension, salinité, coliformes totaux, coliformes fécaux, streptocoques fécaux, calcium, cuivre, zinc, magnésium, potassium et sodium furent également effectués, mais à une fréquence moins importante.

1.1.4 Etude des rives et des îles

La caractérisation des eaux près des rives, des îles et des baies, pour fins de comparaison avec les eaux des chenaux, pour ainsi tenter de préciser certains phénomènes locaux, constituait les objectifs visés par cette étude.

Les quelques quatre-vingt (80) stations

réparties sur les rives nord et sud à proximité des principales îles et baies furent échantillonnées au cours des mois d'août, septembre et octobre, afin de rencontrer les objectifs pré-cités.

Dans le cadre de cette étude, les principales analyses effectuées sur les échantillons prélevés furent: pH, couleur, turbidité, alcalinité, conductivité, chlorures, nitrites et nitrates. L'on a également procédé, à l'occasion, à la détermination du phosphore total, des phosphates totaux inorganiques, des ortho-phosphates, de l'azote organique et de l'azote ammoniacal.

1.1.5 Etude du groupe Giroq

L'étude entreprise par ce groupe inter-universitaire visait à obtenir certaines informations permettant d'établir le comportement des eaux en fonction de la marée et de la profondeur.

Les sept (7) stations établies dans la partie centrale des chenaux furent échantillonnées de deux (2) à cinq (5) reprises au cours des mois de juin à septembre.

L'analyse des ortho-phosphates, de la silice, de la salinité et de la transparence a constitué les déterminations qui furent

effectuées sur les échantillons prélevés.

1.1.6 Stations de Québec

L'évaluation de la qualité des eaux dans le temps constituait le principal objectif visé lors de l'élaboration de cette étude, qui devrait se poursuivre de façon permanente.

Afin de rencontrer l'objectif pré-cité, les trois (3) stations établies à la section 319.0, furent donc échantillonnées à vingt et une (21) reprises au cours de la période du 22 juillet 1974 au 10 mars 1975. Soulignons ici que la section 319.0 est établie selon l'axe du traversier Québec-Lévis.

La plupart des analyses physiques, chimiques et bactériologiques furent effectuées sur les échantillons prélevés aux fins de la présente étude.

1.1.7 Etude spéciale - Rivière Malbaie

L'évaluation de la qualité des eaux de la rivière Malbaie et de l'influence des déversements d'eau usées domestiques et industrielles effectués dans ce cours d'eau constituaient les principaux objectifs

à atteindre lors de l'élaboration de cette étude.

Afin d'atteindre les objectifs ci-dessus mentionnés, trois (3) stations d'échantillonnage furent établies sur la rivière Malbaie aux endroits suivants: 1^o A la hauteur du pont situé sur le route 138, 2^o En aval de la compagnie de papier Donohue Ltée et 3^o En amont de la compagnie pré-citée.

Trois (3) prélèvements furent effectués les 25 et 27 juin 1974 à chacune de ces stations. Soulignons qu'à chacune de ces dates, un intervalle variant de dix (10) à vingt (20) minutes fut respecté entre le premier et le dernier prélèvement. De plus, chacun des échantillons prélevés a fait l'objet d'une analyse individuelle.

1.2 LA METHODOLOGIE

1.2.1 Code d'identification des stations

Compte tenu du grand nombre de prélèvements d'échantillons dans le cadre de l'étude de la qualité des eaux de l'estuaire moyen du Saint-Laurent, il devenait essentiel d'identifier clairement chacune des stations d'échantillonnage afin d'éviter toute ambiguïté

et de faciliter la compilation des données. Le principe de la codification adoptée au cours de la campagne de mesure de 1973 fut celui adopté à nouveau en 1974. L'on trouvera une description complète de la méthodologie suivie pour l'identification des stations dans le volume II intitulé "Répertoire des résultats d'analyses".

1.2.2 Localisation des stations d'échantillonnage

Nous référons le lecteur au volume II, où il pourra trouver une description détaillée de la localisation des stations d'échantillonnage, et ce pour chacune des études réalisées au cours de la présente campagne de mesures.

1.2.3 Codification utilisée pour l'identification des paramètres

L'identification des paramètres physico-chimiques, de même que des méthodes analytiques utilisées pour la détermination de ceux-ci sont présentés dans la compilation des données selon un code bien défini, lequel apparaît à la partie supérieure de chacune des colonnes de résultats présentés dans la deuxième partie du volume II.

L'on trouvera également dans ce volume une description complète de la légende correspondante à chacune des méthodes analytiques utilisées, de même que celle reliée à l'identification des paramètres.

1.2.4 Méthodes analytiques

Les méthodes analytiques employées en laboratoire ont été sélectionnées en fonction de leurs applications et en considérant les facteurs de précision, d'exactitude et de sensibilité.

Les procédures utilisées sont décrites dans le volume "Standard Methods for the examination of water and wastewater", 13^{ème} édition, publié conjointement par l'A.P.H.A., l'A.W.W.A., et W.P.C.F. Deux (2) publications d'agences fédérales furent utilisées dans la sélection des méthodes analytiques. Ces publications sont 1^o "Manuals of methods for chemical analysis of water and wastes" publié par "Environmental Protection Agency (1971)" et 2^o "Methods for chemical analysis of water and wastewaters" publié par "Environment Canada et préparé par M. W.J. Traversy.

Le lecteur trouvera également dans le volume

II toutes les informations pertinentes concernant les méthodes analytiques utilisées de même que le domaine de concentration et la déviation standard pour chacun des paramètres analysés.

CHAPITRE II

EVALUATION DE LA QUALITE DES EAUX

2. EVALUATION DE LA QUALITE DES EAUX

2.1 CARACTERISATION DE LA QUALITE PHYSICO-CHIMIQUE DES EAUX AUX SECTIONS TRANSVERSALES

2.1.1 Méthodologie et objectifs

Cette étude fut effectuée à partir des résultats obtenus aux six (6) sections transversales établies dans l'estuaire moyen à la hauteur des municipalités suivantes: Québec, Montmagny, Les Eboulements (Cap-aux-Oies), La Malbaie, Rivière-du-Loup et Trois-Pistoles.

Lors de l'élaboration du programme, nous avons pour objectif de procéder à l'échantillonnage de chacune des sections transversales énumérées ci-dessus sur une période de 13 heures et ce, pour chacun des mois de juin à octobre inclusivement. Toutefois, pour différentes raisons d'ordre technique, l'objectif initial n'a pu être respecté intégralement de sorte qu'à certaines périodes, comme l'indiqueront les courbes présentées, nous n'avons pu obtenir les informations pour un cycle complet de marée. Nous croyons cependant que les informations recueillies nous permettront de préciser de façon satisfaisante l'influence de la marée sur les caractéristiques physico-chimiques des eaux de l'estuaire.

moyen aux sections transversales.

Afin de représenter graphiquement l'influence de la marée sur les caractéristiques des eaux de l'estuaire moyen, nous avons effectué la moyenne des résultats obtenus sur l'ensemble des stations établies sur une même section transversale pour chacune des périodes d'échantillonnage, et ce pour chacun des mois.

Le temps requis pour l'échantillonnage des stations établies aux différentes sections transversales, est relié aux conditions locales telles: 1^o la vitesse des courants, 2^o les conditions météorologiques et 3^o la largeur de l'estuaire. Pour les fins de la préparation des courbes, nous avons alors associé l'heure du début du prélèvement à la hauteur de la marée correspondante à cette heure.

Un autre facteur fut également considéré dans l'élaboration des courbes présentées à la fin de la présente section, soit la variation dans le temps écoulé entre le flux et le reflux de la marée. Toutefois, étant donné que nous voulions présenter les résultats obtenus pour chacun des mois au cours desquels l'échantillonnage fut complété, il s'avérait plus pratique d'adopter une échelle standard couvrant le flux et le reflux

d'une marée.

Les tableaux 1 à 7 et les figures 1 à 24 joints à la fin de la présente section présentent les résultats obtenus dans le cadre de l'étude de l'influence de la marée.

La détermination de la qualité des eaux d'une rive à l'autre constituait le second objectif visé lors de l'élaboration du programme de travail à effectuer aux sections transversales.

Comme nous l'avons indiqué précédemment, le nombre de stations échantillonnées aux sections transversales est relié aux conditions météorologiques et aux conditions locales telles: 1^o la vitesse des courants et 2^o la largeur de l'estuaire. Dépendant des conditions pré-citées, le nombre de stations échantillonnées d'une rive à l'autre étaient donc variables. A titre d'exemple, le nombre de stations échantillonnées à la section transversale de Cap-aux-Oies a varié de 13 à 18.

Afin de représenter graphiquement l'évolution moyenne de la qualité des eaux d'une rive à l'autre, nous avons préparé une courbe pour chacune des heures (correspondant au début du prélèvement pour chacune des sections transversales) auxquelles l'échantillonnage fut complété. A partir des courbes

préparées, nous avons alors tracé la courbe moyenne en subdivisant la largeur de l'estuaire en dix. Les figures 25 à 32 jointes à la fin de cette section, présentent donc la qualité moyenne des eaux d'une rive à l'autre pour les paramètres suivants: chlorures, conductivité, turbidité, phosphore total, azote organique, nitrites & nitrates, cuivre et zinc. Nous désirons toutefois préciser que les courbes de cuivre et du zinc ont été établies à partir des résultats obtenus au cours du mois de juin, que celles de l'azote organique furent établies à partir des informations recueillies au cours des mois de septembre et octobre, alors que pour les autres paramètres, les courbes ont été préparées à partir des résultats obtenus au cours de la période complète de mesures, soit cinq (5) mois.

2.1.2 Influence de la marée

Après étude des données recueillies dans le cadre de l'étude de l'influence de la marée, on peut dégager les observations suivantes:

la marée influence donc dans l'ensemble de l'estuaire moyen les caractéristiques physiques et chimiques des eaux.

Les variations enregistrées au niveau des paramètres associés aux eaux salées diminuent au fur et à mesure que l'on se rapproche du golfe.

Les concentrations maximales ou minimales mesurées en fonction de la marée ne sont pas en relation directe avec les marées, c'est-à-dire maximum ou minimum à marée basse ou à marée haute. En effet, si l'on considère l'ensemble des résultats obtenus du cours de la présente étude, on constate que la conductivité, les chlorures et le cuivre présentent des concentrations maximales sur le baissant; la turbidité, les phosphates totaux inorganiques et le zinc sur le montant, alors que l'azote organique, les nitrates + nitrites, le phosphore total et l'azote ammoniacal présentent des concentrations maximales à marée montante et à marée descendante. La complexité du système hydraulique et le décalage des mouvements des masses d'eau en présence, et l'influence de la direction et de la vitesse des vents sont sûrement d'une part attribuables aux résultats obtenus.

La marée affecte considérablement les concentrations moyennes de turbidité aux sections transversales dans l'estuaire moyen.

Parmi les éléments nutritifs, les nitrites & nitrates semblent présenter les variations les plus faibles en fonction de la marée.

Le phosphore total accuse généralement dans l'estuaire moyen des variations plus importantes que l'azote organique et les nitrites + nitrates. Il semble donc que ce paramètre soit plus influencé par le barrage continu des eaux engendré par les marées. Peut-on associer les variations importantes de phosphore total aux phénomènes d'adsorption et/ou de désorption, nous émettons cette hypothèse. Il est toutefois évident qu'elle devrait faire l'objet d'une vérification par une étude plus détaillée.

Les concentrations d'azote ammoniacal mesurées dans l'estuaire moyen peuvent être considérées comme faibles, ce qui nous laisse croire à une certaine stabilité de la matière organique. Par ailleurs, les concentrations d'azote organique mesurées révèlent sans équivoque l'apport soutenu que reçoivent les eaux de l'estuaire moyen.

C'est à la hauteur de la section de Montmagny que les paramètres associés aux eaux salées présentent les variations les plus importantes en fonction de la marée.

A Québec, les paramètres associés aux eaux salées tels: conductivité, potassium, chlorures et sodium ne subissent que peu de variations en fonction de la marée. Les composés azotés présentent également peu de

variations, alors que le phosphore total et les phosphates totaux inorganiques présentent des variations plus significatives.

2.1.3 Stratification horizontale

Sur le plan de la stratification horizontale, l'analyse des résultats obtenus au cours de la présente étude nous permet de dégager les observations suivantes:

les eaux de l'estuaire moyen à partir de la section située à la hauteur de Montmagny présentent des variations plus ou moins importantes d'une rive à l'autre. En somme, on ne peut conclure à une homogénéité des paramètres physiques ou chimiques d'une rive à l'autre.

La conductivité et les chlorures présentent des concentrations plus élevées sur la rive nord ou dans la partie centre nord et plus particulièrement à la hauteur de la section située à proximité de Montmagny. Or, comme ces paramètres sont étroitement liés aux eaux salées, on peut donc conclure que l'infiltration des eaux salines s'effectue principalement par le chenal nord.

Parmi les sections étudiées, celle située à proximité de Montmagny présente les variations les plus importantes d'une rive à

l'autre. La turbidité est en effet beaucoup plus élevée dans la partie centre nord que centre sud. Comme nous l'avons indiqué précédemment, c'est également dans la partie centre nord que l'infiltration des eaux salines est plus importante. On serait donc porté à croire que les phénomènes de floculation associés au contact des eaux douces et salées et les caractéristiques du système hydraulique contribuent à maintenir un niveau élevé de suspension dans la région immédiate de cette section transversale. Nous devons toutefois souligner que des travaux de dragage furent effectués dans cette région lors de la campagne de mesure. Ces travaux ont sûrement contribué à augmenter en moyenne les niveaux de turbidité dans la partie centre nord, à la hauteur de cette section transversale.

On observe également une augmentation de la turbidité à proximité de la rive sud et ce à chacune des sections transversales suivantes: Montmagny, Cap-aux-Oies, Rivière-du-Loup et Trois-Pistoles. Cette constatation nous porte à croire que les caractéristiques physiques de la rive sud (faible pente, type de sédiments) combinées à l'influence de la marée et des vents favorisent le maintien d'un niveau de turbidité plus élevé à proximité de la rive sud.

L'azote organique présente des variations importantes comme l'indique la figure 29. Nous devons toutefois avouer que nous demeurons perplexes dans l'explication des conditions rencontrées surtout si l'on considère que seulement ce paramètre présente de telles variations d'une rive à l'autre.

Les nitrites + nitrates pour leur part semblent relativement stables d'une rive à l'autre et ce de Québec à Rivière-du-Loup. On observe cependant des variations significatives à la section située à la hauteur de Trois-Pistoles. Cette constatation nous amène donc à conclure que les concentrations de nitrites + nitrates des eaux de l'Atlantique sont plus faibles que celles des eaux de l'estuaire moyen.

Dans l'ensemble, les phosphates totaux inorganiques présentent des variations plus importantes que le phosphore total. Toutefois, au niveau de ce dernier paramètre, on observe des variations plus importantes à la hauteur des sections transversales situées à Montmagny et à Trois-Pistoles.

Au niveau des éléments métalliques, le zinc présente des variations beaucoup plus importantes que le cuivre. On observe également une augmentation graduelle des concentrations de cuivre de l'amont vers l'aval,

c'est-à-dire de Montmagny à Trois-Pistoles.

Les concentrations de cuivre et de zinc mesurées dans les eaux de l'estuaire moyen au cours de la présente étude semblent avoir atteint des niveaux très élevés. En effet, les concentrations de cuivre mesurées au cours du mois de juin à la hauteur de Trois-Pistoles sont de 8 fois supérieures aux concentrations maximales rencontrées en eaux salées*, alors que le zinc pour sa part présente des concentrations de l'ordre de 3 fois supérieures aux concentrations rencontrées en eaux salées.

* Chemistry and fertility of sea-waters
H.W. Harvey (1955)

2.1.4 Conclusion

Les informations recueillies dans le cadre de l'étude des sections transversales nous permettent de conclure que:

Aux sections transversales, la marée influence dans l'ensemble de l'estuaire moyen les caractéristiques physiques et chimiques des eaux.

Parmi les éléments nutritifs, le phosphore total est celui qui présente les variations les plus importantes en fonction de la marée. Peut-on associer ces variations importantes aux phénomènes d'adsorption et/ou de désorption, nous émettons cette hypothèse. Il est évident qu'elle devra cependant être vérifiée par une étude plus exhaustive.

L'infiltration des eaux salines s'effectue principalement par le chenal nord et les eaux douces s'écoulent principalement par le chenal sud.

A partir de Montmagny, les eaux de l'estuaire moyen présentent des variations plus ou moins significatives d'une rive à l'autre. En somme, l'on ne peut conclure à une homogénéité des paramètres physico-chimiques d'une rive à l'autre.

Dans la région immédiate de Montmagny, la turbidité est beaucoup plus élevée dans la partie centre nord que centre sud. Les résultats obtenus nous portent à croire que les phénomènes de floculation associés au contact des eaux douces et salées et les caractéristiques du système hydraulique, contribuent à maintenir un niveau élevé de suspensions dans cette région.

Les eaux à proximité de la rive sud accusent une augmentation de turbidité. Nous croyons que les caractéristiques physiques de la rive sud (faible pente, type de sédiments) combinées à l'influence de la marée et des vents sont attribuables à cette augmentation.

Les concentrations de cuivre et de zinc mesurées dans les eaux de l'estuaire moyen au cours de la présente étude semblent avoir atteint des niveaux très élevés. En effet, les concentrations de cuivre mesurées au cours du mois de juin à la hauteur de Trois-Pistoles sont de 8 fois supérieures aux concentrations généralement rencontrées en eaux salées, alors que le zinc pour sa part présente des concentrations de l'ordre de 3 fois supérieures à celles généralement rencontrées en eaux salées.

TABLEAU 1

ETUDE DE L'INFLUENCE DE LA MAREE

% DE VARIATION MOYENNE AUX SECTIONS TRANSVERSALES

<u>Paramètres</u>	QUEBEC 316.5	MONTMAGNY 348	CAP-AUX OIES 389.4	LA MALBAIE 401.2	RIV. LOUP 430	3PISTOLES 453
	% Var. moyenne	% Var. moyenne	% Var. moyenne	% Var. moyenne	% Var. moyenne	% Var. moyenne
pH, unité	1.75 (4)	.48 (4)	.7 (5)	.5 (4)	1 (4)	1.3 (1)
Couleur, unité	21 (4)	22.5 (4)	62.6 (5)	41.2 (4)	49 (4)	25.3 (3)
Turbidité, unité	33 (4)	35.2 (4)	60.0 (5)	35.2 (4)	57 (4)	73.3 (3)
Chlorures, mg/l	35 (3)	302.7 (3)	17.0 (5)	10.0 (4)	16.2 (4)	6.3 (3)
Conductivité, µmhos/cm	2.5 (4)	110.5 (4)	14.6 (5)	13.5 (4)	16.5 (4)	6.3 (3)
Azote organique, mg/l N	17.5 (2)	29 (1)	33 (2)	88 (1)	104 (1)	-
Azote ammoniacal, mg/l N	41 (2)	-	38 (1)	43 (1)	400 (1)	-
Nitrates + nitrites, mg/l N	13.5 (4)	1.75 (4)	28 (5)	20.5 (4)	13 (4)	52 (3)
Phosphore total, mg/l PO ₄	128 (3)	39 (3)	31.2 (4)	197 (3)	58.5 (2)	95 (2)
Phosphates totaux inorg., mg/l PO ₄	57.5 (2)	25 (1)	38.5 (2)	53 (1)	9 (1)	-
Cuivre, mg/l		27 (1)	20 (1)	48 (1)	31 (1)	7 (1)
Zinc, mg/l		18 (1)	18 (1)	27 (1)	34 (1)	27 (1)

(4): Précise le nombre de fois où les sections transversales furent échantillonnées, dans le cadre de l'influence de la marée.

TABLEAU 2

ETUDE DE L'INFLUENCE DE LA MAREE
VARIATIONS ENREGISTREES AUX SECTIONS TRANSVERSALES

SECTION 316.5 (QUEBEC)

<u>Paramètres</u>	JUILLET			AOÛT			SEPTEMBRE			OCTOBRE		
	Min.	Max.	% Var.	Min.	Max.	% Var.	Min.	Max.	% Var.	Min.	Max.	% Var.
pH, unité	7.63	7.78	2%	7.53	7.73	3%	7.83	7.91	1%	7.81	7.87	1%
Couleur, unité	12.83	13.32	4%	9.05	9.66	7%	14.28	20	40%	13.25	17.57	33%
Turbidité, unité	11.9	15.1	27%	9.4	9.7	3%	6.1	9.8	61%	5.05	7.1	41%
Chlorures, mg/l	100	100	0%	100	200	100%	23.88	25.1	5%	-	-	-
Conductivité, µmhos/cm	226.8	240.5	6%	252.6	254	1%	264.7	267.5	1%	259.2	264	2%
Azote organique, mg/l N	-	-	-	-	-	-	.226	.24	6%	.227	.293	29%
Azote ammoniacal, mg/l N	-	-	-	-	-	-	.011	.02	82%	.00	.00	0%
Nitrates + nitrites mg/l N	.212	.22	4%	.10	.105	5%	.101	.143	42%	.118	.122	3%
Phosphore total, mg/l PO ₄	.04	.04	0%	-	-	-	.08	.117	46%	.013	.057	338%
Phosphates totaux inorg., mg/l PO ₄	-	-	-	-	-	-	.063	.104	65%	<.001	.001	50%
Cuivre, mg/l	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Zinc, mg/l	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

TABLEAU 3

ETUDE DE L'INFLUENCE DE LA MAREE
 VARIATIONS ENREGISTREES AUX SECTIONS TRANSVERSALES

SECTION 348.0 (MONTMAGNY)

Paramètres	JUIN			JUILLET			AOÛT			OCTOBRE		
	Min.	Max.	% Var.	Min.	Max.	% Var.	Min.	Max.	% Var.	Min.	Max.	% Var.
pH, unité	7.6	7.625	0.3%	7.55	7.6	1%	7.4	7.42	0.3%	7.83	7.85	0.3%
Couleur, unité	10.5	16.8	60%	7.13	7.8	9%	6.2	6.7	8%	28.3	32	13%
Turbidité, unité	25.8	30	16%	19.3	37.5	94%	16.6	21.2	28%	23.2	23.8	3%
Chlorures, mg/l	240.0	1,915.4	698%	214.3	1285.7	500%	1030	1163.6	13%	-	-	-
Conductivité, μ mhos/cm	1309	2143	64%	418	1620	288%	985	1653	68%	577	704	.22%
Azote organique, mg/l N	-	-	-	-	-	-	-	-	-	.231	.297	29%
Azote ammoniacal, mg/l N	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Nitrates + nitrites mg/l N	.167	.168	1%	.19	.192	1%	.113	.115	2%	.101	.104	3%
Phosphore total, mg/l PO ₄	-	-	-	.063	.117	86%	.043	.046	7%	.033	.041	24%
Phosphates totaux inorg., mg/l PO ₄	-	-	-	-	-	-	-	-	-	.012	.015	25%
Cuivre, mg/l	.0064	.0081	27%	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Zinc, mg/l	.064	.0752	18%	-	-	-	-	-	-	-	-	-

TABLEAU 4

ETUDE DE L'INFLUENCE DE LA MAREE
VARIATIONS ENREGISTREES AUX SECTIONS TRANSVERSALES

SECTION 389.4 (CAP-AUX-OIES)

Paramètres	JUN			JUILLET			AOUT			SEPTEMBRE			OCTOBRE		
	Min.	Max.	% Var.	Min.	Max.	% Var.	Min.	Max.	% Var.	Min.	Max.	% Var.	Min.	Max.	% Var.
pH, unité	7.69	7.7	0.1%	7.51	7.59	1%	7.3	7.43	2%	7.8	7.8	0%	7.9	7.92	0.3%
Couleur, unité	10.3	12.4	20%	4.5	5.2	16%	3.8	4.6	21%	8.7	19.6	125%	6.2	14.3	131%
Turbidité, unité	10.4	16.3	57%	7.6	11.75	55%	5.6	9.2	64%	6.5	8.8	35%	10.6	20.0	89%
Chlorures, mg/l	11,430	13,562	19%	10,220	12,250	20%	11,546	12,692	10%	10,277	12,792	24%	8,814	9,841	12%
Conductivité, µmhos/cm	21,270	25,730	21%	19,114	21,892	14%	19,000	21,576	14%	29,433	34,134	16%	28,312	30,644	8%
Azote organique, mg/l N	-	-	-	-	-	-	-	-	-	.09	.131	46%	.252	.302	20%
Azote ammoniacal, mg/l N	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	.008	.011	38%
Nitrates + nitrites, mg/l N	.152	.19	25%	.194	.203	5%	.20	.203	2%	.176	.22	25%	.086	.157	83%
Phosphore total, mg/l PO ₄	-	-	-	.29	.373	29%	.081	.097	20%	.184	.23	25%	.087	.131	51%
Phosphates totaux inorg., mg/l PO ₄	-	-	-	-	-	-	-	-	-	.09	.103	14%	.019	.031	63%
Cuivre, mg/l	.024	.0287	20%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Zinc, mg/l	.0643	.0762	18%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

TABLEAU 5

ETUDE DE L'INFLUENCE DE LA MAREE

VARIATIONS ENREGISTREES AUX SECTIONS TRANSVERSALES

SECTION 401.2 (La Malbaie)

<u>Paramètres</u>	<u>JUIN</u>			<u>JUILLET</u>			<u>AOUT</u>			<u>OCTOBRE</u>		
	Min.	Max.	% Var.	Min.	Max.	% Var.	Min.	Max.	% Var.	Min.	Max.	% Var.
pH, unité	7.7	7.7	0%	7.5	7.6	1%	7.4	7.46	1%	7.87	7.88	0.1%
Couleur, unité	8.1	9.5	17%	5.0	5.8	16%	4.0	6.6	65%	3.0	5.0	67%
Turbidité, unité	8.3	10.3	24%	5.6	7.2	29%	3.99	5.66	42%	6.8	9.9	46%
Chlorures, mg/l	12706	13632	7%	11875	12900	9%	11612	13480	16%	11194	12117	8%
Conductivité, µmhos/ cm	24462	26761	9%	20636	26600	29%	20419	22346	9%	34035	36347	7%
Azote organique, mg/l N	-	-	-	-	-	-	-	-	-	.145	.273	88%
Azote ammoniacal, mg/l N	-	-	-	-	-	-	-	-	-	.021	.030	43%
Nitrates + nitrites mg/l N	.147	.19	29%	.16	.192	20%	.20	.218	9%	.148	.183	24%
Phosphore total, mg/l PO ₄	-	-	-	.107	.234	119%	.04	.213	433%	.102	.143	40%
Phosphates totaux inorg., mg/l PO ₄	-	-	-	-	-	-	-	-	-	.030	.046	53%
Cuivre, mg/l	.0246	.0365	48%									
Zinc, mg/l	.0335	.0427	27%									

TABLEAU 6

ETUDE DE L'INFLUENCE DE LA MAREE
VARIATIONS ENREGISTREES AUX SECTIONS TRANSVERSALES
SECTION 430.5 (RIVIERE-DU-LOUP)

<u>Paramètres</u>	JUIN			JUILLET			AOÛT			SEPTEMBRE		
	Min.	Max.	% Var.	Min.	Max.	% Var.	Min.	Max.	% Var.	Min.	Max.	% Var.
pH, unité	7.7	7.8	1%	7.52	7.66	2%	7.41	7.46	1%	7.8	7.8	0%
Couleur, unité	3.45	5.76	67%	3.0	4.66	55%	3.24	4.33	34%	5.0	7.0	40%
Turbidité, unité	2.84	6.56	131%	4.8	5.6	17%	4.68	5.49	17%	2.8	4.56	63%
Chlorures, mg/l	13000	15809	22%	13750	15175	10%	13656	16005	17%	13072	15187	16%
Conductivité, µmhos/ cm	30811	37495	22%	25630	31027	21%	26781	30440	14%	36829	39975	9%
Azote organique, mg/l N	-	-	-	-	-	-	-	-	-	.067	.137	104%
Azote ammoniacal, mg/l N	-	-	-	-	-	-	-	-	-	.001	.005	400%
Nitrates + nitrites mg/l N	.155	.175	13%	.157	.17	8%	.192	.242	26%	.15	.158	5%
Phosphore total, mg/l PO ₄	-	-	-	.04<	.072	80%	-	-	-	.13	.178	37%
Phosphates totaux inorg., mg/l PO ₄	-	-	-	-	-	-	-	-	-	.114	.124	9%
Cuivre, mg/l	.0303	.0397	31%									
Zinc, mg/l	.0317	.0425	34%									

TABLEAU 7

ETUDE DE L'INFLUENCE DE LA MAREE
VARIATIONS ENREGISTREES AUX SECTIONS TRANSVERSALES

SECTION 453.0 (TROIS-PISTOLES)

<u>Paramètres</u>	JUN			JUILLET			AOÛT		
	Min.	Max.	% Var.	Min.	Max.	% Var.	Min.	Max.	% Var.
pH, unité	7.77	7.84	1%	7.87	8.05	2%	7.48	7.56	1%
Couleur, unité	4.6	5.6	22%	3.4	4.3	26%	2.9	3.7	28%
Turbidité, unité	1.63	2.34	44%	2.11	3.19	51%	2.44	5.48	125%
Chlorures, mg/l	17,100	17,800	4%	14,900	16,120	8%	16,942	18,190	7%
Conductivité, µmhos/ cm	33,395	34,530	3%	29,300	32,413	11%	30,342	31,947	5%
Nitrites + nitrates, mg/l N	.124	.149	20%	.05	.086	72%	.088	.144	64%
Phosphore total, mg/l PO ₄	-	-	-	.066	.114	73%	.048	.104	117%
Phosphates totaux, inorg., mg/l PO ₄	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cuivre, mg/l	.0748	.0804	7%						
Zinc, mg/l	.0435	.0552	27%						

TABLEAU 8

STRATIFICATIONS TRANSVERSALES *

% DE VARIATIONS AUX SECTIONS TRANSVERSALES

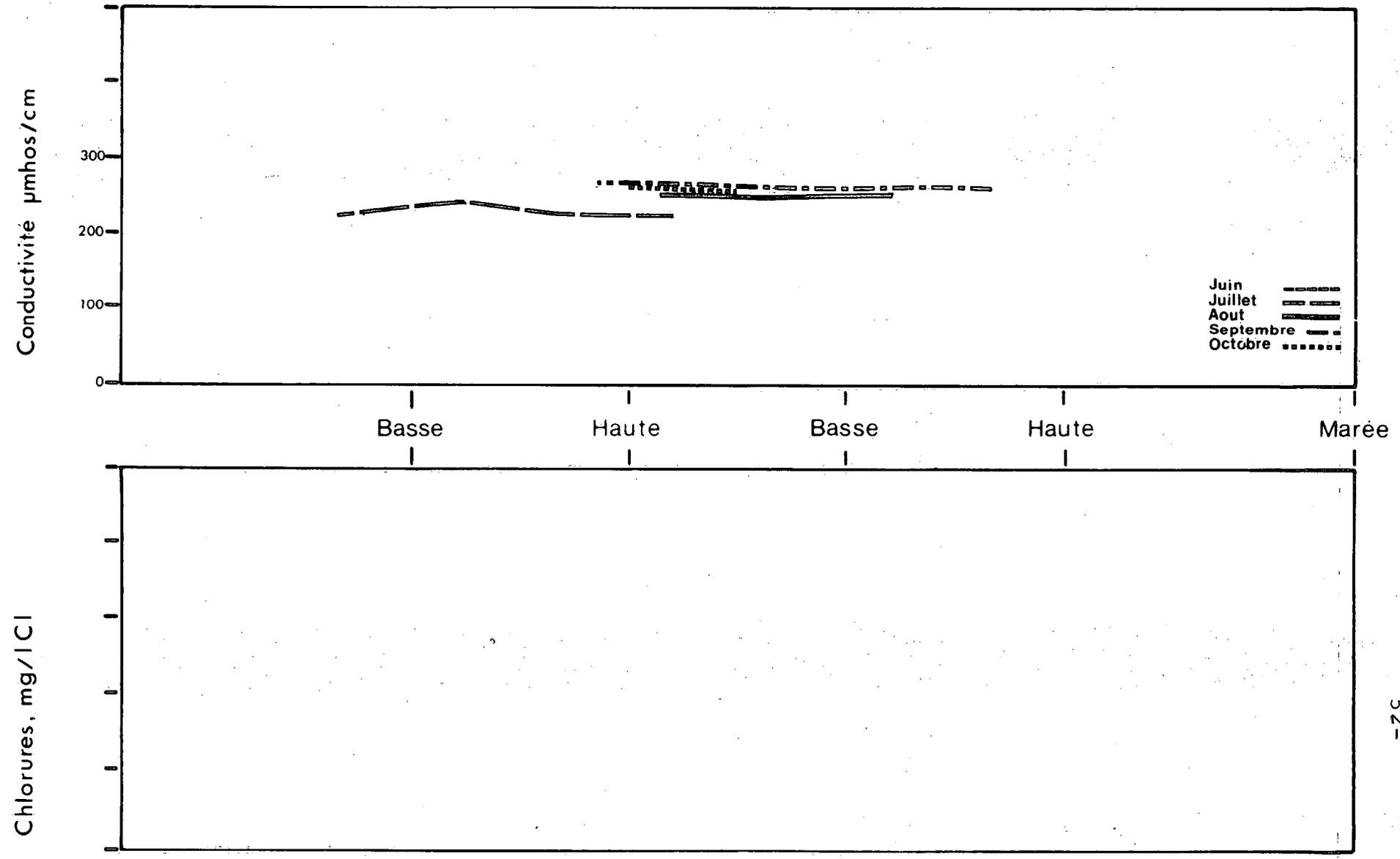
Paramètres	SECTION 316.5			SECTION 348.0			SECTION 389.4			SECTION 401.2			SECTION 430.5			SECTION 453.0		
	Min.	Max.	% Var.	Min.	Max.	% Var.	Min.	Max.	% Var.	Min.	Max.	% Var.	Min.	Max.	% Var.	Min.	Max.	% Var.
pH, unité	7.68	7.81	2%	7.46	7.72	3%	7.64	7.67	0.4%	7.64	7.68	0.5%	7.64	7.66	0.3%	7.71	7.83	2%
Température	10.43	11.2	7%	7.83	8.5	9%	4.56	5.1	12%	4.0	4.33	8%	4.0	5.7	43%	6.04	11.08	83%
Conductivité, µmhos/cm	245	261	7%	258	3450	1237%	23400	28600	22%	26200	31000	18%	30300	32900	9%	34500	36850	7%
Chlorures, mg/l	85	86	1%	614	3000	389%	11000	13000	18%	11350	13300	17%	14000	14960	7%	16000	16900	6%
Turbidité, unité	8.5	10	2%	13.2	37	180%	7.3	18	147%	5.8	7.3	26%	3.2	10.4	225%	1.4	8.2	486%
Azote organi- que, mg/l N	.212	.36	70%	.162	.285	76%	.13	.245	88%	.115	.184	60%	.08	.128	60%	.06	.248	313%
NO ₂ + NO ₃ , mg/l N	.136	.143	5%	.133	.155	17%	.164	.184	12%	.17	.183	8%	.171	.176	3%	.073	.15	105%
Phosphore total mg/l PO ₄	.05	.07	40%	.045	.128	184%	.16	.19	19%	.128	.169	32%	.085	.11	29%	.098	.178	82%
Cuivre, mg/l	-	-	-	.004	.011	175%	.023	.029	26%	.026	.033	27%	.031	.039	26%	.065	.094	45%
Zinc, mg/l	-	-	-	.03	.103	243%	.059	.09	53%	.0338	.0436	29%	.035	.0416	19%	.044	.062	41%

* Calculé à partir de la moyenne de l'ensemble des résultats obtenus.

ETUDE DE L'INFLUENCE DE LA MAREE

CONDUCTIVITE - CHLORURES

figure no: 1



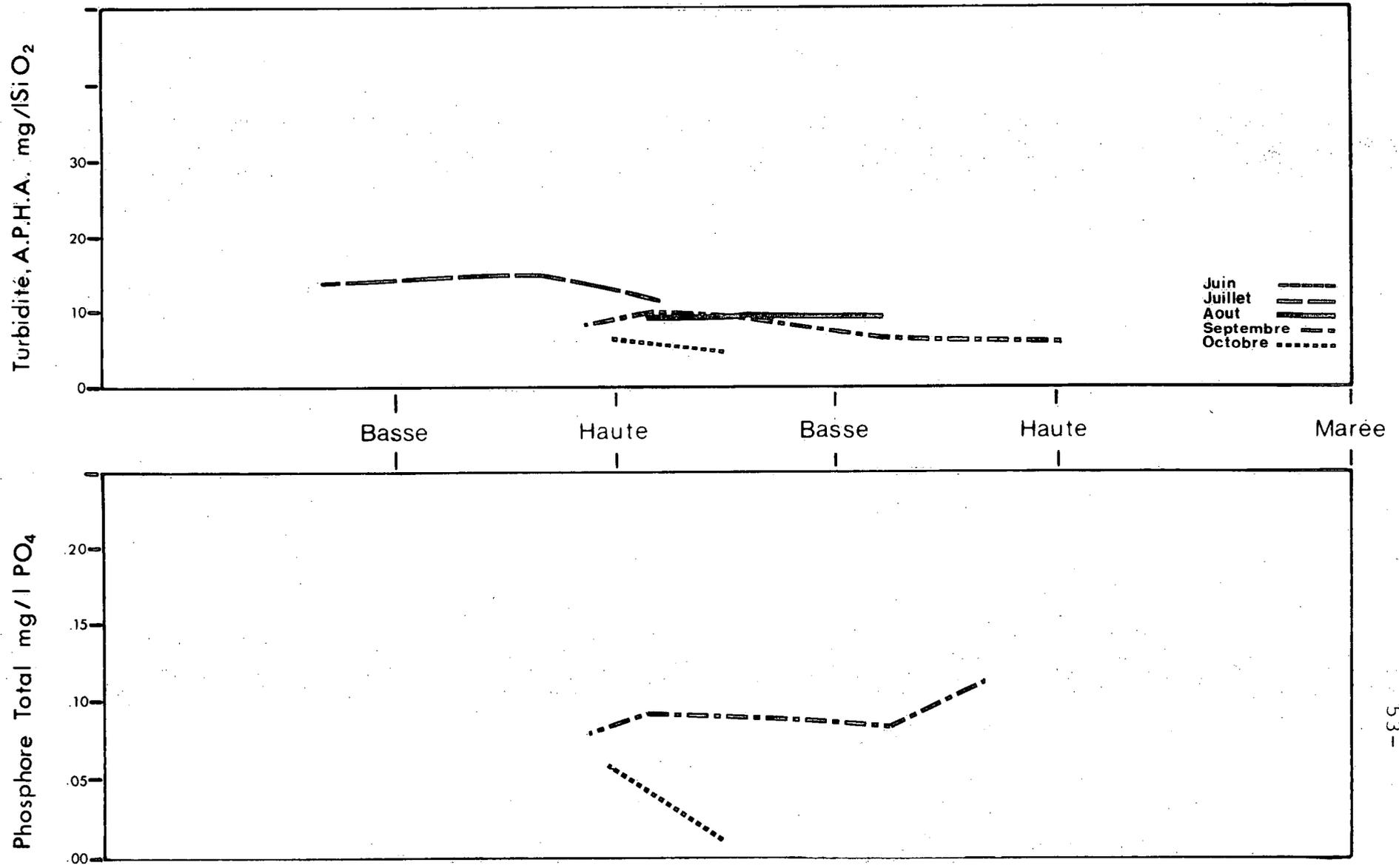
VARIATION MOYENNE DE LA QUALITE VS MAREE

SECTION 316.5 (Québec)

ETUDE DE L'INFLUENCE DE LA MAREE

TURBIDITE - PHOSPHORE TOTAL

figure no. 2



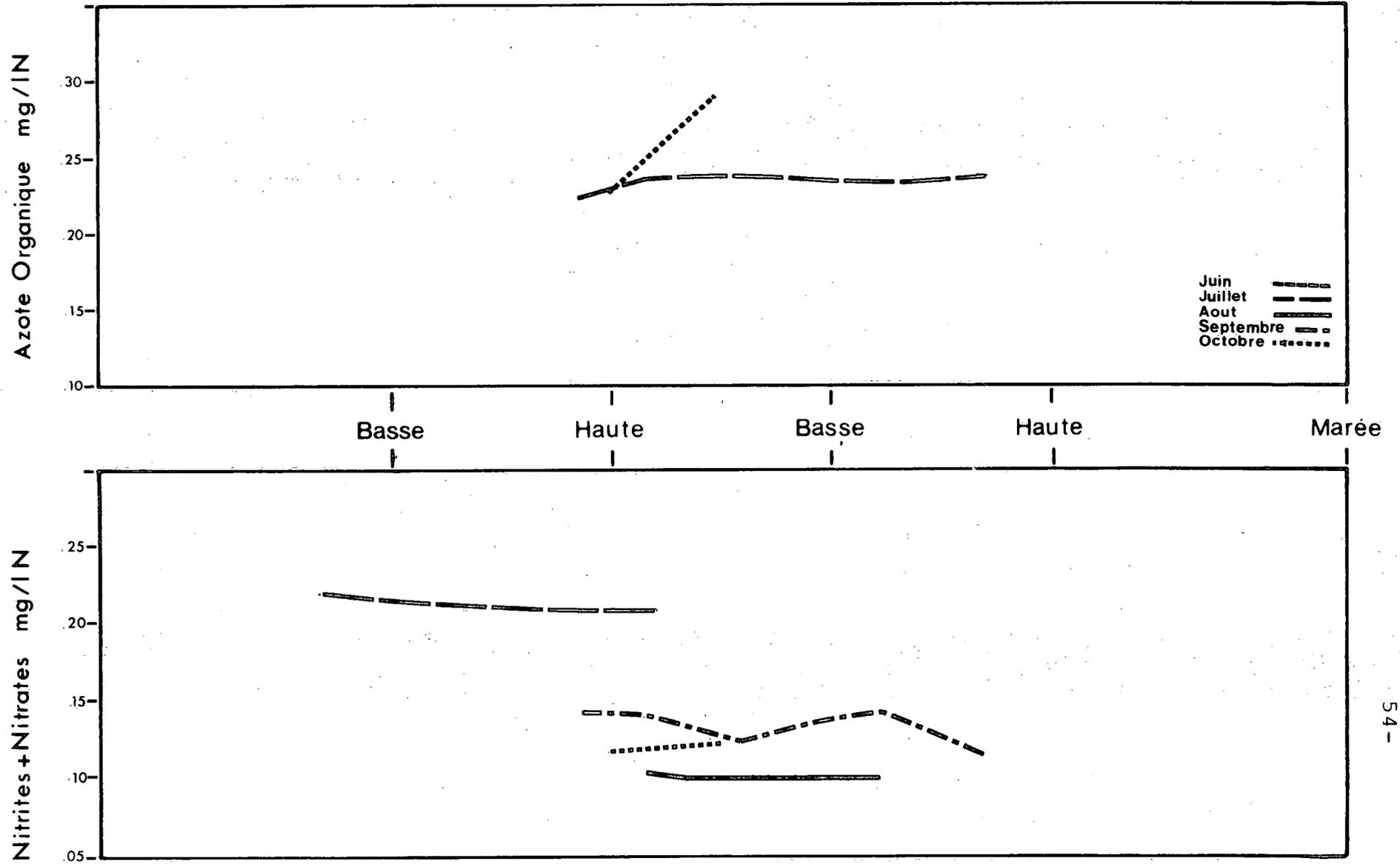
VARIATION MOYENNE DE LA QUALITE VS MAREE

SECTION 316.5 (Québec)

ETUDE DE L'INFLUENCE DE LA MAREE

AZOTE ORGANIQUE - NITRITES + NITRATES

figure no:3



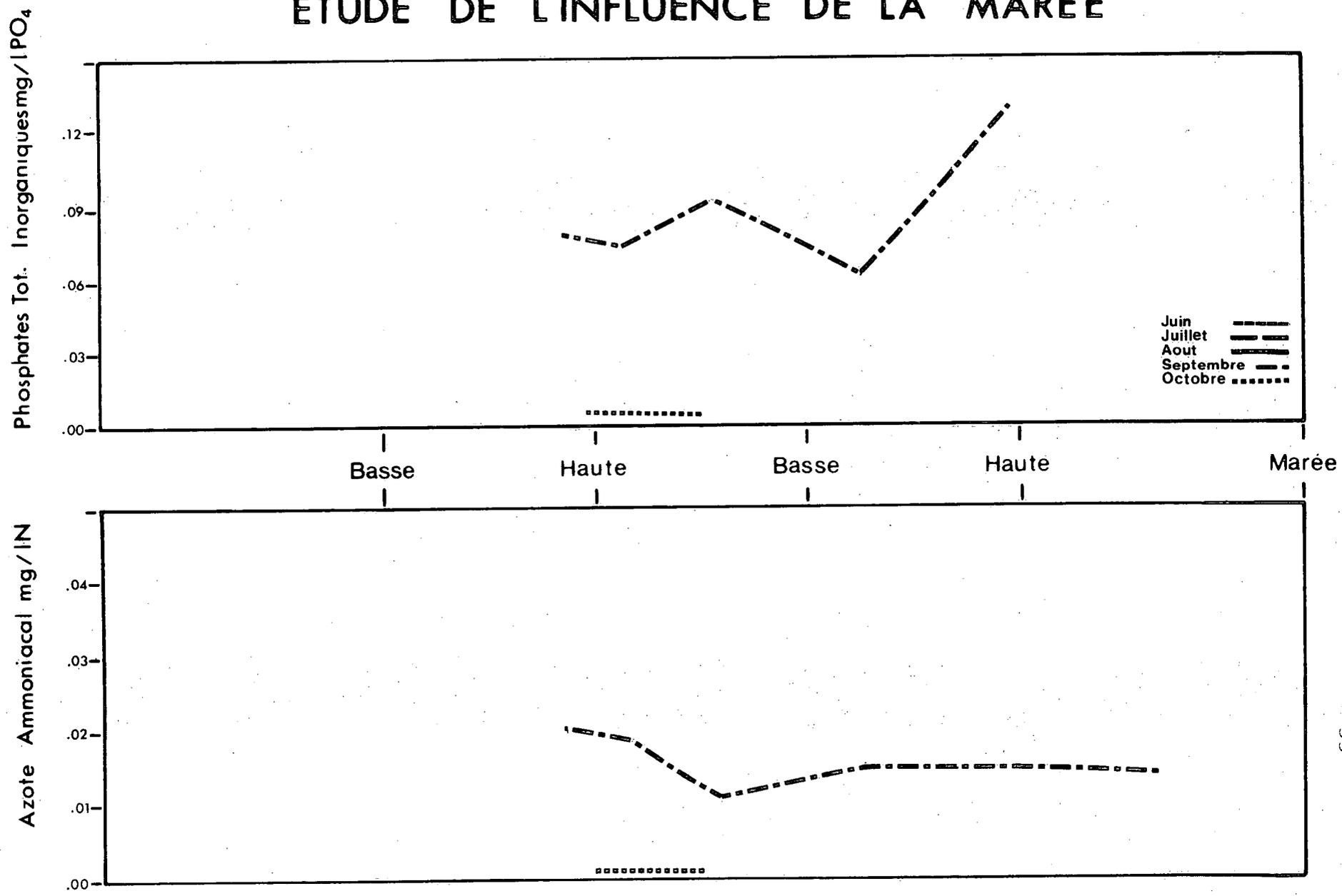
VARIATION MOYENNE DE LA QUALITE VS MAREE

SECTION 316.5 (Québec)

ETUDE DE L'INFLUENCE DE LA MAREE

AZOTE AMMONIACAL - PHOSPHATES T. INORG.

figure no. 4



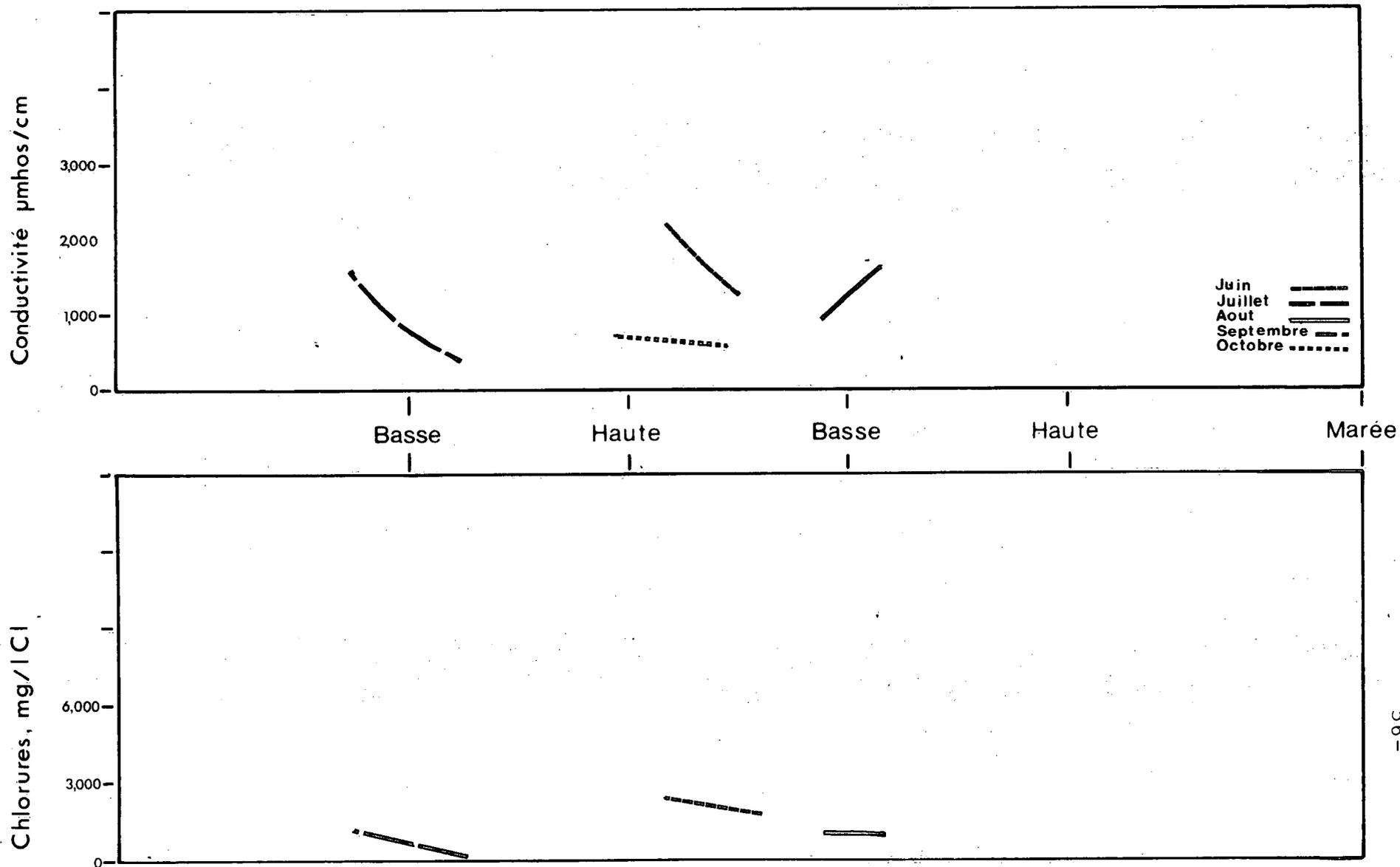
VARIATION MOYENNE DE LA QUALITE VS MAREE

SECTION 316.5 (Québec)

ETUDE DE L'INFLUENCE DE LA MAREE

CONDUCTIVITE - CHLORURES

figure no:5



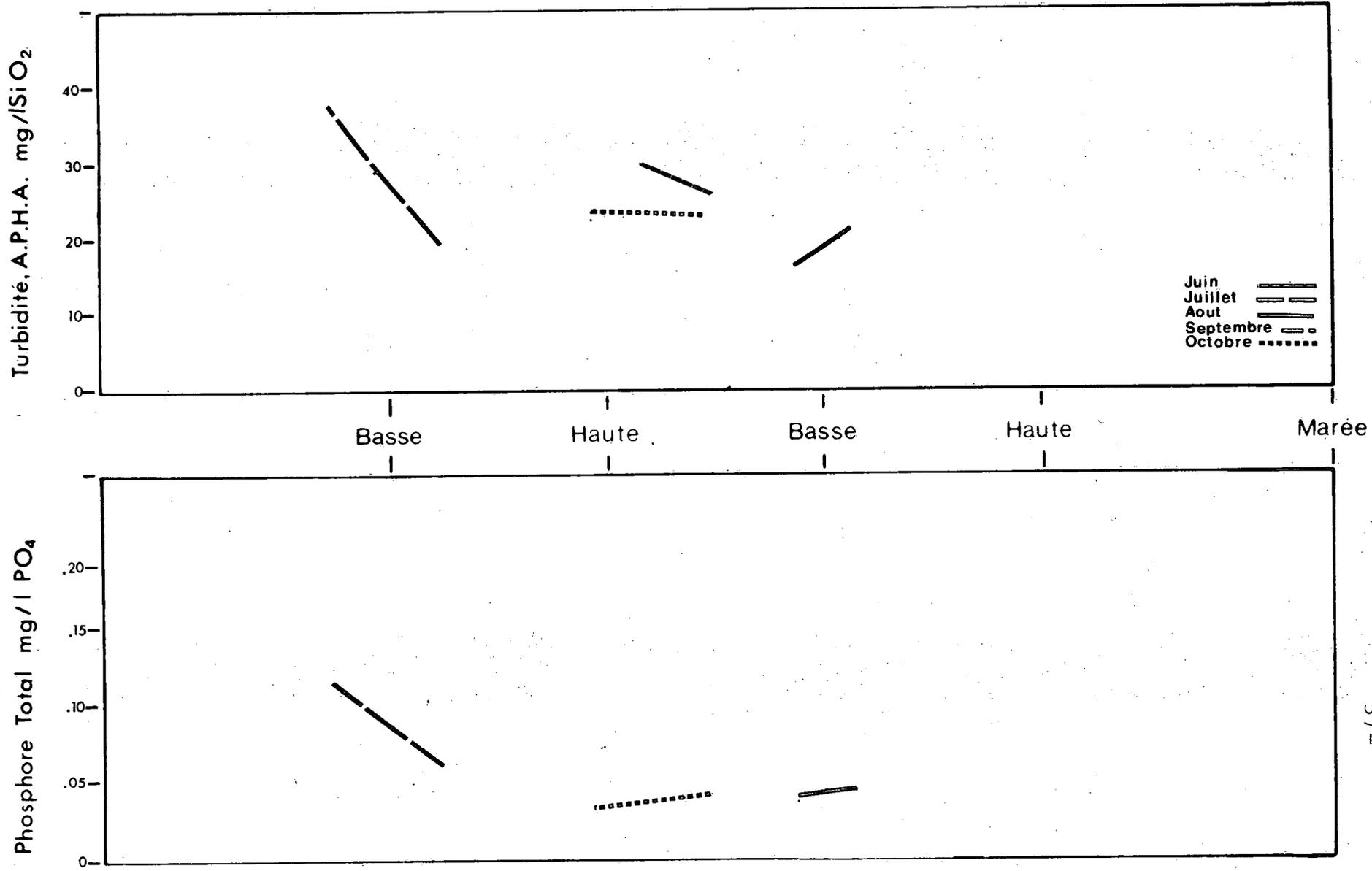
VARIATION MOYENNE DE LA QUALITE VS MAREE

SECTION 348 (Montmagny)

ETUDE DE L'INFLUENCE DE LA MAREE

TURBIDITE - PHOSPHORE TOTAL

figure no: 6



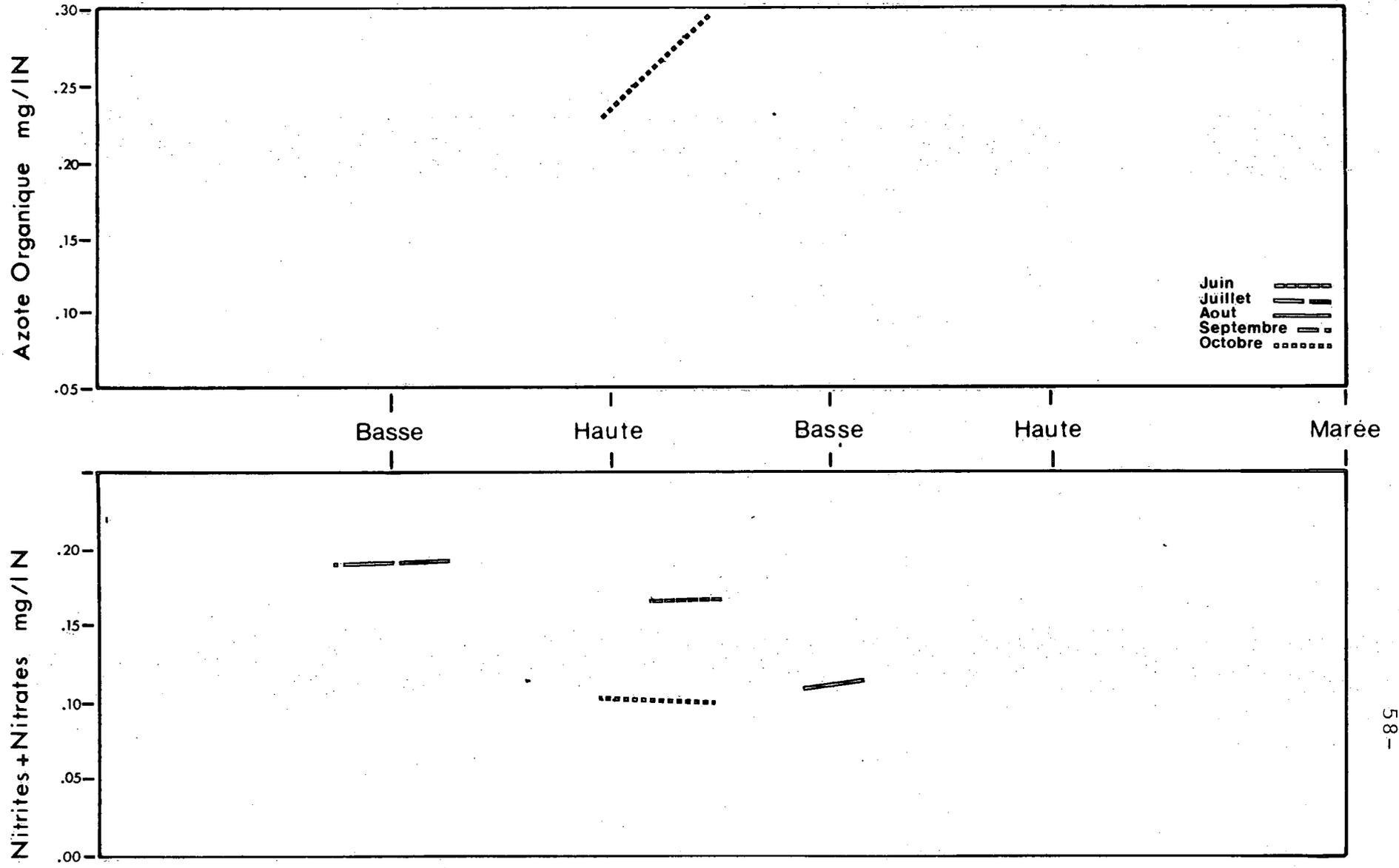
VARIATION MOYENNE DE LA QUALITE VS MAREE

SECTION 348 (Montmagny)

ETUDE DE L'INFLUENCE DE LA MAREE

AZOTE ORGANIQUE - NITRITES + NITRATES

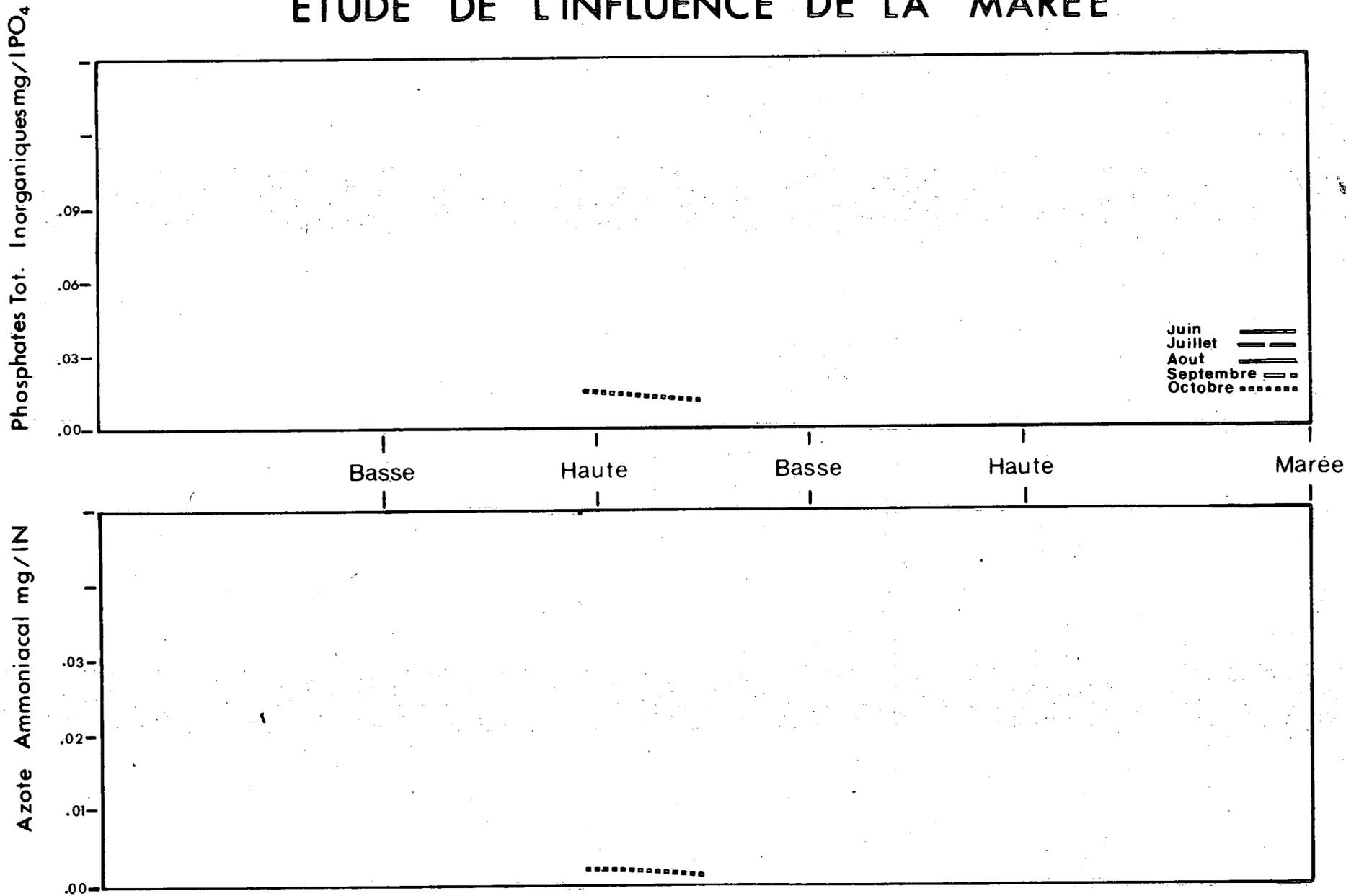
figure no:7



VARIATION MOYENNE DE LA QUALITE VS MAREE

SECTION 348 (Montmagny)

ETUDE DE L'INFLUENCE DE LA MAREE



VARIATION MOYENNE DE LA QUALITE VS MAREE

SECTION 348 (Montmagny)

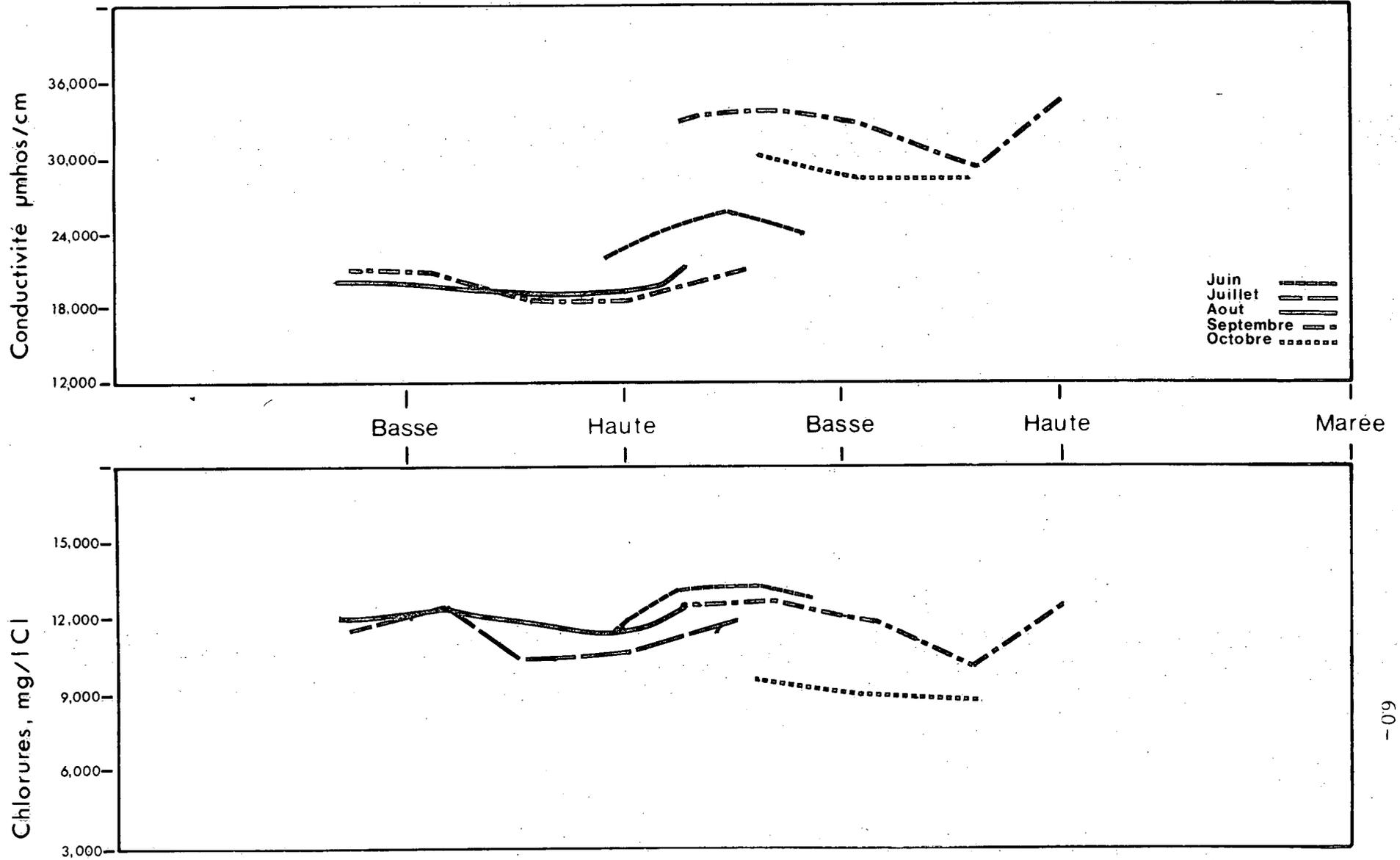
AZOTE AMMONIACAL - PHOSPHATES T. INORG.

figure no: 8

ETUDE DE L'INFLUENCE DE LA MAREE

CONDUCTIVITE - CHLORURES

figure no.9



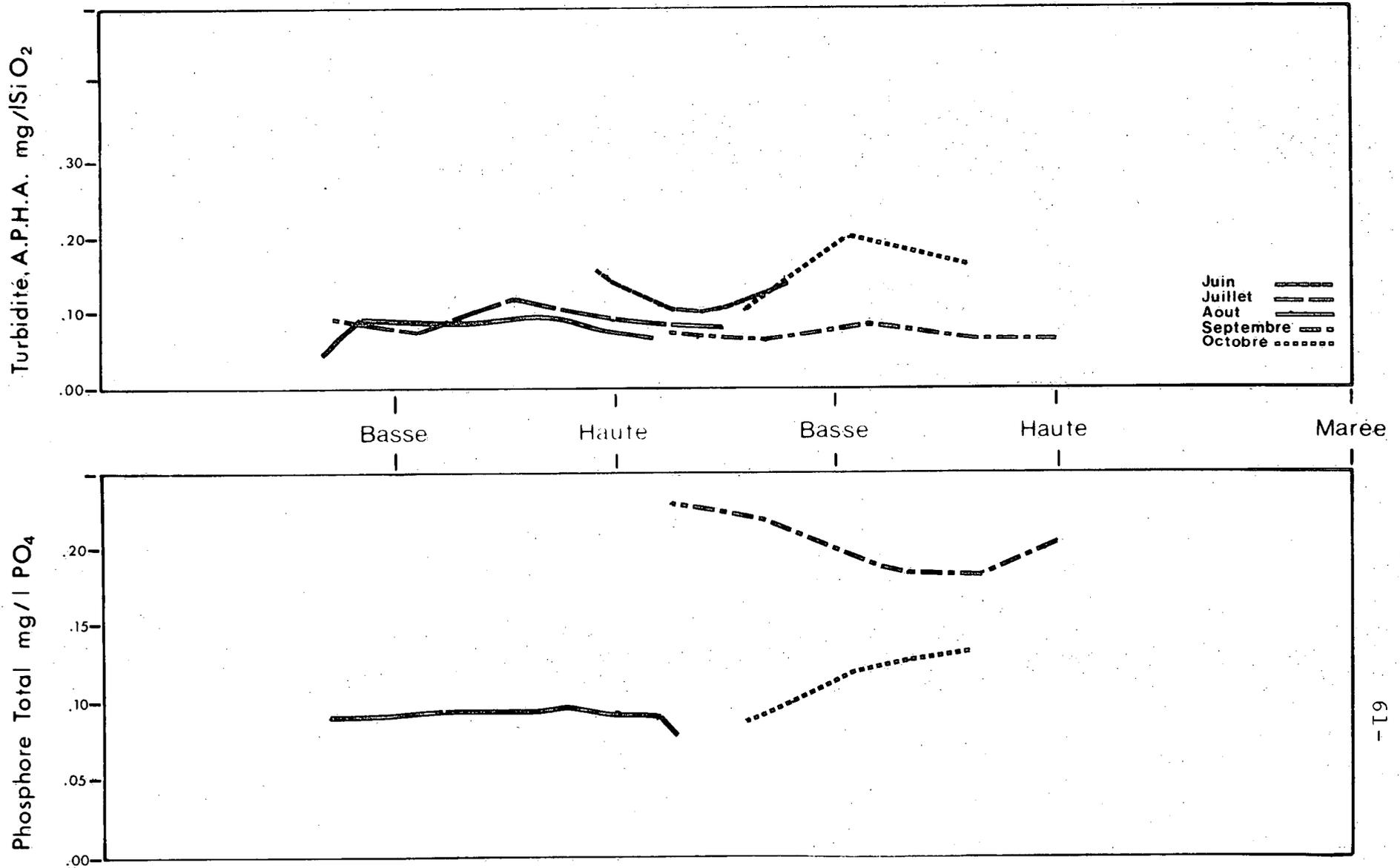
VARIATION MOYENNE DE LA QUALITE VS MAREE

SECTION 389.4 (Cap-aux-Oies)

ETUDE DE L'INFLUENCE DE LA MAREE

TURBIDITE - PHOSPHORE TOTAL

figure no.10



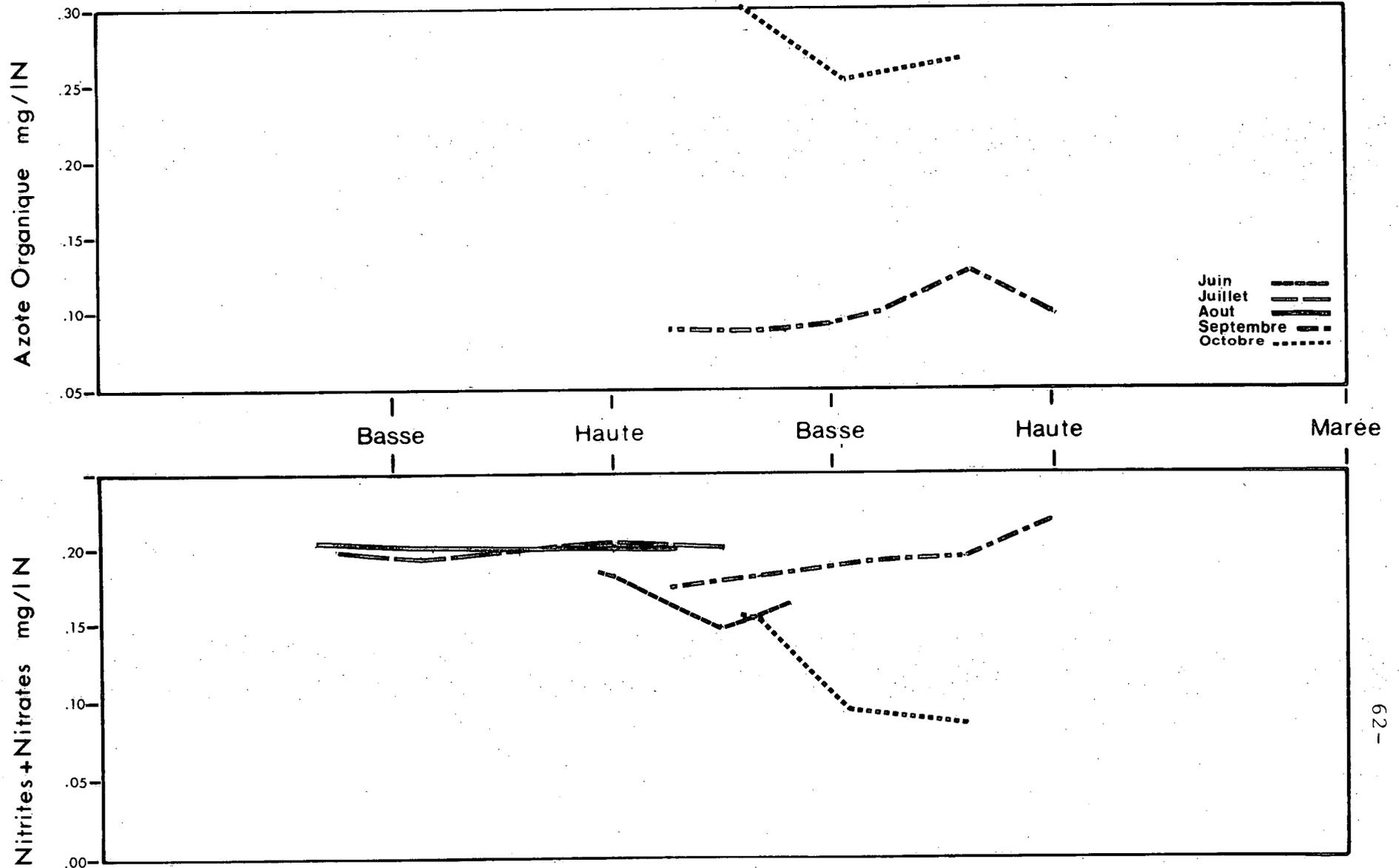
VARIATION MOYENNE DE LA QUALITE VS MAREE

SECTION 389.4 (Cap-aux-Oies)

ETUDE DE L'INFLUENCE DE LA MAREE

AZOTE ORGANIQUE - NITRITES + NITRATES

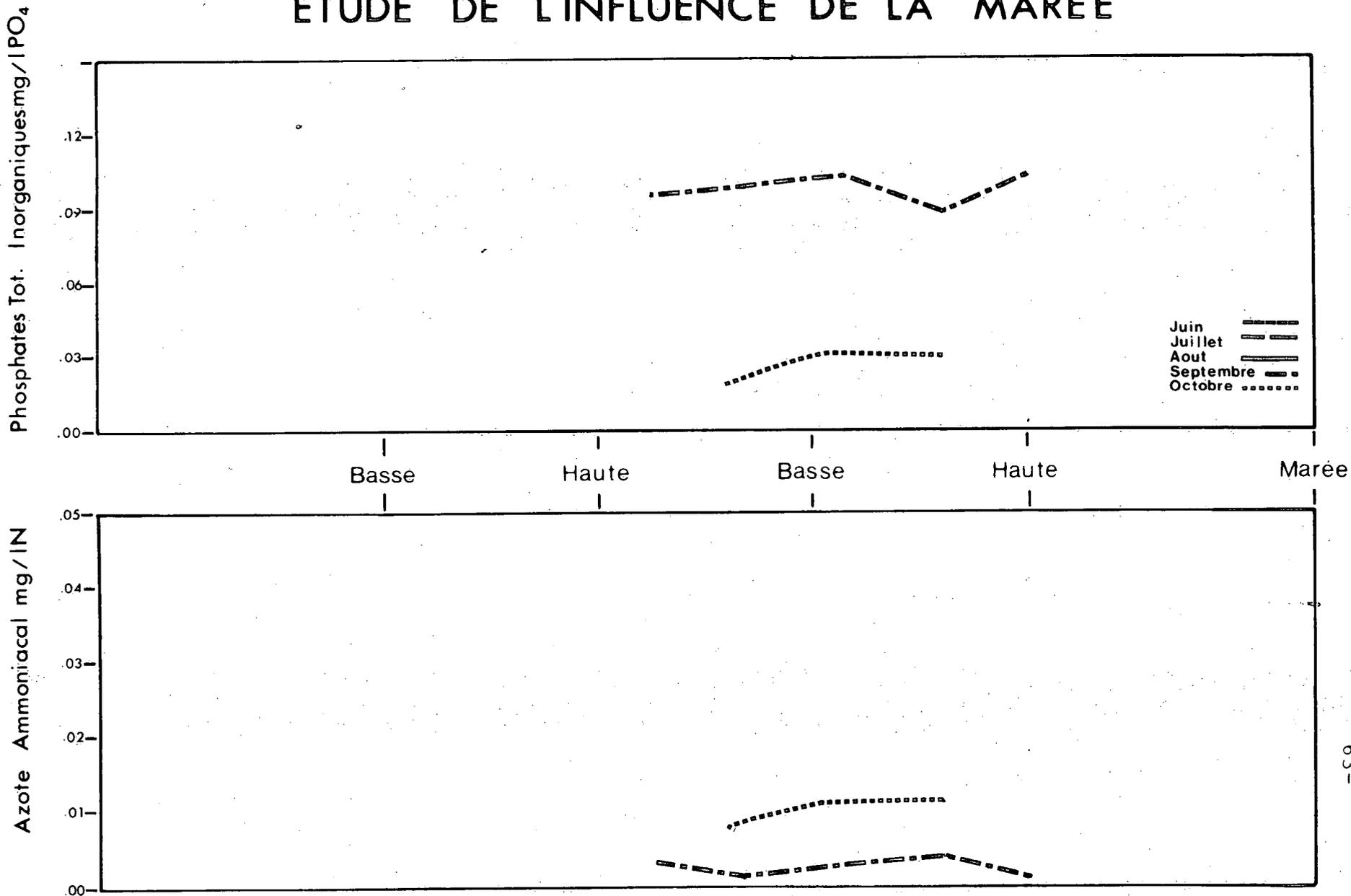
figure no.: 11



VARIATION MOYENNE DE LA QUALITE VS MAREE

SECTION 389.4 (Cap-aux-Oies)

ETUDE DE L'INFLUENCE DE LA MAREE



VARIATION MOYENNE DE LA QUALITE VS MAREE

SECTION 389.4 (Cap-aux-Oies)

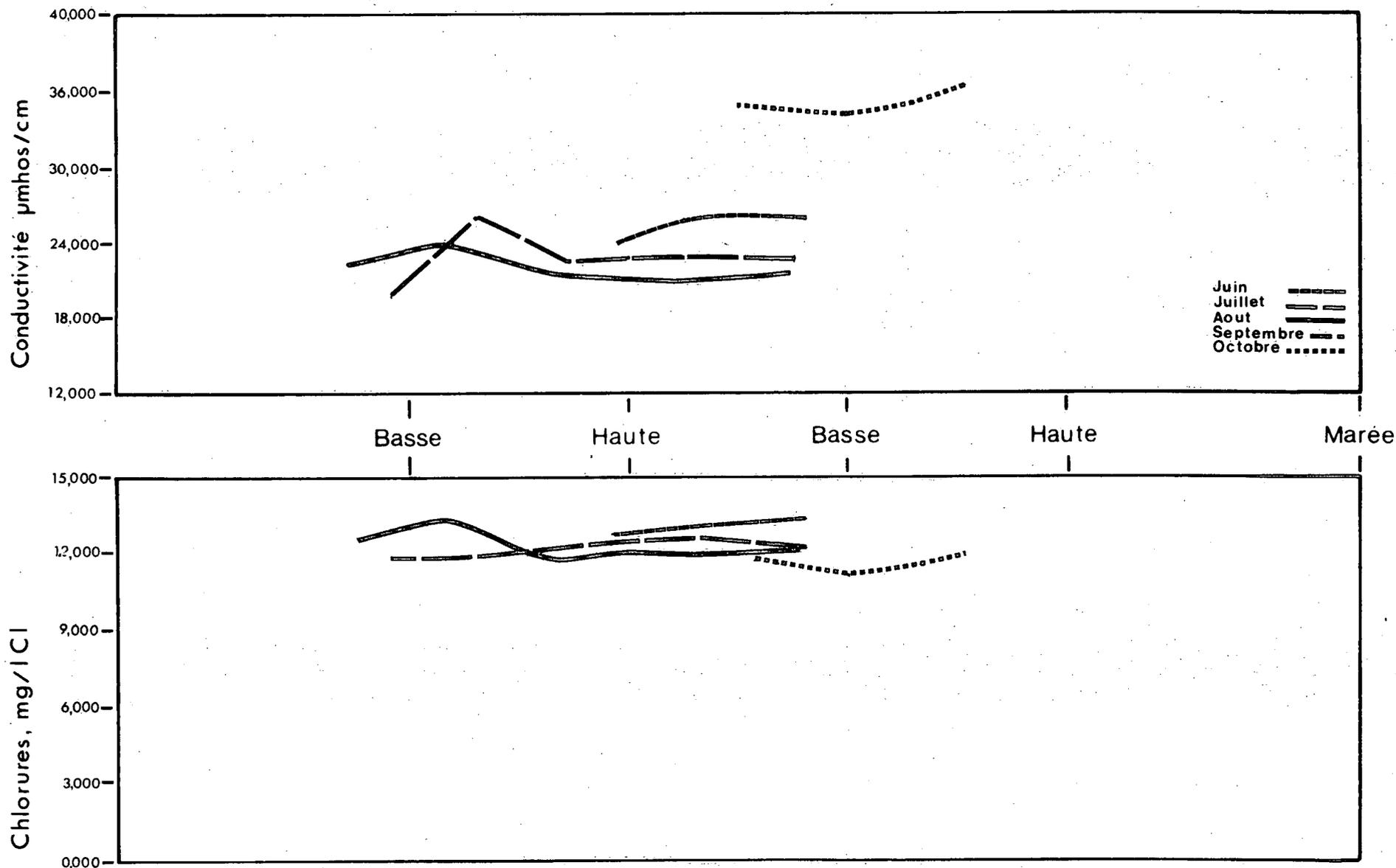
AZOTE AMMONIACAL - PHOSPHATES T. INORG.

figure no:12

ETUDE DE L'INFLUENCE DE LA MAREE

CONDUCTIVITE - CHLORURES

figure no.13



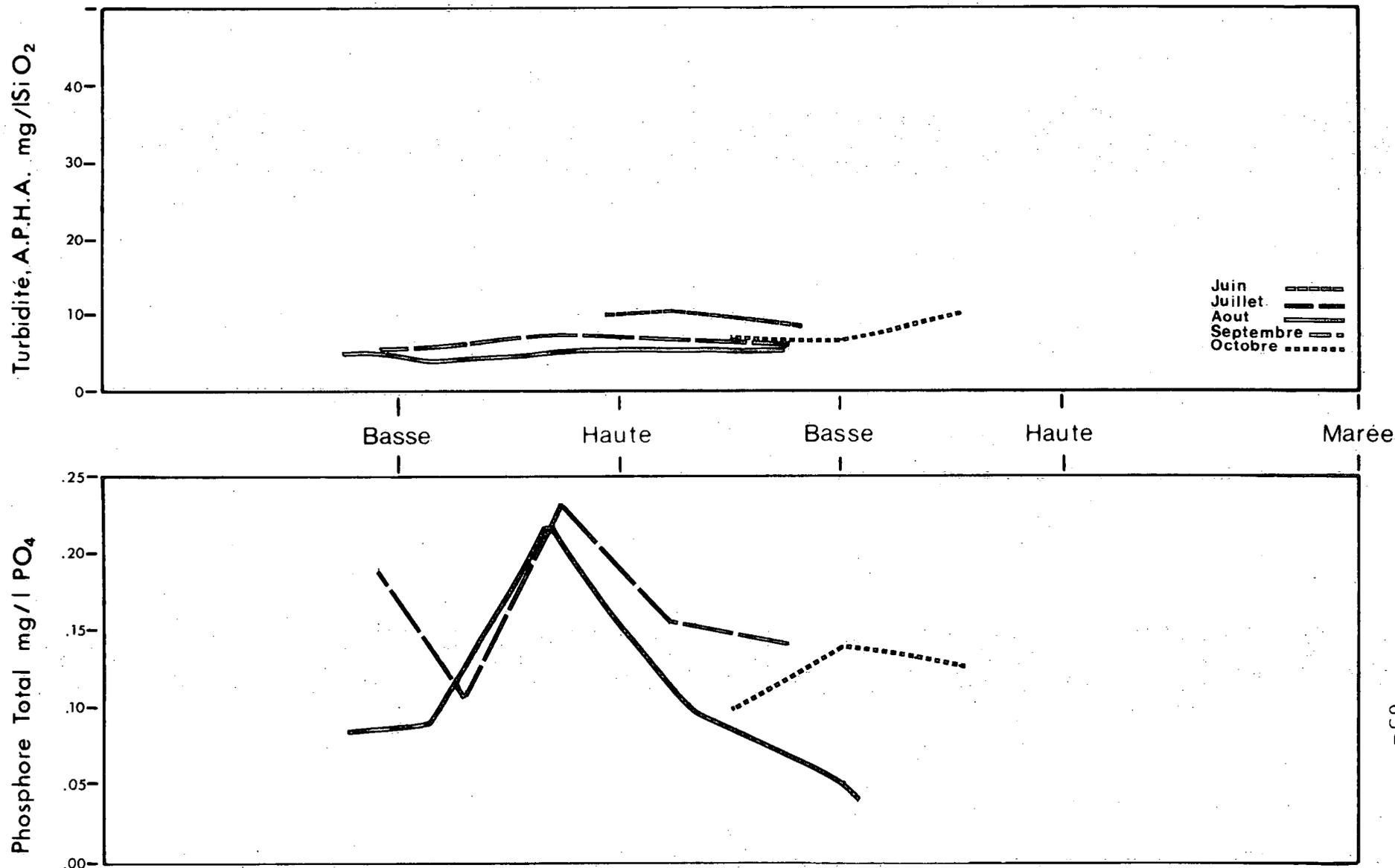
VARIATION MOYENNE DE LA QUALITE VS MAREE

SECTION 401.2 (La Malbaie)

ETUDE DE L'INFLUENCE DE LA MAREE

TURBIDITE - PHOSPHORE TOTAL

figure no. 14



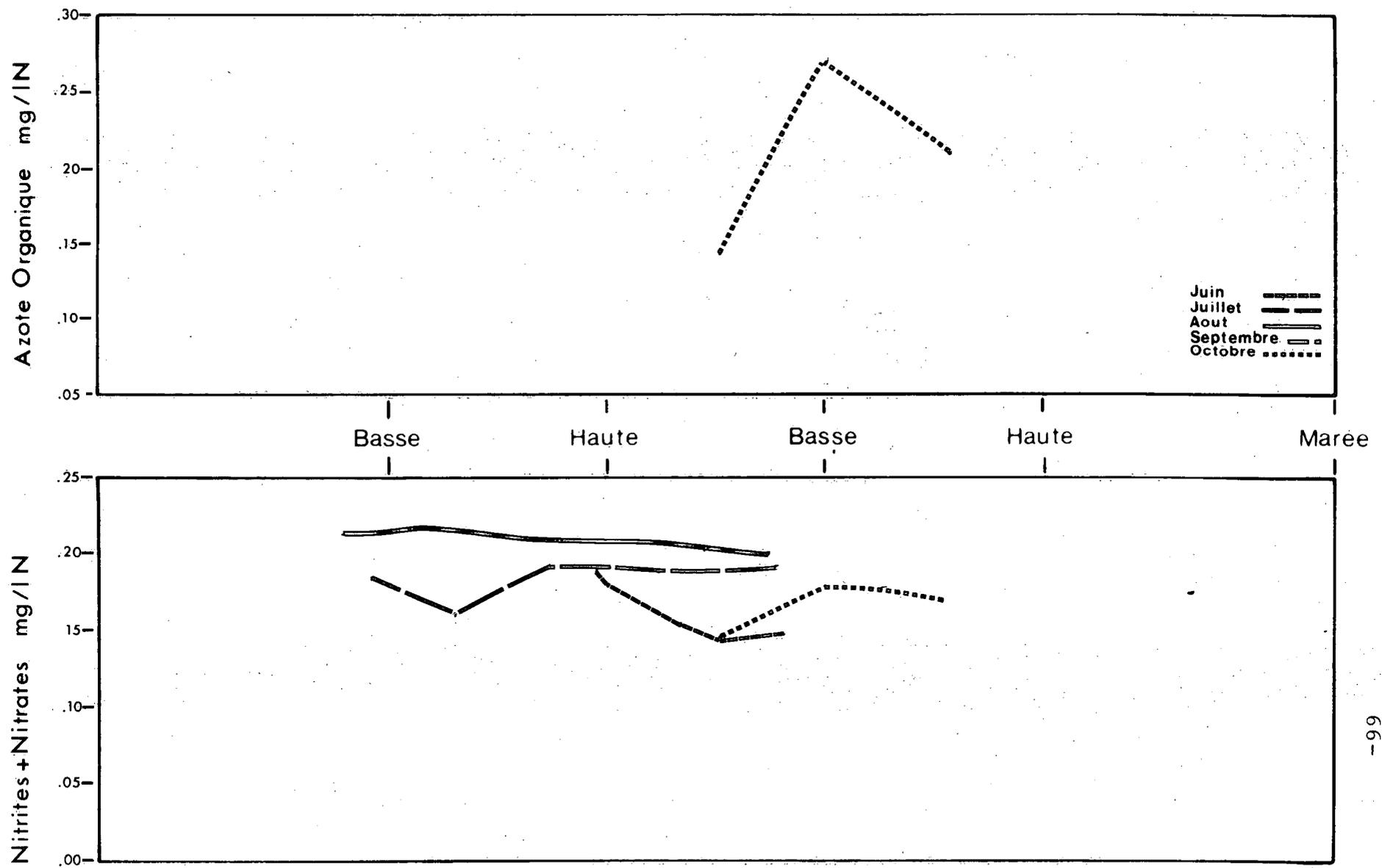
VARIATION MOYENNE DE LA QUALITE VS MAREE

SECTION 401.2 (La Malbaie)

ETUDE DE L'INFLUENCE DE LA MAREE

AZOTE ORGANIQUE - NITRITES + NITRATES

figure no: 15



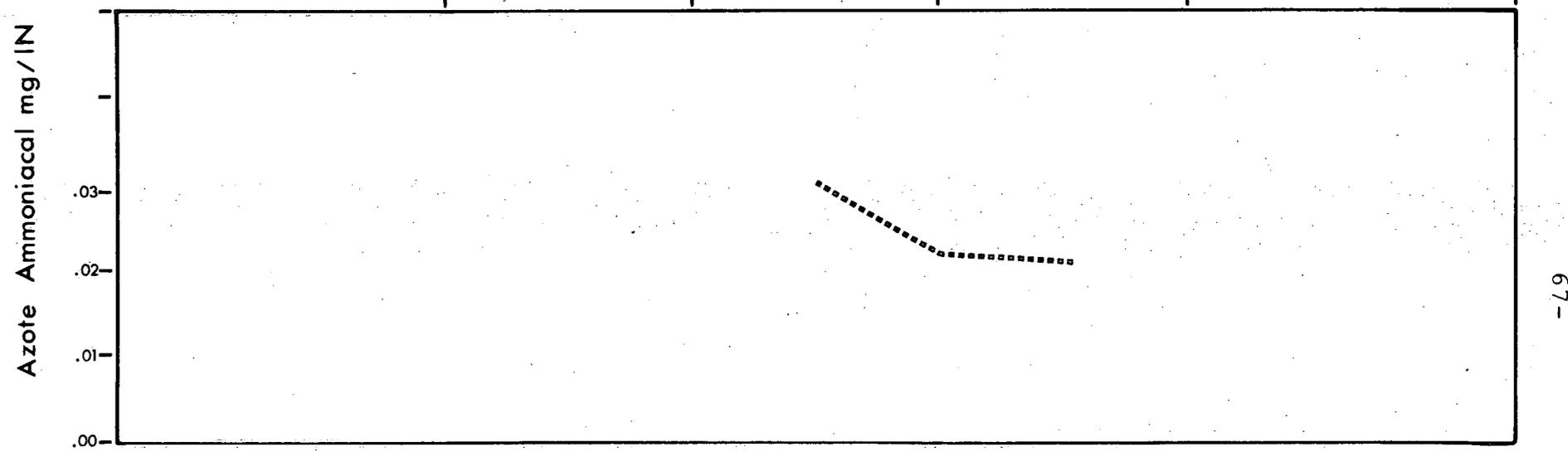
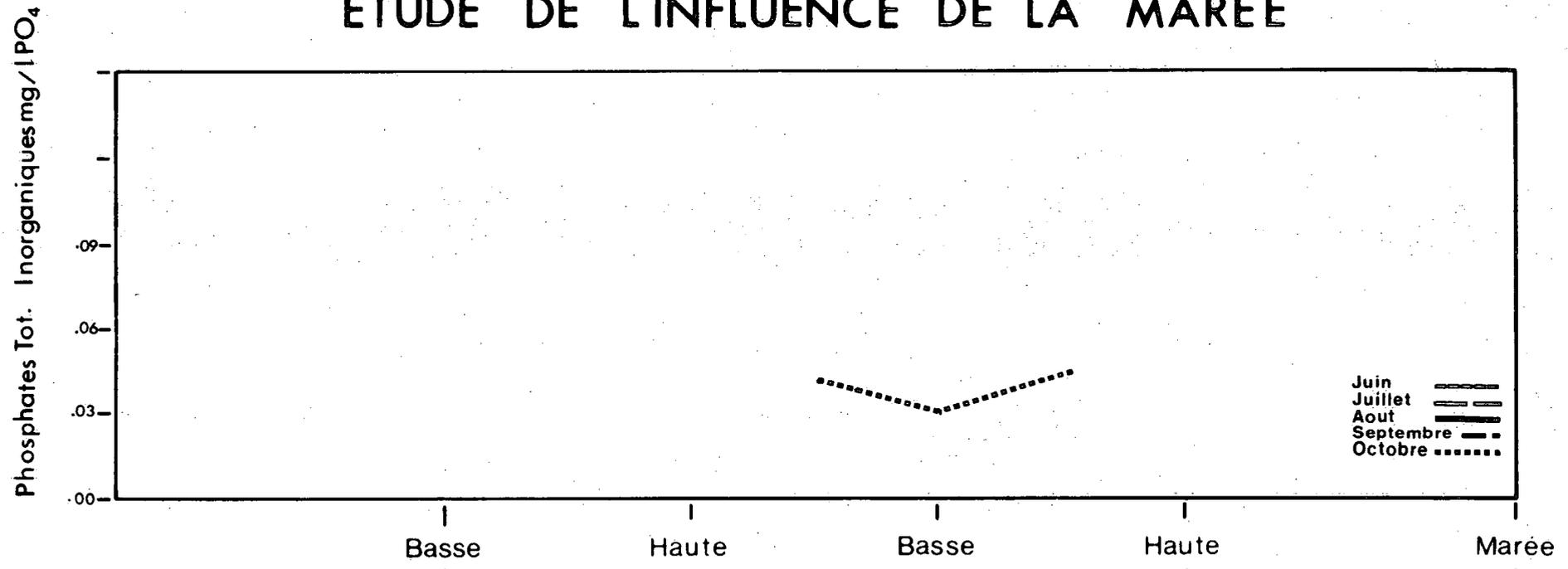
VARIATION MOYENNE DE LA QUALITE VS MAREE

SECTION 401.2 (La Malbaie)

ETUDE DE L'INFLUENCE DE LA MAREE

AZOTE AMMONIACAL - PHOSPHATES T. INORG.

figure no:16



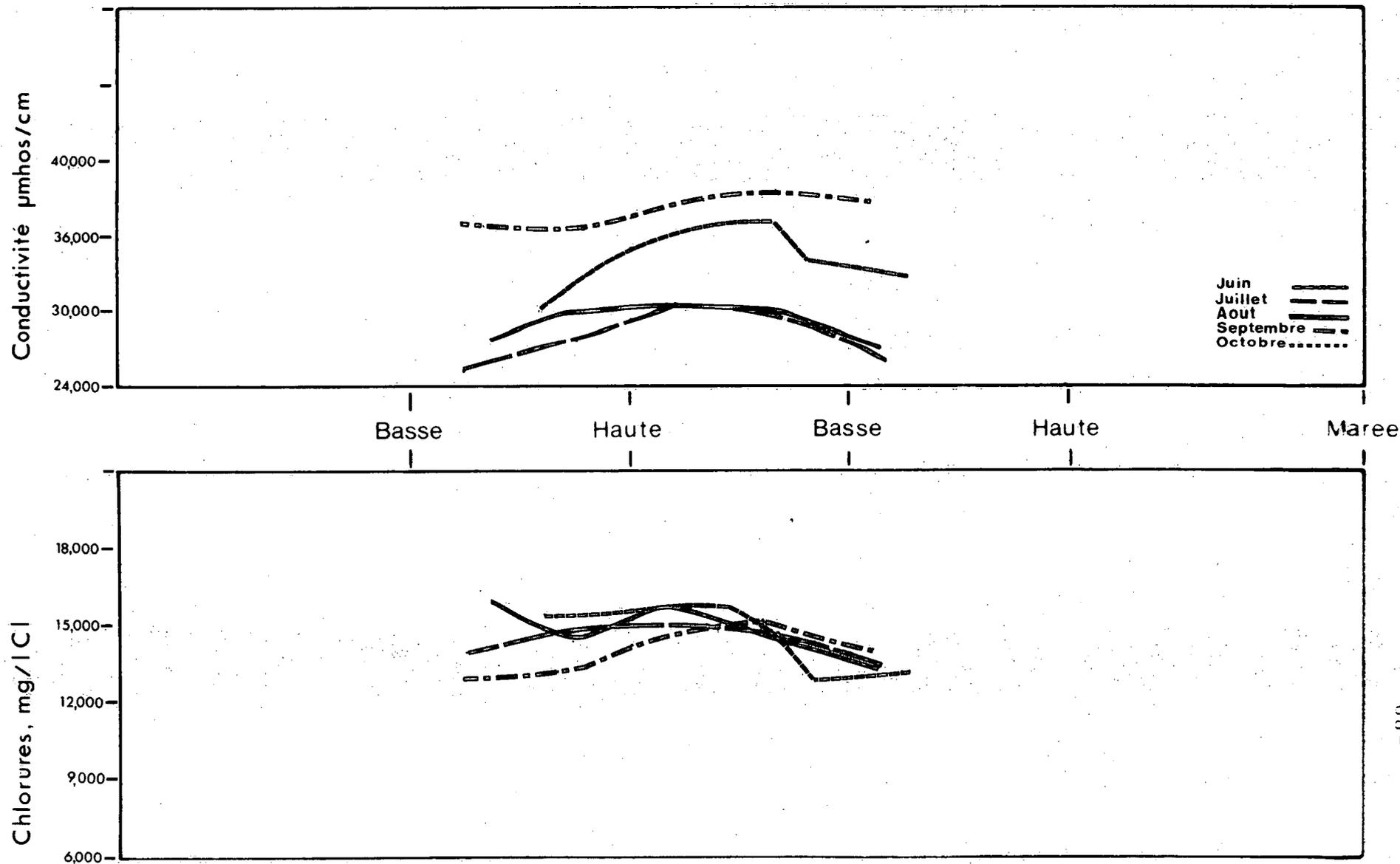
VARIATION MOYENNE DE LA QUALITE VS MAREE

SECTION 401.2 (La Malbaie)

ETUDE DE L'INFLUENCE DE LA MAREE

CONDUCTIVITE - CHLORURES

figure no: 17



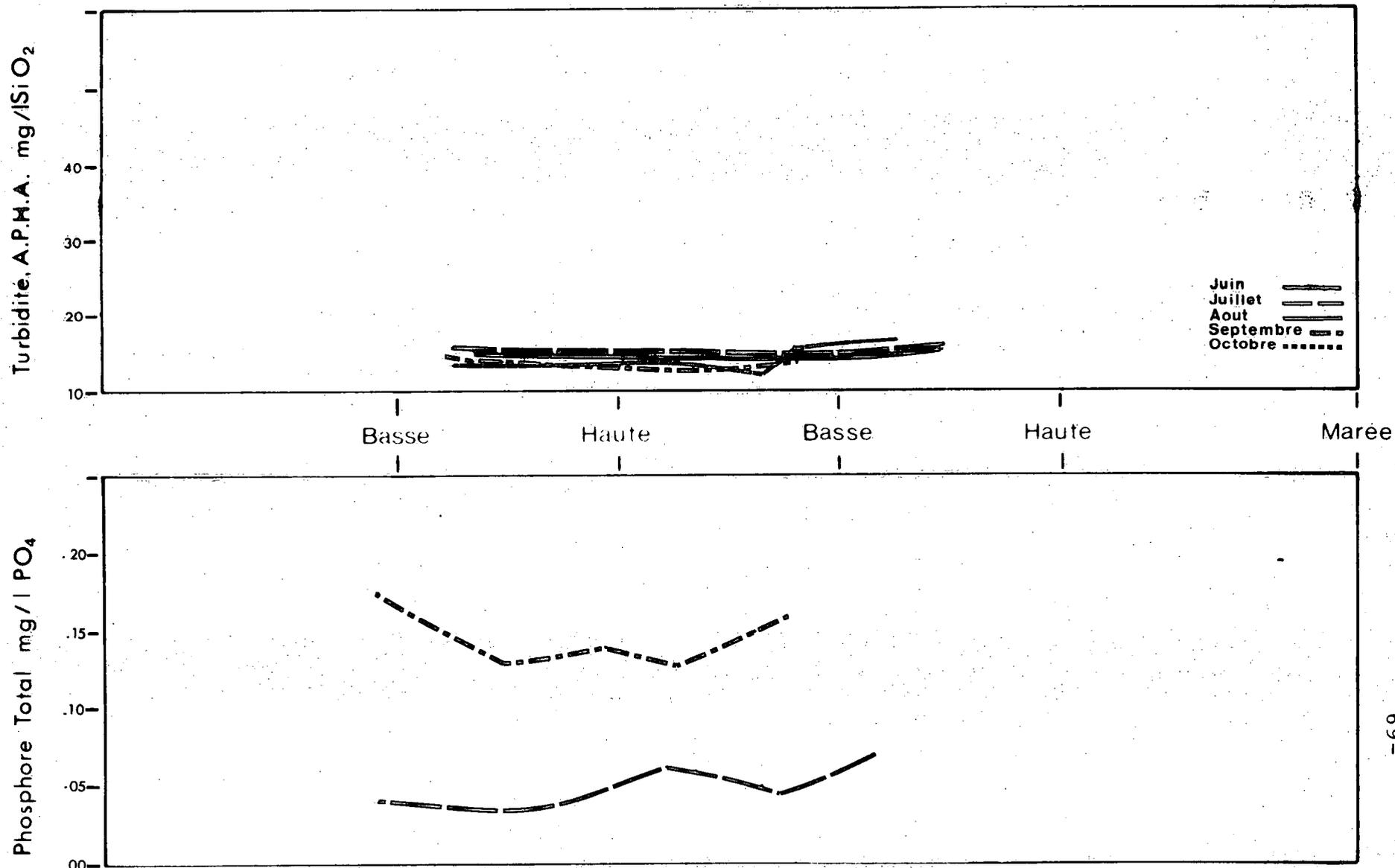
VARIATION MOYENNE DE LA QUALITE VS MAREE

SECTION 430 (Rivière-du-Loup)

ETUDE DE L'INFLUENCE DE LA MAREE

TURBIDITE - PHOSPHORE TOTAL

figure no.18



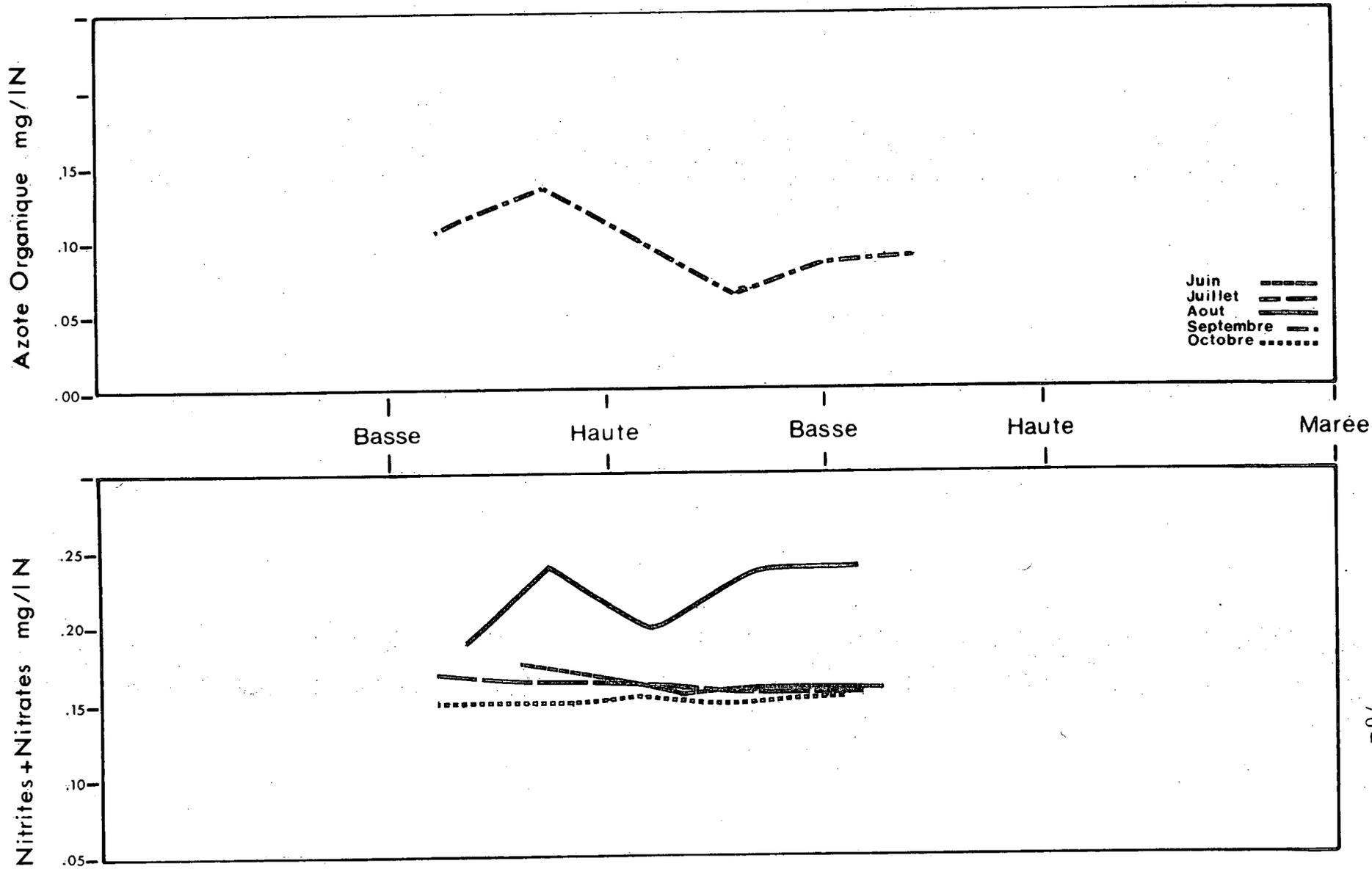
VARIATION MOYENNE DE LA QUALITE VS MAREE

SECTION 430 (Rivière-du-Loup)

ETUDE DE L'INFLUENCE DE LA MAREE

AZOTE ORGANIQUE - NITRITES + NITRATES

figure no:19



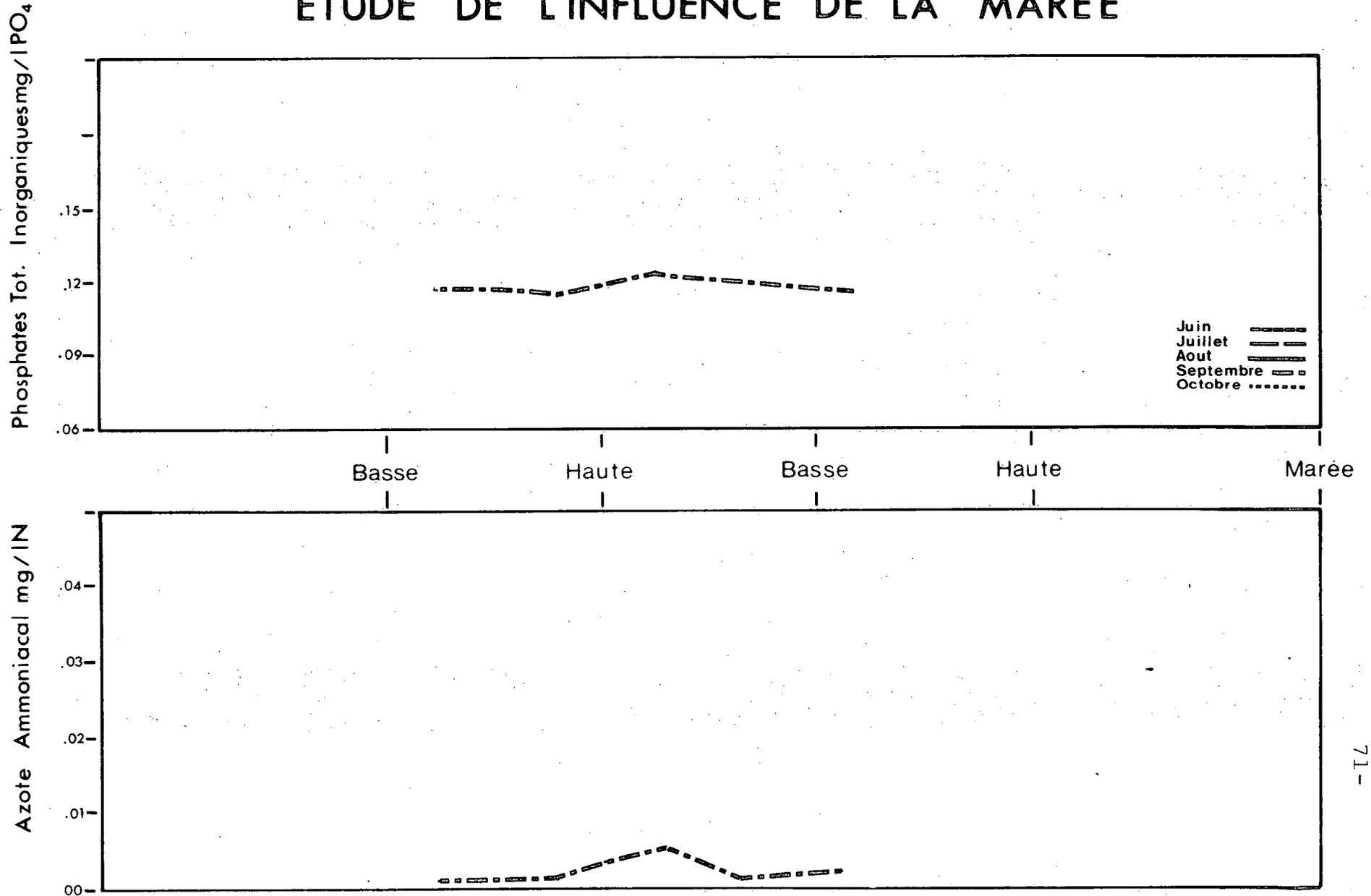
VARIATION MOYENNE DE LA QUALITE VS MAREE

SECTION 430 (Riviere-du-Loup)

ETUDE DE L'INFLUENCE DE LA MAREE

AZOTE AMMONIACAL - PHOSPHATES T. INORG.

figure no. 20



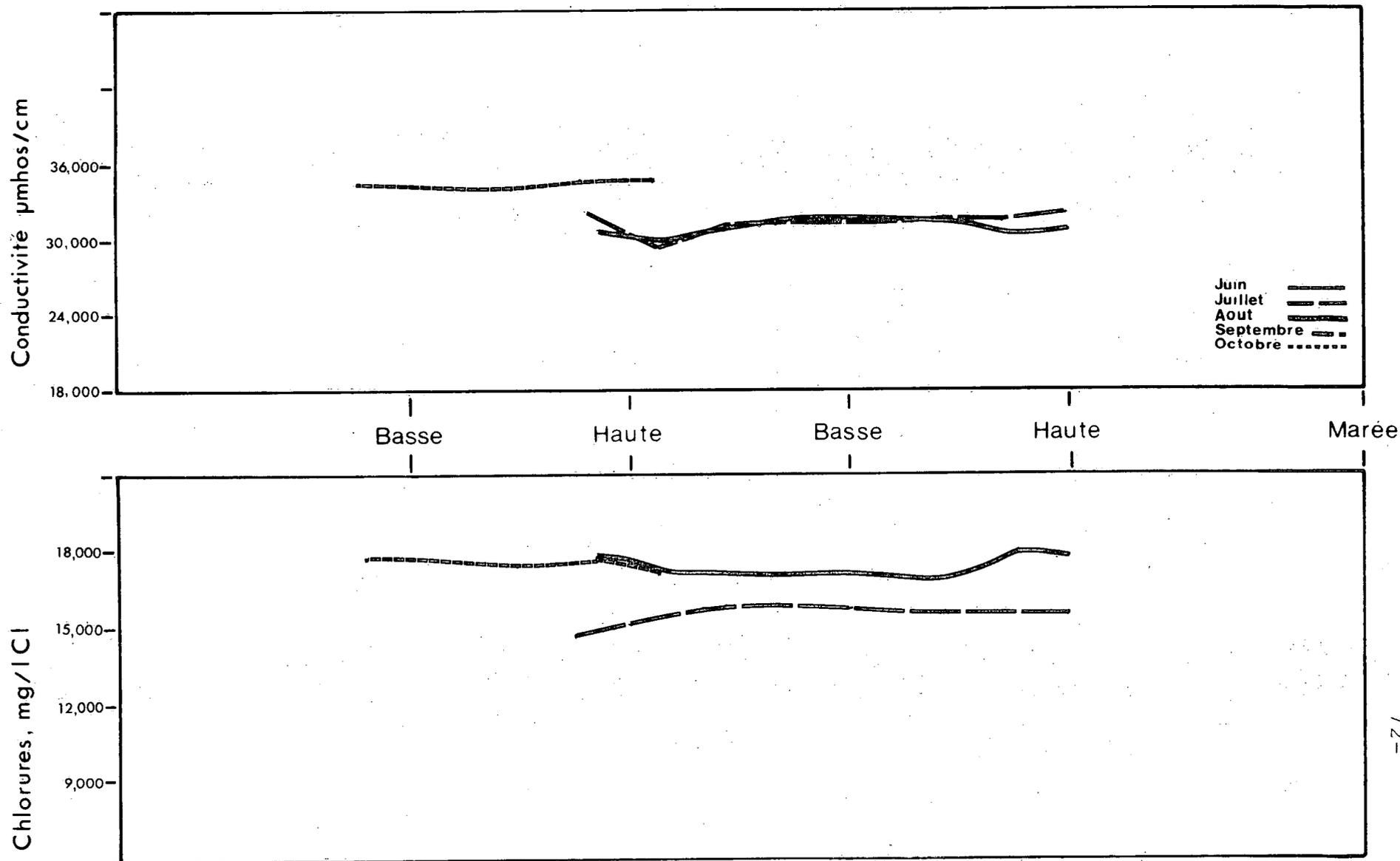
VARIATION MOYENNE DE LA QUALITE VS MAREE

SECTION 430 (Rivière-du-Loup)

ETUDE DE L'INFLUENCE DE LA MAREE

CONDUCTIVITE - CHLORURES

figure no:21



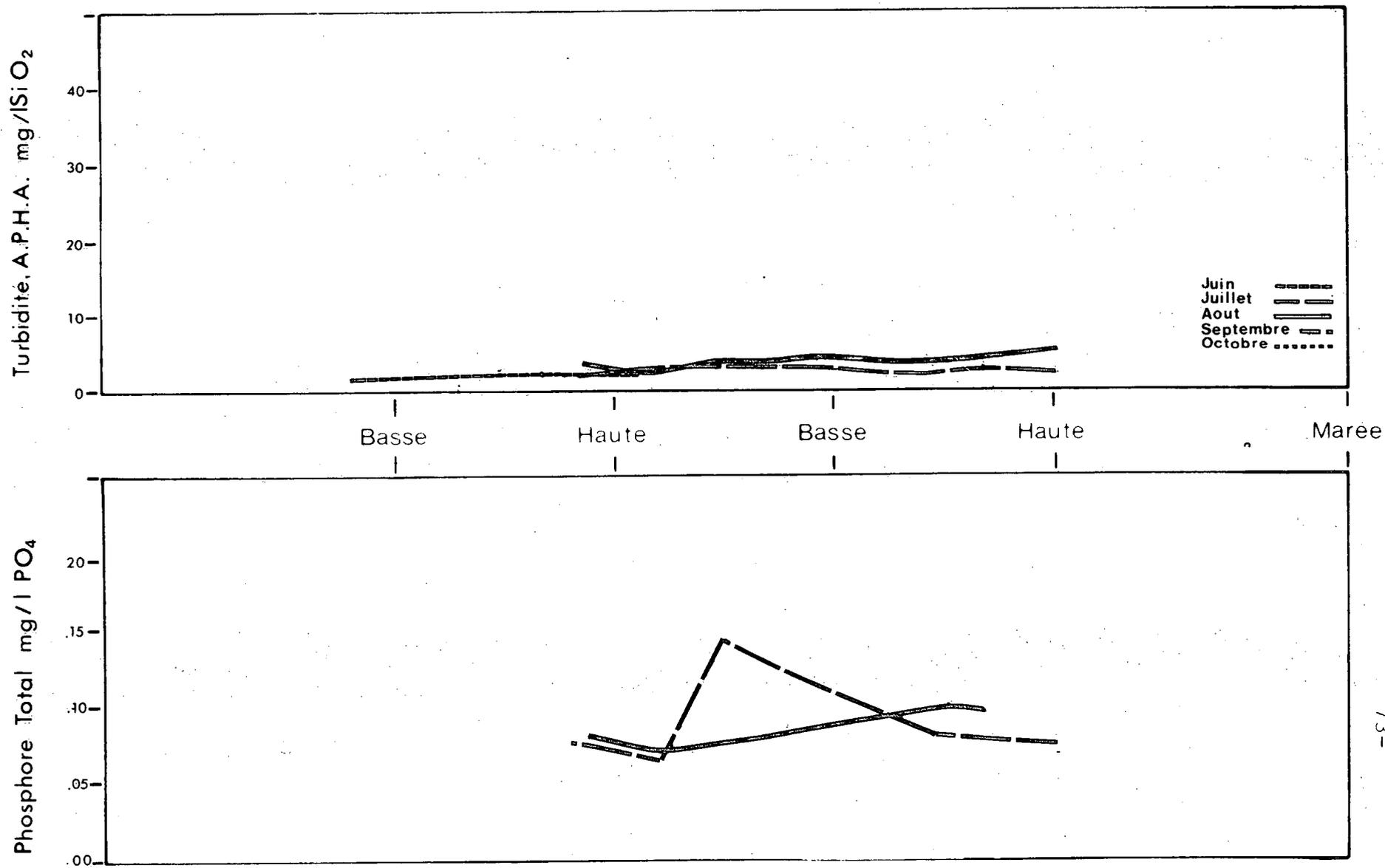
VARIATION MOYENNE DE LA QUALITE VS MAREE

SECTION 453 (Trois-Pistoles)

ETUDE DE L'INFLUENCE DE LA MAREE

TURBIDITE - PHOSPHORE TOTAL

figure no:22

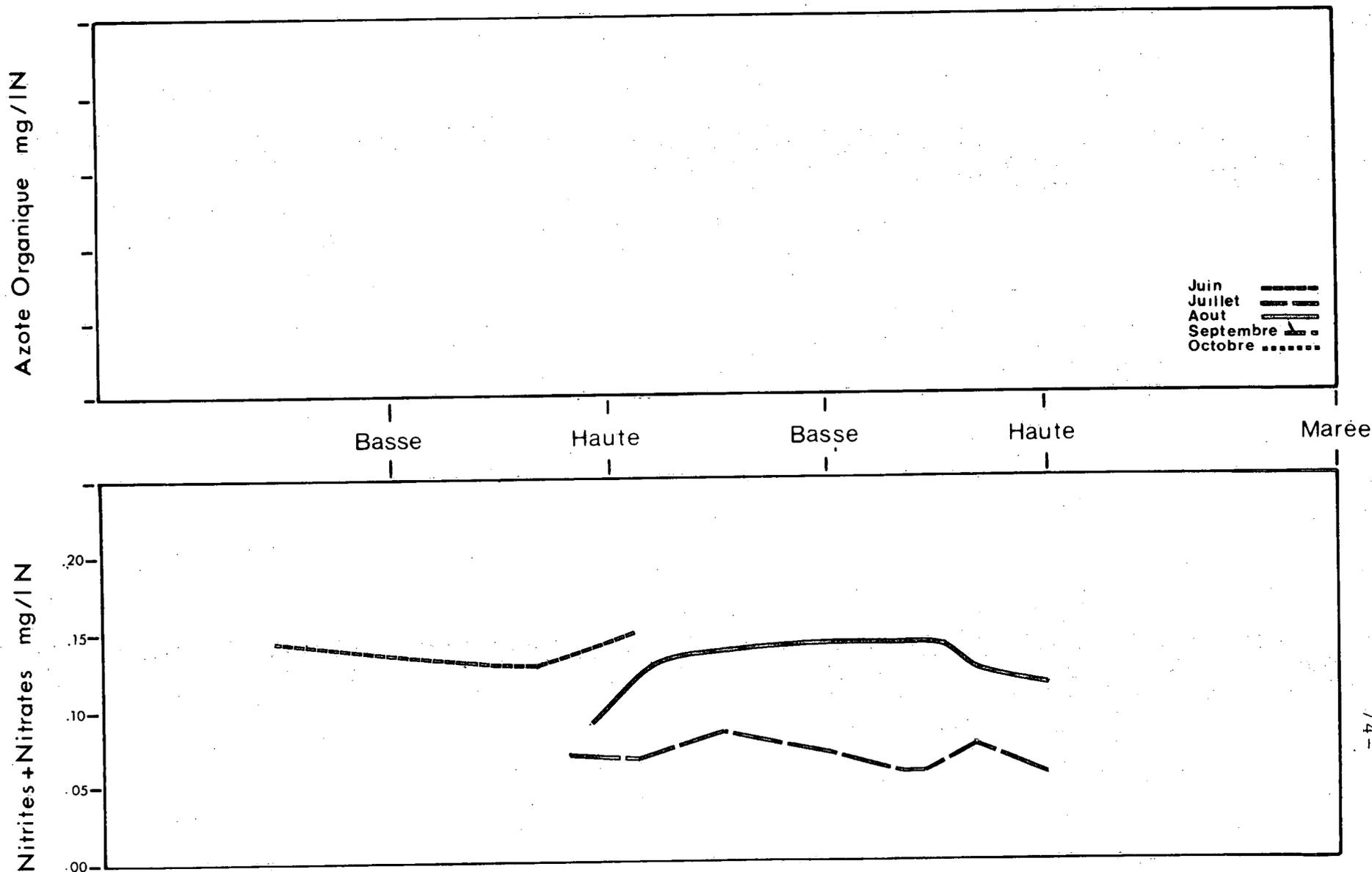


VARIATION MOYENNE DE LA QUALITE VS MAREE

SECTION 453(Trois-Pistoles)

ETUDE DE L'INFLUENCE DE LA MAREE

AZOTE ORGANIQUE - NITRITES + NITRATES



VARIATION MOYENNE DE LA QUALITE VS MAREE

SECTION 453 (Trois-Pistoles)

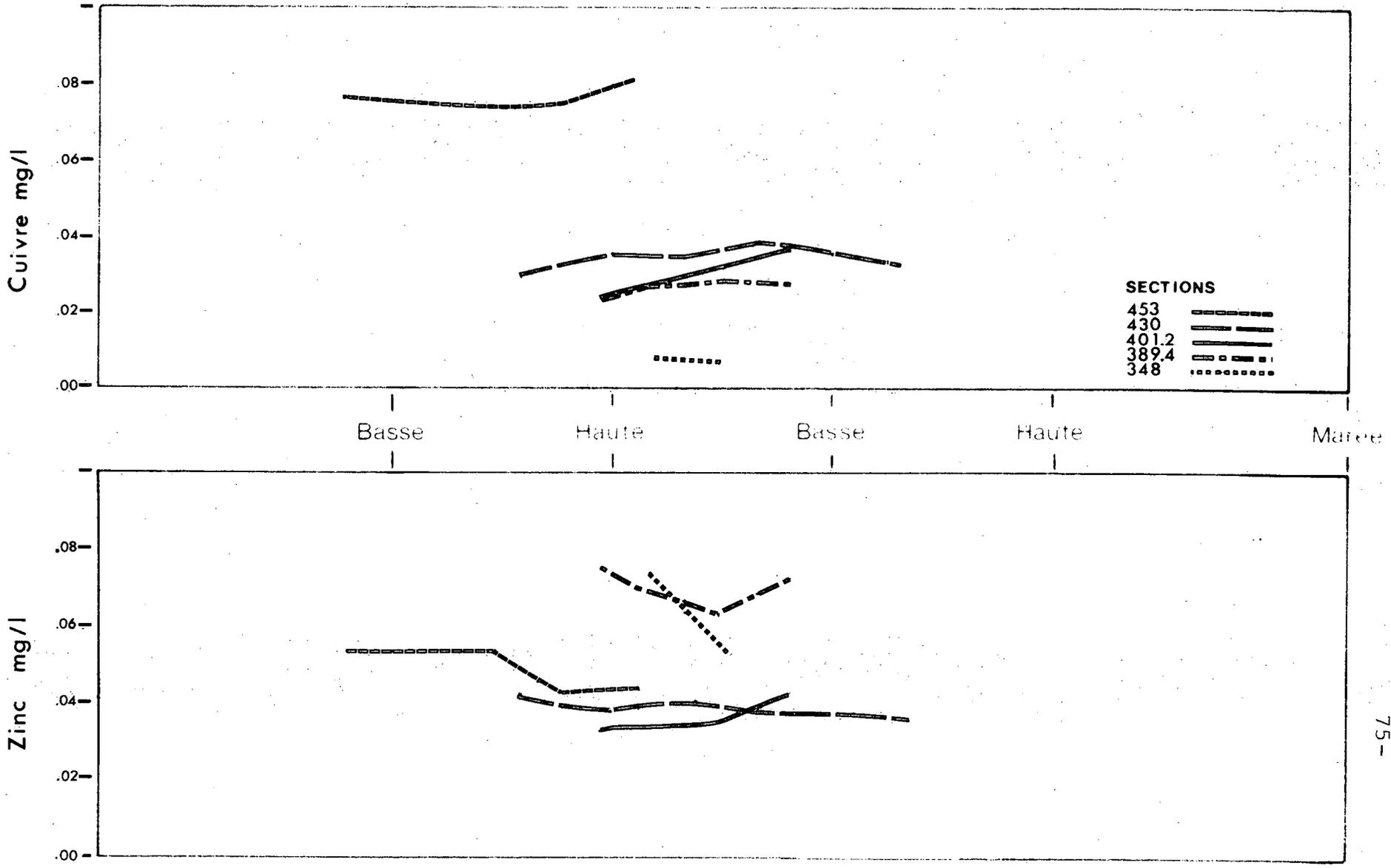
figure no:23

ETUDE DE L'INFLUENCE DE LA MAREE

CUIVRE

ZINC

Figure no: 24



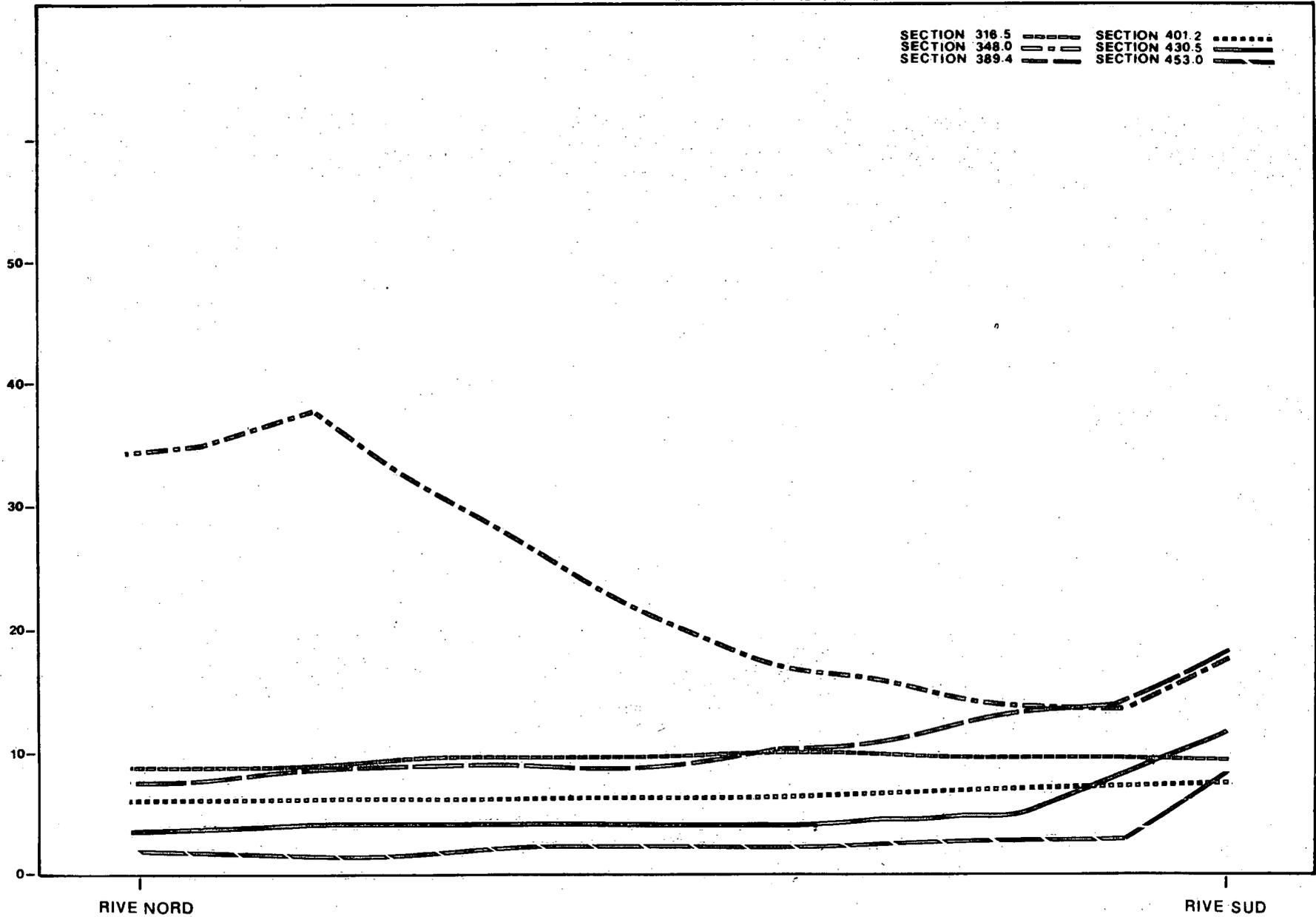
VARIATION MOYENNE DE LA QUALITE VS MAREE

ETUDE DES SECTIONS TRANSVERSALES

TURBIDITE

Figure: 27

Turbidite, A.P.H.A. mg/SiO₂

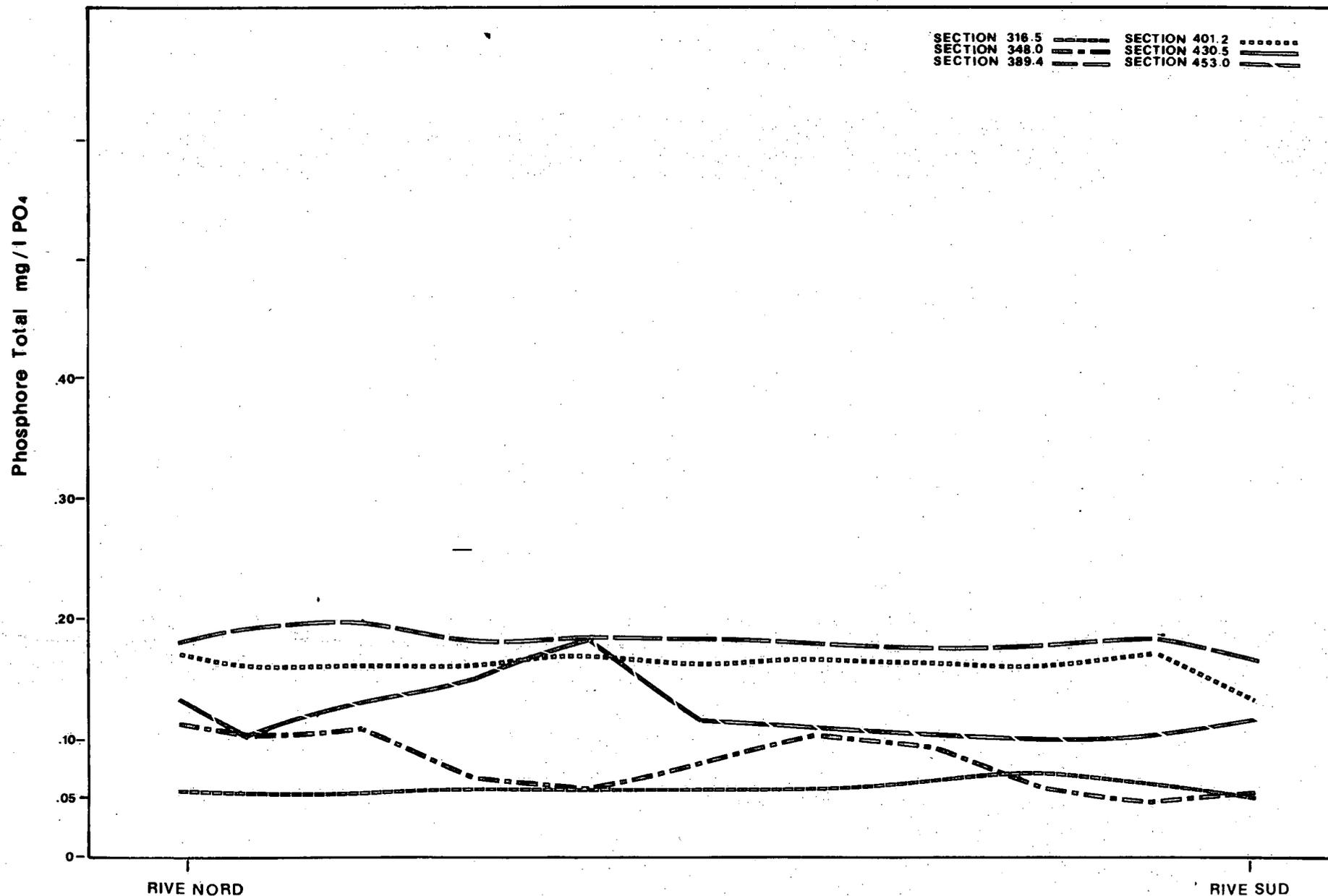


QUALITE MOYENNE D'UNE RIVE A L'AUTRE

ETUDE DES SECTIONS TRANSVERSALES

PHOSPHORE TOTAL

Figure : 28



QUALITE MOYENNE D'UNE RIVE A L'AUTRE

ETUDE DES SECTIONS TRANSVERSALES

AZOTE ORGANIQUE

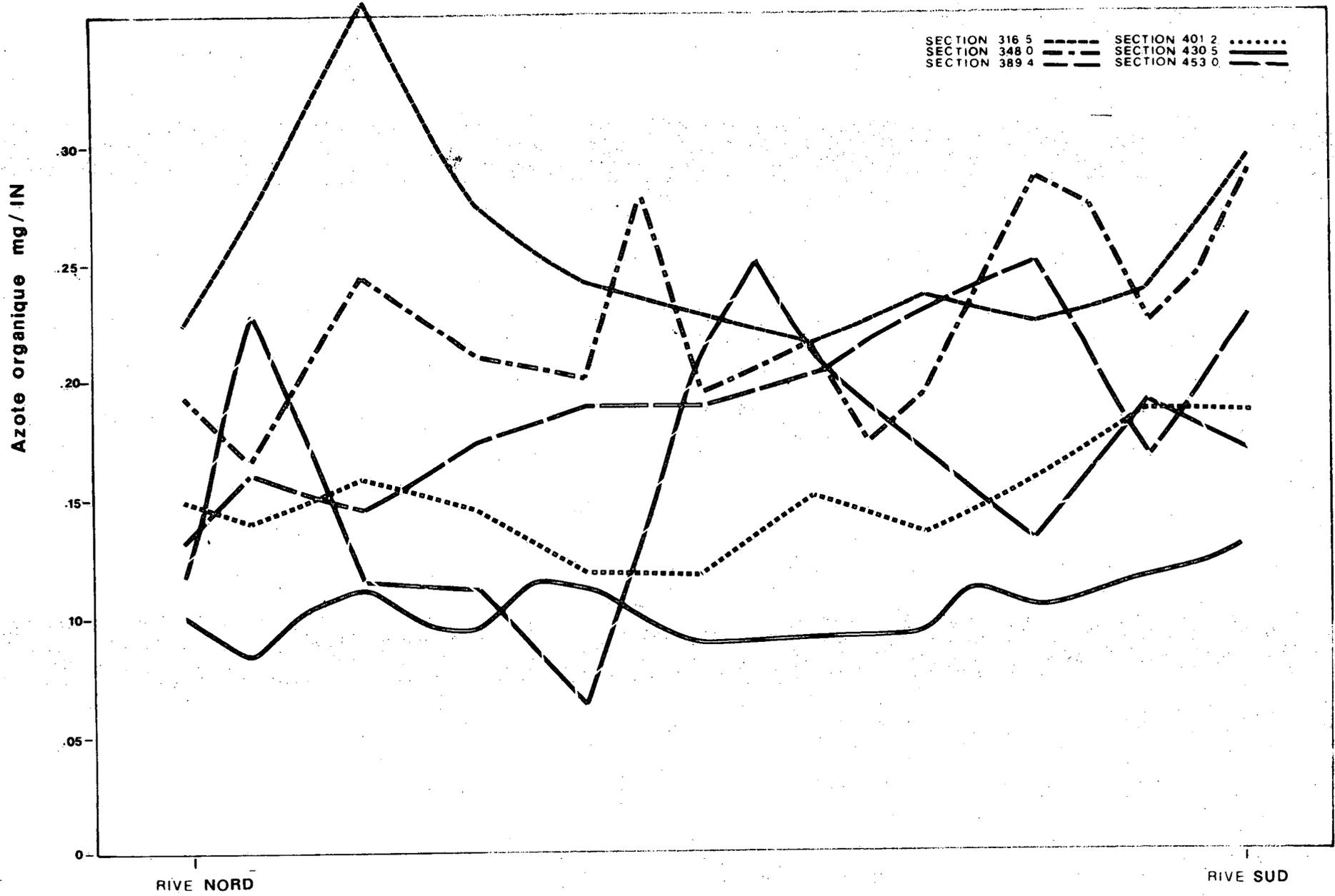


Figure : 29

QUALITE MOYENNE D'UNE RIVE A L'AUTRE

ETUDE DES SECTIONS TRANSVERSALES

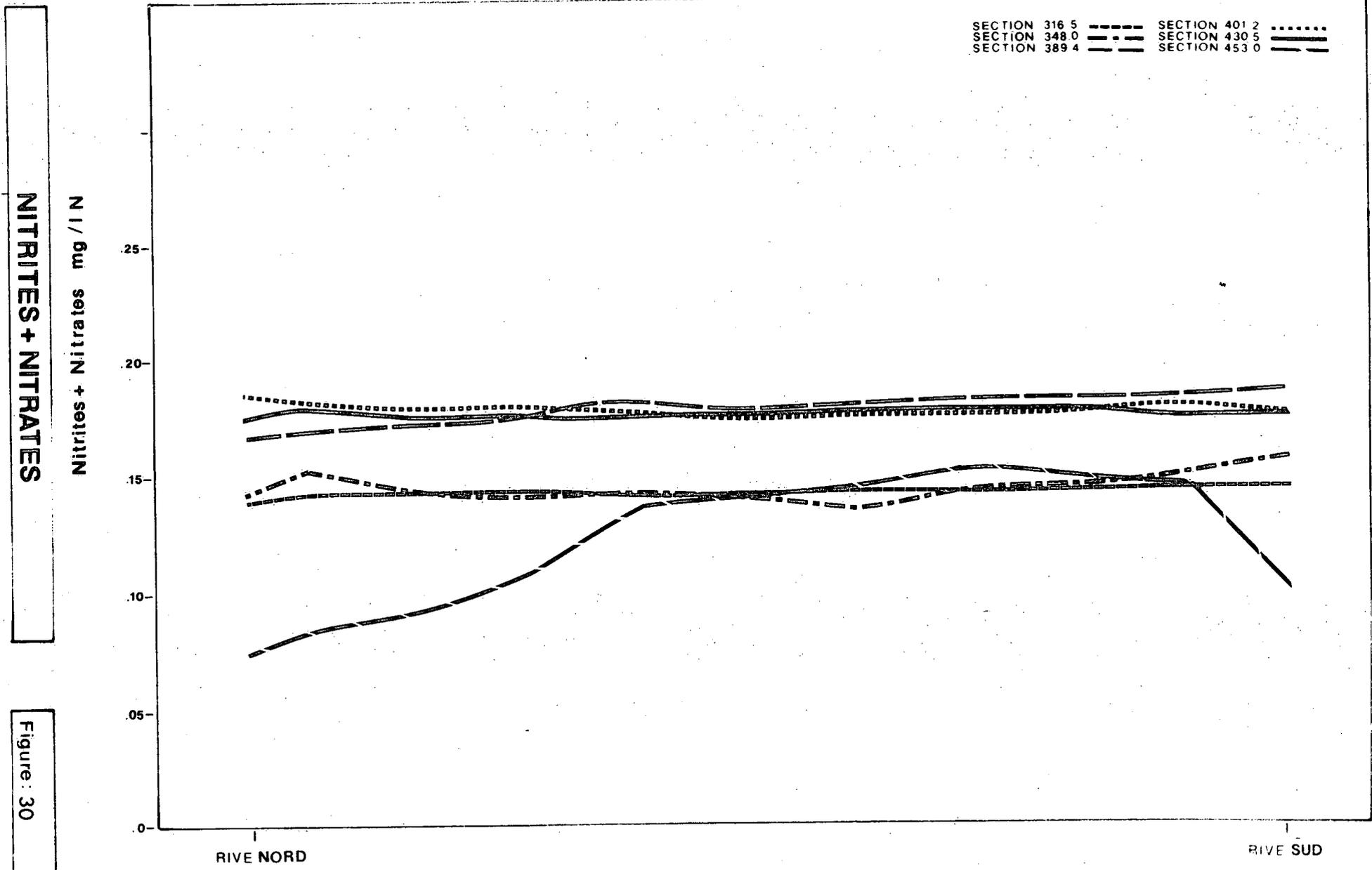


Figure : 30

QUALITE MOYENNE D'UNE RIVE A L'AUTRE

ETUDE DES SECTIONS TRANSVERSALES

CUIVRE

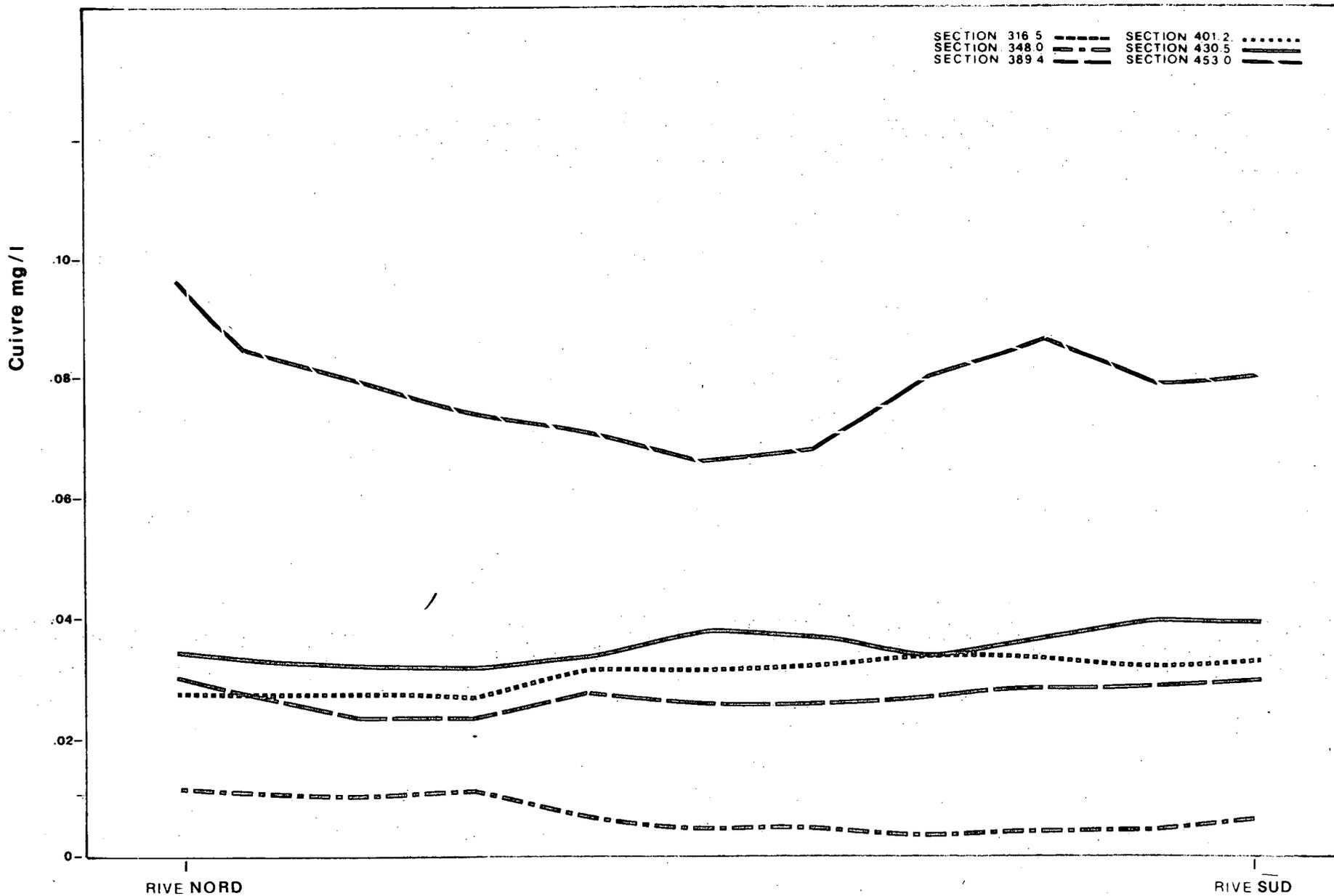


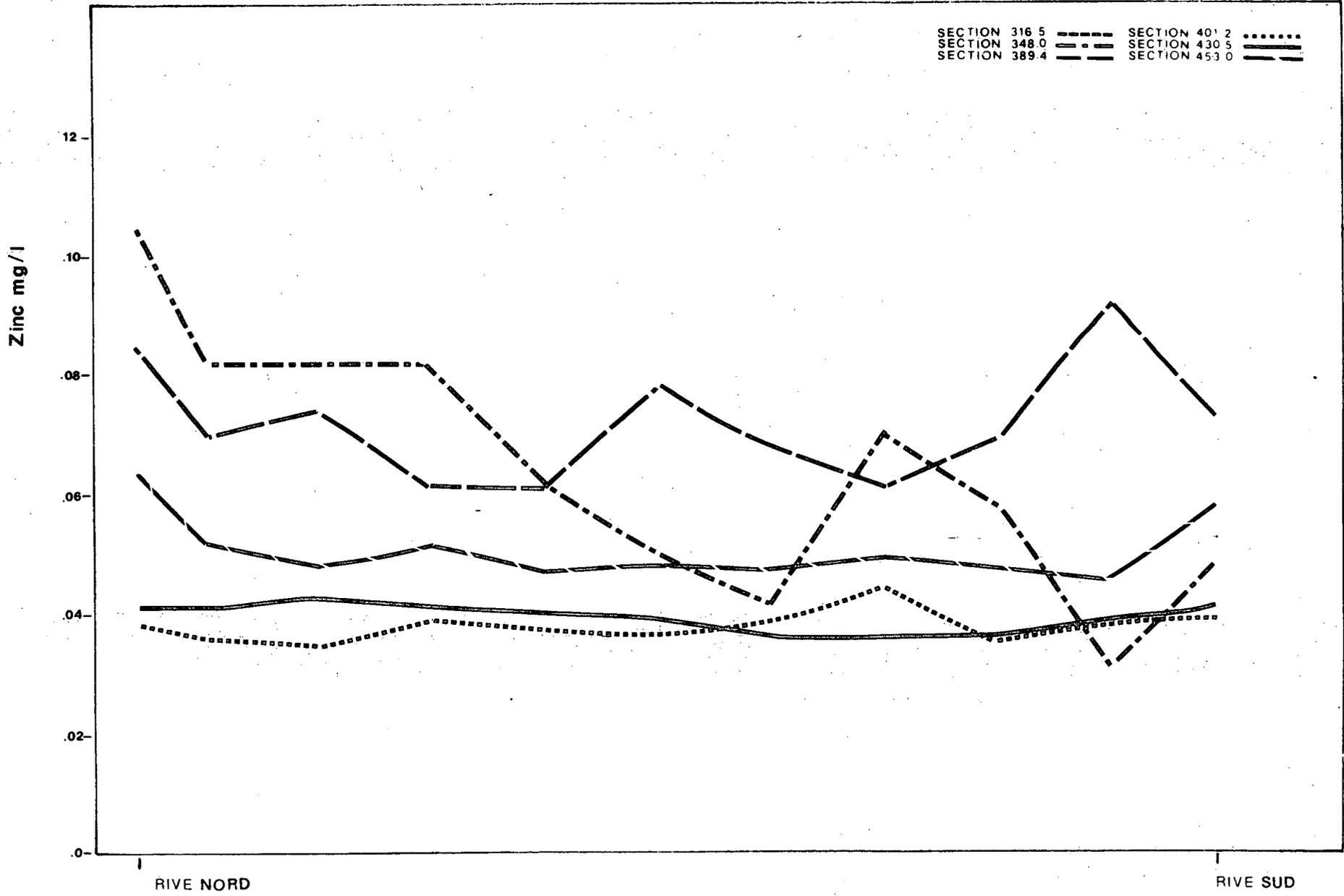
Figure: 31

QUALITE MOYENNE D'UNE RIVE A L'AUTRE

ETUDE DES SECTIONS TRANSVERSALES

ZINC

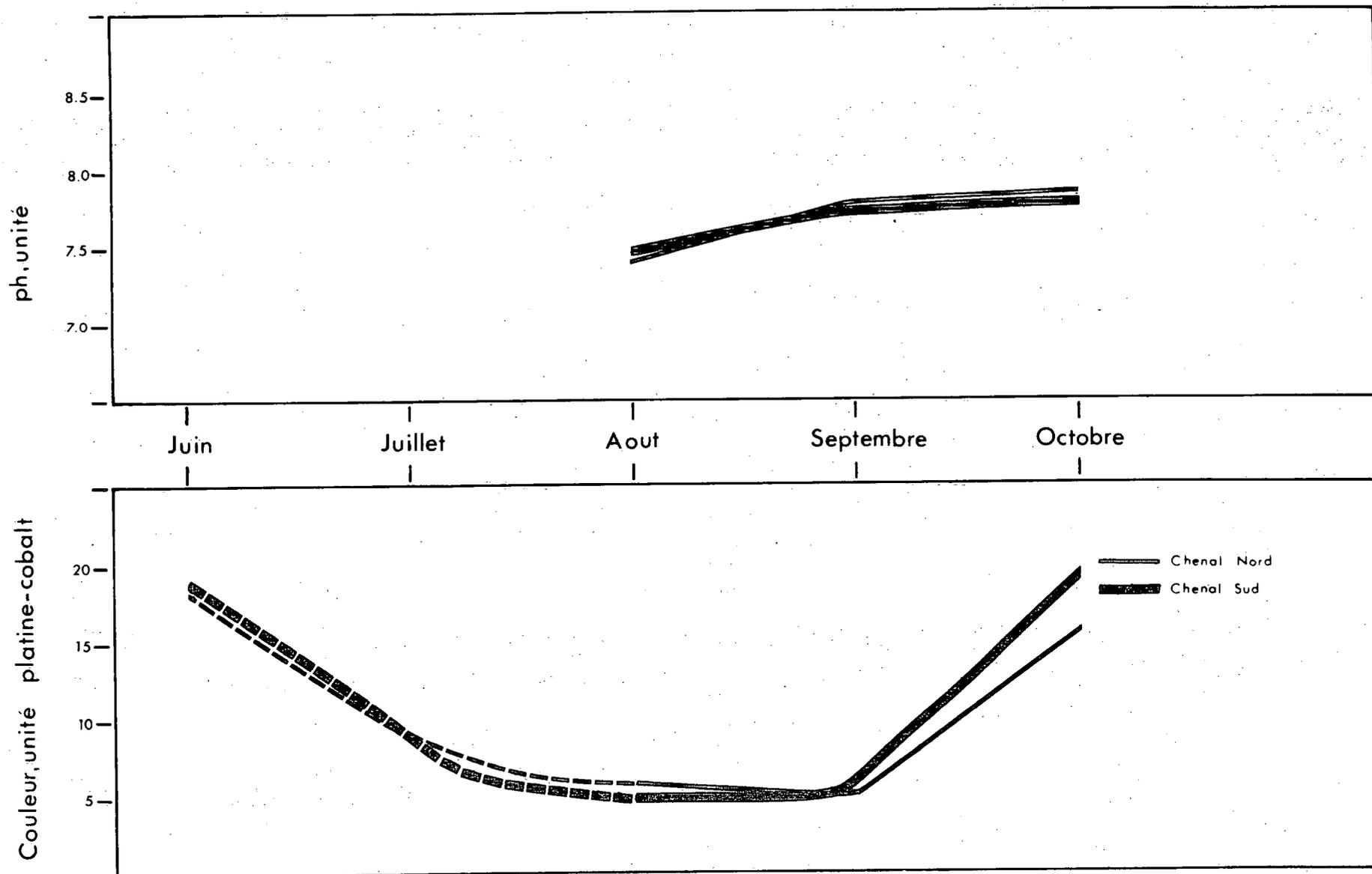
Figure : 32



QUALITE MOYENNE D'UNE RIVE A L'AUTRE

ETUDE DES CHENAUX • TRONCON QUEBEC • LES ESCOUMINS

PH - COULEUR

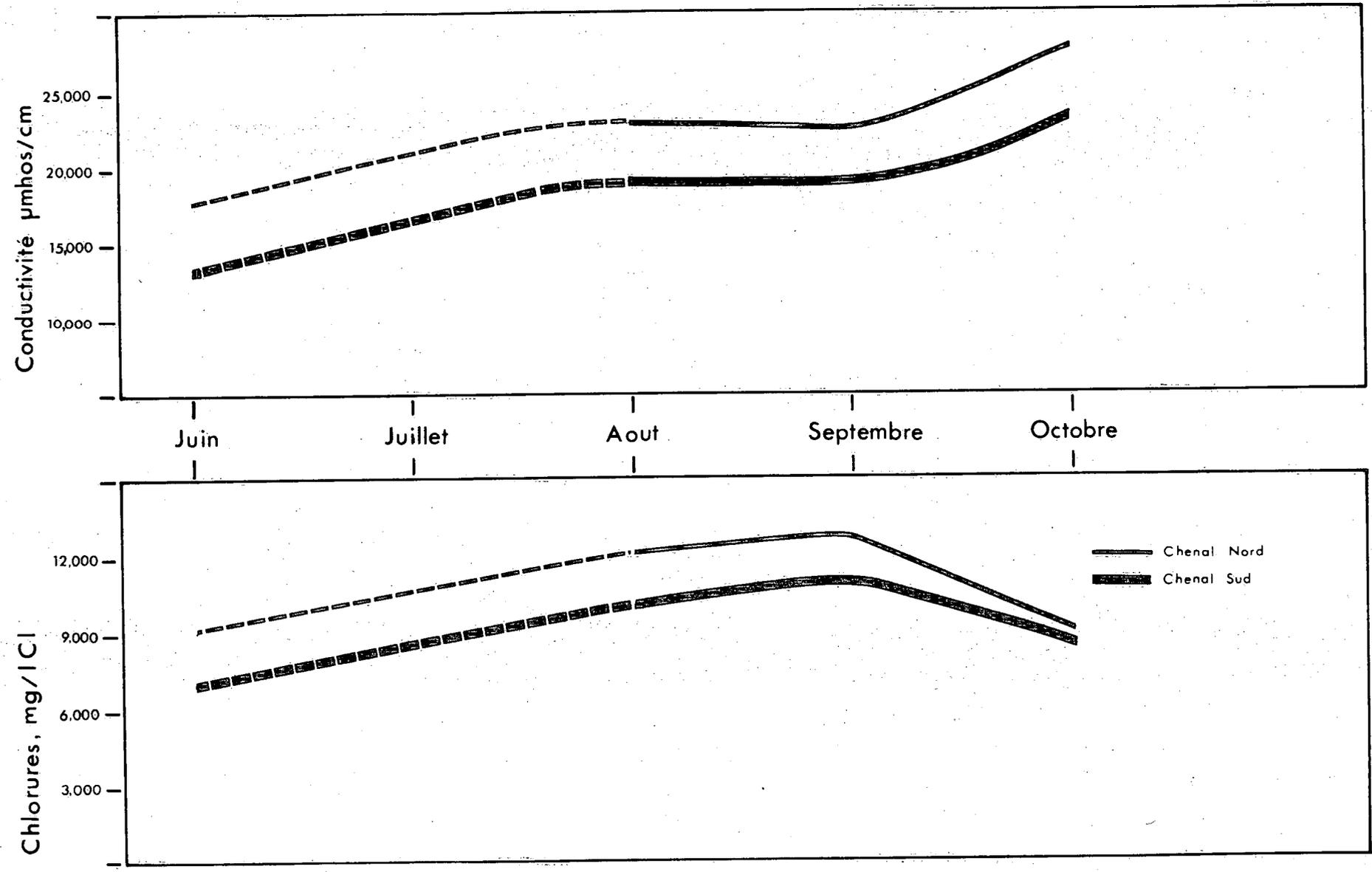


EVOLUTION MOYENNE DE QUALITE VS TEMPS

figure no:33

ETUDE DES CHENAUX • TRONCON QUEBEC • LES ESCOUMINS

CONDUCTIVITE - CHLORURES



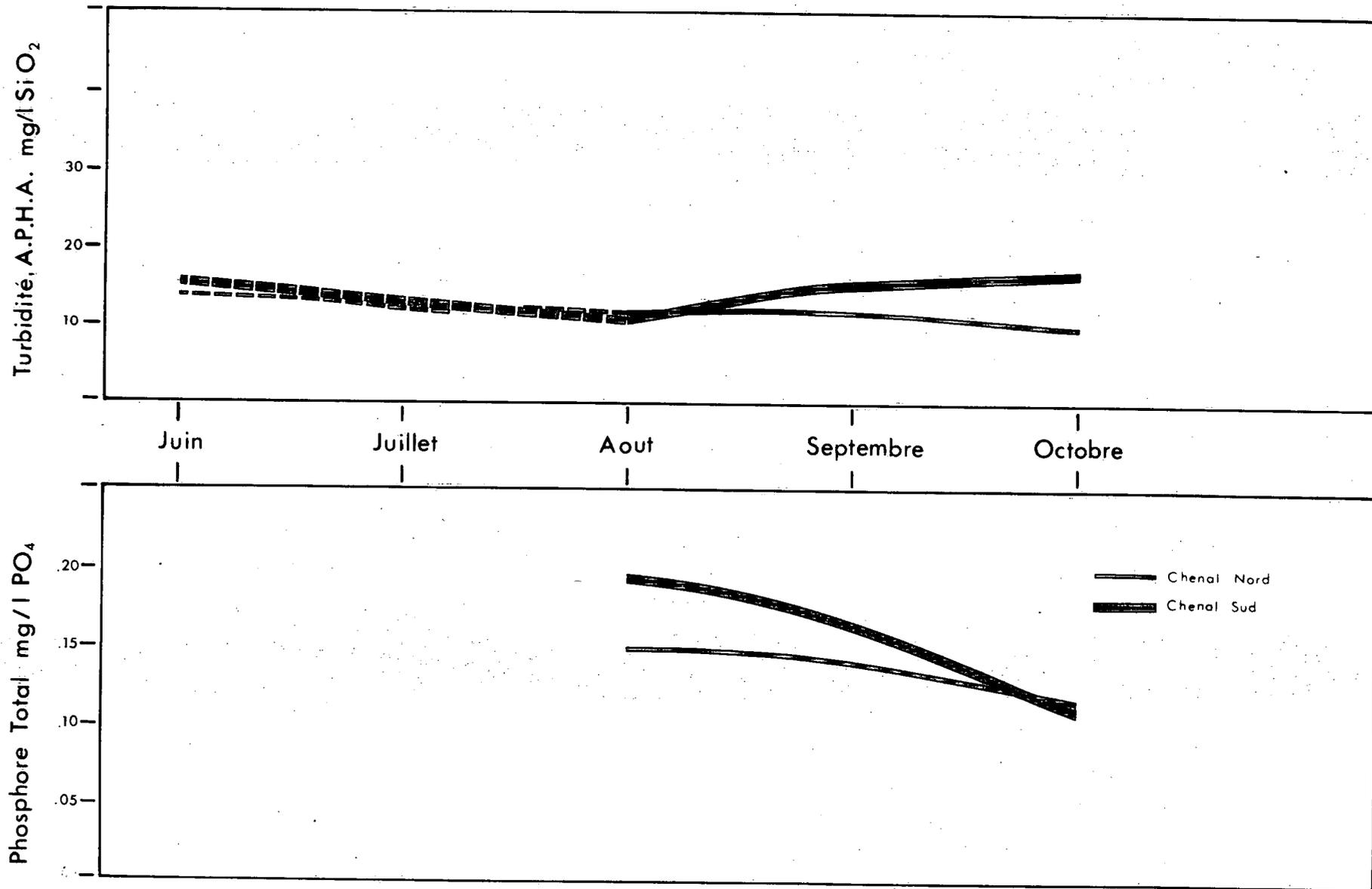
EVOLUTION MOYENNE DE QUALITE VS TEMPS

figure no:34

ETUDE DES CHENAUX • TRONCON QUEBEC • LES ESCOUMINS

TURBIDITE - PHOSPHORE TOTAL

figure no:34a

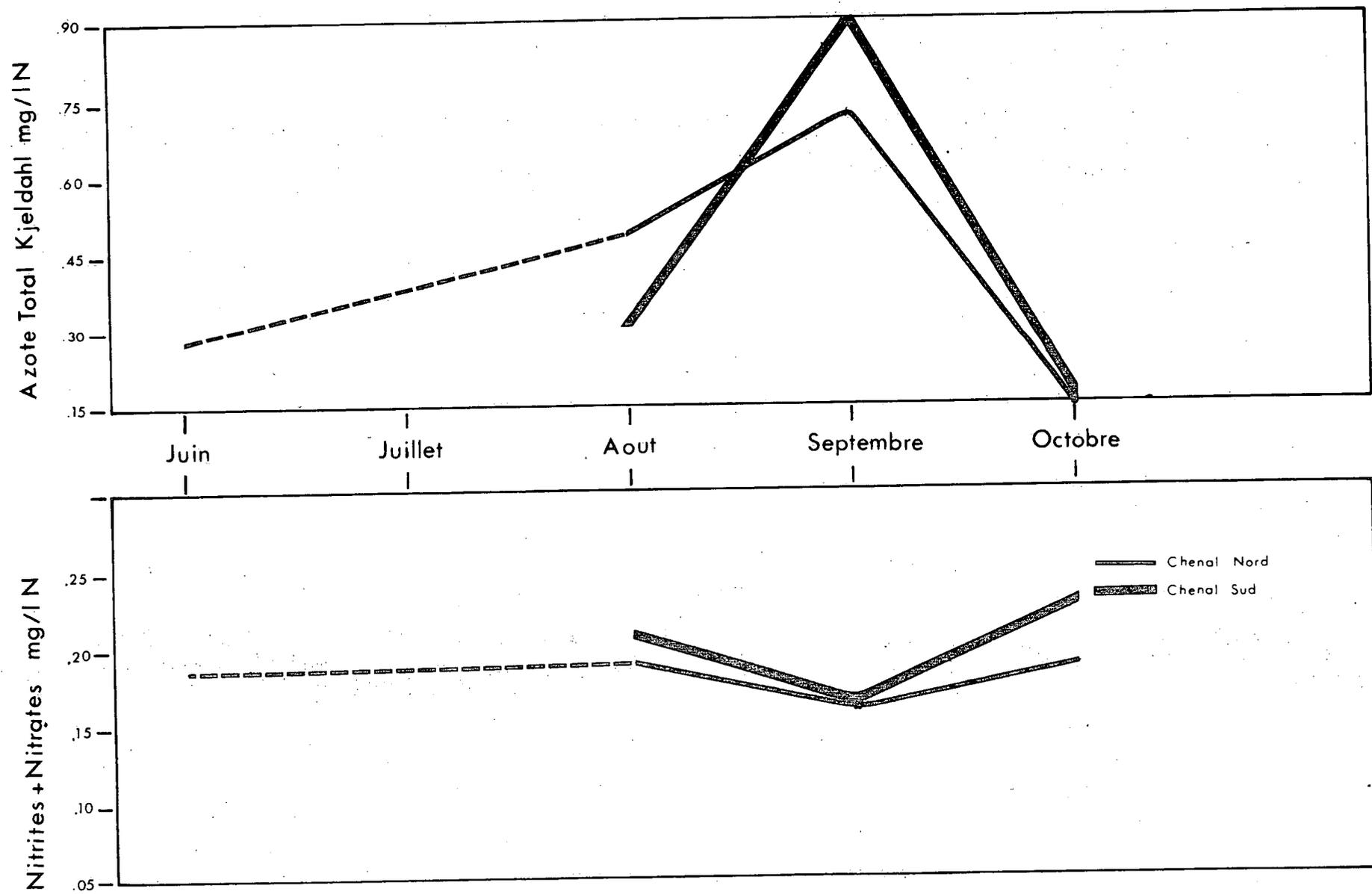


EVOLUTION MOYENNE DE QUALITE VS TEMPS

ETUDE DES CHENAUX • TRONCON QUEBEC • LES ESCOUMINS

AZOTE TOT. KJELDAHL - NITRITES + NITRATES

figure no:34 B



EVOLUTION MOYENNE DE QUALITE VS TEMPS

2.2 ETUDE DES CHENAUX

2.2.1 Méthodologie et objectifs

L'obtention de données permettant de dresser une figure quasi instantanée des eaux de surface afin de suivre l'évolution des nappes d'eau en présence et tenter ainsi de mieux comprendre les phénomènes de floculation, de transport des suspensoides de même que de préciser l'impact ou le comportement des polluants d'eaux douces sur les eaux salées constituaient les principaux objectifs à atteindre dans la réalisation de cette étude.

Les trente-neuf (39) stations établies sur le chenal nord et les vingt-huit (28) sur le chenal sud furent donc échantillonnées à six (6) reprises au cours des mois de juin, août, septembre et octobre.

Le lecteur pourra trouver dans le volume II, intitulé "Répertoire des résultats d'analyses" la localisation des stations d'échantillonnage de même que les résultats d'analyses.

Afin de préciser l'évolution de la qualité des eaux de l'estuaire moyen dans le

temps, nous avons procédé au calcul de la moyenne complète des résultats obtenus à chacune des stations établies entre les millages 338.0 et 457.0 et ce, pour chacun des mois de juin, août, septembre et octobre.

Nous désirons cependant souligner ici que pour l'étude des chenaux, les prélèvements furent effectués de Québec (316.5) aux Escoumins (454.0) dans le cas du chenal nord et de Montmagny (338.0) à Trois-Pistoles (457.0) dans le cas du chenal sud. Toutefois, afin de représenter plus fidèlement l'évolution de la qualité des eaux des chenaux du nord et du sud dans le temps, nous n'avons considéré pour les fins de cette étude que les résultats obtenus à partir du millage 338.0. Ces résultats furent alors portés sur graphiques (figures 33 à 34b). Concernant ces graphiques, soulignons ici que la ligne pointillée indique une extrapolation des résultats, due au manque d'informations pour le mois de juillet.

Pour préciser l'évolution de la qualité des eaux de l'estuaire moyen dans l'espace entre Montmagny et Trois-Pistoles, nous avons procédé au calcul de la moyenne des résultats obtenus au cours des mois d'août, septembre

et octobre à chacune des stations établies dans les chenaux nord et sud. Les figures 35 à 43 présentent les résultats obtenus.

Nous voudrions cependant préciser que la fréquence d'analyse des différents paramètres ne fut pas uniforme au cours de cette étude. En effet, la turbidité, la couleur, la conductivité, l'alcalinité, le pH, l'azote total Kjeldahl et les nitrites + nitrates furent déterminés au cours des mois de août, septembre et octobre; le phosphore total et la température au cours des mois d'août et d'octobre; les phosphates totaux inorganiques, l'azote ammoniacal et l'azote organique au cours du mois d'octobre; et les éléments suivants: sodium, potassium, magnésium, cuivre et zinc au cours du mois de juin.

A partir des résultats obtenus, nous avons préparé les courbes (figures 35 à 43) qui présentent l'évolution dans l'espace des caractéristiques physico-chimiques des eaux des chenaux nord et sud.

Compte tenu des objectifs poursuivis, nous aborderons le traitement des données des deux façons suivantes: 1° Evolution moyenne de la qualité des eaux dans le temps.

et 2° Evolution de la qualité des eaux dans l'espace.

2.2.2 Evolution moyenne de la qualité des eaux dans le temps

La variation des débits qui entraînent en période de crue ou de précipitations importantes des apports plus importants provenant des bassins de drainage, la température du milieu ambiant qui affecte le taux de réaction des composés chimiques de même que le taux d'assimilation des substances nutritives par le milieu aquatique, l'influence de la marée et le contact des eaux douces et salées sont autant de facteurs qui sont de nature à influencer les caractéristiques des eaux au cours des mois et saisons.

A l'aide des courbes et tableaux préparés, nous tenterons toutefois de préciser le comportement des eaux de l'estuaire moyen.

pH - Couleur

Les eaux de l'estuaire moyen accusent une légère augmentation de pH au cours du mois d'août passant de 7.45 unités en juin à 7.75 unités pour se maintenir par la suite relativement stable jusqu'en octobre.

Au cours des mois d'août et de septembre, la couleur est en moyenne de 12.5 unités inférieure à celle mesurée au cours des mois de juin et d'octobre (17.5 unités). L'apport de matières végétales qu'ont apportées les eaux du printemps est sans doute attribuable aux concentrations rencontrées au cours du mois de juin. Quant à l'augmentation enregistrée au cours du mois d'octobre, elle pourrait être attribuable aux phénomènes biologiques associés au milieu.

Bien que l'écart ne soit pas important, on observe cependant que les eaux du chenal sud sont légèrement plus colorées que celles du chenal nord; or, comme les eaux douces ayant tendance à s'écouler principalement par le chenal sud, on serait porté à croire que la coloration plus élevée des eaux douces serait responsable des conditions indiquées ci-dessus, soit que dans l'ensemble de l'estuaire moyen, les eaux du chenal sud sont légèrement plus colorées que celles du chenal nord.

Turbidité - Conductivité - Température

Dans l'ensemble, la turbidité moyenne des eaux de l'estuaire ne subit que de légères variations dans le temps. En effet, si l'on

se réfère à la figure 34a et aux tableaux 9 et 10, on constate que la turbidité des eaux passe d'environ 14 à 11 unités de juin à août. A partir de ce mois, on observe cependant que les eaux du chenal sud présentent une légère augmentation, alors que celles du chenal nord sont relativement stables jusqu'en septembre mais accusent une diminution en octobre. Si on considère que les variations moyennes de turbidité dans le temps sont inférieures à 20%, il semble donc que les événements hydrologiques qui sont associés au transport des suspensions par les tributaires situés en amont de l'estuaire, n'ont que peu d'influences sur le niveau moyen de turbidité de l'estuaire au cours des saisons. Nous savons cependant que l'hydrodynamique du système contribue à maintenir un niveau élevé de turbidité. Or, une amorce de ces conditions est nécessaire, c'est-à-dire que les eaux en provenance de l'amont où se produisent ces phénomènes doivent contenir des suspensions. Aussi, nous croyons que si ces conditions amont se détériorent au niveau des suspensions, ces dernières auront sans doute un effet sur l'importance de l'étendue du bouchon vaseux et par incidence sur la qualité du milieu.

Pour ce qui est de la conductivité, on

constate comme l'indique la figure 34 que la conductivité des eaux des chenaux nord et sud présente une tendance similaire bien que la conductivité des eaux du chenal sud soit plus faible. On constate en effet dans les deux cas une augmentation graduelle de la conductivité de juin à août. En septembre, la conductivité ne présente que peu de variation par rapport à celle enregistrée en août, alors qu'en octobre, les eaux des chenaux présentent une augmentation importante.

Il est intéressant de souligner ici que les eaux de l'estuaire moyen présentent une évolution dans le temps semblable à celle observée au cours de l'étude de l'an passé (Tronçon Varennes-Montmagny).

La conductivité est un paramètre traduisant la minéralisation totale d'une eau, c'est-à-dire de sa teneur en sels dissous. Ce paramètre est donc sensible à des influences locales telles la marée ou l'arrivée d'un confluent et également associé aux phénomènes d'évaporation.

Nous croyons cependant que l'évolution de la conductivité des eaux de l'estuaire moyen est influencée par: 1° l'hydrodynamique associée au milieu et l'évolution des

eaux salines dans l'estuaire, 2° à la température de l'eau et 3° aux caractéristiques des eaux douces du fleuve.

Les Nutrients

L'évolution des composés azotés et phosphorés est étroitement liée à la productivité du milieu, c'est-à-dire de la flore et de la faune aquatique que supporte celui-ci. Ainsi, tenant compte des apports et de la productivité du milieu, on devrait s'attendre à ce que les composés azotés et phosphorés accusent, à des degrés différents cependant, une augmentation au cours des mois de mai et juin. Par la suite, la flore aquatique que supporte le milieu devrait alors entraîner une diminution de ces composés vers le mois de juillet et août. Finalement, la décomposition de cette flore aquatique devrait alors entraîner une augmentation en septembre et octobre.

Nous sommes conscients de la complexité des phénomènes qui influencent l'évolution des composés azotés et phosphorés. Toutefois, les résultats obtenus au cours de la présente étude sont loin de suivre la tendance présentée ci-dessus et nous devons avouer que les résultats obtenus nous parais-

sent difficiles à expliquer.

En effet, si on se réfère à la figure 34b, on constate que les concentrations maximum d'azote total Kejldahl sont rencontrées au cours du mois de septembre et atteignent des concentrations très importantes. Nous devons toutefois avouer que l'augmentation importante enregistrée au cours du mois de septembre nous paraît surprenante et peu probable. Quant à la diminution enregistrée en octobre, cette dernière laisserait supposer une diminution importante des apports amont et/ou à une diminution de la concentration de ce paramètre dans les eaux salées.

Les nitrites + nitrates pour leur part ne présentent que de légères variations dans le temps comme l'indique la figure 34b. On observe cependant une légère diminution des concentrations au cours du mois de septembre suivie d'une augmentation en octobre, et ce dans les eaux des chenaux nord et sud.

Pour ce qui est du phosphore total, la détermination de ce paramètre ne fut effectuée que sur les échantillons prélevés au cours des mois d'août et d'octobre. On constate cependant que les concentrations moyennes mesurées dans les eaux du chenal nord

sont plus faibles que celles mesurées dans les eaux du chenal sud (tableaux 10 et 11). Suite à cette constatation, on serait porté à croire que le taux d'assimilation de phosphore organique est plus important dans les eaux du chenal nord. Si on considère les niveaux de turbidité mesurés dans les eaux des chenaux, cette hypothèse nous apparaît probable. Toutefois, la diminution enregistrée au cours du mois d'octobre ne corrobore pas avec l'hypothèse émise ci-dessus concernant l'évolution dans le temps des composés azotés et phosphorés.

2.2.3 Evolution moyenne de la qualité des eaux dans l'espace

Se référant aux figures 35 à 43 qui présentent l'évolution dans l'espace des caractéristiques physico-chimiques des chenaux nord et sud, on peut dégager les observations suivantes:

pH (figure 35)

Le pH des eaux des chenaux nord et sud peut être considéré comme relativement stable de l'amont vers l'aval puisque les variations enregistrées sont inférieures à 0.2 unité.

Température, Conductivité et Alcalinité
(figures 35 et 37)

Les eaux du chenal nord présentent une température relativement stable jusqu'à la hauteur de Saint-Joachim (346.0) alors que pour les eaux du chenal sud, cette stabilité se maintient jusqu'à la hauteur de Saint-Jean Port-Joli (368.0). A partir de ces points, on observe que les eaux se refroidissent rapidement et présentent une température moyenne de 5°C à la hauteur des Escoumins. Soulignons également que les eaux du chenal nord sont plus froides que celles du chenal sud. Cette dernière particularité associée au fait que les eaux du chenal sud se maintiennent stables jusqu'à la hauteur de Saint-Jean Port-Joli (368.0), confirmerait donc 1° que les eaux douces dont la température est plus élevée que celle des eaux salées, s'écoulent principalement par le chenal sud et 2° que l'assimilation des eaux douces par les eaux salées s'effectue plus rapidement dans le chenal nord.

Pour ce qui est de la conductivité, on constate une augmentation graduelle et importante amont-aval de cette dernière. Une augmentation rapide est d'abord enregistrée à partir de Cap-Tourmente (348.0) dans les

eaux du chenal nord et de Cap Saint-Ignace (358.0) dans les eaux du chenal sud. On constate également que la conductivité des eaux du chenal nord est plus élevée que celle du chenal sud, et ce dans l'ensemble de l'estuaire moyen.

L'alcalinité pour sa part suit sensiblement la même tendance que la conductivité.

La conductivité et l'alcalinité confirment donc, comme la température, 1^o que les eaux douces s'écoulent principalement par le chenal sud et 2^o que l'assimilation des eaux douces par les eaux salées s'effectue plus rapidement dans le chenal nord.

Turbidité et Couleur (figure 36)

Si on se réfère à la figure 36, on constate une augmentation importante de turbidité dans les eaux du chenal nord entre Saint-Jean Ile d'Orléans et Petite Rivière Saint-François, et de Montmagny à Saint-Jean Port-Joli dans les eaux du chenal sud. On constate également d'une part que les eaux du chenal sud sont plus turbides que celles du chenal nord et d'autre part, que les zones d'augmentation sont différentes dans les

chenaux nord et sud. En effet, cette augmentation est d'abord enregistrée dans les eaux du chenal nord. Si on associe les hausses de turbidité aux phénomènes de floculation résultant par contact des eaux douces et salées ainsi qu'aux phénomènes de recirculation des particules en suspension associés à l'hydrodynamique du milieu, l'hypothèse émise antérieurement à l'effet que l'infiltration des eaux salines s'effectue principalement par le chenal nord serait à nouveau confirmée.

L'évolution de la couleur dans l'espace suit sensiblement la même tendance que celle enregistrée au niveau de la turbidité. La couleur étant plus particulièrement associée à la présence de matières organiques, on devrait donc s'attendre à ce que son évolution amont-aval suive la tendance des composés organiques plutôt que celle de la turbidité. Les résultats obtenus au cours de la présente étude nous porte donc à croire à une interférence de la turbidité au niveau de la détermination de la couleur.

Azote organique et azote ammoniacal (figure 38)

Nous désirons d'abord préciser que l'azote organique et l'azote ammoniacal ne

furent effectués qu'au cours de mois d'octobre dans le cadre de l'étude des chenaux.

C'est peut-être une des raisons pour laquelle des variations significatives furent enregistrées de l'amont vers l'aval au niveau de ce paramètre. Compte tenu de ces variations, nous avons jugé préférable de présenter la courbe moyenne, courbe qui exprime plutôt une tendance générale que les valeurs réelles enregistrées.

Se référant à la figure 38, on constate une diminution amont-aval de l'azote organique dans les eaux des chenaux nord et sud. En effet, dans les eaux du chenal nord, des concentrations de .175 mg/l et .08 mg/l furent enregistrées respectivement à Québec et à la hauteur des Escoumins; alors que dans les eaux du chenal sud, des concentrations de 0.19 et .045 mg/l furent enregistrées respectivement à Montmagny et Trois-Pistoles. Les résultats obtenus nous permettent de croire que cette diminution serait attribuable soit à l'utilisation et/ou à une transformation de l'azote organique.

L'azote ammoniacal pour sa part, bien que présentant de légères variations, accuse une légère augmentation amont-aval passant

de 0.01 mg/l à Québec à environ 0.05 mg/l à Trois-Pistoles. Soulignons que les concentrations d'azote ammoniacal mesurées à ce dernier endroit, se situent au niveau des concentrations maximales généralement rencontrées en eaux salées.

Phosphore total et Phosphates totaux inorganiques (figure 39)

Des variations importantes de l'amont vers l'aval furent également enregistrées au niveau du phosphore total et plus particulièrement dans les eaux du chenal sud. Pour cette raison, nous avons également jugé préférable de présenter la courbe moyenne.

Dans les eaux du chenal nord, le phosphore total accuse une augmentation amont-aval passant de .04 mg/l (PO_4) à la hauteur de Québec à 0.18 mg/l (PO_4) à la hauteur des Escoumins.

Toutefois, l'évolution de ce paramètre dans les eaux du chenal sud est bien différente de celle enregistrée au niveau du chenal nord, comme l'indique la figure 39. En effet, on constate d'abord que ce paramètre est relativement stable jusqu'à la hauteur de Saint-Denis (392.0); puis, après

avoir accusé une diminution jusqu'à Cacouna (428.0), le phosphore total augmente rapidement de 0.22 mg/l (PO_4) à la hauteur de Trois-Pistoles.

Les phosphates totaux inorganiques pour leur part, ne furent effectués qu'au cours du mois d'octobre. Toutefois, si on se réfère à la figure 39, on constate une augmentation graduelle des phosphates totaux inorganiques de l'amont (0.03 mg/l à Québec) vers l'aval (0.13 mg/l à Trois-Pistoles). Soulignons ici que l'augmentation amont-aval des phosphates totaux inorganiques dans les eaux de l'estuaire moyen est de beaucoup supérieure à celle enregistrée dans le tronçon Varennes-Montmagny au cours de l'an passé. Une telle augmentation impliquerait donc des apports plus importants par les tributaires, ce qui est peu probable compte tenu des débits en présence, ou que les eaux salées contiennent plus de phosphates totaux inorganiques que les eaux douces. Une vérification des résultats obtenus aux sections transversales confirme que les eaux salées contiennent plus de phosphates totaux inorganiques que les eaux douces et saumâtres. L'augmentation amont-aval serait donc principalement attribuable aux caractéristiques des eaux salées au niveau de ce paramètre.

Les résultats obtenus au niveau du phosphore total et des phosphates totaux inorganiques nous indiquent 1^o que les concentrations de phosphates totaux inorganiques sont plus élevées dans les eaux salées que dans les eaux douces, 2^o que les concentrations de phosphore organique sont plus élevées dans les eaux douces; c'est d'ailleurs pour cette raison que les concentrations de phosphore total sont plus élevées dans les eaux du chenal sud et ce jusqu'à la hauteur de Kamouraska (402.0). Quant à la diminution de phosphore total enregistrée entre Kamouraska et Cacouna (428.0), elle pourrait être attribuable à l'adsorption du phosphore organique sur les suspensions ou à d'autres phénomènes chimiques associés aux eaux salines.

Azote total Kjeldahl et Nitrites + nitrates
(figure 40)

Des variations amont-aval furent également enregistrées au niveau de l'azote total et ce même en utilisant les informations recueillies au cours des mois d'août, septembre et octobre. Soulignons également que ces variations furent plus importantes dans les eaux du chenal nord que celles du chenal sud. De telles variations peuvent

être possibles si on tient compte des nombreux phénomènes qui caractérisent l'estuaire moyen. Toutefois, nous avons jugé préférable de présenter la courbe moyenne.

Si l'on réfère à la figure 40 , on constate une certaine stabilité de l'azote total de l'amont vers l'aval dans les eaux du chenal nord. Les eaux du chenal sud présentent pour leur part une augmentation amont-aval passant de 0.30 mg/l à Montmagny à 0.46 mg/l à Trois-Pistoles.

Les nitrites + nitrates, pour leur part, accusent une augmentation amont-aval et ce, dans les eaux des chenaux nord et sud, passant de .03 mg/l à Québec à environ 0.13 mg/l à la hauteur de Trois-Pistoles. Considérant que les nitrites et les nitrates représentent respectivement les stades intermédiaires et finals de l'oxydation de l'azote organique et ammoniacal, il est normal qu'une telle tendance soit enregistrée. Pour ce qui est des niveaux de concentrations mesurées dans les eaux de l'estuaire moyen, ceux-ci peuvent être associés à un milieu que l'on pourrait considérer comme peu chargé.

Cuivre et Zinc (figure 41)

Des variations significatives furent également enregistrées de l'amont vers l'aval au niveau du cuivre et du zinc. Comme ce fut le cas pour certains paramètres, nous avons également présenté les courbes moyennes. Ces courbes expriment donc une tendance plutôt que les concentrations précises mesurées.

Si on se réfère à la figure 41, on constate que le cuivre et le zinc accusent une augmentation amont-aval dans les eaux du chenal sud.

Dans les eaux du chenal nord, les concentrations de cuivre peuvent être considérées comme relativement stables de l'amont vers l'aval, alors que le zinc pour sa part, présente des variations amont-aval.

Si on se réfère aux résultats obtenus au niveau de ces éléments métalliques, on peut dégager les observations suivantes: D'abord si l'on considère que ces éléments métalliques proviennent principalement des eaux usées industrielles, l'augmentation amont-aval enregistrée dans les eaux du chenal sud nous paraît surprenante si on

tient compte des masses d'eau en présence par rapport aux apports possibles en aval de Montmagny. Nous croyons que les résultats obtenus peuvent être attribuables, soit aux phénomènes de désorption, ou à la méthodologie de l'analyse de ces paramètres. Des vérifications et/ou études additionnelles devraient donc être entreprises afin de préciser les résultats obtenus.

Nous croyons cependant nécessaire de souligner que les résultats obtenus à Québec et Montmagny au cours de la présente campagne de mesure sont de beaucoup supérieurs à ceux obtenus au cours de la campagne de 1973 (Tronçon Varennes-Montmagny).

En somme, nous croyons que des vérifications au niveau de la méthodologie de l'analyse de ces éléments métalliques doivent d'abord être effectuées afin de préciser les résultats obtenus. Dans l'expectative que la méthodologie est adéquate, on devra alors effectuer certaines études qui permettront de préciser le comportement de ces éléments métalliques dans les eaux de l'estuaire moyen.

2.2.4 Conclusion

L'analyse des différentes données recueillies dans le cadre de l'étude des chenaux nous permet de conclure que:

Les niveaux moyens de turbidité peuvent être considérés comme stables dans le temps.

La conductivité augmente graduellement dans le temps, soit de juin à octobre. Nous croyons que l'évolution de ce paramètre est influencée par 1^o l'hydrodynamique complexe du système associée à l'évolution des eaux salines dans l'estuaire, 2^o à la température de l'eau et 3^o aux caractéristiques des eaux douces du fleuve.

Les phénomènes complexes des réactions chimiques associés au contact des eaux douces et salées, l'hydrodynamique du système, la vie biologique que supporte le milieu et la température de l'eau sont des facteurs qui influencent de façon importante le comportement de la matière organique dans les eaux de l'estuaire. L'instabilité de la matière organique contenue dans les eaux de l'estuaire est attribuable à ces différents phénomènes qui caractérisent l'estuaire moyen.

Si on considère l'ensemble des paramètres mesurés, on constate que l'évolution de la qualité des eaux des chenaux nord et sud, suivent les mêmes tendances. Les eaux du chenal sud présentent toutefois des variations plus importantes.

L'évolution moyenne de la température, de la conductivité et de l'alcalinité dans l'espace, précise l'assimilation des eaux douces par les eaux salées et confirme que l'infiltration des eaux salines s'effectue principalement par le chenal nord et que les eaux douces s'écoulent principalement par le chenal sud.

Les eaux du chenal sud présentent des concentrations de phosphore total plus élevées que celles du chenal nord. Nous croyons que cette particularité est attribuable au fait que les eaux douces contiennent plus de phosphore total et plus particulièrement sous forme organique que les eaux salées.

L'augmentation amont-aval des phosphates totaux inorganiques serait attribuable au fait que les eaux salées en contiennent plus que les eaux douces.

TABLEAU 9

EVOLUTION TEMPORELLE DE LA QUALITE

DES EAUX DU CHENAL NORD

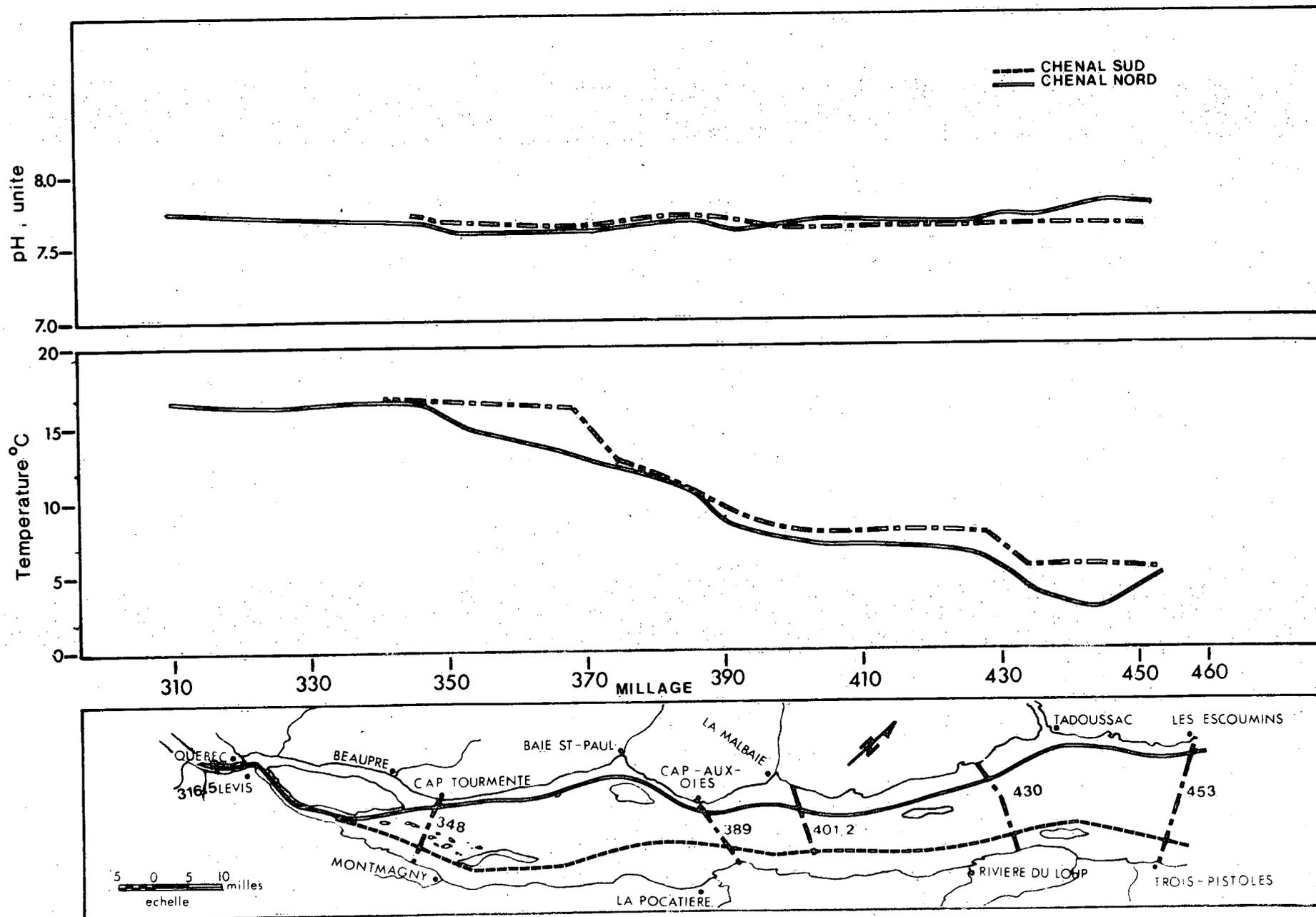
Paramètres	VALEURS MOYENNES				Moyenne	% Var. Max.
	Juin	Août	Septembre	Octobre		
pH, unité	-	7.4	7.7	7.8	7.6	2.6
Couleur, unité	17.5	5.5	5.1	15.7	10.9	60
Turbidité, unité	13.8	11.4	11.8	9.7	11.7	18.7
Conductivité, umhos / cm	17,569	23,190	22,677	27,475	22,728	22.7
Chlorures, mg/l	9,127	12,013	12,675	8,974	10,697	18.5
Phosphore total, mg/l	-	.142	-	.115	.128	10.1
Azote total, mg/l N	.274	.498	.681	.141	.398	71.1
NO ₂ + NO ₃ , mg/l N	.185	.192	.163	.187	.181	9.9
Température °C	-	13.1	-	5.92	2.5	37.8

TABLEAU 10

EVOLUTION TEMPORELLE DE LA QUALITE
DES EAUX DU CHENAL SUD

Paramètres	VALEURS MOYENNES				Moyenne	% Var. Max.
	Juin	Août	Septembre	Octobre		
pH, unité	-	7.4	7.7	7.8	7.6	2.6
Couleur, unité	18.3	5.0	5.7	19.5	12.1	61.1
Turbidité, unité	14.3	11.2	14.7	16.1	14.0	20.0
Conductivité, µmhos/cm	13,296	19191	19,292	23,509	18,822	29.3
Chlorures, mg/l	6,950	10032	10,950	8,405	9,084	23.5
Phosphore total mg/l, PO ₄	-	0.195	-	0.116	.155	25.8
Azote total, mg/l N	-	.312	.74	0.152	.40	85
NO ₂ + NO ₃ , mg/l	-	.20	.164	0.225	.196	16.3
Température °C	-	14.36	-	6.62	10.5	36.8

ETUDE DES CHENAUX • TRONCON QUEBEC • LES ESCOUMINS



pH - TEMPERATURE

figure no: 35

ETUDE DES CHENAUX • TRONCON QUEBEC • LES ESCOUMINS

TURBIDITE

COULEUR

Turbidite A.P.H.A. mg/ l SiO₂

Couleur unite platine-cobalt

--- CHENAL SUD
— CHENAL NORD

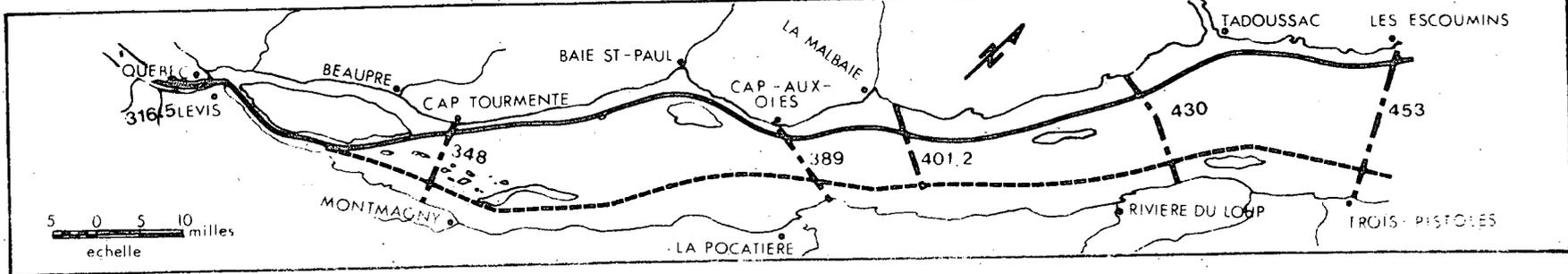
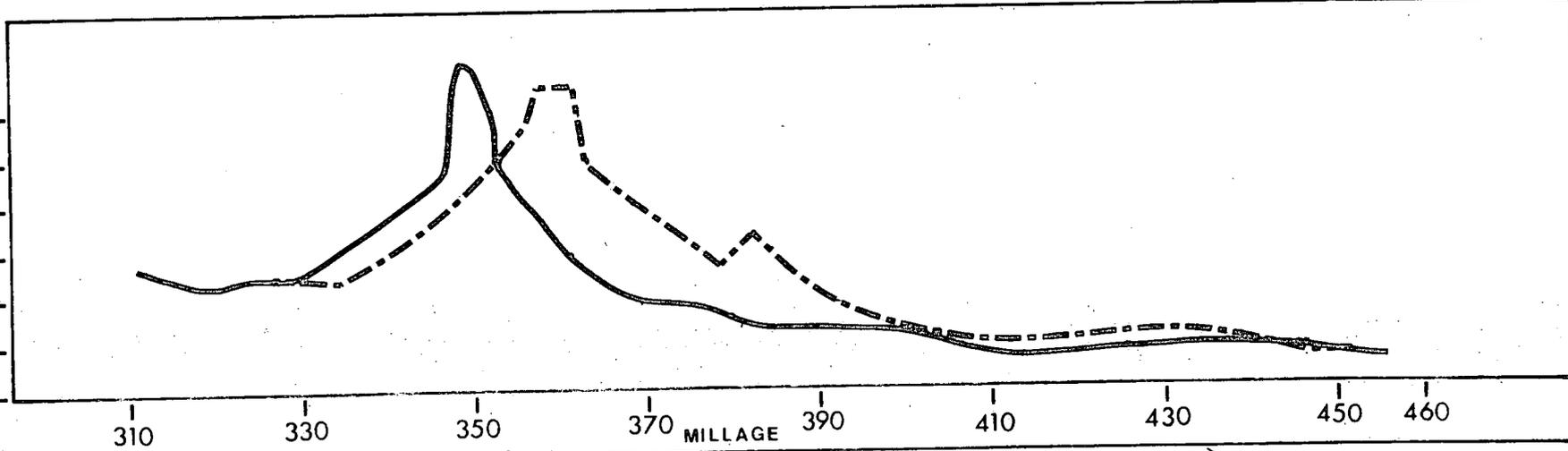
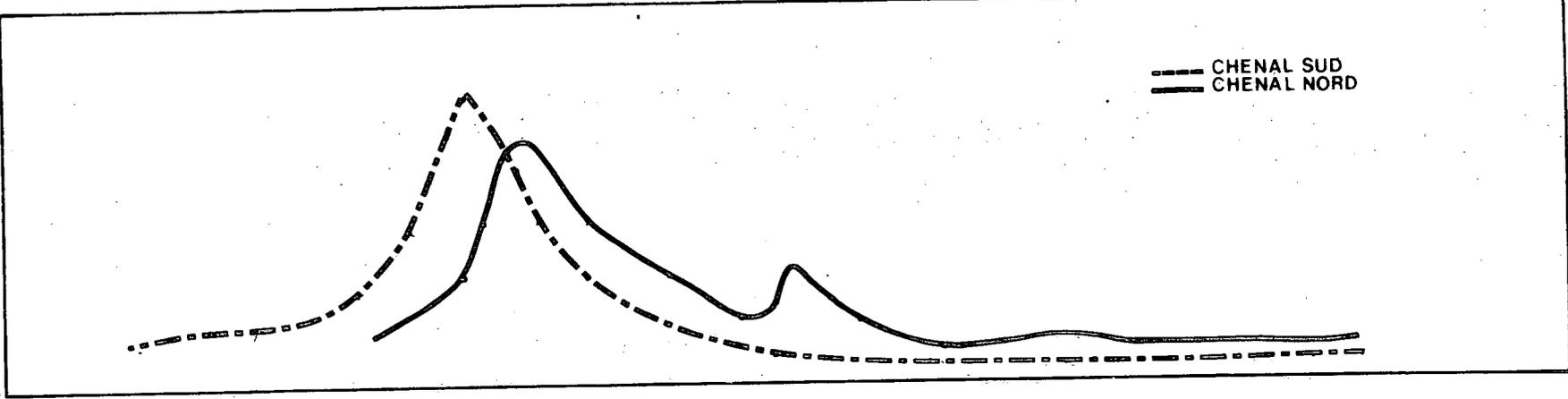
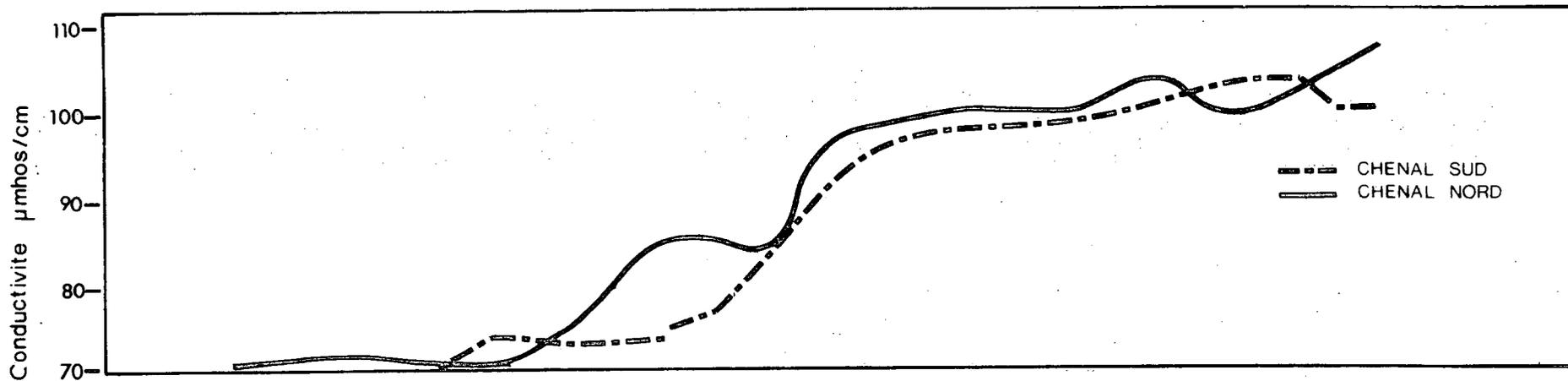


figure no:36

ETUDE DES CHENAUX • TRONCON QUEBEC • LES ESCOUMINS

ALCALINITE



CONDUCTIVITE

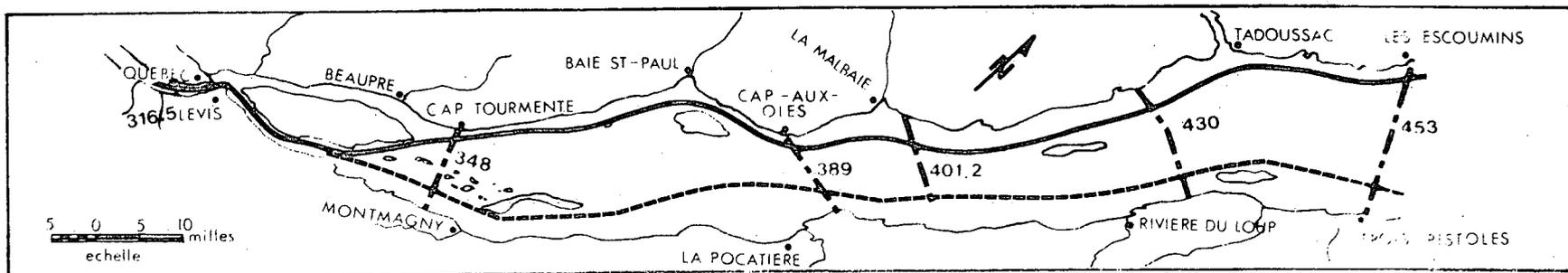
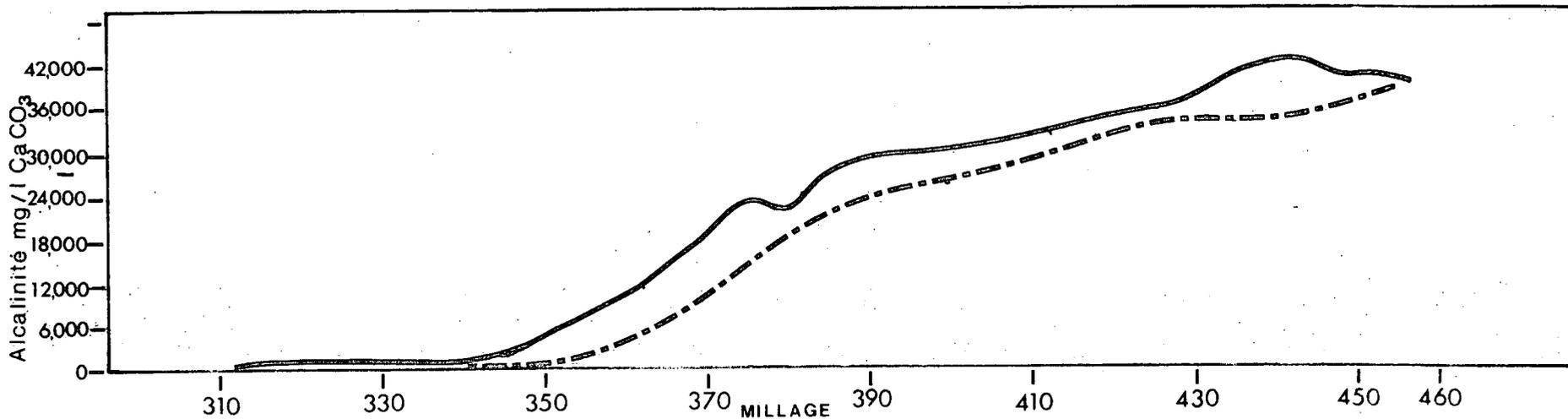


figure no:37

ETUDE DES CHENAUX • TRONCON QUEBEC • LES ESCOUMINS

AZOTE AMMONIACAL

AZOTE ORGANIQUE

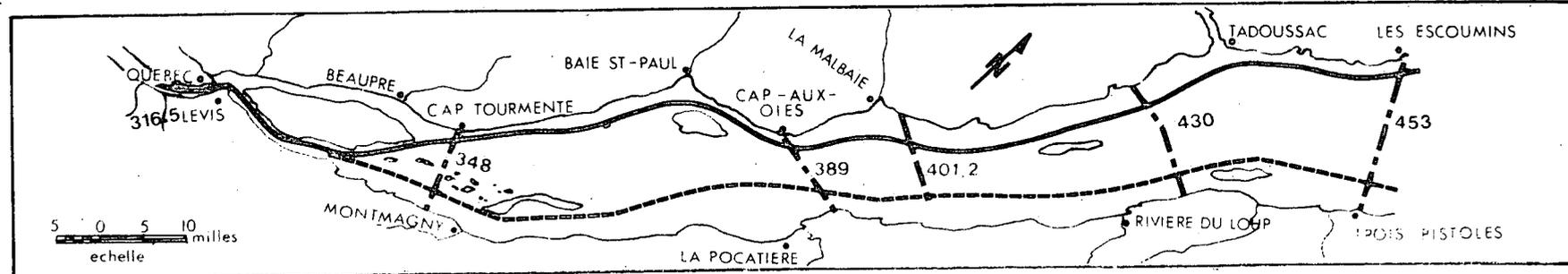
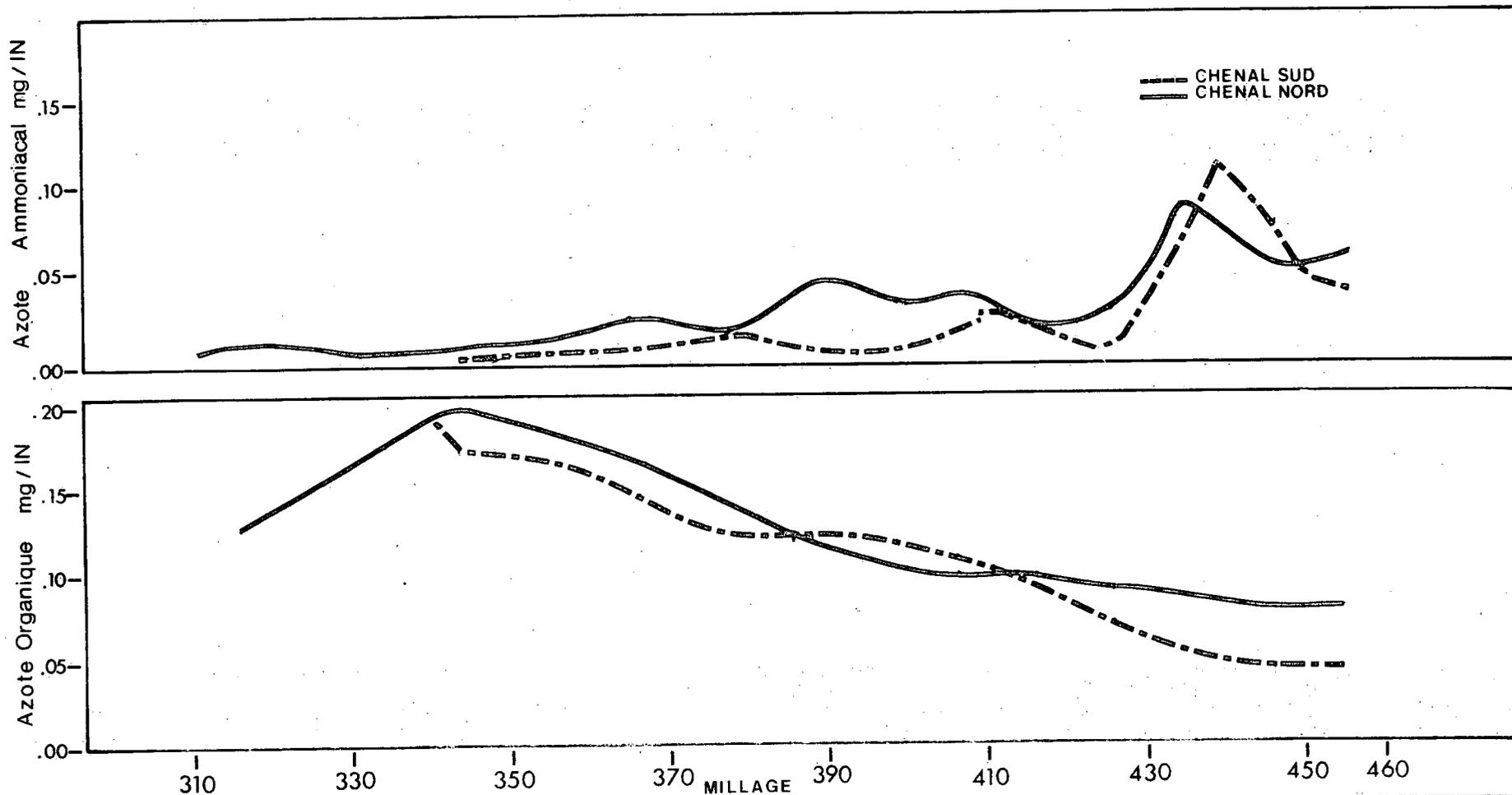


figure no: 38

ETUDE DES CHENAUX • TRONCON QUEBEC • LES ESCOUMINS

PHOSPHATES TOT. INORG. - PHOSPHORE TOTAL

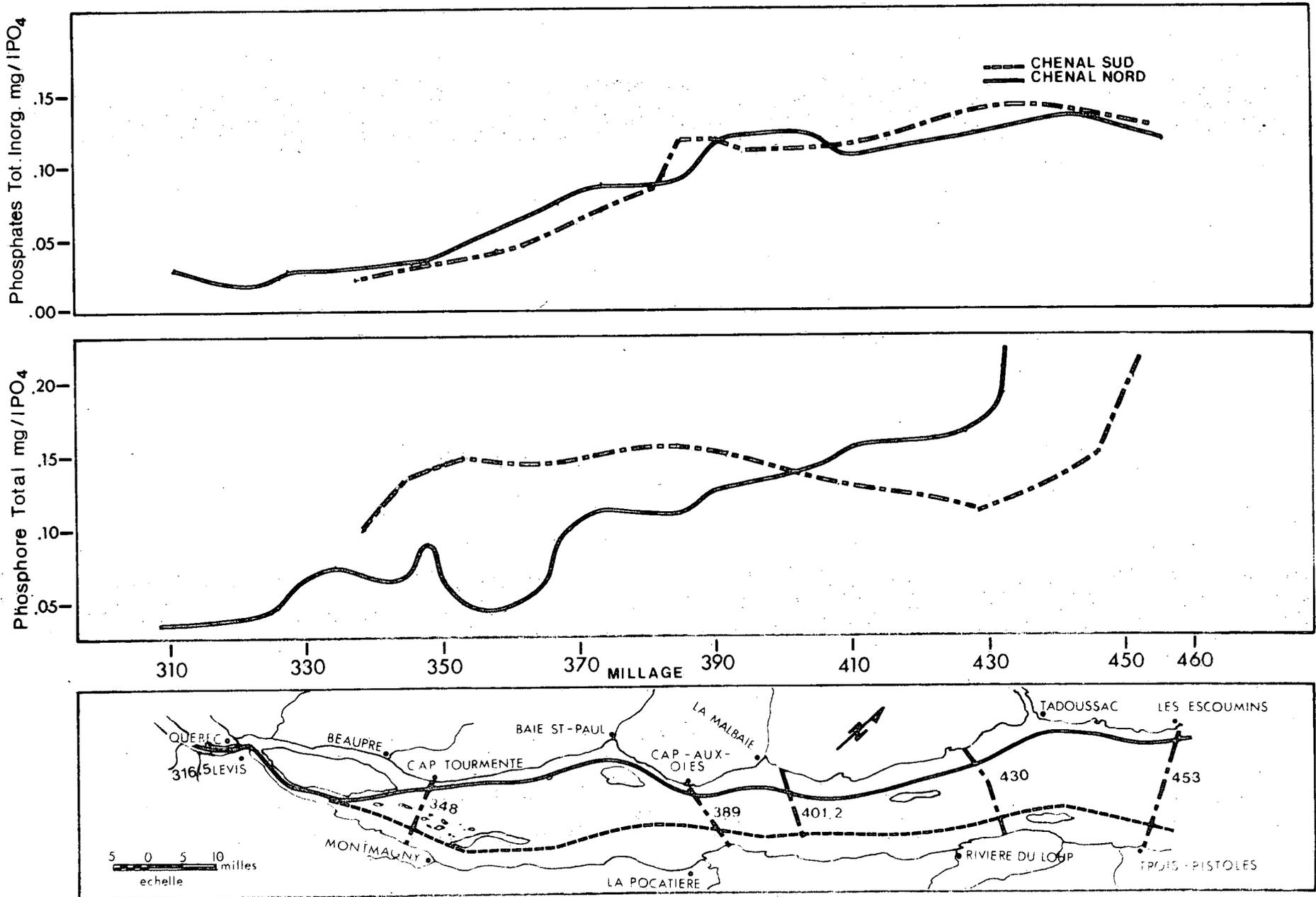


figure no:39

ETUDE DES CHENAUX • TRONCON QUEBEC • LES ESCOUMINS

AZOTE TOT. KJELDAHL - NITRITES + NITRATES

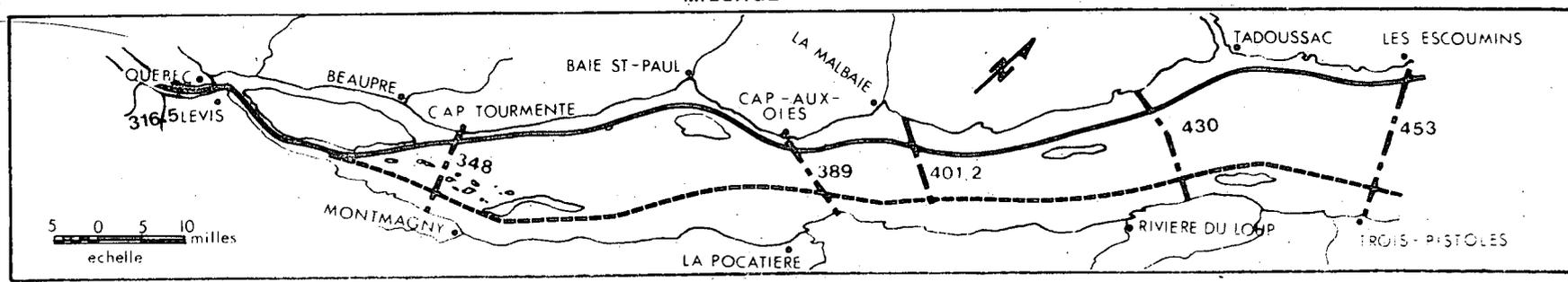
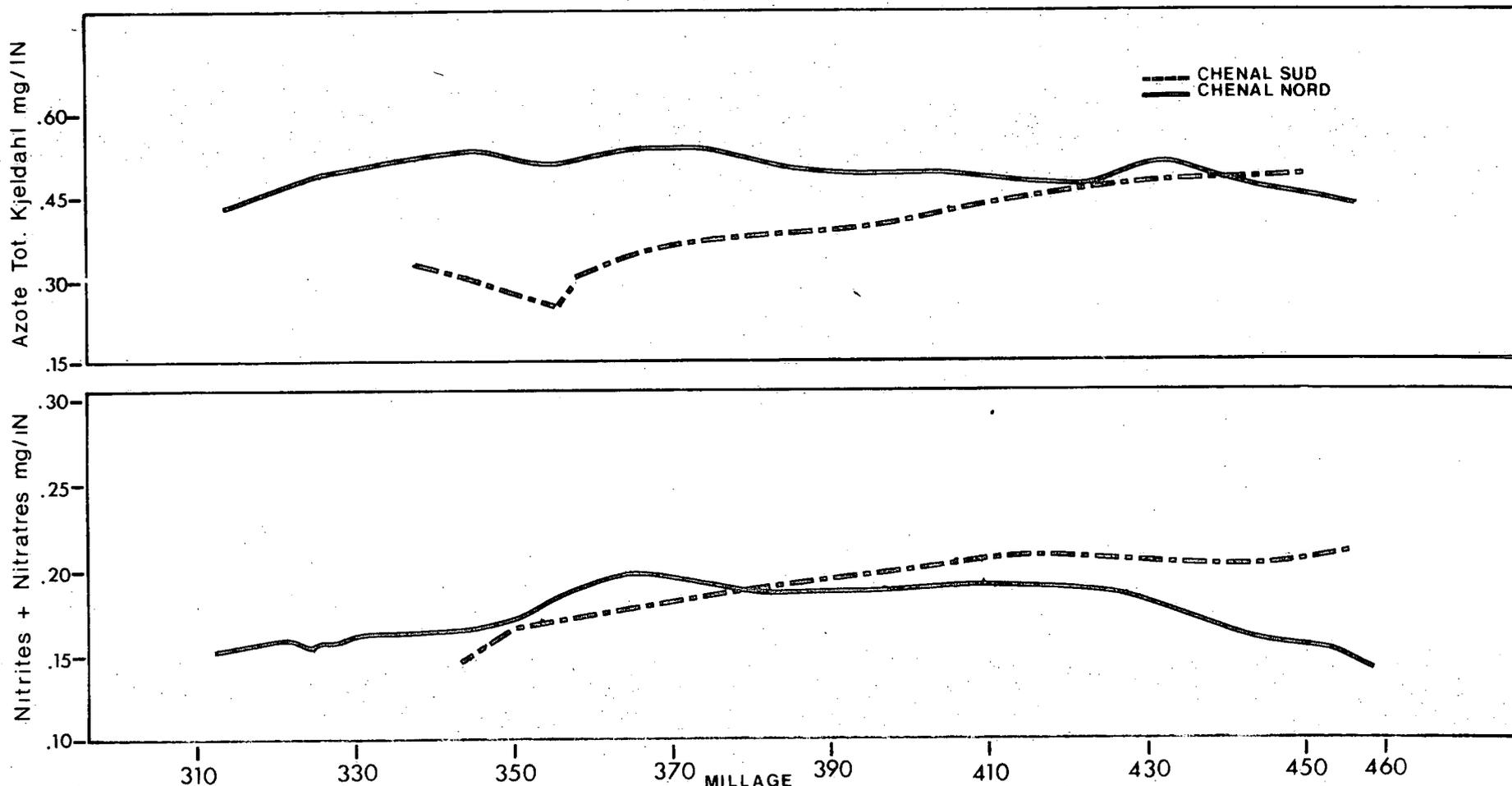
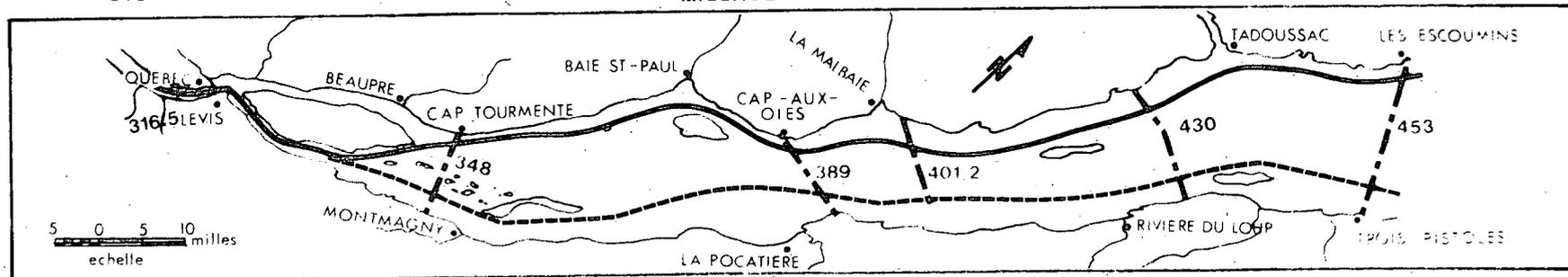
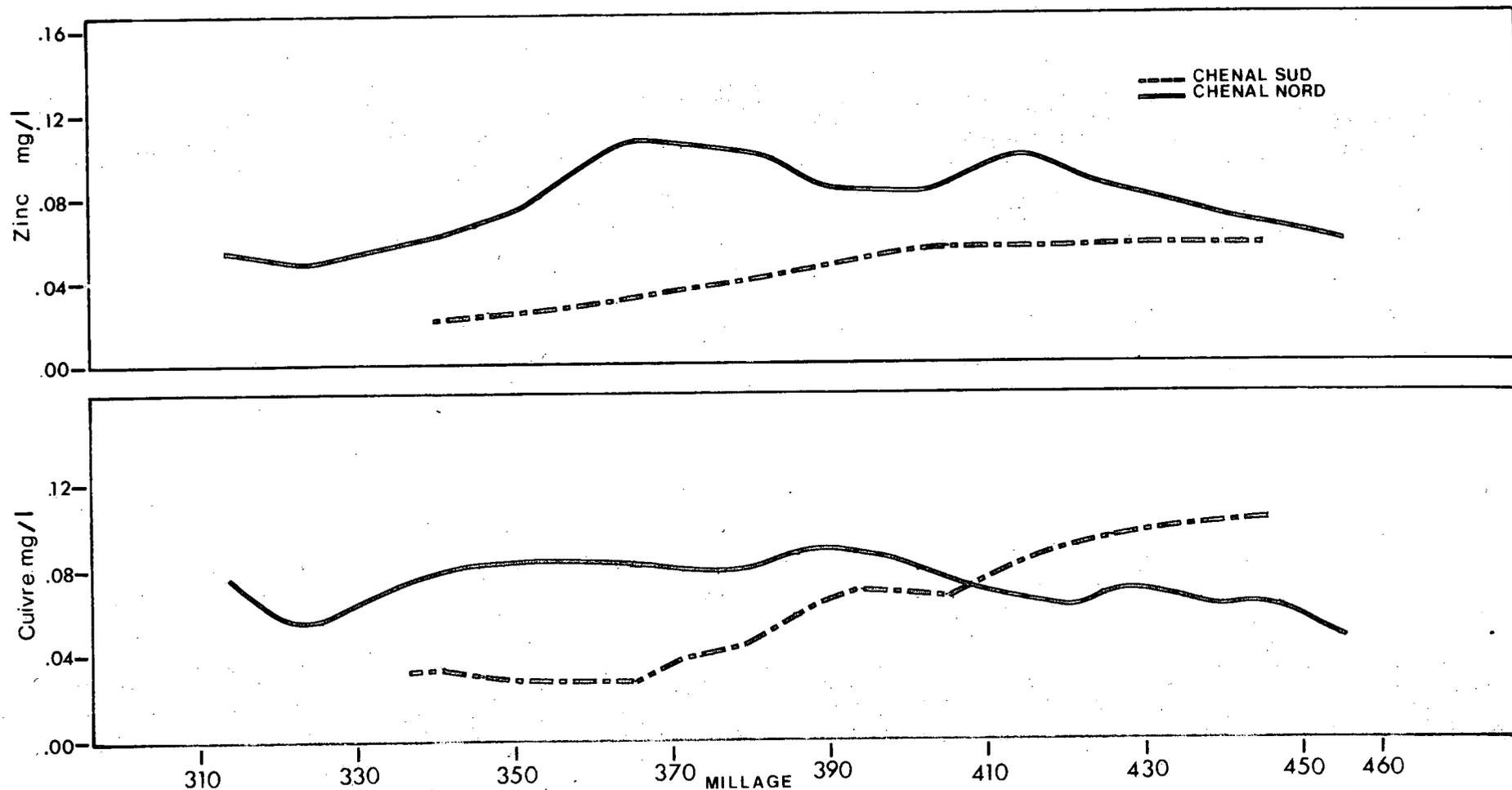


figure no. 40

ETUDE DES CHENAUX • TRONCON QUEBEC • LES ESCOUMINS



ZINC - CUIVRE

figure no:41

Les phénomènes complexes qui caractérisent l'estuaire moyen entraînent des variations importantes de l'amont vers l'aval au niveau des éléments nutritifs.

2.3 CARACTERISATION PHYSICO-CHIMIQUE MOYENNE DES EAUX DE L'ESTUAIRE

2.3.1 Méthodologie et objectifs

La caractérisation moyenne des eaux de l'estuaire moyen constituait l'objectif principal visé par la synthèse des informations recueillies à partir de l'étude des sections transversales et de l'étude des chenaux.

Nous croyons toutefois opportun de souligner ici que compte tenu de la complexité des phénomènes qui régissent et influencent les caractéristiques des eaux de l'estuaire moyen, les résultats présentés ci-après doivent être considérés comme représentant des caractéristiques moyennes. Nous espérons cependant qu'elles permettront de mieux connaître l'estuaire moyen sur le plan de la qualité des eaux.

A partir de l'ensemble des résultats obtenus suite aux études des sections transversales et des chenaux, nous avons d'abord préparé

deux (2) figures (42 & 43) qui présentent les niveaux moyens de turbidité et de conductivité mesurés dans l'estuaire moyen selon les zones définies.

Nous avons également préparé deux (2) tableaux (11 & 12) à partir des résultats obtenus au cours des deux études pré-citées, dans le but de caractériser les eaux des différentes zones sur le plan physico-chimique.

2.3.2 Les résultats obtenus

La synthèse des informations recueillies nous a amené dans un premier temps à caractériser les eaux de l'estuaire en cinq (5) zones distinctes représentant quatre (4) paliers de turbidité qui sont les suivants: les zones 1 et 3 présentent un palier de turbidité de 7 à 15 unités; la zone 2, un palier de plus de 15 unités, soit celle qui présente les niveaux maxima enregistrés dans l'estuaire moyen; la zone 4, un palier de 2 à 7 unités et la zone 5, un palier dont la turbidité est inférieure à 2 unités.

Si l'on se réfère à la figure 42, on constate une certaine similitude dans la forme des zones 2, 3 et 4. On constate en effet la forme allongée de direction Est-Ouest qui caractérise ces zones, soit de la rive nord-amont

vers la rive sud-aval. Cette particularité nous amène à conclure que l'atténuation de la turbidité est beaucoup plus rapide par le nord que par le sud.

Comme nous l'avons indiqué ci-dessus, la zone 2 est celle qui présente le niveau de turbidité le plus élevé. Cette caractéristique de la zone 2 confirmerait donc que les phénomènes de floculation associés au contact des eaux douces et salées s'effectuent principalement dans cette zone.

Dans un second temps, nous avons subdivisé l'estuaire en 5 zones distinctes représentant les niveaux de conductivité suivants: 1^o inférieur à 600 $\mu\text{mhos/cm}$, 2^o de 600 à 20,000 $\mu\text{mhos/cm}$, 3^o de 20,000 à 30,000 $\mu\text{mhos/cm}$, 4^o de 30,000 à 35,000 $\mu\text{mhos/cm}$ et 5^o supérieur à 35,000 $\mu\text{mhos/cm}$.

Se référant aux tableaux 11 & 12, nous tenterons maintenant de caractériser les eaux de l'estuaire moyen sur le plan physico-chimique.

Sur le plan physique, le niveau de turbidité dans la zone 2 est de beaucoup supérieur en moyenne aux niveaux rencontrés dans les autres zones. En effet, la turbidité moyenne dans cette zone se situe à environ

29.0 unités alors que dans les zones 1, 3, 4 et 5, les concentrations moyennes se situent respectivement à 11.6, 9.4, 5.0 et 2.3 unités.

Au niveau des éléments nutritifs, nous dégageons les observations suivantes:

L'azote organique présente une diminution graduelle de l'amont vers l'aval. Toutefois, les concentrations mesurées dans les zones 1 et 2 nous permettent de considérer ces zones comme moyennement chargées. Quant aux concentrations moyennes rencontrées dans les zones 3, 4 et 5, soulignons qu'elles présentent des concentrations se situant à environ 50% des concentrations maxima généralement rencontrées dans les eaux salées.*

Les concentrations de nitrites & nitrates sont relativement constantes dans les zones 1 à 4 inclusivement alors que l'on observe une diminution dans la zone 5. Cette dernière constatation confirmerait l'hypothèse émise antérieurement à la section 2.2, à l'effet que les eaux de l'Atlantique contiendraient moins de nitrites et de nitrates que les eaux de l'estuaire moyen. De plus, les

* Chemistry and fertility of sea waters. W.H. Harvey

concentrations moyennes mesurées sont plutôt caractéristiques d'un milieu peu chargé.

Les phosphates totaux inorganiques présentent dans les zones 3, 4 et 5 des concentrations se situant à environ 50% des concentrations maxima rencontrées en eaux salées. Quant aux concentrations mesurées dans les zones 1 et 2, ces dernières se situent de 0.03 à 0.04 mg/l (PO_4).

Les concentrations de phosphore total mesurées dans les zones 3, 4 et 5 atteignent également environ 50% des concentrations maxima rencontrées dans les eaux salées. Quant aux concentrations mesurées dans les zones 1 et 2, ces dernières varient de .06 à 0.1 mg/l (PO_4). Soulignons cependant que les concentrations se rapportent à la matière dissoute. De tels niveaux de concentration peuvent cependant être associés à des eaux que l'on pourrait considérer comme faiblement chargées, si l'on accepte de faire une analogie avec les eaux douces.

Au niveau des éléments métalliques, on constate que le cuivre accuse une augmentation graduelle de l'amont vers l'aval (0.03 mg/l dans la zone 1, .07 mg/l dans la zone 5).

Soulignons de plus que les concentrations mesurées dans la zone 5 présentent des valeurs qui sont de 5 à 7 fois supérieures aux concentrations maximales généralement rencontrées dans les eaux salées. Le zinc pour sa part présente des variations de l'amont vers l'aval. Cependant, dans la zone 5, les concentrations de zinc atteignent des valeurs qui sont de l'ordre de 5 fois supérieures au maximum rencontrées dans les eaux salées.

De telles concentrations au niveau de ces éléments métalliques ne peuvent que soulever certaines inquiétudes. Toutefois, étant donné que les éléments métalliques pré-cités ne furent mesurés qu'au cours du mois de juin, et compte tenu des résultats obtenus, nous recommandons d'abord que des vérifications soient effectuées au niveau des techniques d'analyses. Par la suite, des prélèvements additionnels pourraient être effectués afin de préciser si les résultats obtenus au cours de la présente campagne de mesure sont significatifs.

Advenant qu'après vérifications les niveaux des éléments métalliques soient aussi élevés que ceux mesurés au cours de la présente étude, nous croyons que des études devraient être entreprises sur la flore et la faune aquatique afin d'établir les niveaux

de concentrations de certains éléments métalliques accumulés par ces organismes.

2.3.3 Conclusion

L'étude de la caractérisation physico-chimique moyenne des eaux de l'estuaire nous permet de conclure que:

L'assimilation des eaux douces s'effectue plus rapidement par le nord.

Si l'on fait une parallèle entre les eaux douces et salées, on constate que le pH et les nitrites & nitrates de ces eaux sont semblables, que les eaux douces présentent des concentrations de turbidité et d'azote organique plus élevées que celles des eaux salées, alors que ces dernières présentent des concentrations plus élevées au niveau des paramètres suivants: azote ammoniacal, phosphore total, phosphates totaux inorganiques, cuivre et zinc.

La turbidité augmente rapidement dans la zone 2 pour s'atténuer graduellement par la suite. Cette zone présente le niveau de turbidité le plus élevé de l'estuaire moyen. Cette constatation nous porte à croire que c'est dans cette zone que les phénomènes de floculation associés au contact des eaux salées sont les plus importants.

Les phosphates totaux inorganiques augmentent avec l'augmentation de la salinité, alors que l'azote organique présente une évolution contraire. Soulignons également que ces paramètres présentent des concentrations qui se situent à environ 50% des concentrations maximum rencontrées en eaux salées.

La matière organique diminue avec l'augmentation de la salinité alors que la matière inorganique présente une tendance contraire.

Le cuivre augmente également avec la salinité. Soulignons de plus que les concentrations moyennes de cuivre et de zinc mesurées dans la zone 5 représentent des concentrations qui sont respectivement de 5 à 7 fois celles généralement rencontrées en eaux salées. Tel que mentionné antérieurement, des vérifications et/ou études additionnelles devront être effectuées afin de préciser si les concentrations mesurées sont significatives.

TABLEAU NO 11

CARACTERISTIQUES MOYENNES DES EAUX
SELON LES ZONES DE TURBIDITE (fig.42)

Paramètres	ZONE				
	1	2	3	4	5
pH, unité	7.7 (7.44 - 7.86)	7.6 (7.45-7.73)	7.66 (7.6- 7.8)	7.67 (7.6 - 7.79)	7.78 (7.7 - 7.82)
Turbidité, unité	10.9 (8.5 - 19.2)	28.9 (15.1-54.7)	9.2 (3.4 - 21.06)	3.8 (1.44-6.86)	1.4 (.93-1.9)
Conductivité µmhos/cm	330 (240-616)	4183 (270-15918)	27465 (17315-35850)	32978 (26300-39065)	37220 (34800-39598)
Azote organique mg/l N	0.222 (.155-.36)	0.179 (.095-.245)	0.149 (.06-.245)	0.117 (.04 - .208)	0.120 (.07 - .225)
Azote ammoniacal mg/l N	0.012 (.004-.016)	0.013 (.002- .04)	0.016 (.0025- .085)	0.022 (.002 - .07)	0.050 (.02 - .092)
NO ₂ + NO ₃ , mg/l N	0.15 (.133-.174)	0.16 (.133 - .202)	0.18 (.10 - .214)	0.17 (.135 - .22)	0.12 (.073 - 0.17)
Phosphore total mg/l PO ₄	0.06 (.041-.096)	0.10 (0.046-0.22)	0.14 (.085 - .19)	0.15 (.09 - .225)	0.13 (.10 - .15)
Phosphates totaux inor- ganiques, mg/l PO ₄	0.034 (.01 - .048)	0.040 (.0025 - .09)	0.086 (.033 - 0.14)	0.090 (.025 - .145)	0.090 (0.073- .135)
Cuivre, mg/l	0.030 (.0045-.081)	0.032 (.004 - 0.097)	0.068 (.023 - 0.206)	0.050 (.027 - .202)	0.066 (.036 - .094)
Zinc, mg/l	0.042 (.01 - .09)	0.064 (.01 - .162)	0.067 (.02 - .165)	0.060 (.034 - .178)	0.060 (.037 - .091)

() Valeurs minimum et maximum enregistrés dans chacune des zones

TABLEAU NO 12

CARACTERISTIQUES MOYENNES DES EAUX
SELON LES ZONES DE CONDUCTIVITE (fig.43)

Paramètres	ZONE				
	1	2	3	4	5
pH, unité	7.7 (7.44-7.86)	7.6 (7.45-7.8)	7.6 (7.62-7.8)	7.6 (7.62-7.72)	7.7 (7.6 - 7.82)
Turbidité, unité	11.6 (8.5 - 23.5)	29.5 (10.5-54.7)	9.4 (5.18-21.06)	5.0 (1.44-10.5)	2.3 (0.93-8.2)
Conductivité, µmhos/cm	342 (240-616)	7120 (335-22512)	25835 (21759-37300)	31824 (25143-39065)	36592 (34700-39598)
Azote organique mg/l N	.220 (.155-.36)	.168 (.095-.245)	.156 (0.06-.245)	0.104 (0.01-0.215)	0.116 (0.04-0.207)
Azote ammoniacal mg/l N	0.010 (0.002-0.016)	0.018 (0.002-0.045)	0.008 (0.002-0.04)	0.026 (0.002-0.105)	0.048 (0.006-0.20)
NO ₂ + NO ₃ mg/l N	0.15 (0.13-0.17)	0.17 (0.14-0.20)	0.19 (0.17-0.21)	0.19 (0.16-0.20)	0.14 (0.07-0.22)
Phosphore total mg/l PO ₄	0.076 (0.041-0.202)	0.10 (0.05-0.22)	0.15 (0.09-0.18)	0.13 (0.08-0.22)	0.13 (0.09-0.22)
Phosphates totaux inorganiques, mg/l PO ₄	0.032 (0.01-0.048)	0.042 (0.005-0.12)	0.070 (0.033-0.17)	0.102 (0.035-0.14)	0.081 (0.023-0.135)
Cuivre, mg/l	0.044 (0.004-0.082)	0.051 (0.004-0.198)	0.058 (0.023-0.206)	0.055 (0.027-0.162)	0.074 (0.036-0.122)
Zinc, mg/l	0.042 (0.010-0.068)	0.072 (0.010-0.165)	0.057 (0.020-0.118)	0.065 (0.033-0.178)	0.053 (0.037-0.091)

() Valeurs minimum et maximum enregistrées dans chacune des zones.

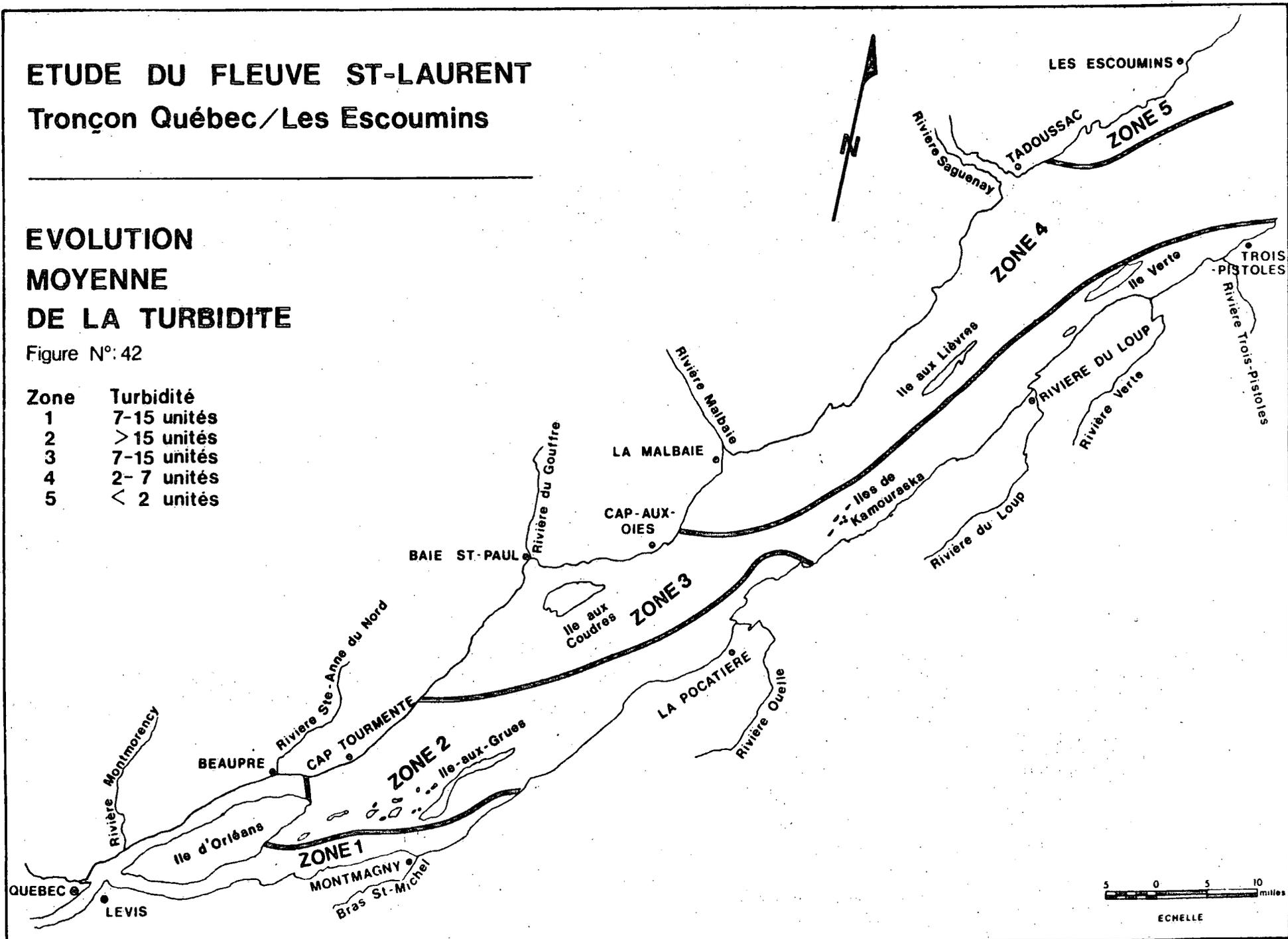
ETUDE DU FLEUVE ST-LAURENT

Tronçon Québec/ Les Escoumins

EVOLUTION MOYENNE DE LA TURBIDITE

Figure N°: 42

Zone	Turbidité
1	7-15 unités
2	> 15 unités
3	7-15 unités
4	2- 7 unités
5	< 2 unités



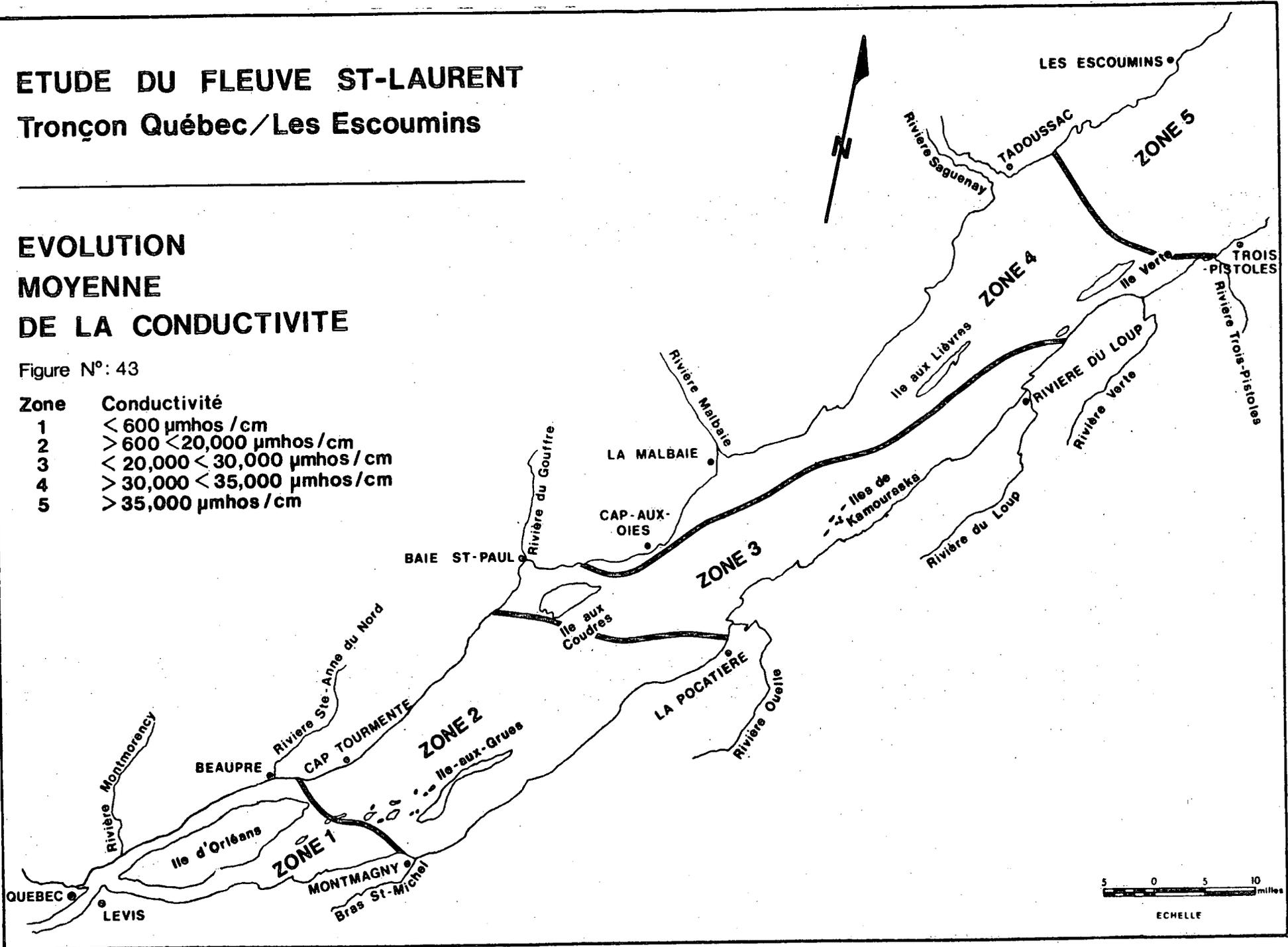
ETUDE DU FLEUVE ST-LAURENT

Tronçon Québec/ Les Escoumins

EVOLUTION MOYENNE DE LA CONDUCTIVITE

Figure N°: 43

Zone	Conductivité
1	< 600 $\mu\text{mhos/cm}$
2	> 600 < 20,000 $\mu\text{mhos/cm}$
3	< 20,000 < 30,000 $\mu\text{mhos/cm}$
4	> 30,000 < 35,000 $\mu\text{mhos/cm}$
5	> 35,000 $\mu\text{mhos/cm}$



2.4 ETUDE DES RIVES ET DES ILES

2.4.1 Méthodologie et objectifs

La caractérisation des eaux près des rives, des îles et des baies, en comparant la qualité de celles-ci avec celles des eaux des chenaux avait pour but de préciser les zones de détérioration de l'estuaire moyen.

Nous avons donc subdivisé le territoire à l'étude en vingt-trois (23) secteurs distincts afin de préciser les objectifs précités. La moyenne des résultats obtenus au cours de la campagne de mesure fut par la suite calculée pour chacun de ces secteurs. C'est en comparant la qualité moyenne des eaux des rives, des baies et des îles avec la qualité moyenne des eaux des chenaux que nous avons tenté d'identifier les problèmes et de préciser l'influence de certains phénomènes locaux sur la qualité des eaux.

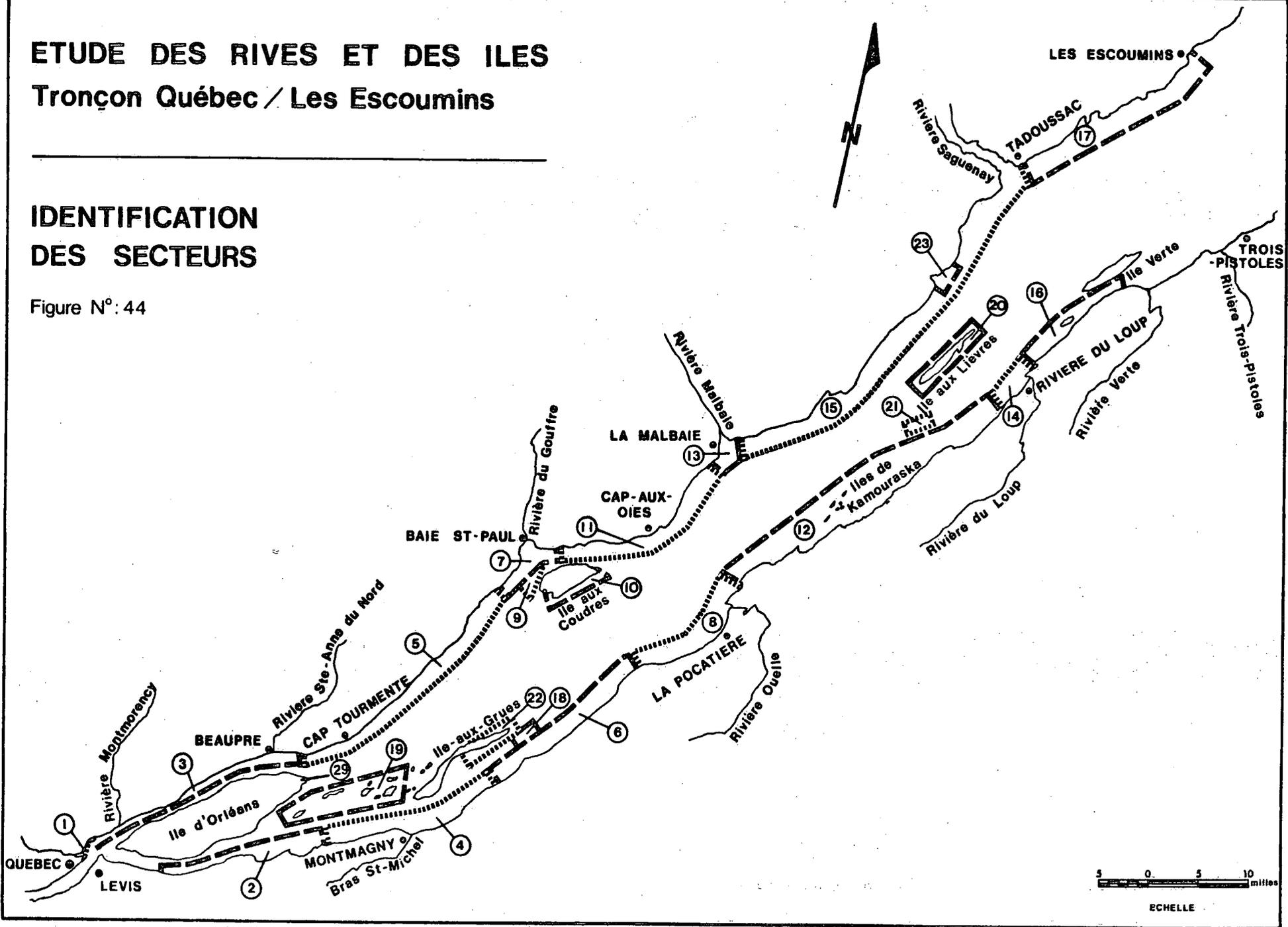
La figure 44 ci-jointe identifie la subdivision des différents secteurs. Voici une brève description de ces secteurs:

ETUDE DES RIVES ET DES ILES

Tronçon Québec / Les Escoumins

IDENTIFICATION DES SECTEURS

Figure N°: 44



RIVE NORD

Secteur No	Nombre de stations	Identification
1	1	Secteur situé à proximité des déversements de la Cie de papier Anglo.
3	7	des Battures de Beauport à la pointe Est de l'Ile d'Orléans.
5	3	de Cap-Tourmente à Baie St-Paul.
7	2	baie de Baie St-Paul.
9	1	Chenal, à la hauteur de Baie-St-Paul.
11	4	de Baie St-Paul à la Malbaie.
13	3	baie de la Malbaie.
15	11	de Cap-à-l'Aigle au confluent de la rivière Saguenay.
17	4	de Tadoussac aux Escoumins.
23	2	Baie des Rochers.

RIVE SUD

Secteur No	Nombre de stations	Identification
2	6	de Beaumont à Berthier-sur-mer.
4	4	Région de Montmagny incluant les battures.

RIVE SUD (suite)

Secteur no	Nombre de stations	Identification
6	2	de St-Jean-Port-Joli à St-Rock-des-Aulnaies
8	3	de St-Rock-des-Aulnaies à Rivière Ouelle.
12	6	de Rivière Ouelle à Rivière-du-Loup.
14	3	Secteur immédiat de Rivière-du-Loup.
16	4	de Rivière-du-Loup à Trois-Pistoles.
18	1	Chenal à la hauteur de l'Ile aux Oies.

LES ILES

Secteur no	Nombre de stations	Identification
10	3	Ile-aux-Coudres.
19	5	Ile de Montmagny
20	3	Ile-aux-Lièvres.
21	1	Ile le long Pèlerin, à la hauteur de St-Alexandre.
22	3	Ile-aux-Grues.

Pour les fins de la présente étude, nous avons associé les résultats moyens obtenus aux caractéristiques générales des rives, des îles et des baies, selon les secteurs identifiés ci-dessus. Compte tenu du nombre de stations, il ne faudrait donc pas prendre au pied de la lettre les résultats obtenus comme étant représentatifs d'un point particulier situé à proximité des rives, des îles ou des baies, que seule une étude plus exhaustive permettrait de préciser.

Nous désirons souligner ici que les quelques quatre-vingt (80) stations établies à proximité des îles, des rives et des baies ont fait l'objet d'échantillonnage et ce à chacun des mois d'août, septembre et octobre. Pour ce qui est de la fréquence des paramètres analysés, mentionnons qu'elle fut la suivante: pH, couleur, turbidité, alcalinité, conductivité, chlorures, nitrites + nitrates au cours des mois d'août, septembre et octobre; phosphore total, ortho-phosphates, azote organique et azote ammoniacal au cours du mois d'octobre, alors que les analyses bactériologiques furent effectuées au cours des mois d'août et/ou septembre; mais le nombre d'échantillons prélevés pour les fins de ces analyses fut cependant moins élevé.

2.4.2 Les résultats obtenus

a) Généralités

Les résultats obtenus au cours de la présente étude et qui sont présentés aux tableaux 13 à 19 ci-joints, nous permettent de dégager les observations suivantes:

Le secteur 1 présente des variations significatives au niveau du pH, de la couleur, de la turbidité, de l'alcalinité et de l'azote organique. De plus, les comptes bactériologiques mesurés au cours du mois d'août peuvent être considérés comme élevés. Les déversements d'eaux usées effectuées dans la région immédiate de ce secteur influencent donc la qualité de ces eaux.

Les eaux des rives nord et sud et plus particulièrement celles de la rive sud, présentent une turbidité beaucoup plus élevée que les eaux des chenaux. Les caractéristiques de la rive sud (faibles profondeurs d'eau, faible pente, grandes battures, fonds vaseux à plusieurs endroits) associées au flux et reflux de la marée et également sans doute à la direction et à la vitesse des vents dominants influencent donc considérablement la turbidité des eaux de la rive sud. Des niveaux de turbidité atteignant 275 unités, furent enregistrés au cours du moins d'octobre à la hauteur de La Pocatière. Des augmentations sont également enregistrées à

proximité des îles de Montmagny et de l'Ile-aux-Grues. La figure 45 ci-jointe présente les secteurs dont la turbidité des eaux est plus élevée que celle des chenaux.

Bien que les variations soient plus faibles, on observe également que la turbidité des eaux de la rive nord entre Québec et Baie St-Paul est également plus élevée que celle du chenal nord.

De façon générale, les eaux des rives présentent des concentrations d'azote organique plus élevées que les eaux des chenaux, et ce de Québec à Tadoussac sur la rive nord et de Berthier à l'île Verte sur la rive sud.

Les concentrations de nitrites & nitrates mesurées dans les eaux situées à proximité des rives et des îles, présentent de légères variations, étant parfois plus faibles, parfois plus élevées que les concentrations mesurées dans les eaux des chenaux. Toutefois, ces variations peuvent être considérées comme faibles.

Quant au phosphore total, on observe que les concentrations mesurées dans les eaux de la rive sud sont légèrement plus faibles que celles mesurées dans les eaux du chenal sud. Sur la rive nord, on note cependant

une légère augmentation dans les secteurs compris entre Cap-Tourmente et La Malbaie.

Sur le plan bactériologique, nous avons utilisé les résultats des coliformes totaux et le compte bactériologique total à 35°C pour les fins d'interprétation des résultats. Nous désirons toutefois souligner que les coliformes totaux ne furent mesurés dans les chenaux qu'au cours du mois d'octobre et que les différentes stations établies dans le cadre de l'étude des rives et des îles ne furent pas échantillonnées à la même fréquence au cours des mois d'août, septembre et octobre, de sorte qu'il devenait difficile de comparer la moyenne des secteurs avec celle des chenaux. Afin d'identifier les secteurs altérés sur le plan bactériologique, nous avons donc, dans un premier temps, identifié les secteurs qui présentaient des comptes de coliformes totaux supérieurs à 2,000 coliformes totaux par 100 ml et dans un second temps, comparé les résultats obtenus au niveau du compte bactériologique total à 35°C dans les eaux des rives avec celles des chenaux, et ce en utilisant les résultats obtenus suite aux prélèvements effectués au cours des mois d'août et septembre.

L'analyse de ces données nous permet de conclure que: sur la rive nord, les secteurs 1, 5, 7 et 13 et sur la rive sud, les

secteurs 2, 4, 6, 8 et 14 présentent des comptes bactériologiques élevés comme l'indique le tableau 12A et qui révèlent sans équivoque la présence de déversements d'eaux usées dans ces secteurs. La figure 46 ci-jointe présente les secteurs dont les comptes bactériologiques peuvent être considérés comme élevés.

b) Influence de la direction et de la vitesse des vents

A partir des résultats obtenus dans le cadre de la présente étude, nous voulions tenter de préciser l'influence de la direction et de la vitesse des vents sur les niveaux de turbidité mesurés à proximité des rives et des îles.

Pour atteindre l'objectif pré-cité, nous avons d'abord obtenu du Service de Météorologie du Ministère des Richesses Naturelles, les données enregistrées aux différentes stations de mesure localisées entre Québec et Trois-Pistoles, et ce pour les différentes dates au cours desquelles des échantillons d'eau furent prélevés à proximité des berges, des îles et des rives.

Au cours de discussions avec certains représentants de ce Service, ces derniers nous ont signalé que les stations de mesure établies entre Québec et Trois-Pistoles étaient

TABLEAU 12 AETUDE DES RIVES ET DES ILESNOMBRE MOYEN DE COLIFORMES TOTAUX MESURES
DANS LES DIFFERENTS SECTEURS (*)

IDENTIFICATION DU SECTEUR	COLIFORMES TOTAUX, n/100ml
1	17,638 (16) **
3	2 (2)
5	3,830 (7)
7	1,100 (3)
11	40 (6)
13	23,320 (5)
15	247 (6)
17	aucune donnée
23	4 (1)
2	5,240 (10)
4	12,950 (7)
6	5,022 (5)
8	39,000 (1)
12	128 (12)
14	200,000 (3)
16	3,545 (4)
19	250 (2)
22	aucune donnée
10	1,100 (3)
20	aucune donnée

(*) Moyenne calculée à partir des résultats obtenus au cours des mois de août, septembre et octobre.

(**) Précise le nombre de résultats obtenus dans chacun des secteurs.

pour la plupart situées à l'intérieur des terres et à des élévations supérieures à celles du niveau de la mer, de sorte que les conditions enregistrées à ces stations ne sont pas nécessairement représentatives de celles de l'estuaire moyen.

Tenant compte de ces observations, nous avons toutefois tenté de préciser l'influence de la direction et de la vitesse des vents sur les niveaux de turbidité de l'eau des berges. Toutefois, comme l'indique le tableau 13 ci-joint, nous ne pouvons que conclure que les résultats obtenus au cours de l'étude, ne permettent pas d'apporter cette précision.

Bien que nous croyons que la direction et la vitesse des vents influencent les niveaux de turbidité des eaux des rives et des îles et plus particulièrement sur la rive sud, les résultats obtenus au cours de la présente étude ne nous permettent pas d'apporter cette précision. Seule une étude plus exhaustive permettrait de confirmer l'hypothèse émise ci-dessus et également de préciser si le flux de la marée est un facteur plus important que la vitesse des vents dans l'augmentation de la turbidité des eaux des rives.

TABLEAU NO 13

NIVEAU MOYEN DE TURBIDITE DE CERTAINS
SECTEURS EN FONCTION DE LA DIRECTION
ET DE LA VITESSE DES VENTS

Provenance des données météo.	Identification du secteur	DATE DES PRELEVEMENTS - CONDITIONS METEOROLOGIQUES ET TURBIDITE					
		07/08	09/08	05/09	06/09	16/10	17/10
Montmagny	4	NW-12.0-35.8	NE-5.0-38.0	NW-8.0-31.0	NW-8.0-31.0	SW-8.0-25.9	SW-5.0-20.5
La Pocatière	8	SW-16.0-102.3	SE-2.0-66.8	W-1.0-20.0	S-8.0-43.0	SW-4.0-210.0	S-13.0-124.0
St-Arsème	16	W-15.0-82.5	NW-5.0-15.3	W-5.0-26.4	SW-5.0-	W-7.0-78.0	N-2.0-13.7
La Malbaie	13	-21.5	-7.1	N-2.0-9.8	-7.1	N-1.0-6.9	S-2.0-23.0
Baie St-Paul	7 et 11	NW-7.0-39.3	-8.7	NE-5.0-10.5	NE-5.0-9.5	C-0.0-6.0	E-5.0-16.0

TABLEAU NO 14

ETUDE DES RIVES ET DES ILESNIVEAU MOYEN D'AZOTE TOTAL*
DANS LES SECTEURS ET LES CHENAUX

Identification du secteur	AZOTE TOTAL, mg/l N		
	Secteur	Chenal nord	Chenal sud
1	.40-.60	.30-.40	
3	.40-.60	.30-.40	
5	.40-.60	.30-.40	
7	.40-.60	.30-.40	
11	.30-.40	.30-.40	
13	.30-.40	.30-.40	
15	.30-.40	.30-.40	
17	.30-.40	.30-.40	
23	.40-.60	.30-.40	
2	.40-.60	.30-.40	
4	.40-.60		.30-.40
6	.40-.60		.30-.40
8	.40-.60		.30-.40
12	.40-.60		.30-.40
14	.40-.60		.30-.40
16	.40-.60		.30-.40
19	.30-.40		.30-.40
22	.30-.40		.30-.40
10	.40-.60		.30-.40
20	.40-.60	.30-.40	

* Azote ammoniacal + azote organique + nitrites + nitrates.

TABLEAU NO 15ETUDE DES RIVES ET DES ILES

NIVEAU MOYEN DE PHOSPHORE TOTAL
DANS LES SECTEURS ET LES CHENAUX

Identification du secteur	PHOSPHORE TOTAL, mg/l PO ₄		
	Secteur	Chenal nord	Chenal sud
1		.05-.10	
3	.05-.10	.05-.10	
5	.20-.30	.05-.10	
7	.10-.20	.10-.20	
11	.10-.20	.10-.20	
13	.05-.10	.10-.20	
15	.10-.20	.10-.20	
17	.10-.20	.10-.20	
23	.10-.20	.10-.20	
2	.05-.10	.05-.10	
4	.05-.10		.10-.20
6	.05-.10		.10-.20
8	.10-.20		.10-.20
12	.10-.20		.10-.20
14	.10-.20		.10-.20
16	.10-.20		.10-.20
19	.05-.10		.10-.20
22	.05-.10		.10-.20
10	.10-.20	.10-.20	
20	.10-.20	.10-.20	

TABLEAU NO 16ETUDE DES RIVES ET DES ILESNIVEAU MOYEN DE TURBIDITE
DANS LES SECTEURS ET LES CHENAUX

Identification du secteur	TURBIDITE, UNITE JACKSON		
	Secteur	Chenal nord	Chenal sud
1			
3	15-30	<15-30	
5	60-80	15-60	
7	<15	<15	
11	<15	<15	
13	<15	<15	
15	<15	<15	
17	<15	<15	
23	<15	<15	
2	15-30		<15
4	15-30		15-60
6	80-100		15-45
8	60-80		<15
12	15-30		<15
14	60-80		<15
16	45-60		<15
19	30-45		<15-30
22	80-100		30-45
10	15-30	<15	
20	<15	<15	

TABLEAU NO 17
 ETUDE DES RIVES ET DES ILES
 COMPARAISON DES EAUX DE LA RIVE NORD
 AVEC CELLES DU CHENAL NORD

Paramètre	S-1	C	S-3	C	S-5	C	S-7	C (S-9)	S-11	C	S-13	C	S-15	C	S-17	C	S-23	C
pH, unité	6.4	7.8	7.5	7.6	7.4	7.6	7.6	7.5	7.5	7.7	7.5	7.6	7.6	7.6	7.7	7.7	7.7	7.7
Couleur, unité	22.	12	21.5	13	20.5	24	11.5	11.5	5.4	7	17.5	12.5	5.4	5.0	3.6	3.5	3.4	5.5
Turbidité, unité	30.9	11	24.0	10	65	32.0	18	12.5	14.9	8	14.4	5	3.8	3.5	1.9	1.0	7.0	6.0
Alcalinité, mg/l CaCO ₃	54	70	63	71	80	78	84	89	99	95	83	98	100	104	111	108	105	101
Conductivité, µmhos/cm	293		246		8788	8400	19377	20913	28880	27900	33074	30000	33074	35400	39573	38000	34351	32400
Azote organique, mg/l N	.50	.18	.30	.18	.28	.18	.37	.25	.104	.138	.155	.085	.174	.085	.10	.085	.225	.072
Azote ammoniacal, mg/l N	.025	.015	.001	.01	.01	.035	.03	.015	.01	.03	.05	.03	.013	.05	.047	.06	<.005	.005
Nitrates & nitrites, mg/l N	.15	.16	.167	.17	.188	.18	.189	.23	.189	.195	.127	.195	.21	.185	.187	.155	.181	.255
Phosphore total, mg/l PO ₄	.05	.04	.067	.065	.227	.075	.118	.135	.162	.12	.087	.125	.14	.165	.155		.15	.125
Ortho-phosphates mg/l PO ₄	.01	.01	.009	.03		.05	.06	.065	.07	.10	.05	.10	.067	.09	.098	.12	.08	.155
Coliformes totaux n/100 ml	21300 (8)		9350 (8)				19600 (8)				38000 (8)							

S-1: identifie le secteur C.: Chenal

(8): Résultat obtenu au cours du 8e mois.

TABLEAU NO 18
ETUDE DES RIVES ET DES ILES
COMPARAISON DES EAUX DE LA RIVE SUD
AVEC CELLES DU CHENAL SUD

Paramètre	S-2	C	S-4	C	S-6	C	S-8	C	S-12	C	S-14	C	S-16	C
pH, unité	7.7	7.6	7.7	7.8	7.5	7.6	7.6	7.7	7.6	7.6	7.6	7.6	7.6	7.6
Couleur, unité	19	15.5	15	18.5	53.5	17.5	39.5	14.0	16.5	8.5	20.5	5.5	17.5	5.0
Turbidité, unité	21	10	28.7	22.0	94	21	67.0	14.0	24.0	9.0	80.4	6.2	60.5	5.0
Alcalinité, mg/l CaCO ₃	74	71	71	72	85	78	91	90	101	84	95	101	103	103
Conductivité, µmhos/cm			253		6,900	9,000	18,410	20,400	29,640	28,500	27,100	33,000	31,773	33,900
Azote organique, mg/l N	.24	.19	.226	.165	.247	.12	.22	.105	.166	.117	.14	.07	.14	.05
Azote ammoniacal, mg/l N	.006	.005	.002	.01	< .04	.015	.017	.015	.023	.007	.01	.01	.037	.055
Nitrates & nitrites, mg/l N	.194	.155	.168	.16	.216	.195	.22	.195	.19	.25	.185	.21	.18	.23
Phosphore total, mg/l PO ₄	.07	.096	.062	.21	.06	.18	.115	.195	.115	.145	.145	.115	.153	.138
Ortho-Phosphates, mg/l PO ₄	.021	.015	.02	.035	.007	.06	.063	.075	.085	.088	.083	.11	.068	.146
Coliformes totaux, n/100 ml	6,800 (8)	-	16,300 (8)	-	12,000	-	39,000 (8)	-	400 (8)	-	-	-	-	-

S-2: Identifie le secteur C.: Chenal

(8): Résultat obtenu au cours du 8e mois.

TABLEAU NO 19

ETUDE DES RIVES ET DES ILES

COMPARAISON DES EAUX DES RIVES DES ILES
AVEC CELLES DES CHENAUX

Paramètre	S-19	C.S.	S-22	C.S. (S-18)	S-10	C.N.	S-20	C.S.	S-21	C.S.
pH, unité	7.7	7.7	7.7	7.6	7.6	7.6	7.7	7.6	7.6	7.6
Couleur, unité	21.0	21	62	30	8.8	8.0	4.2	5.5	4.5	5.5
Turbidité, unité	37.5	21	82	47	16.8	11.0	4.0	6.0	7.1	6.0
Alcalinité, mg/l CaCO ₃	76	72	78	73	95	78	107	101	102	100
Conductivité, µmhos/cm			2,731	3,763	23,727	21,800	36,190	32,100	31,133	32,100
Azote organique, mg/l N	.188	.185	.17	.130	.27	.135	.166	.065	.185	.10
Azote ammoniacal, mg/l N	.002	.01	<.01	<.01	.017	.015	.028	.008	.03	.02
Nitrates & nitrites, mg/l N	.16	.17	.18	.175	.188	.195	.205	.265	.212	.24
Phosphore total, mg/l PO ₄	.065	.205	.053	.14	.115	.095	.12	.14	.15	.14
Ortho-phosphates, mg/l PO ₄	.065	.055	.012	.015	.03	.07	.07	.13	.065	.095
Coliformes totaux, n/100 ml	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

C.S. Chenal sud

C.N. Chenal nord

ETUDE DU FLEUVE ST-LAURENT

Tronçon Québec/ Les Escoumins

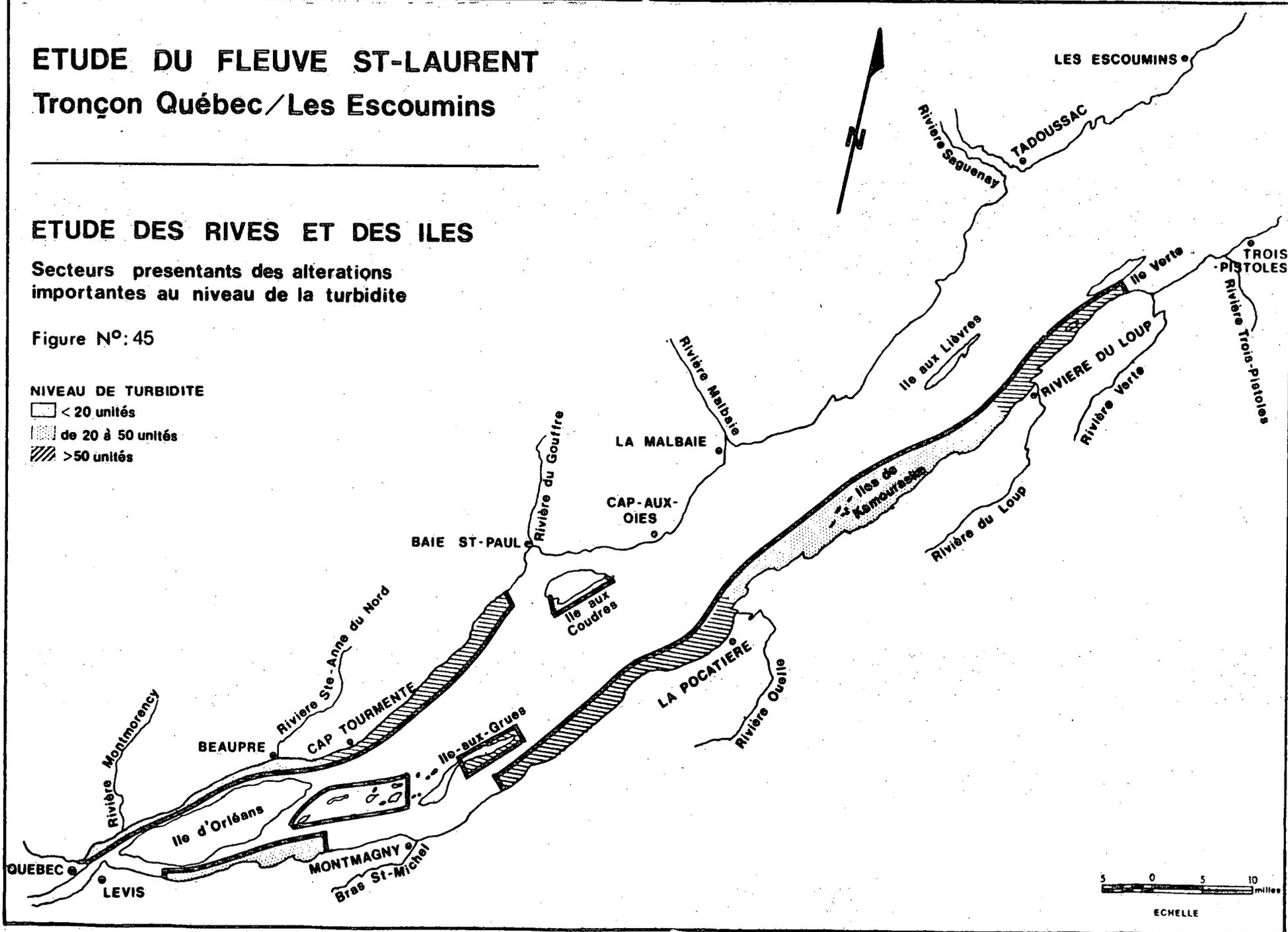
ETUDE DES RIVES ET DES ILES

Secteurs presentants des alterations importantes au niveau de la turbidite

Figure N°: 45

NIVEAU DE TURBIDITE

-  < 20 unités
-  de 20 à 50 unités
-  > 50 unités



ETUDE DU FLEUVE ST-LAURENT

Tronçon Québec/Les Escoumins

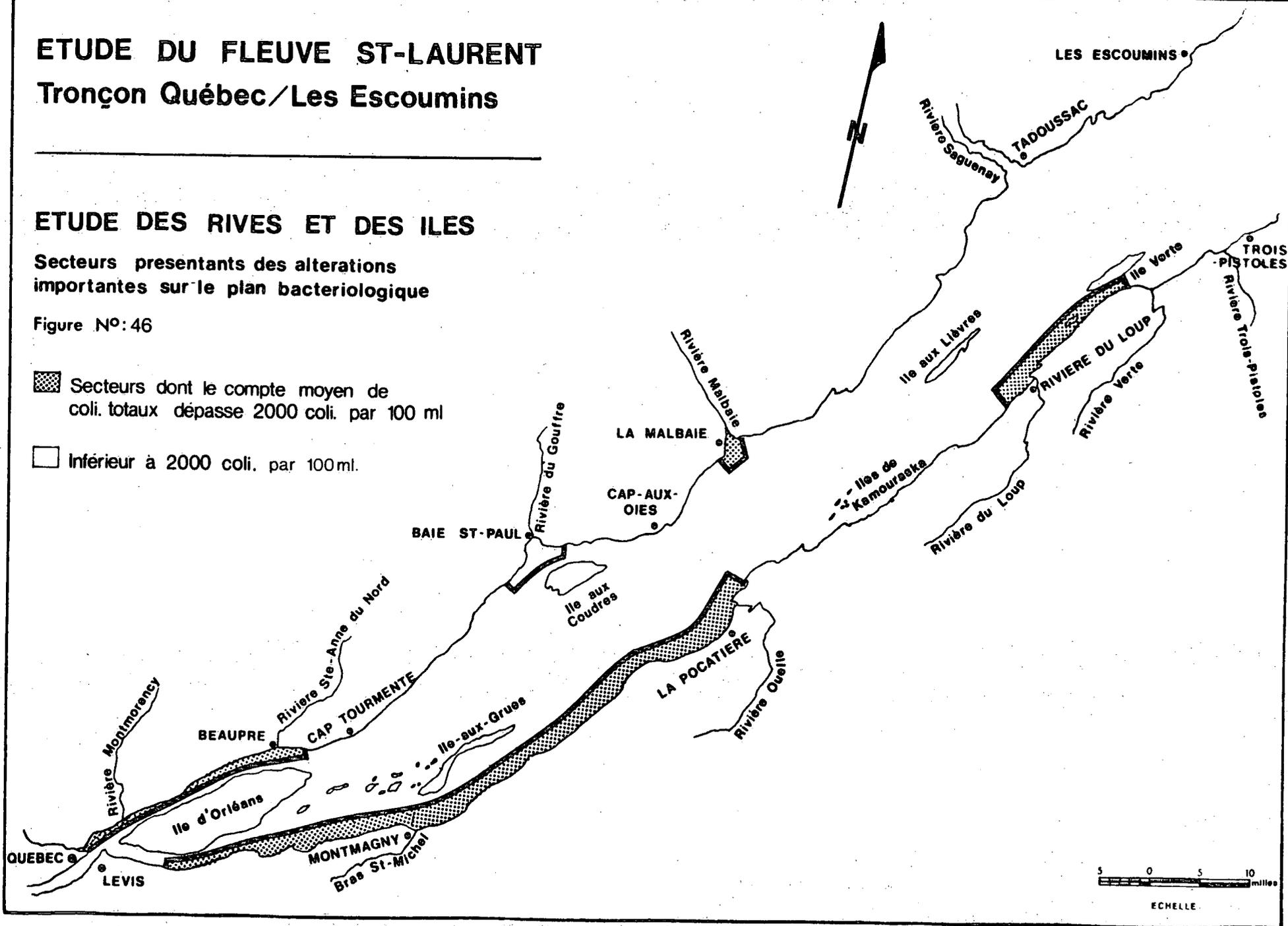
ETUDE DES RIVES ET DES ILES

Secteurs presentants des alterations importantes sur le plan bacteriologique

Figure N°:46

▨ Secteurs dont le compte moyen de coli. totaux dépasse 2000 coli. par 100 ml

□ Inférieur à 2000 coli. par 100ml.



2.4.3 Etude spéciale - Rivière Malbaie

a) Objectifs et méthodologie

Cette étude fut effectuée au cours des 25 et 27 juin 1974. Elle avait pour objectif principal de préciser l'influence des déversements d'eaux usées industrielles et domestiques effectués dans la rivière Malbaie sur la qualité des eaux de cette rivière.

Afin d'atteindre les objectifs précités, trois (3) stations d'échantillonnage furent établies sur la rivière Malbaie au millage suivant: 1.2, 4.2 et 6.2. Soulignons ici que le millage 0.0 est situé au confluent de la rivière Malbaie. Ces millages de références correspondent aux endroits suivants:

<u>Millage</u>	<u>Endroit</u>
1.2	A la hauteur du pont situé sur la route 138.
4.2	En aval de la compagnie de papier Donahue.
6.2	En amont de la compagnie de papier Donahue.

Trois (3) prélèvements furent effectués les 25 et 27 juin 1974 à chacune des stations

indiquées ci-dessus. Un intervalle variant de dix à vingt minutes fut respecté entre le premier et le dernier prélèvement et chacun des échantillons fut analysé séparément.

b) Les résultats obtenus

Considérant que cette étude ne fut effectuée que sur une courte période, on ne saurait considérer les résultats obtenus sans tenir compte des conditions locales telles: débits et charges déversées dans le cours d'eau récepteur par la compagnie de papier Donahue et les municipalités riveraines, les variations de débit de la rivière Malbaie, etc...

Ainsi, si l'on se réfère aux résultats obtenus au cours des deux (2) périodes d'échantillonnage, on constate des différences significatives dans l'évolution amont -aval des différents paramètres mesurés. Compte tenu, de l'importance significative des variations enregistrées, nous croyons que la cause principale de ces variations ne peut être attribuable qu'aux débits d'eaux usées déversées les 25 et 27 juin par la compagnie de papier Donohue.

Se référant aux figures 47, 48, 49, 50 et 51 qui présentent les résultats obtenus au cours de la campagne de mesure, on constate que des augmentations importantes sont enregistrées à la station située en aval de la compagnie de papier Donahue, au cours du 27 juin, au niveau des paramètres suivants: couleur (175%), turbidité (125%), conductivité (83%), demande chimique d'oxygène (1125%), demande biochimique d'oxygène (115%) et cuivre (75%).

Ces augmentations démontrent donc sans équivoque l'influence des déversements d'eaux usées de la compagnie de papier Donahue sur la qualité des eaux de la rivière Malbaie.

Toutefois, l'augmentation de la demande biochimique d'oxygène, de l'azote total et des coliformes fécaux enregistrés à la station située à la hauteur du pont de la route 138, confirme de plus que des déversements d'eaux usées sont effectués dans la rivière Malbaie, dans le secteur compris entre la compagnie de papier Donahue et la route 138.

Cette étude, bien que sommaire, démontre hors de tout doute, que les déversements d'eaux usées domestiques et industrielles

contribuent à détériorer la qualité des eaux de la rivière Malbaie et par voie de conséquence, la Baie de la Malbaie.

Une visite des rives de la baie de la Malbaie nous a d'ailleurs permis de constater qu'une partie des rives situées au confluent de la rivière Malbaie était dans des conditions pitoyables. Nous avons en effet constaté le dégagement de bulles de gaz à plusieurs endroits sur ces rives. De telles conditions ne peuvent être attribuables qu'à une décomposition anaérobie d'une matière organique abondante. Les déversements d'eaux usées domestiques et industrielles effectués dans la rivière Malbaie et dans la baie de la Malbaie sont sans aucun doute la cause principale des conditions actuelles des rives.

Se référant aux résultats des analyses effectuées au cours de la campagne de mesure, de même que sur les observations visuelles, on peut conclure que les nombreux déversements d'eaux usées effectués dans la rivière Malbaie et dans la baie de la Malbaie constituent des sources de pollution importantes et qui ont pour conséquences une détérioration de la qualité du milieu.

Nous croyons donc important que des mesures correctives soient apportées afin d'améliorer la qualité du milieu.

De telles mesures correctives ne pourraient toutefois être effectives sans la participation active des organismes intéressés soient: la compagnie de papier Donahue, les municipalités riveraines et autres industries établies dans ces municipalités et les gouvernements fédéral et provincial.

2.4.4 Conclusion

A l'analyse des résultats obtenus dans le cadre de l'étude des rives et des îles, on peut conclure que:

Parmi les paramètres analysés, les comptes bactériologiques mesurés à proximité des rives et des îles sont ceux qui présentent les variations les plus importantes par rapport à ceux mesurés dans les chenaux. De plus, les comptes bactériologiques mesurés dans les secteurs 1, 3, 7, 13, 2, 4, 6, 8 et 14 révèlent que des déversements d'eaux usées sont effectués à l'intérieur de ces secteurs.

Les concentrations de phosphore total mesurées dans les eaux des rives et des îles sont de façon générale comparables à celles mesurées dans les eaux des chenaux.

Les concentrations d'azote total mesurées dans les eaux des rives et des îles sont cependant généralement supérieures à

celles mesurées dans les eaux des chenaux.

Les niveaux de phosphore total mesurés dans les eaux des rives et des îles peuvent être associés à un milieu que l'on pourrait considérer comme faiblement chargé. Pour ce qui est des niveaux d'azote total, ceux-ci reflètent les apports amonts. Toutefois, ceux-ci ne peuvent être considérés comme élevés.

Les eaux des rives nord et sud et plus particulièrement celles de la rive sud présentent une turbidité plus élevée que les eaux des chenaux. Sur la rive nord, cette augmentation est notée entre Québec et Baie St-Paul et sur la rive sud de Beaumont à l'Ile Verte. Des augmentations sont également enregistrées à proximité des îles de Montmagny et de l'Ile Verte. Les niveaux de turbidité mesurés dans les secteurs pré-cités influencent donc sûrement la vie aquatique que supporte le milieu.

Si l'on considère les résultats obtenus au niveau de la bactériologie, de la turbidité et des éléments nutritifs, on peut conclure que les secteurs 1, 3, 2, 4, 6, 8 et 14 sont ceux qui présentent les signes de détérioration les plus importants.

Si on se réfère aux résultats obtenus

suite à l'étude de la rivière Malbaie, on peut conclure que:

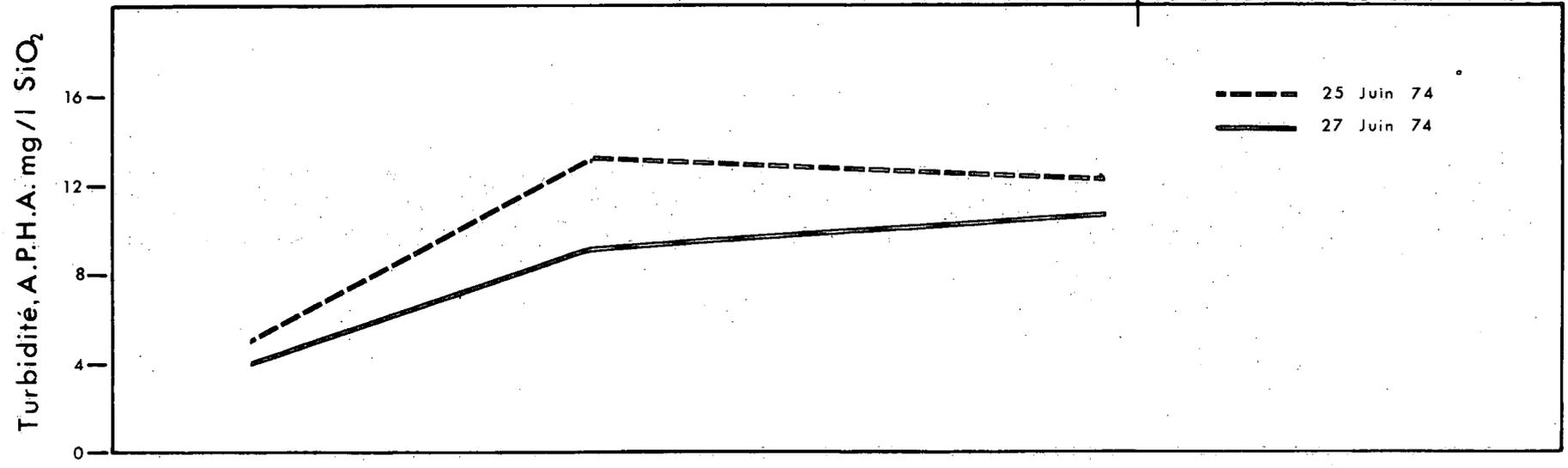
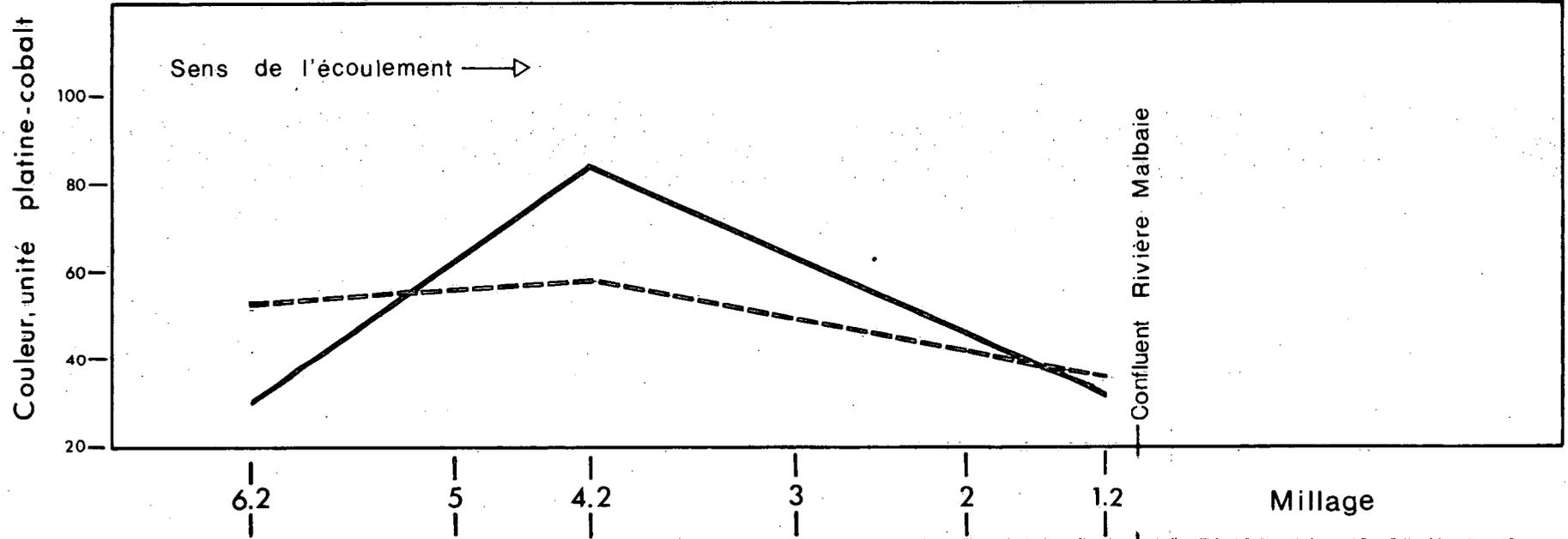
Les déversements des eaux usées effectués dans cette rivière par la compagnie de papier Donahue et les municipalités riveraines, contribuent à détériorer la qualité des eaux de la rivière Malbaie et par voie de conséquence, de la baie de la Malbaie.

Une partie des rives de la baie situées à l'Ouest du confluent de la rivière Malbaie, est dans des conditions pitoyables engendrées par les nombreux déversements d'eaux usées industrielles et domestiques effectués dans la rivière Malbaie et la baie de la Malbaie.

Nous croyons donc important que des mesures correctives soient apportées afin d'améliorer la qualité du milieu.

ETUDE SPECIALE · RIVIERE MALBAIE

COULEUR - TURBIDITE



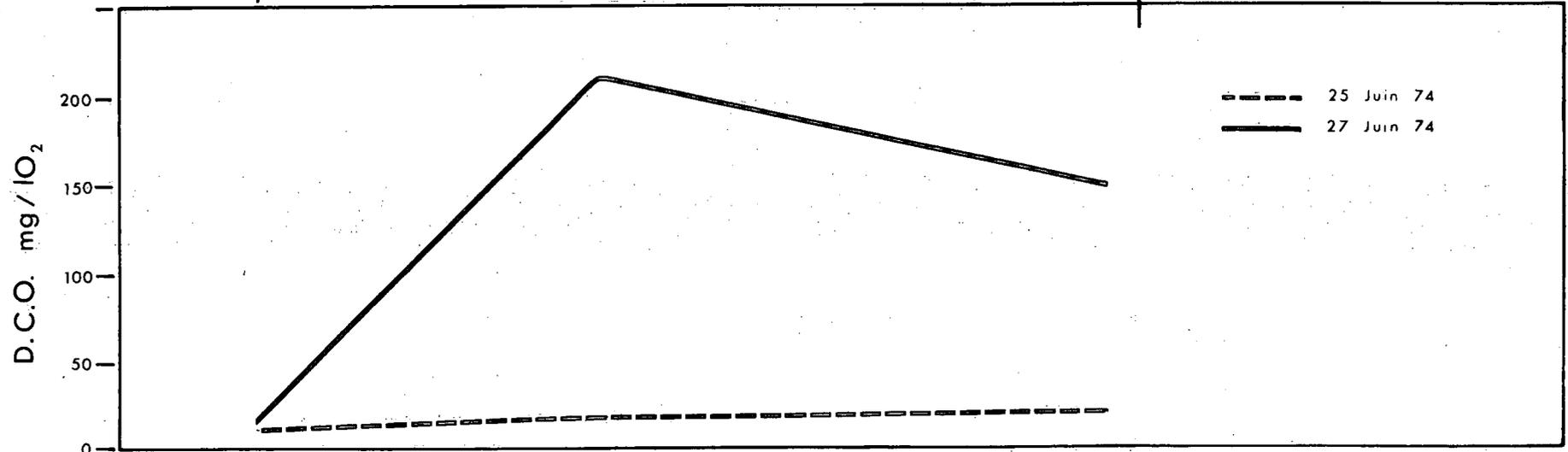
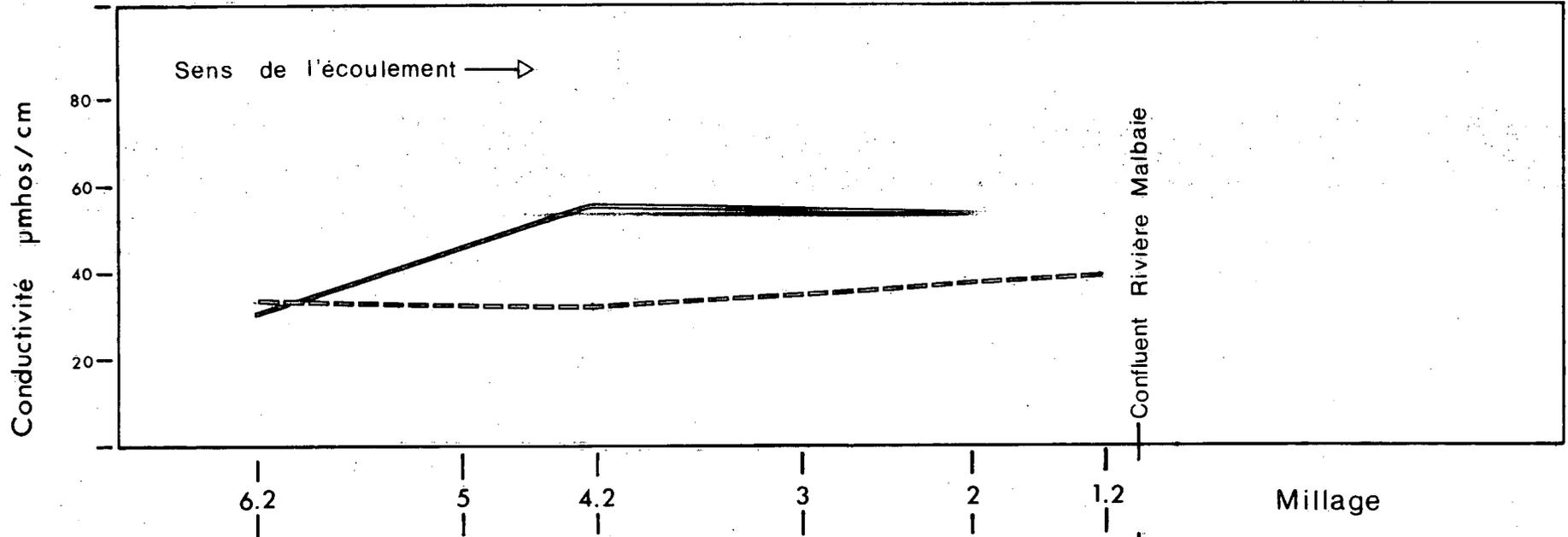
EVOLUTION DE LA QUALITE VS POSITION

figure no:47

ETUDE SPECIALE · RIVIERE MALBAIE

CONDUCTIVITE - D.C.O.

figure no: 48

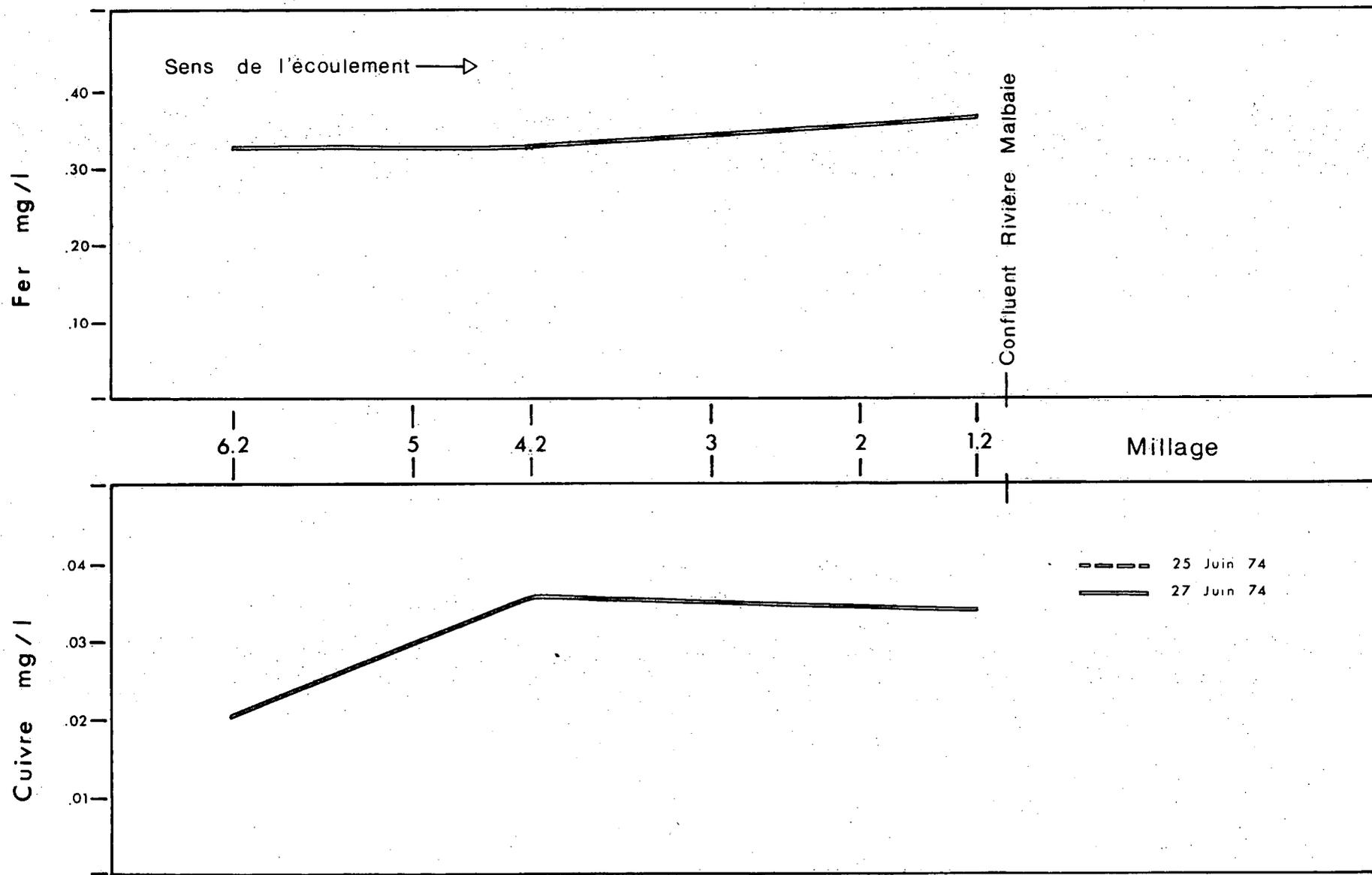


EVOLUTION DE LA QUALITE VS POSITION

ETUDE SPECIALE · RIVIERE MALBAIE

FER - CUIVRE

figure no:49

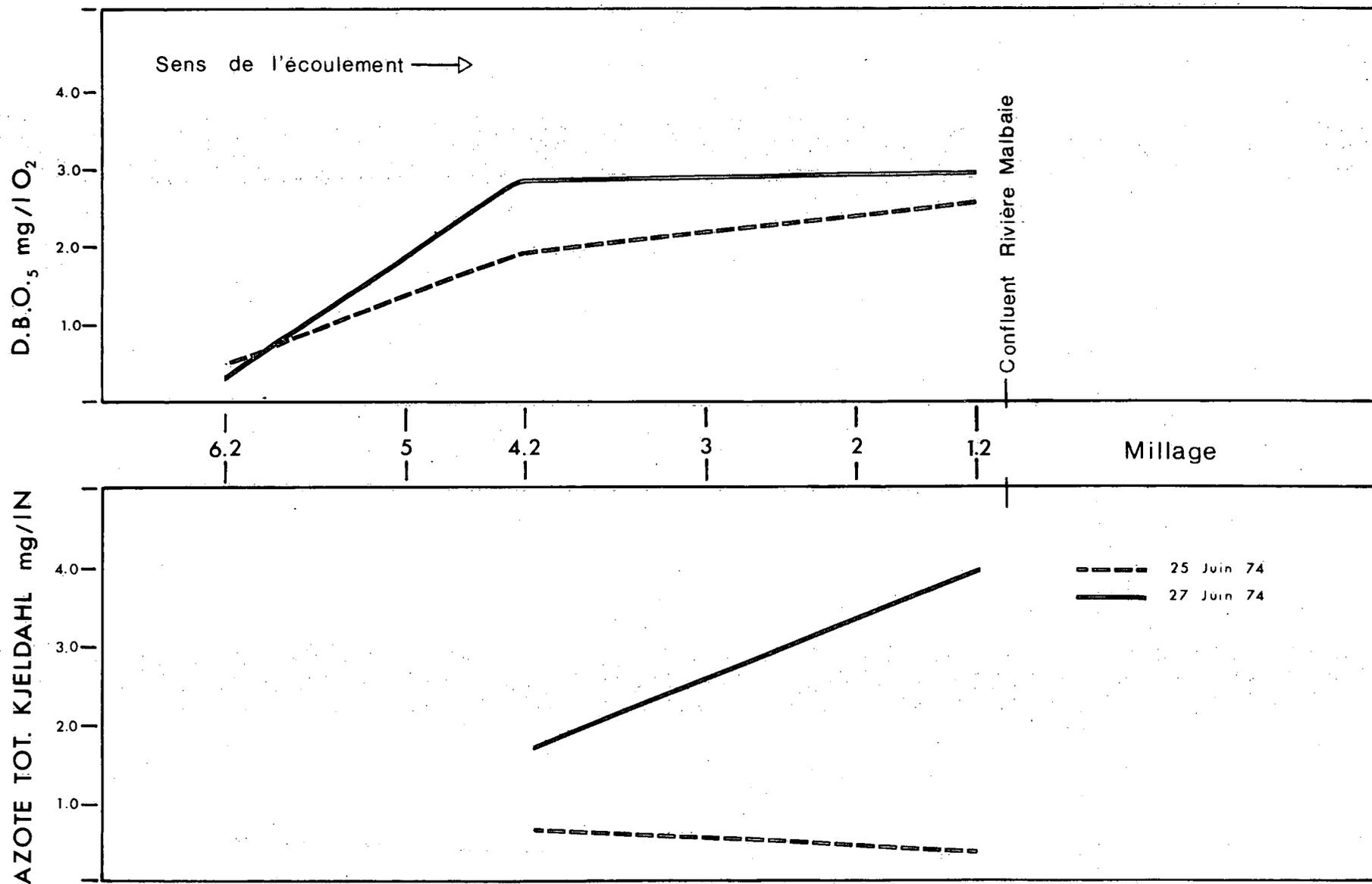


EVOLUTION DE LA QUALITE VS POSITION

ETUDE SPECIALE · RIVIERE MALBAIE

D.B.O. - AZOTE TOT. KJELDAHL

figure no:50

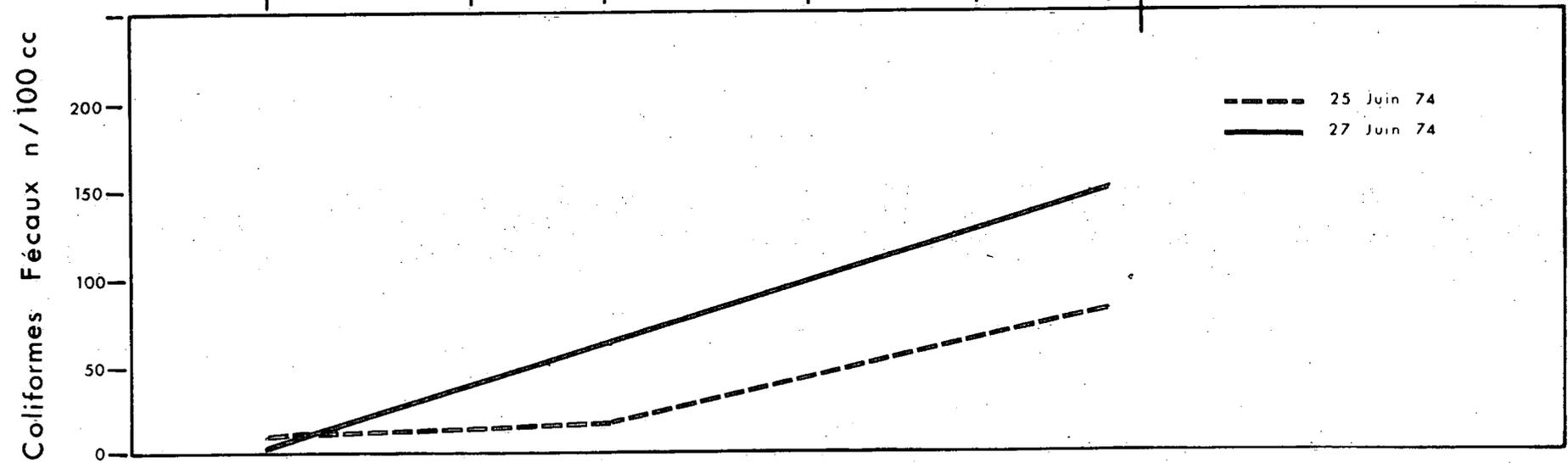
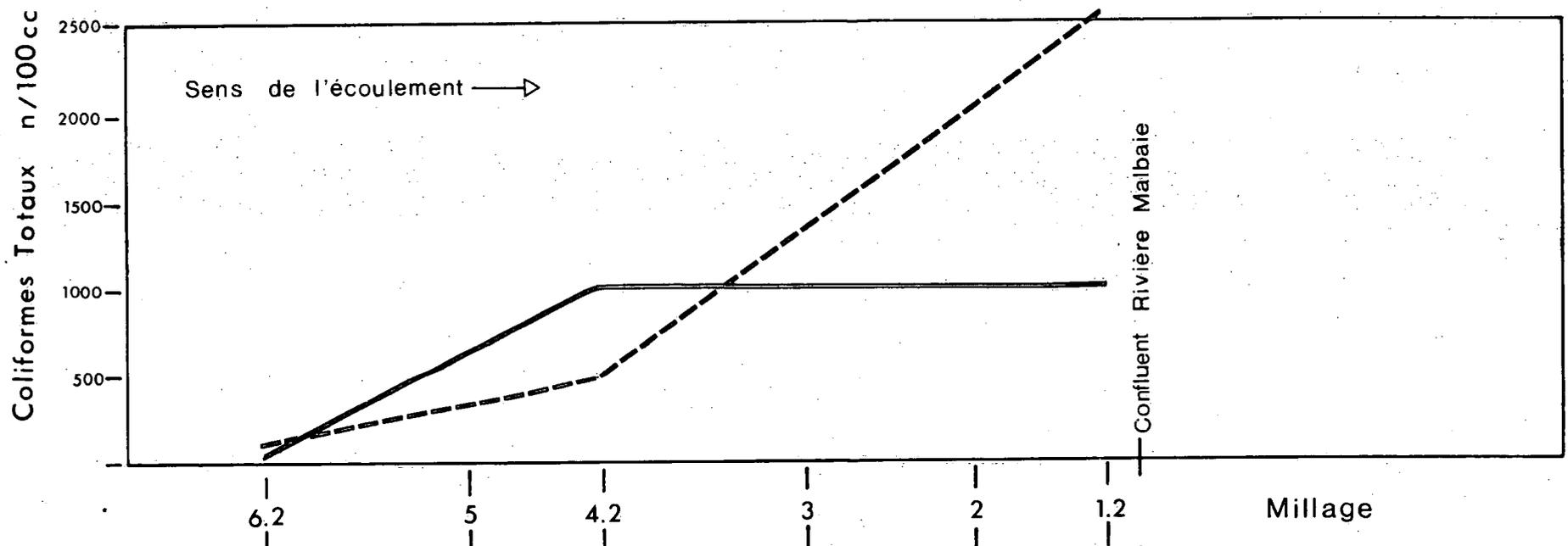


EVOLUTION DE LA QUALITE VS POSITION

ETUDE SPECIALE · RIVIERE MALBAIE

COLI. TOTAUX - COLI. FECAUX

figure no:51



EVOLUTION DE LA QUALITE VS POSITION

2.5 ETUDE DU CHENAL ENTRE KINGSTON ET PERCE

2.5.1 Méthodologie et Objectifs

Suite à une recommandation émise dans le rapport de la qualité des eaux soumis en mars 1974, le programme d'échantillonnage fut effectué au cours des mois de mai et juillet 1974, entre Kingston et Percé, soit sur une distance de 731 milles.

L'hélicoptère étant utilisé comme mode de transport, a permis de compléter l'échantillonnage des quelques 112 stations sur une période de quatre (4) jours consécutifs.

Les prélèvements furent effectués au centre de la voie maritime pour la région comprise entre Kingston et l'Ile-aux-Coudres et approximativement à un mille de la rive sud pour le tronçon aval, ceci afin d'éviter les influences locales provenant de la côte.

Les principales analyses effectuées sur les échantillons prélevés au cours des deux passes d'échantillonnage furent les suivantes: pH, couleur, turbidité, alcalinité, conductivité, température, phosphore total, azote total Kjeldahl, nitrites + nitrates, calcium, sodium, potassium et magnésium. Soulignons

qu'au cours de la première passe, les paramètres suivants furent également effectués, soit: Demande chimique d'oxygène, fer, cuivre et zinc.

La connaissance de l'évolution de la qualité des eaux dans le temps constitue le principal objectif visé par cette étude que l'on se propose d'effectuer sur une base annuelle au cours des mois de mai (début) et juillet (fin).

Afin d'interpréter les résultats obtenus au cours de la campagne de mesures de 1974, nous avons d'abord subdivisé le territoire à l'étude en cinq (5) tronçons. Ces tronçons sont les suivants:

- Tronçon 1: Entre Kingston et Cornwall
- Tronçon 2: Entre Cornwall et Varennes
- Tronçon 3: Entre Varennes et Montmagny
- Tronçon 4: Entre Montmagny et Cacouna
- Tronçon 5: Entre Cacouna et Percé.

Le tableau 20 ci-joint présente les valeurs minima, moyennes et maxima enregistrées dans chacun des tronçons ci-dessus mentionnés et ce pour chacun des paramètres analysés, alors que le tableau 21 présente les résultats

obtenus au cours des campagnes de mesures de 1973 et 1974 pour les tronçons 2, 3, 4 et 5.

Nous avons également préparé les figures 52 à 59 qui présentent l'évolution de certains paramètres dans l'espace.

2.5.2. Les résultats obtenus

A partir des figures 52 à 59, du tableau 20 ci-joint et des résultats obtenus au cours de la campagne de mesure de 1973, on peut dégager les observations suivantes:

Les eaux du tronçon 3 accusent une diminution de la conductivité et du pH, une très légère augmentation du phosphore total, des nitrites & nitrates, de l'azote total Kjeldahl et de la température. Des augmentations plus significatives sont cependant notées au niveau de la demande chimique d'oxygène, du fer, de la couleur et de la turbidité. Les résultats obtenus confirment ce qui avait été précisé l'an passé soit, une assimilation graduelle des tributaires.

Les concentrations de phosphore total, d'azote total Kjeldahl et de nitrites & nitrates mesurées sous forme dissoute dans les eaux des tronçons 2 et 3 confirment la présence

d'apports dans ces eaux. Toutefois, les concentrations moyennes mesurées au niveau du phosphore total, peuvent être associées à un milieu que l'on pourrait classifier comme faiblement chargé, alors que si on considère les composés azotés, le milieu pourrait être classifié comme moyennement chargé.

Le tronçon 4 présente les concentrations maximales de turbidité et de couleur. C'est également dans ce tronçon que les variations les plus importantes sont enregistrées au niveau de ces paramètres. On observe également une augmentation rapide des paramètres associés aux eaux salées tels: conductivité, chlorures, sodium, potassium et magnésium entre Montmagny et Cacouna. La zone de contact des eaux douces et salées s'étend donc sur une distance approximative de 110 milles.

Les nitrites + nitrates accusent une augmentation au cours du mois de mai dans les tronçons 4 et 5. Une diminution importante est cependant enregistrée dans le tronçon 5 au cours de mois de juillet. Une telle diminution est sûrement attribuable en grande partie à l'assimilation des nitrites + nitrates par la vie aquatique que supporte

le milieu. Toutefois, il faut également considérer que la complexité de l'hydrodynamique du système peut être également responsable des phénomènes observés. Si on considère la diminution importante de nitrites + nitrates enregistrée dans le secteur et si on tient compte que les espèces de phytoplancton considérées comme désirables assimilent principalement cet élément nutritif, il y a lieu d'être optimiste sur la qualité biologique du milieu du tronçon 5. Des études biologiques devraient toutefois être effectuées afin de confirmer cette hypothèse.

Au niveau des éléments métalliques, soulignons que des variations assez importantes de l'amont vers l'aval furent enregistrées. Toutefois, si on se réfère au tableau 20 et aux figures 58 et 59 qui représentent l'évolution moyenne de ces paramètres, on constate une augmentation importante des concentrations de cuivre et de zinc dans les eaux des tronçons 4 et 5.

De plus, les concentrations moyennes de cuivre et de zinc mesurées dans les eaux du tronçon 4 présentent des valeurs qui sont respectivement d'environ 10 et 4 fois supérieures aux concentrations maximales généralement rencontrées dans les eaux salées.

De telles concentrations ne peuvent qu'inciter à une certaine prudence. Comme nous l'avons souligné antérieurement, des vérifications additionnelles devraient être effectuées afin de préciser si les niveaux de concentrations mesurées sont représentatifs.

Dans un tel cas, il serait sûrement avantageux que des études additionnelles soient entreprises sur certains organismes aquatiques qui ont la particularité de concentrer les éléments métalliques. Les résultats de ces études permettront alors peut-être de mieux préciser les efforts à effectuer si on désire éviter que les eaux de l'estuaire moyen atteignent des paliers de concentration associés à un milieu dégradé, du moins au niveau des éléments métalliques.

Si on compare les résultats obtenus au cours de l'étude effectuée en 1973 entre Cornwall et Percé avec ceux obtenus au cours de 1974, on constate de légères variations au niveau des paramètres suivants: couleur, conductivité, turbidité et phosphore total dans les tronçons 2 et 3. Ce dernier paramètre présente toutefois des variations importantes dans le tronçon 4. Le fer et le cuivre pour leur part, présentent des variations très importantes et ce pour l'ensemble des tronçons.

L'évolution de la qualité des eaux entre Kingston et Percé est évidemment étroitement liée aux apports et débits en présence et, dans les tronçons 4 et 5, à l'influence de la marée. Or, comme l'objectif de cette étude est de suivre l'évolution de la qualité des eaux dans le temps, nous croyons que les périodes de prélèvements devraient être effectuées dans les tronçons 1, 2 et 3, en tenant compte des débits en présence. De plus, nous croyons que l'on devrait tenir compte également dans les tronçons 4 et 5 de la hauteur de la marée lors du début des prélèvements. Nous croyons que ces mesures additionnelles permettront de représenter avec plus de précision l'évolution de la qualité des eaux dans le temps.

Jusqu'à maintenant, on s'est limité à la mesure des éléments métalliques et nutritifs sous forme dissoute. Or, d'après les transformations de l'azote et du phosphore en milieu aquatique, il est bien évident que les concentrations d'azote et de phosphore mesurées sont sous-estimées. Nous croyons donc que les mesures sous forme totale et dissoute devraient dorénavant être effectuées afin de préciser les niveaux de concentrations des éléments nutritifs et métalliques pour ainsi mieux caractériser le milieu. Les résultats

obtenus permettront alors peut-être de mieux préciser l'importance des phénomènes d'adsorption et de désorption associés à ce milieu aquatique complexe.

2.5.3 Conclusion

A l'analyse des résultats obtenus dans le cadre de l'étude du chenal entre Kingston et Percé, on peut conclure que:

Les résultats obtenus au cours de la campagne de mesure de 1974 confirment ce qui avait été précisé l'an passé, soit l'assimilation graduelle des tributaires.

Les concentrations d'azote et de phosphore mesurées dans les eaux des tronçons 2 et 3 confirment la présence d'apports dans ces eaux. Si on considère les niveaux de concentrations mesurés au niveau du phosphore total, on pourrait classer les eaux du chenal dans ces tronçons comme faiblement chargées, alors que si on considère les niveaux d'azote total mesurés, ceux-ci sont plutôt caractéristiques d'un milieu moyennement chargé.

Le tronçon 4 est celui qui présente les niveaux de turbidité maximum. Ce tronçon est

également caractérisé par la zone de contact eaux douces, eaux salées. En effet, la zone de contact s'étend sur une distance d'environ 110 milles, soit entre Montmagny et Cacouna.

Dans le tronçon 5, les concentrations de cuivre et de zinc sont respectivement de 10 et 4 fois supérieures aux concentrations maximales généralement rencontrées en eaux salées. De telles concentrations ne peuvent que susciter certaines inquiétudes, et ce, même si nous croyons que des vérifications au niveau analytique se doivent d'être entreprises.

Si on compare les résultats obtenus en 1973 avec ceux de 1974, on constate d'abord que les eaux sont en moyenne plus froides en 1974 qu'en 1973, et ce dans l'ensemble des tronçons. De légères variations sont observées au niveau des paramètres suivants: couleur, conductivité, turbidité et phosphore total. Toutefois, ce dernier paramètre présente des variations importantes dans le tronçon 4. Les concentrations de fer mesurées en 1974 sont beaucoup plus faibles (2.5 à 7.0 fois) que celles mesurées en 1973, alors que les concentrations de cuivre sont plus élevées (2.0 à 3.5 fois) que celles mesurées en 1973.

TABLEAU 20

ETUDE DU TRONCON KINGSTON - PERCE

VARIATION DE LA QUALITE DE L'EAU PAR TRONCON

PARAMETRES	MOIS*	TRONCON 1			TRONCON 2			TRONCON 3			TRONCON 4			TRONCON 5		
		Min.	Moy.	Max.	Min.	Moy.	Max.	Min.	Moy.	Max.	Min.	Moy.	Max.	Min.	Moy.	Max.
Ph, unité	M.	8.5	8.5	8.6	8.4	8.5	8.6	7.2	8.1	8.4	7.5	7.6	7.8	7.7	7.7	7.9
	J.	7.8	8.0	8.8	7.7	7.8	7.9	7.2	7.4	7.8	7.4	7.5	7.7	7.6	8.0	8.2
Couleur, unité	M.	5.0	6.7	8.0	6	9.4	11	12	18.2	26	12	27.6	35	5	6.7	13
	J.	3.5	3.5	3.7	4	4.9	7.8	5	12.6	16	2.3	14.0	33.5	1.5	3.4	5
Turbidité, unité	M.	1.2	1.5	2.2	1.5	2.7	4.4	4.2	14.2	22	11	21.3	33	0.7	4.37	23
	J.	1.5	3.4	4.5	2.5	3.4	6.1	0.5	10.9	55	.8	15.1	40	0.8	1.8	4.3
Conductivité, µmhos/cm	M.	295	300	303	250	279	300	137	223	278	170	14043	29000	27300	31736	34100
	J.	300	302	307	241	281	308	203	247	301	305	17640	34000	30500	34330	37800
Alcalinité, mg/l CaCO ₃	M.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	J.	86	87.8	90	78	85.6	92	64	74.06	86	66	84.7	102	94	97.8	108
Chlorures, mg/l	M.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	J.	-	-	-	-	-	-	-	166.45	300	100	9807	17300	15400	17217	19800
Température °C	M.	5.0	5.6	6.0	6.0	6.2	6.5	6.5	6.8	7.0	1.5	3.7	6	0.5	1.2	1.5
	J.	19.5	19.9	20	20	20.5	21	21	21.35	22	10	16.4	22	5	12.4	19
Calcium, mg/l Ca	M.	38.4	40.3	43.2	36	39.3	43.2	20.8	31.8	95.6	25.6	145	278.4	275.2	318.3	412
	J.	35.0	36.6	38.0	32	36.0	38	28	31.0	37	26.0	162.5	275	245	268.8	285
D.C.O., mg/l	M.	2	4.4	7	3	4.4	6	5	7	10	3	7.9	12	0<	2.5	9
	J.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Phosphore total, mg/l PO ₄	M.	0.03	0.062	0.09	.05	.062	.09	.04	.078	.22	.15	.185	.30	.11	.155	.24
	J.	0.04	0.04	0.04	.04	0.052	.10	.04	.076	.15	.32	.44	.62	.16	.32	.56
Azote total Kjeldahl, mg/l N	M.	0.21	0.261	0.33	.17	0.217	.31	.15	.237	.42	.18	.32	.45	.04	.216	.85
	J.	0.29	0.36	0.44	.29	0.371	.45	.24	.375	.48	.24	.361	.67	.14	.281	.69
NO ₂ + NO ₃ , mg/l N	M.	0.14	0.15	0.16	.11	0.125	.16	.10	.178	.28	.27	.282	.29	.26	.283	.30
	J.	0.11	0.138	0.15	.15	.171	.20	.17	.189	.21	.17	.184	.21	.01	.046	.18

* M: Mai
J: Juillet

TABLEAU 20 (SUITE)

PARAMETRES	MOIS*	TRONCON 1			TRONCON 2			TRONCON 3			TRONCON 4			TRONCON 5		
		Min.	Moy.	Max.	Min.	Moy.	Max.	Min.	Moy.	Max.	Min.	Moy.	Max.	Min.	Moy.	Max.
Potassium, mg/l	M.	1.4	1.45	1.5	1.3	1.34	1.5	1.1	1.27	1.5	1.6	160.5	320	335	391.84	445
	J.	1.5	1.65	1.9	1.55	1.62	1.7	1.4	1.67	3.5	2.9	211.63	405	325	378.1	450
Sodium, mg/l	M.	12.4	12.59	13.2	7.0	11.44	12.6	6.5	8.93	10.5	12.2	3614	8100	7000	8344.2	9300
	J.	12.1	12.85	13.5	11.4	12.59	13.4	10.8	14.2	50	36.5	4135	7900	7000	7796.5	9100
Magnésium, mg/l	M.	7.7	7.92	8.1	6.7	7.47	8.0	4.1	5.78	7.2	4.9	460.1	890	920	1112.02	1270
	J.	8.2	8.4	8.5	7.5	8.26	8.8	6.4	7.72	13.5	11	530.6	1000	840	952.9	1110
Fer, mg/l	M.	0.005	0.0125	0.03	.03	.038	.08	.06	.136	.24	.08	.169	.28	.01	0.041	.16
	J.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cuivre, mg/l	M.	0.009	0.0608	0.139	.004	.014	.100	.003	.0206	.101	.008	.0712	.18	.009	.1397	.67
	J.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Zinc, mg/l	M.	0.016	0.027	0.044	.004	.014	.026	.001	.009	.025	.009	.0292	.062	.003	.0303	.084
	J.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

* M: Mai
J: Juillet

TABLEAU 21

ETUDE DU TRONCON CORNWALL - PERCE

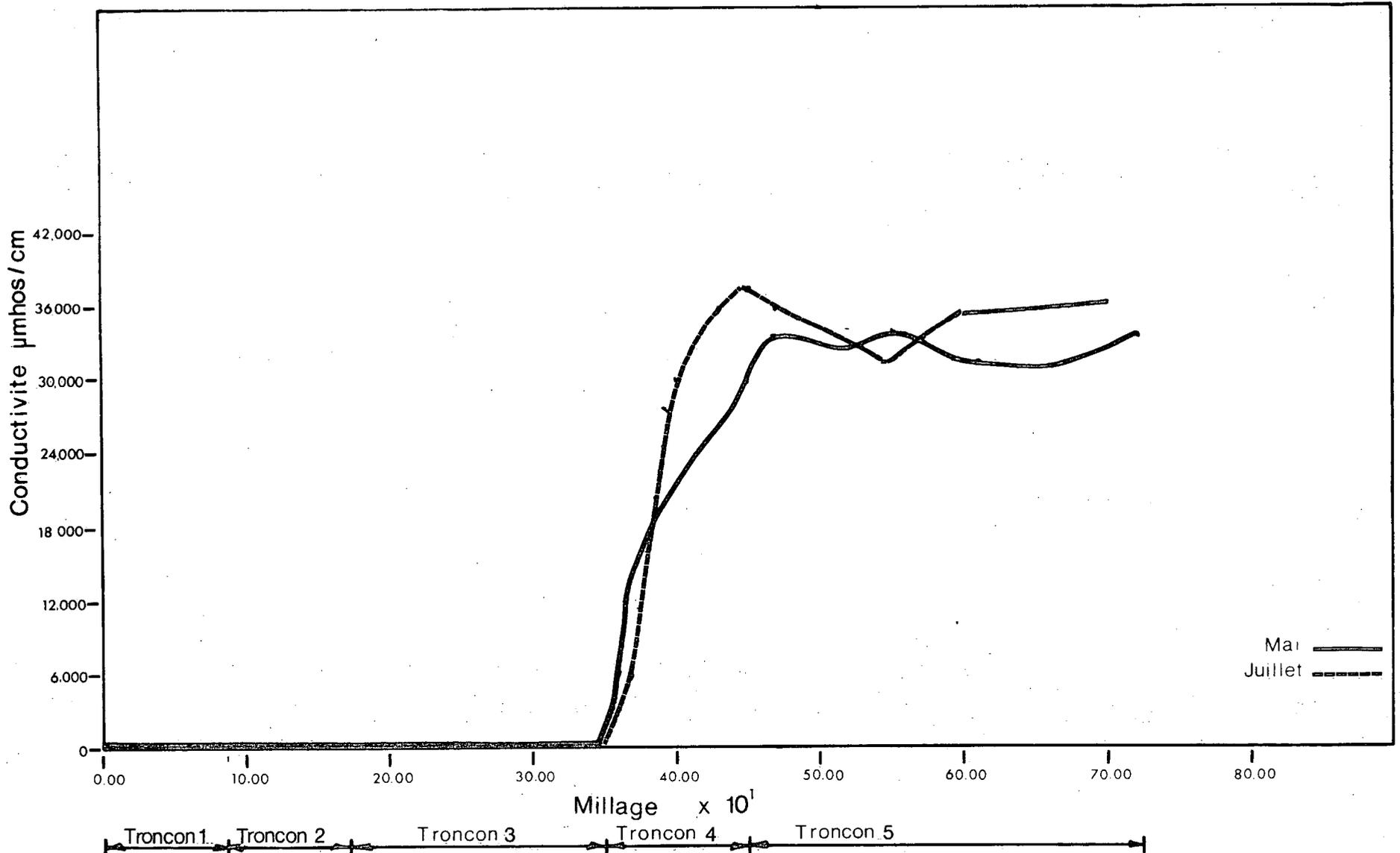
COMPARAISON DE LA QUALITE MOYENNE DES EAUX

PAR TRONCON 1973/1974

PARAMETRES	TRONCON															
	2				3				4				5			
	MAI		JUILLET		MAI		JUILLET		MAI		JUILLET		MAI		JUILLET	
	1973	1974	1973	1974	1973	1974	1973	1974	1973	1974	1973	1974	1973	1974	1973	1974
Couleur, unité	11.2	9.4	1.7	4.9	21.4	18.2	3.1	12.6	23.9	27.6	5.1	14.0	5.1	6.7	-	3.4
Turbidité, unité	3.7	2.7	1.1	3.4	10.7	14.2	3.0	10.9	26.9	21.3	5.1	15.1	3.86	4.4	-	1.8
Conductivité μ mhos/cm	306	279	315	281	228	224	286	248	14335	14043	18028	17640	38554	31736	-	34330
Chlorures, mg/l	245	-	26.8	-	16.8	-	24.9	106.5	5080	-	7645	9807	13703	-	-	17217
P. total, mg/l PO ₄	-	.06	0.09	.05	-	.078	0.11	.076	-	.185	0.22	0.44	-	.155	-	.32
Nitrates, mg/l N	-	-	.06	-	-	-	.05	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Fer, mg/l	.09	.038	-	-	.32	.136	-	-	0.79	.169	-	-	.30	0.041	-	-
Cuivre, mg/l	.008	.014	-	-	.006	.020	-	-	.029	.071	-	-	.059	.140	-	-
Manganèse, mg/l	.005	-	-	-	<.005	-	-	-	.029	-	-	-	.047	-	-	-
Magnésium, mg/l	7.24	-	-	-	5.58	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Zinc, mg/l	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	.033	-	-	-
Température °C.	8.1	6.2	23.3	20.5	9.5	6.8	23.8	21.3	6.2	3.7	23.0	16.4	3.5	1.2	-	12.4

ETUDE DU FLEUVE ST-LAURENT

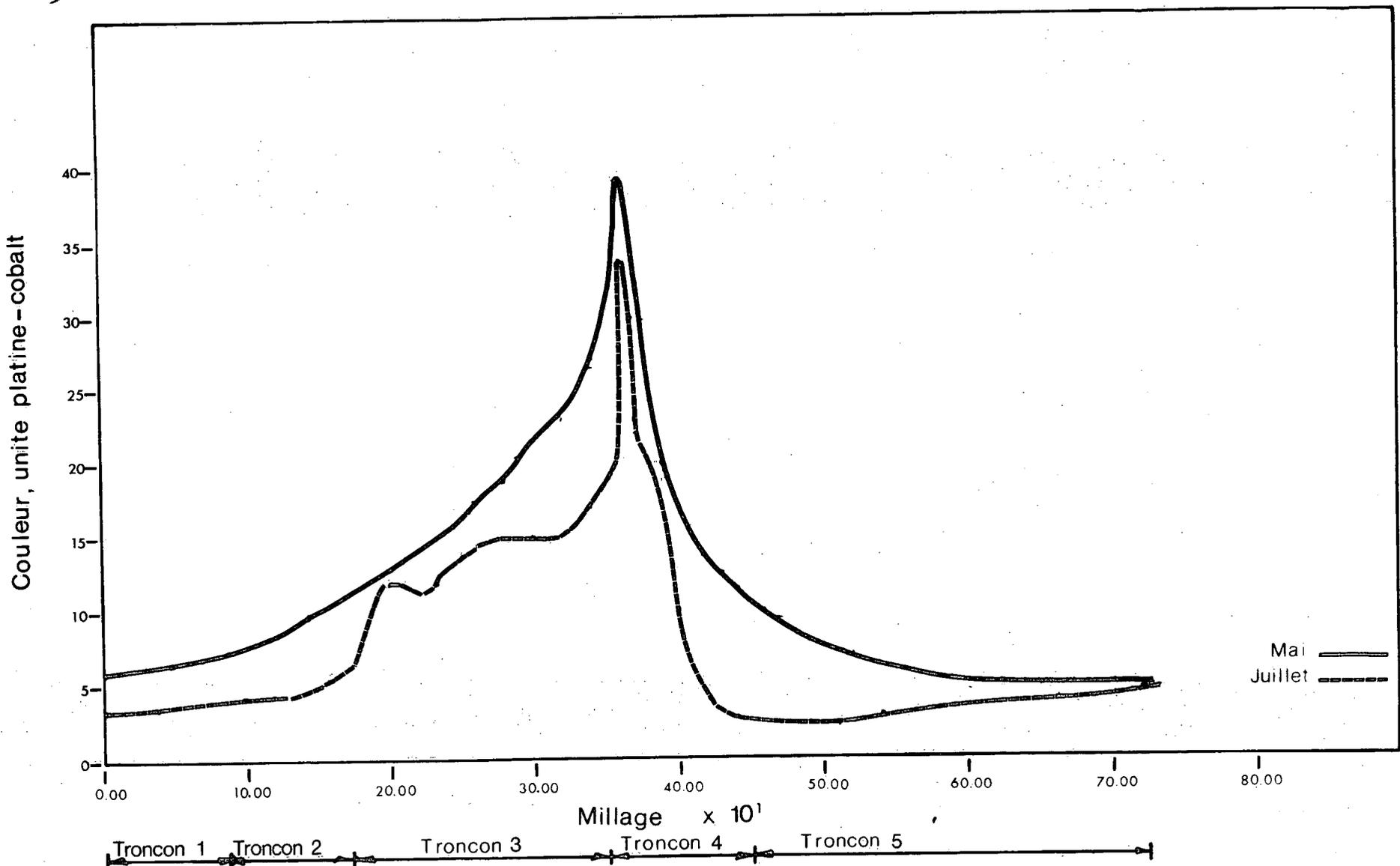
TRONCON KINGSTON - PERCE



CONDUCTIVITE

figure no: 52

ETUDE DU FLEUVE ST-LAURENT
TRONCON KINGSTON - PERCE



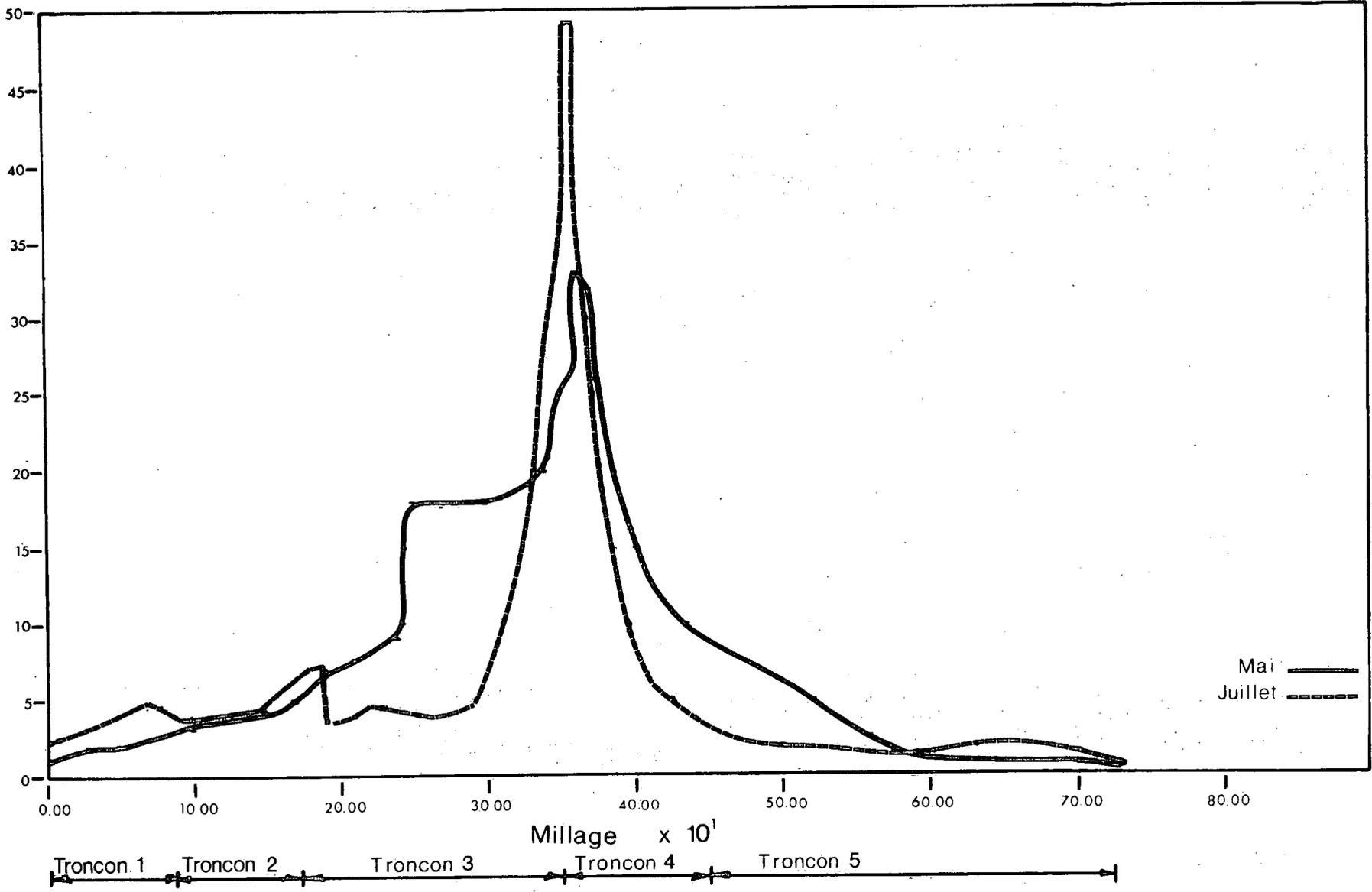
COULEUR

figure no: 53

ETUDE DU FLEUVE ST-LAURENT
TRONCON KINGSTON - PERCE

TURBIDITE

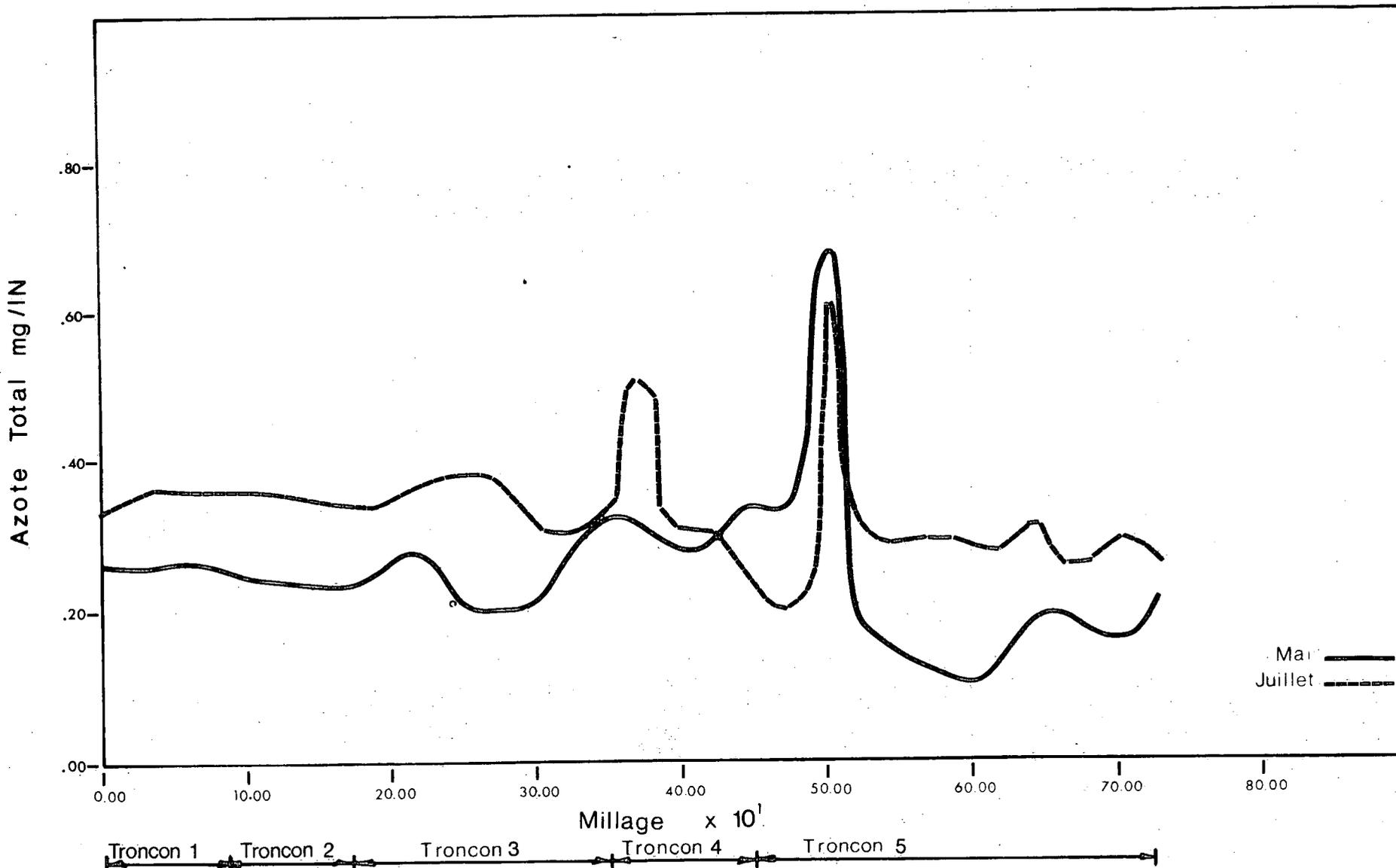
Turbidite, A.P.H.A. mg/l SiO₂



figureno: 54

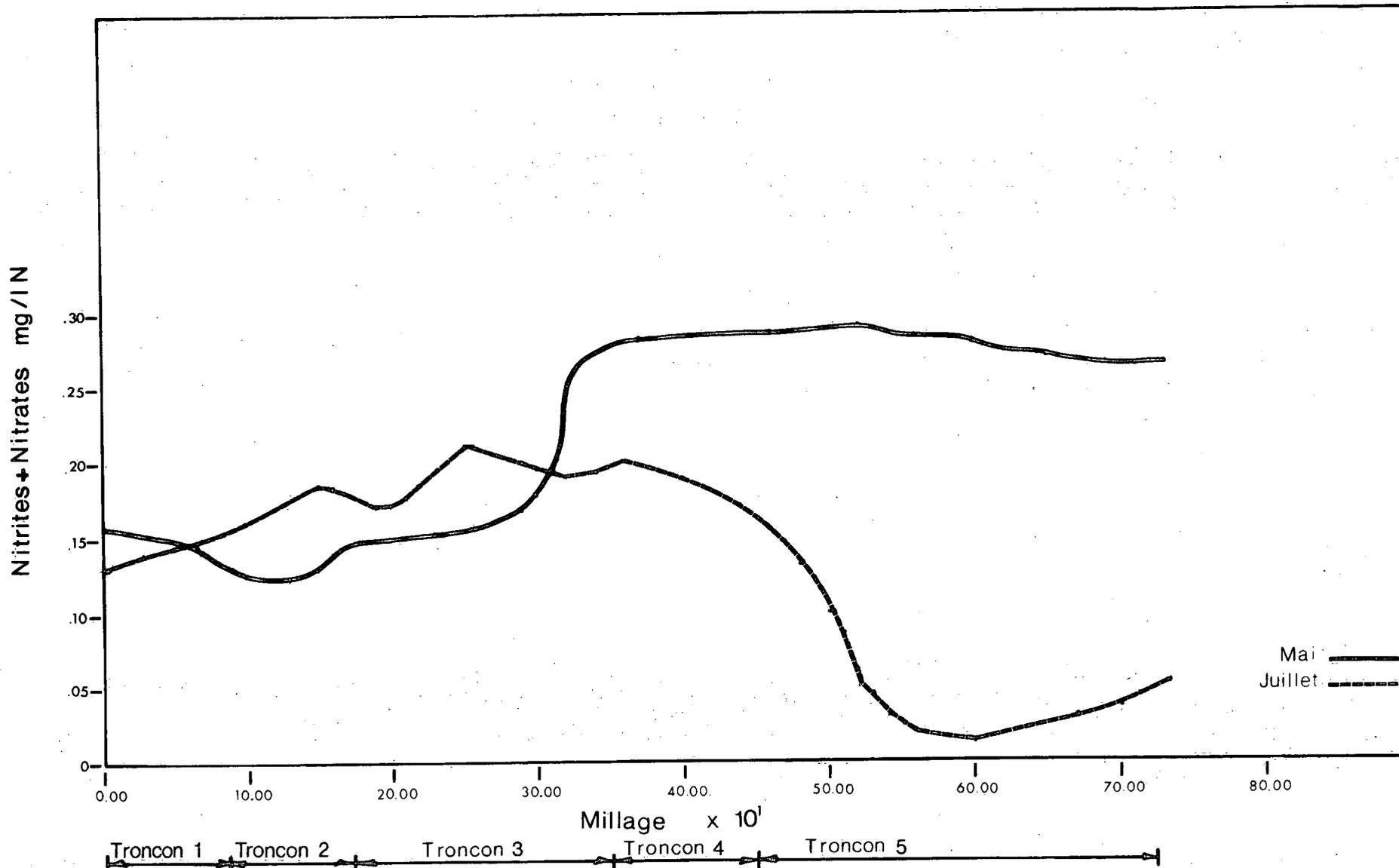
ETUDE DU FLEUVE ST-LAURENT

TRONCON KINGSTON - PERCE



ETUDE DU FLEUVE ST-LAURENT

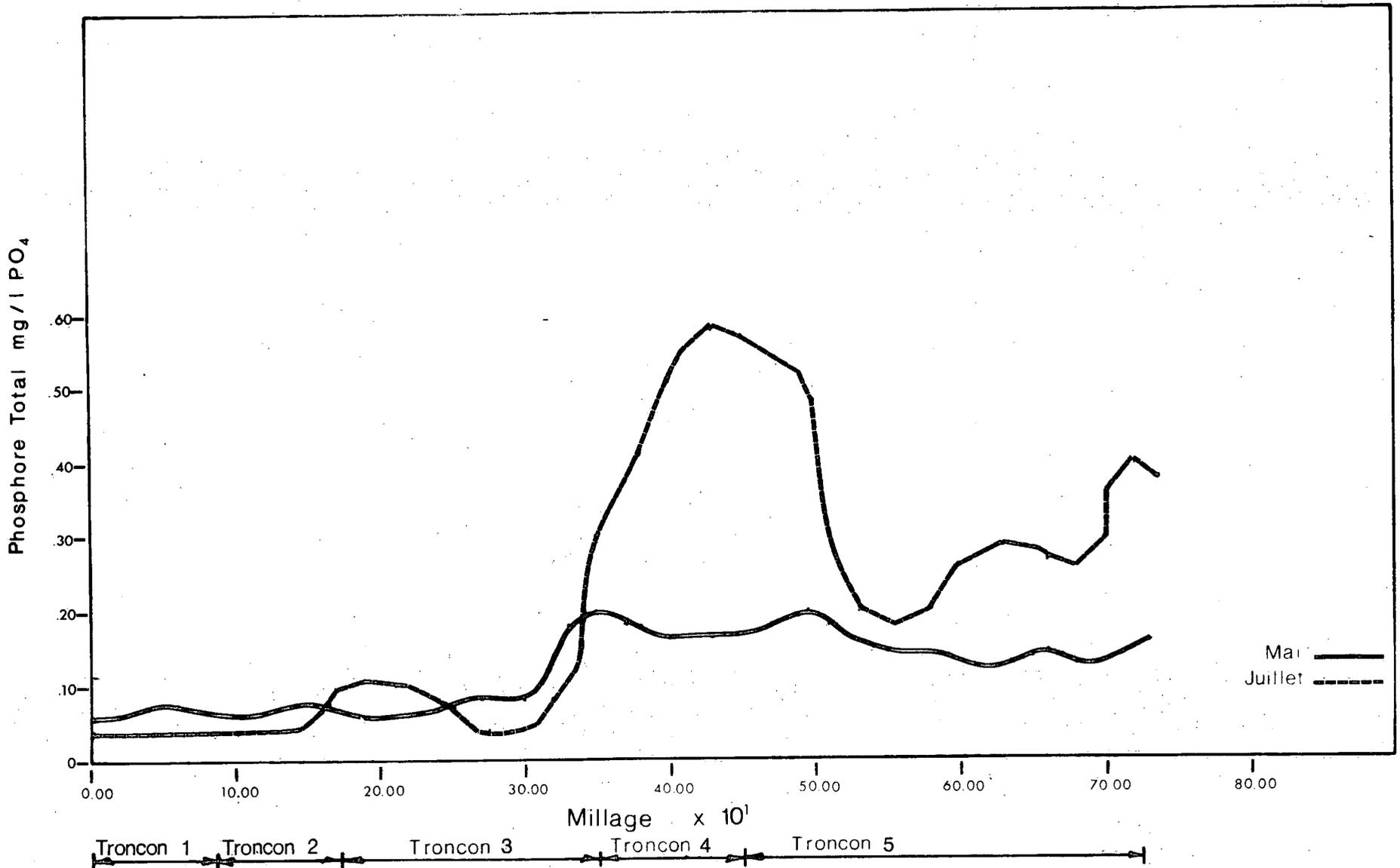
TRONCON KINGSTON - PERCE



NITRITES + NITRATES

figure no: 56

ETUDE DU FLEUVE ST-LAURENT
TRONCON KINGSTON - PERCE



PHOSPHORE TOTAL

figure no: 57

ETUDE DU FLEUVE ST-LAURENT
TRONCON KINGSTON - PERCE

CUIVRE

Cuivre mg / l

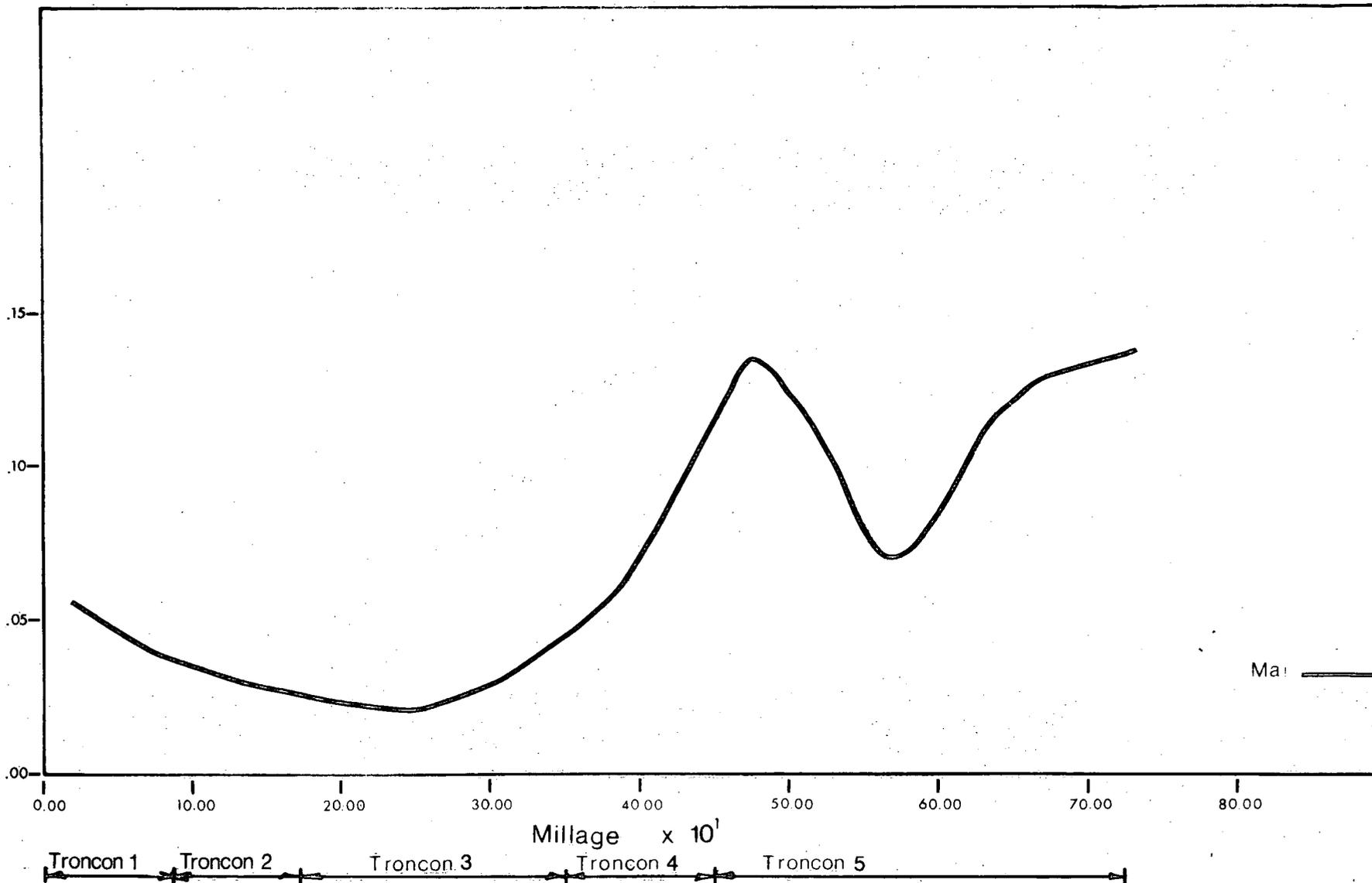
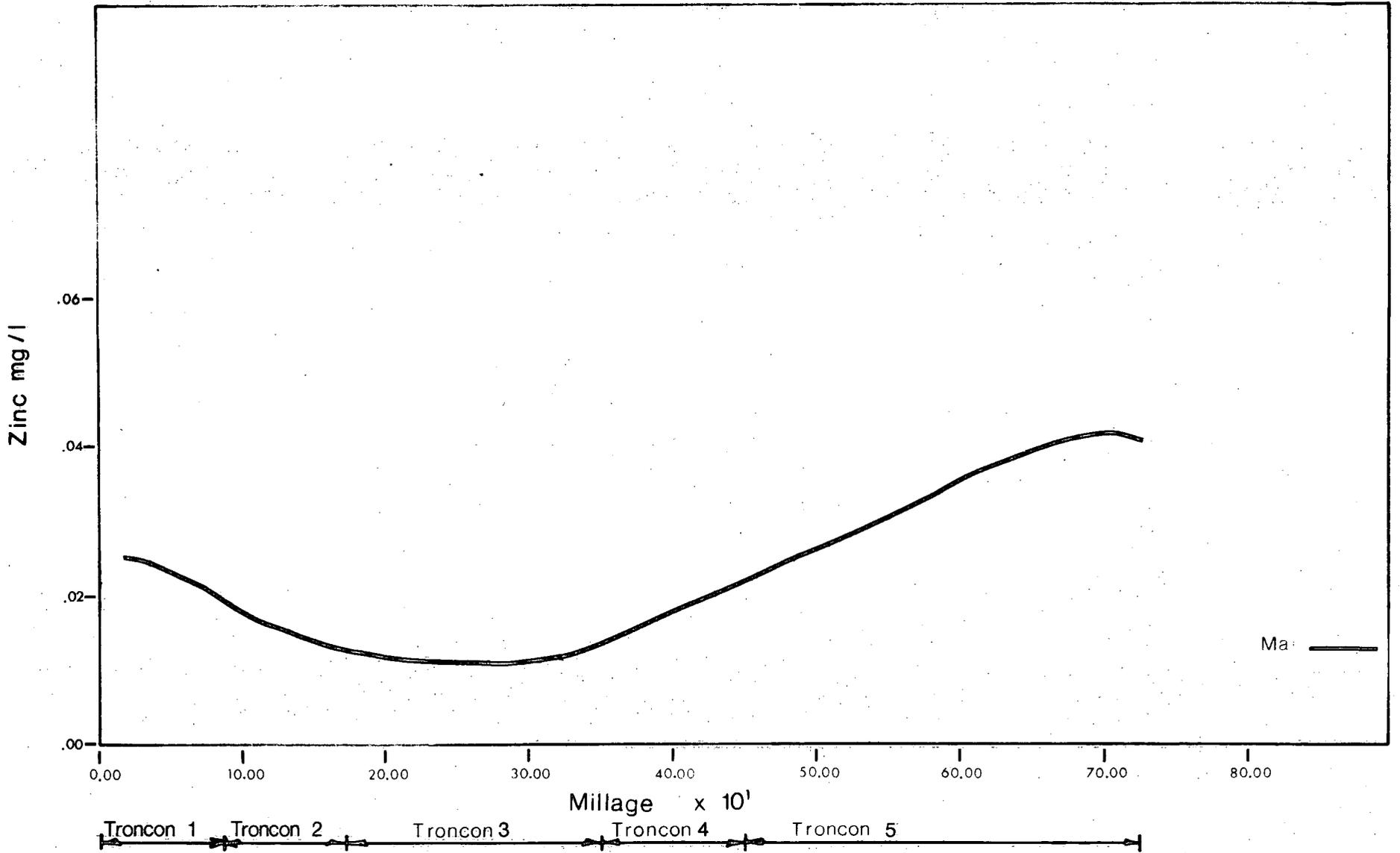


figure no: 58

ETUDE DU FLEUVE ST-LAURENT
TRONCON KINGSTON - PERCE



ZINC

figure no: 59

2.6 STATION DE QUEBEC

2.6.1 Méthodologie et Objectifs

L'évaluation de la qualité des eaux au cours des saisons constituait le principal objectif visé par cette étude qui devrait se poursuivre de façon permanente dans le futur.

Les trois (3) stations établies à la section 319.0 (l'axe du traversier Québec-Lévis) furent échantillonnées à 21 reprises au cours de la période du 21 juillet 1974 au 10 mars 1975. Le nombre d'échantillons prélevés au cours de cette période furent répartis comme suit: 6 en juillet, 3 en août, 3 en septembre, 1 en novembre, 2 en décembre, 1 en janvier, 3 en février et 2 en mars.

Après avoir effectué la moyenne des résultats obtenus aux trois (3) stations établies à la section 319.0, nous avons alors porté ces résultats en graphique. Nous nous sommes alors rendus compte que plusieurs paramètres accusaient des variations significatives. Or, compte tenu de la fréquence d'échantillonnage, nous avons jugé préférable pour les fins de cette étude de présenter les résultats obtenus sous forme de moyenne mensuelle. On devra tenir compte cependant du fait que les prélèvements ne furent pas ef-

fectués à la même fréquence, ce qui pourrait influencer l'évolution moyenne de la qualité des eaux dans le temps.

L'évolution de la qualité des eaux dans le temps est étroitement liée aux événements hydrauliques et par voie de conséquence, au régime hydraulique des cours d'eau. Afin de tenir compte de ces conditions et ainsi expliquer peut-être certains résultats obtenus, nous avons préparé le tableau 22 ci-joint qui présente le sommaire météorologique couvrant la période de la campagne de mesure, de même que la moyenne mensuelle enregistrée pour la période de 1941 à 1970.

2.6.2 Les résultats obtenus

L'évolution des caractéristiques physico-chimiques de l'eau dans le temps est non seulement associée aux événements hydrologiques et aux caractéristiques hydrauliques du cours d'eau mais également aux autres facteurs suivants: température de l'eau, les organismes biologiques qui supportent le milieu et également de l'importance et la variation des apports. On se rend donc compte que la complexité des phénomènes qui régissent l'évolution des caractéristiques physico-chimiques et bactériologiques de l'eau dans le temps rendent parfois difficiles l'interprétation et l'explication de la cause des

résultats obtenus.

Toutefois, à partir des figures 60 à 64 et des tableaux 22 et 23, nous tenterons d'expliquer l'évolution moyenne de la qualité des eaux à la hauteur de Québec.

pH - Couleur (figure 60)

Le pH des eaux à la hauteur de Québec n'accuse en moyenne avec les saisons que de faibles variations. En effet, au cours de la période de juillet à mars, la variation maximale enregistrée fut d'environ 6.8%.

La couleur pour sa part, a varié de 11.2 en juillet à 17.7 unités en novembre, ce qui représente une variation maximale de 58%. On constate également que le niveau de couleur mesurée au cours des mois d'hiver (novembre à février) est également plus élevé que celui enregistré au cours des mois de juillet, août et septembre.

Turbidité - Conductivité (fig. 61 et 63)

De façon générale, l'érosion des terres et les variations des débits en présence sont les principales causes des variations de ces paramètres. Toutefois, à la hauteur

de Québec, on doit tenir compte de la marée qui influence quelque peu les caractéristiques des eaux au niveau de la turbidité et de la conductivité. En effet, comme le démontre l'étude de l'influence de la marée, des variations moyennes de 33% et 2.5% furent enregistrées au niveau de la turbidité et de la conductivité.

Se référant aux figures 61 et 63 et au tableau 23 , on constate, abstraction faite de la valeur enregistrée au cours du mois de décembre, que les niveaux de turbidité ont varié de 5.9 à 13.3 unités, ce qui représente une variation maximale de 125%. Quant à la valeur de 47.5 unités enregistrée en décembre, elle nous semble trop élevée pour que l'on ne puisse l'attribuer qu'aux précipitations de 1.38 pouces de pluie enregistrées au cours du 8 décembre.

La conductivité pour sa part présente des variations qui atteignent 46.6% au cours de la période de juillet à mars, la conductivité maximale étant enregistrée au cours du mois de janvier.

A l'analyse de la figure 63, on constate que la conductivité enregistrée au cours des mois de décembre, janvier et mars est beaucoup plus importante que celle enregistrée au cours des mois de juillet, août, septembre

et novembre. Si on considère les principaux facteurs susceptibles de faire varier le niveau de conductivité des eaux tels: érosion des terres, débits en présence, évaporation, il semble donc que l'épandage du chlorure de calcium effectué sur nos routes en période d'hiver, peut constituer la principale cause de l'augmentation de conductivité enregistrée au cours des mois de décembre, janvier et mars.

Les nutriments (fig.62)

Le drainage des terres et le déversement des eaux usées constituent les deux principales sources d'apports des éléments nutritifs. Toutefois, l'évolution dans le temps des composés azotés et phosphorés est régie par plusieurs facteurs tels: importance des apports, débits en présence, température de l'eau et les caractéristiques biologiques que supporte le milieu.

Si l'on se réfère à la figure 62, on constate que les concentrations maximales d'azote total Kjeldahl sont rencontrées au cours des mois de juillet et août où des concentrations respectives de 0.371 et 0.381 mg/l sont mesurées. Après avoir accusé une diminution importante en septembre (.145 mg/l), l'azote total Kjeldahl varie par la suite de 0.160 à .267 mg/l au cours des mois de novem-

bre à mars. Abstraction faite de la diminution enregistrée au cours du mois de septembre, diminution que nous expliquons difficilement et compte tenu de la provenance des apports, il nous semble tout à fait normal que l'évolution de l'azote total Kjeldahl suive la tendance indiquée à la figure 62, les concentrations mesurées pour la période d'hiver étant environ inférieures de 44% aux concentrations mesurées au cours des mois de juillet et août. Il semble donc que le lessivage des terres constitue une source importante d'apports d'azote.

Les nitrites + nitrates pour leur part présentent des concentrations supérieures au cours des mois d'hiver par rapport aux concentrations mesurées au cours des mois de juillet et août. Considérant que les nitrites + nitrates présentent la forme la plus facilement assimilable par les organismes et plantes aquatiques, il nous semble donc tout à fait normal que les concentrations mesurées soient plus faibles au cours des mois de juillet et août que celles mesurées au cours des mois d'hiver.

Si on se réfère à la figure 61, on constate que les concentrations maximales de phosphore total sont mesurées au cours du mois de septembre. Nous croyons que l'augmentation enregistrée au cours du mois de septembre

serait attribuable à la remise en solution de phosphore organique et d'orthophosphates provenant de la décomposition du plancton et des plantes aquatiques. Quant à la concentration minimale enregistrée au cours du mois de décembre, nous devons avouer, si on se réfère au sommaire météorologique, qu'elle nous paraît difficilement explicable. Soulignons également que les concentrations de phosphore total enregistrées au cours de la période d'hiver sont sensiblement les mêmes que celles mesurées au cours du mois de juillet. Si on se base sur les résultats obtenus, on serait donc porté à croire que le gros des apports de phosphore proviendraient des sources ponctuelles, c'est-à-dire écoulements municipaux et industriels, puisqu'en période d'hiver, les apports provenant du lessivage des terres peuvent être considérés comme nulles à toutes fins pratiques.

Les concentrations moyennes des composés azotés et phosphorés mesurées à la station de Québec au cours de la présente étude, nous permettent de classifier le milieu comme faiblement chargé si on se réfère aux concentrations de phosphore total mesurées et moyennement chargées si on se réfère aux résultats obtenus au niveau des composés azotés.

Bactériologie

Sur le plan bactériologique, les comptes maxima de coliformes totaux furent enregistrés au cours des mois de juillet et août, ce qui est tout à fait normal puisque c'est au cours de ces mois que la température de l'eau est à son maximum. Après avoir accusé une diminution importante en septembre (1053 coli.tot./100 ml), diminution qui nous paraît difficile à expliquer si l'on se réfère au sommaire météorologique, les coliformes totaux varient par la suite de 1280 à 4333 coliformes par 100 ml au cours des mois de novembre à mars inclusivement.

Contrairement aux coliformes totaux, les taux de coliformes fécaux maxima furent observés au cours des mois de décembre et janvier. Une telle condition ne peut donc être attribuable qu'à des déversements d'eaux usées effectués dans la région immédiate de la section de mesure. Cette hypothèse est d'ailleurs confirmée par les rapports coliformes totaux/coliformes fécaux qui sont au cours des mois de décembre à mars inférieurs à 12.5.

Quant aux streptocoques fécaux, les comptes maxima furent enregistrés au cours des mois de décembre, janvier et février. Ces résultats confirmeraient donc également

l'influence des déversements d'eaux usées dans la région immédiate de la section de mesure.

Les résultats bactériologiques obtenus au cours de la présente étude démontrent que les déversements d'eaux usées influencent de façon appréciable la qualité des eaux sur le plan bactériologique. De plus, les résultats de coliformes fécaux et de streptocoques fécaux mesurés au cours des mois d'hiver confirmeraient que les déversements d'eaux usées effectués dans la région immédiate de la section de mesure influencent de façon importante la qualité bactériologique des eaux à la hauteur de Québec.

2.6.3 Conclusion

Les résultats obtenus au cours de cette étude nous permettent de conclure que:

Le pH, la couleur et la conductivité sont les paramètres qui présentent les plus faibles variations dans le temps. Ces variations étant respectivement de 6.8, 46.6 et 58%.

Si on exclut la valeur de 47.5 unités enregistrée au cours du mois de décembre, les niveaux moyens de turbidité ont varié de 125% au cours de la présente étude.

Parmi les éléments nutritifs, le phosphore total est celui qui présente les variations les plus importantes dans le temps, soit 413%. L'azote total pour sa part présente des variations qui atteignent 162% alors que les nitrites + nitrates présentent des variations qui atteignent 121%.

Les comptes bactériologiques élevés mesurés au cours de la présente étude démontrent que les déversements d'eaux usées effectués en amont de la section de mesure détériorent la qualité des eaux sur le plan bactériologique.

Les concentrations de plomb et de mercure mesurées au cours de la présente étude sont respectivement inférieures à 0.02 et 0.0002 mg/l.

Les niveaux de phosphore total mesurés au cours de la présente étude nous permettent de classifier le milieu comme étant faiblement chargé alors que si on se réfère aux niveaux d'azote total, le milieu serait considéré comme moyennement chargé.

Nous croyons que cette étude devrait être poursuivie sur une base permanente de façon à ce que l'on soit en mesure de suivre l'évolution de la qualité des eaux dans le temps. Toutefois, nous croyons que la fré-

quence d'échantillonnage devrait être augmentée. Nous croyons qu'un minimum de huit (8) échantillons devraient être prélevés mensuellement à chacune des stations établies à la section 319.0. De plus, afin de tenir compte de l'influence de la marée, nous croyons que les prélèvements devraient être effectués en tout temps, à la fin de la marée baissante.

TABLEAU NO 22

SOMMAIRE METEOROLOGIQUE*

Mois	TEMPERATURE MOYENNE °F		PRECIPITATION EN POUCES					
	1974-1975	1941-1970	1974-1975			1941-1970		
			Pluie	Neige	Total	Pluie	Neige	Total
Juin 1974	62.3	61.3	4.98	-	4.98	4.01	-	4.01
Juillet 1974	66.5	66.6	7.56	-	7.56	4.24	-	4.24
Août 1974	64.3	64.0	2.10	-	2.10	4.04	-	4.04
Septembre 1974	52.1	55.5	4.47	-	4.47	4.16	TR**	4.16
Octobre 1974	38.5	45.0	3.5	TR**	3.5	3.08	1.7	3.24
Novembre 1974	31.2	32.4	1.81	10.8	2.74	2.62	13.1	3.92
Décembre 1974	21.6	16.6	1.44	24.1	3.87	1.00	30.7	3.99
Janvier 1974	11.4	11.1	0.48	40.0	3.90	0.49	29.6	3.38
Février 1974	13.1	12.9	0.44	15.1	2.08	0.36	27.6	3.02
Mars 1974	22.2	24.1	2.68	19.9	4.78	0.88	18.9	2.73

* Station de l'aéroport de Québec

** TR: Quantité négligeable de pluie ou de neige

TABLEAU NO 23

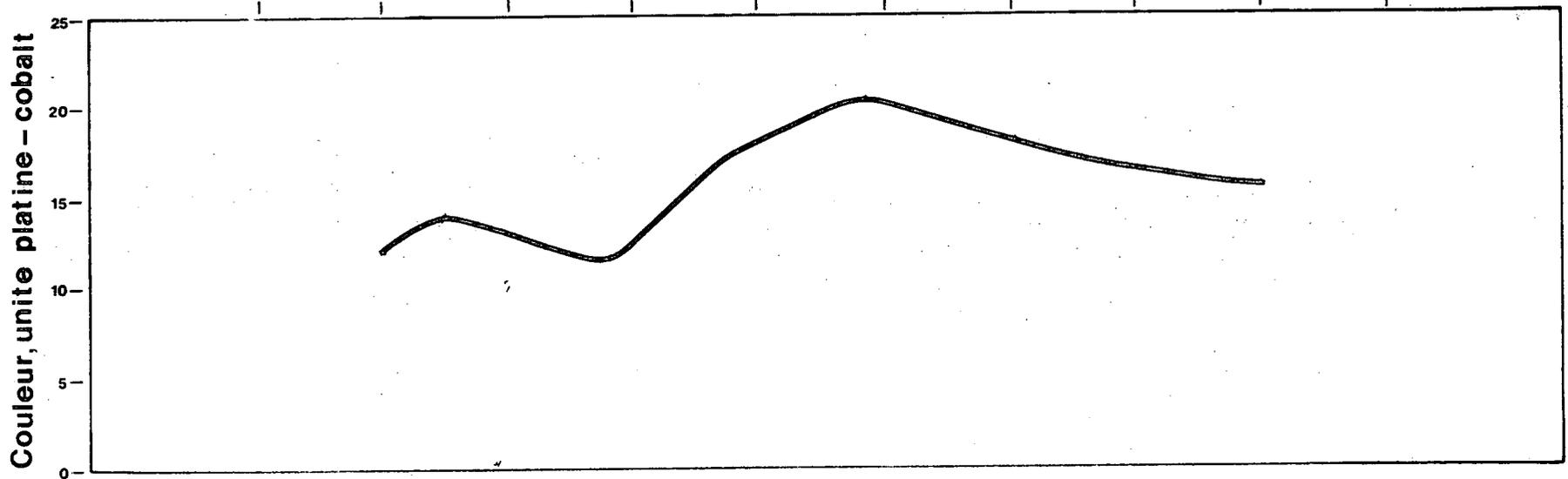
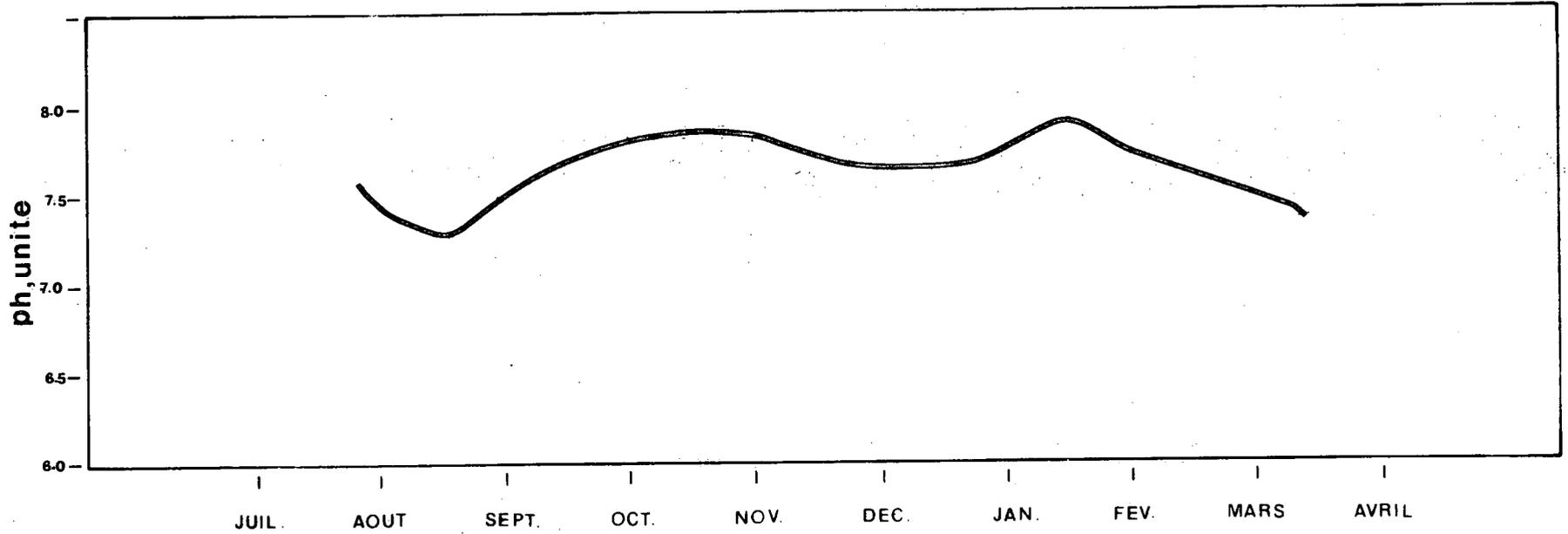
STATION DE QUEBEC

EVOLUTION DE LA QUALITE DES EAUX DANS LE TEMPS

Paramètres	JUILLET	AOUT	SEPTEMBRE	NOVEMBRE	DECEMBRE	JANVIER	FEVRIER	MARS
pH, unité	7.5	7.3	7.8	7.8	7.6	7.3	7.6	7.5
Couleur, unité	11.2	13.2	11.7	17.7	-	16.7	16.1	13.3
Turbidité, unité	9.5	9.5	7.6	6.7	47.5	13.3	6.0	5.9
Alcalinité, mg/l CaCO ₃	68	71	70	70	62	70	70	68
Conductivité, µmhos/cm	257	280	263	287	333	377	289	334
Phosphore total, mg/l PO ₄	.058	-	.077	.047	.015	.047	.055	.036
Azote total Kjeldahl mg/l N	.371	.381	.145	.207	.160	-	.267	-
NO ₂ + NO ₃ , mg/l N	.187	.187	.11	-	.223	.19	.197	.243
Coliformes totaux n/100 cc	12,181	17,392	1,053	3,300	3,450	4,333	2,038	1,280
Coliformes fécaux, n/100 cc	224	127	113	190	510	390	163	152
Streptocoques fécaux, n/100 cc	30	18	41	237	865	313	314	146

STATION DE QUEBEC

PH - COULEUR



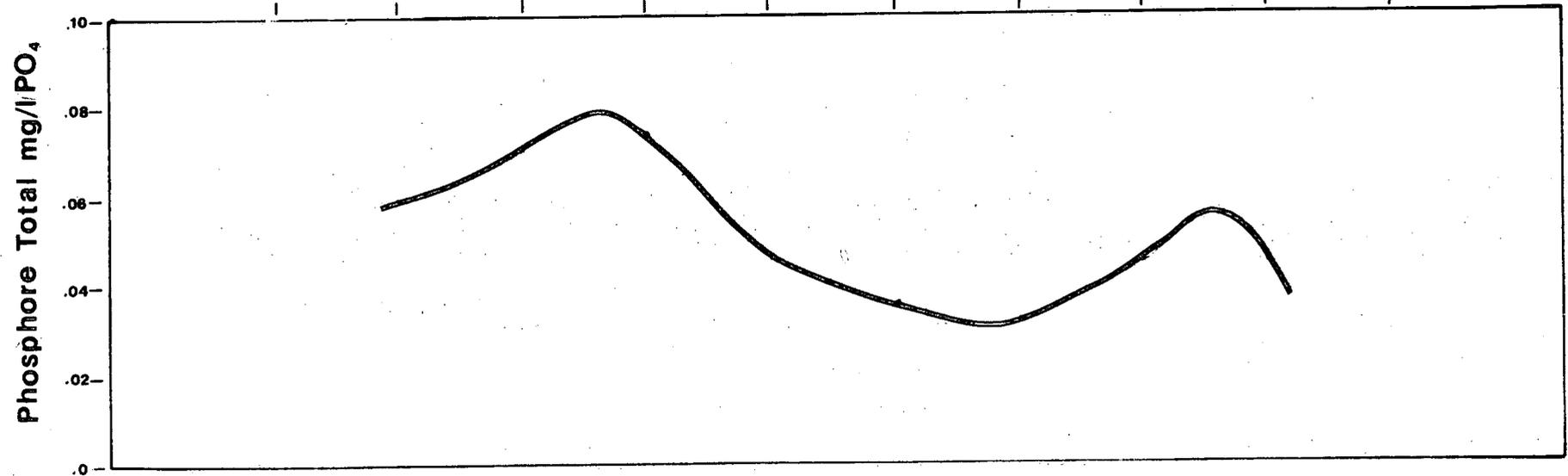
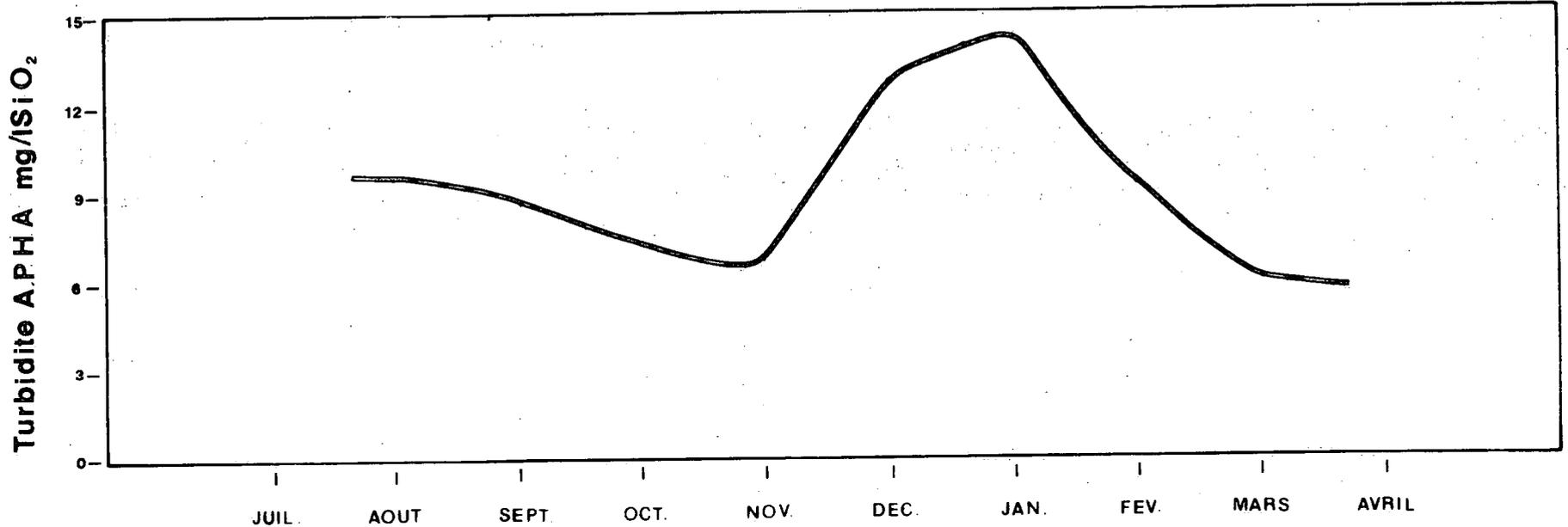
EVOLUTION MOYENNE DE QUALITE VS TEMPS

Figure no:60

STATION DE QUEBEC

TURBIDITE - PHOSPHORE TOTAL

Figure no:61

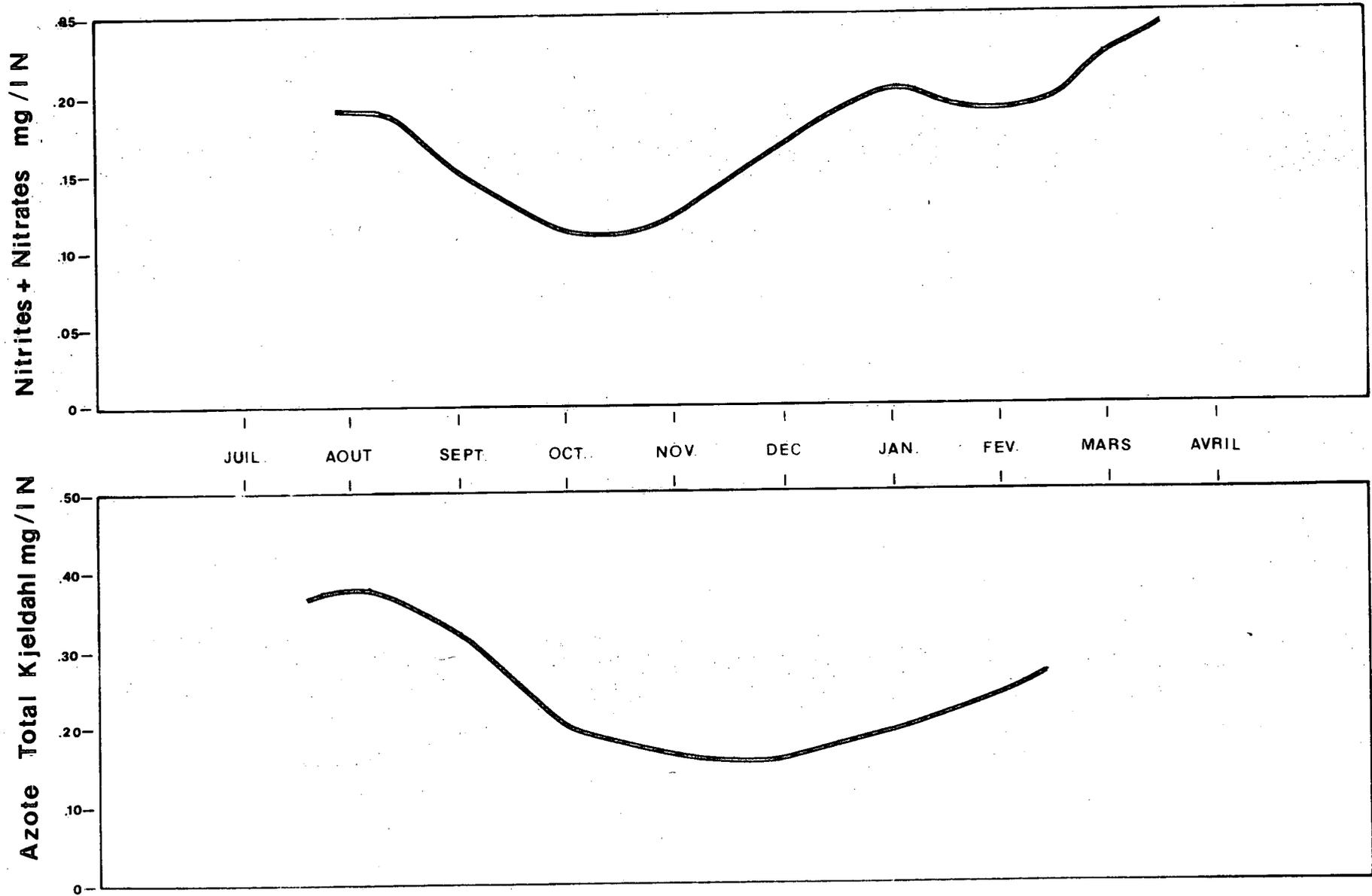


EVOLUTION MOYENNE DE QUALITE VS TEMPS

STATION DE QUEBEC

NITRITES + NITRATES - AZOTE TOT. KJELDAHL

Figure no. 62

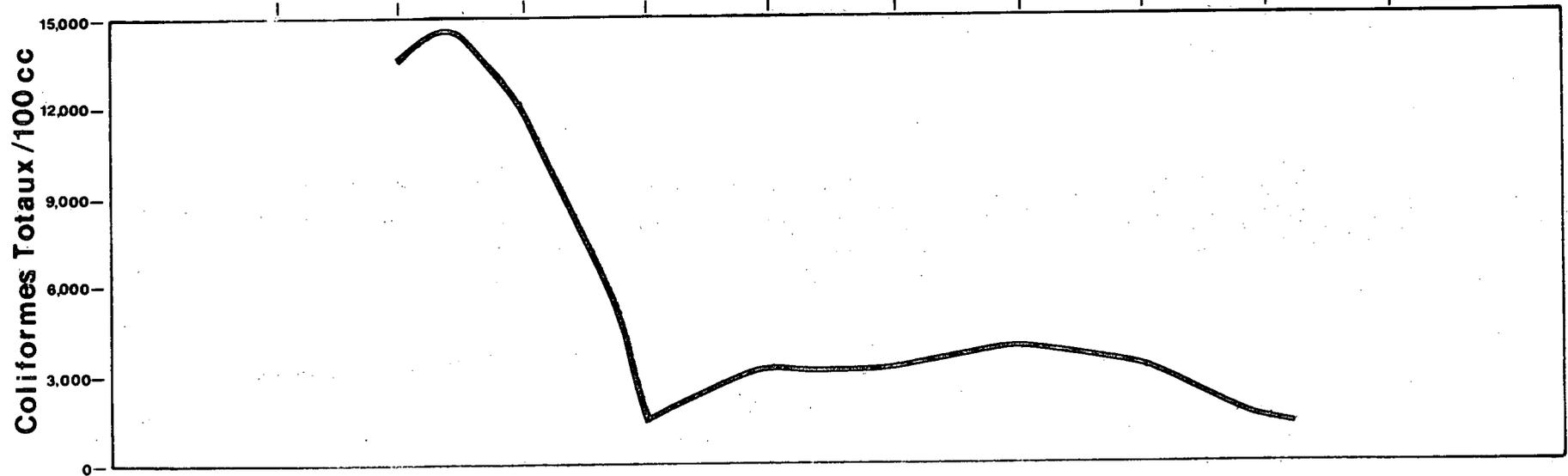
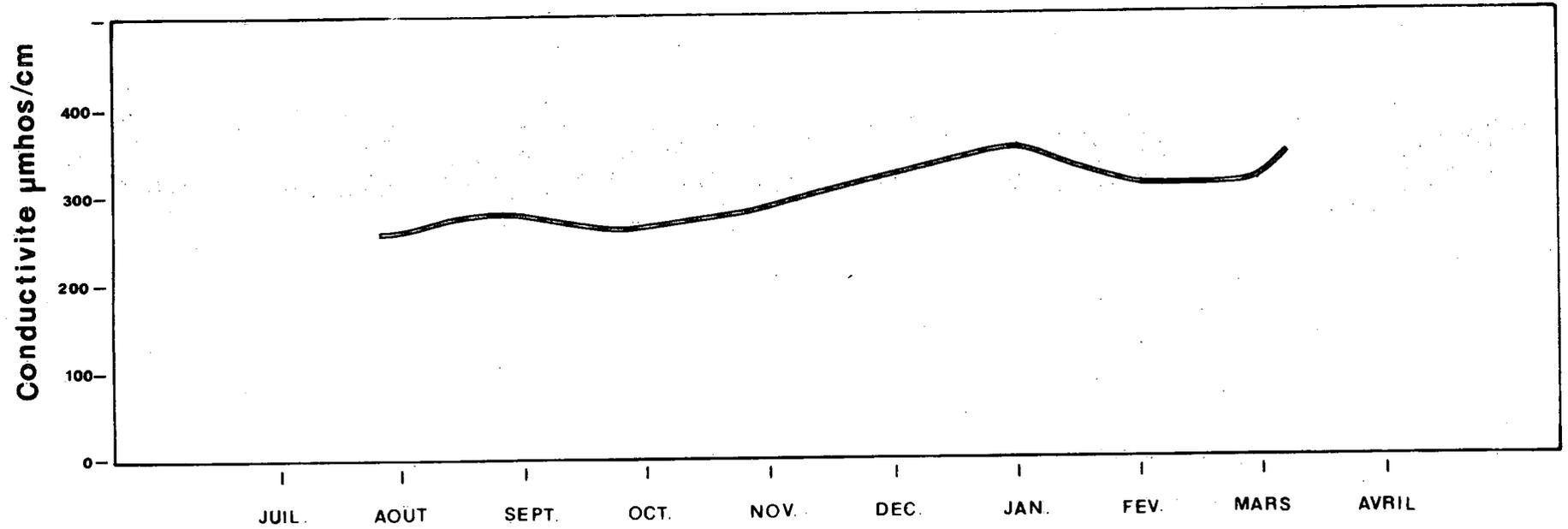


EVOLUTION MOYENNE DE QUALITE VS TEMPS

STATION DE QUEBEC

CONDUCTIVITE - COLIFORMES TOTAUX

Figure no:63

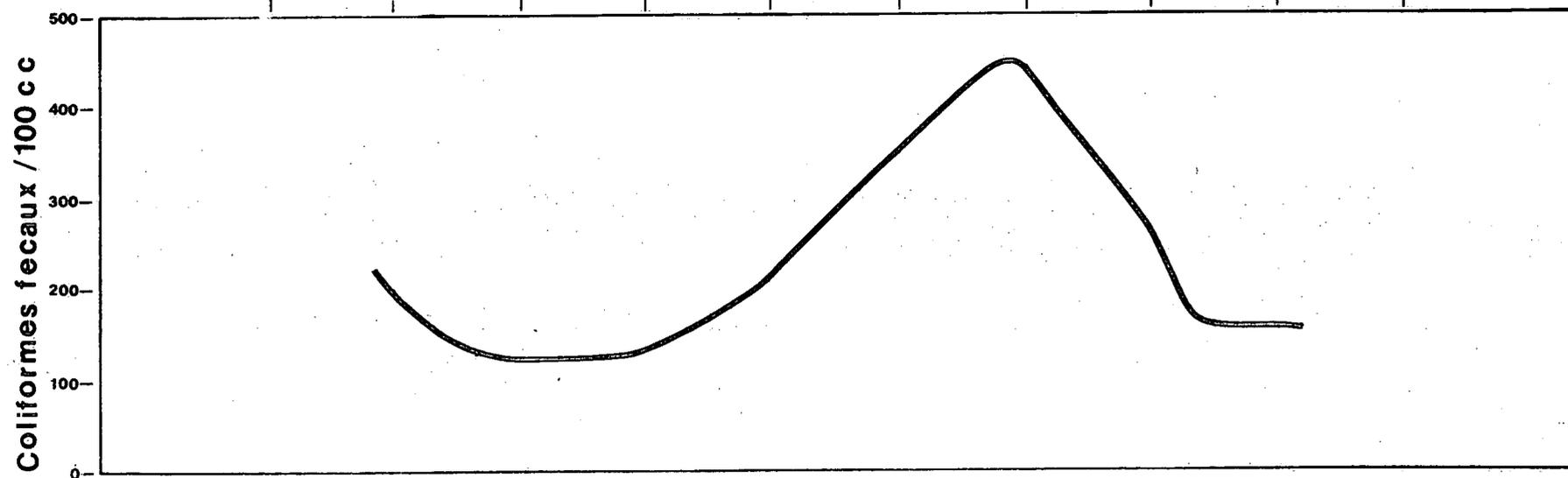
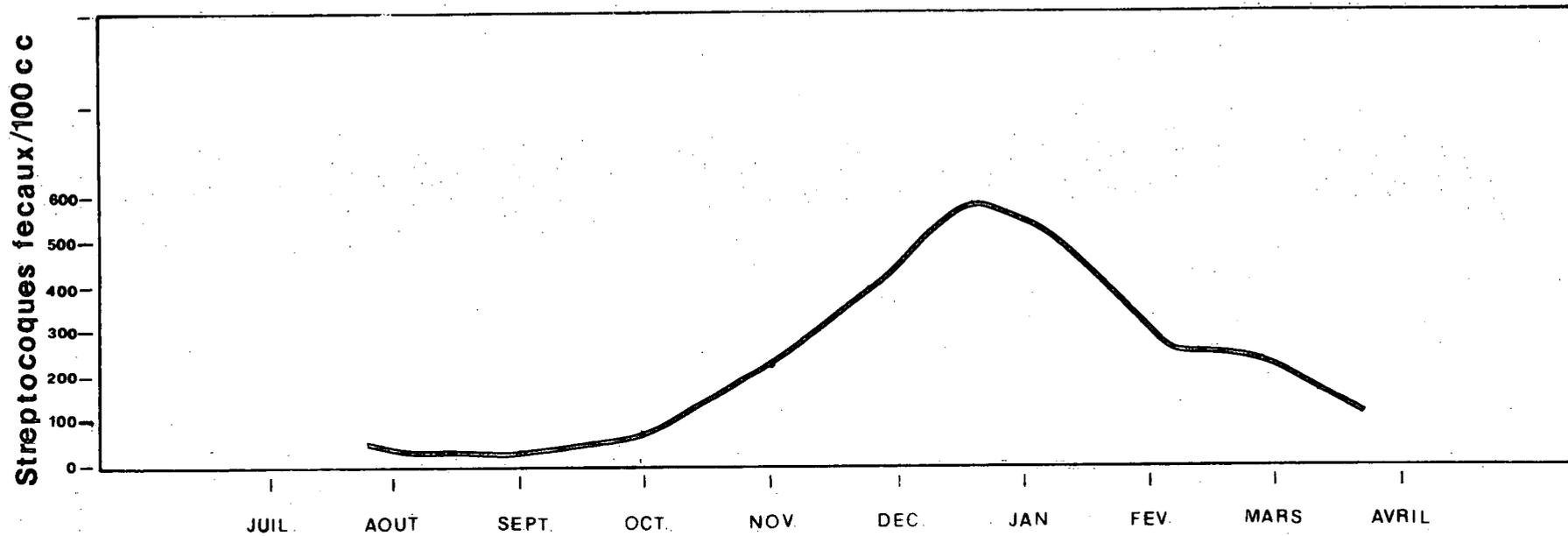


EVOLUTION MOYENNE DE QUALITE VS TEMPS

STATION DE QUEBEC

STREP. FECAUX -- COLI. FECAUX

Figure no: 64



EVOLUTION MOYENNE DE QUALITE VS TEMPS

2.7 ETUDE DU GROUPE GIROQ

2.7.1 Méthodologie et objectifs

L'étude entreprise par ce groupe inter-universitaire visait à obtenir des informations permettant de préciser la qualité des eaux de l'estuaire moyen en fonction de la marée et de la profondeur.

Afin d'atteindre ces objectifs, six stations localisées dans les chenaux nord et sud furent échantillonnées de deux à cinq reprises au cours des mois de juin à septembre.

Ces stations furent localisées aux endroits suivants:

Chenal	Longitude	Latitude	Millage
Nord	70°10'42"	47°29'21"	388.2
Sud	69°54'33"	47°36'24"	401.1
Nord	70°02'36"	47°39'24"	401.8
Nord	69°50'32"	47°48'16"	414.6
Sud	69°35'06"	47°55'38"	428.1
Nord	69°43'00"	47°58'43"	428.2

Dans le cadre de cette étude, les principales analyses effectuées sur les échantillons prélevés furent: les ortho-phosphates, la salinité, la transparence et la silice.

2.7.2 Les résultats obtenus

Si on se réfère aux résultats obtenus au cours de cette campagne de mesure, résultats qui sont présentés par les tableaux 24, 25 et les figures 65 à 70, on peut conclure que:

La marée influence les caractéristiques des eaux des chenaux. Les résultats de cette étude confirment donc les résultats obtenus dans le cadre de l'étude des sections transversales, bien que le nombre de paramètres analysés soit moins important.

Les caractéristiques des eaux varient non seulement en fonction de la marée mais également en fonction de la profondeur, comme l'indiquent les figures 65 à 70.

L'analyse de ces figures nous permet également de constater que les eaux des chenaux sont stratifiées sur le plan physico-chimique. Cette stratification indiquerait que les eaux de surface sont moins salines que les eaux situées plus en profondeur, soit à partir de 15 à 25 mètres dépendant de l'endroit où l'on se situe dans l'estuaire. Si on se réfère aux résultats obtenus, on peut donc conclure que le mélange des eaux douces avec les eaux salées s'effectue en moyenne dans les vingt premiers mètres à partir de la surface.

TABLEAU 24

ETUDE DU GROUPE GIROQ

VARIATIONS DES ORTHO-PHOSPHATES EN FONCTION DE LA MAREE

A DIFFERENTES PROFONDEURS (SEPTEMBRE 74)

Profondeur en mètre	388.2			401.1			401.8			414.6			428.1			428.2		
	CONCENTRATION D'ORTHO-PHOSPHATES EN MG/L PO ₄																	
	Min.	Max.	% Var.	Min.	Max.	% Var.	Min.	Max.	% Var.	Min.	Max.	% Var.	Min.	Max.	% Var.	Min.	Max.	% Var.
0	.45	1.06	135	.84	1.21	44	.62	1.16	87	1.04	1.37	32	.9	1.85	105	.87	1.64	88
4										.78	1.39	78						
5	.50	1.11	122	.72	1.24	72	.78	1.51	93				.97	1.62	67	.86	1.53	78
9							.86	1.44	67									
10	.71	.93	31	.86	1.6	86				1.06	1.36	28	1.0	1.23	23	1.14	1.30	14
14							1.06	1.58	49									
15	1.0	1.14	14	.88	1.24	41							1.12	1.62	45	.9	1.56	73
20										1.11	1.47	32						
24							1.36	1.62	19									
25	.87	1.35	55	.9	1.38	53										1.05	1.56	48
48										.97	1.23	27						
50																1.31	1.44	10

TABLEAU 25

ETUDE DU GROUPE GIROQ

VARIATIONS DES ORTHO-PHOSPHATES EN FONCTION DE LA MAREE

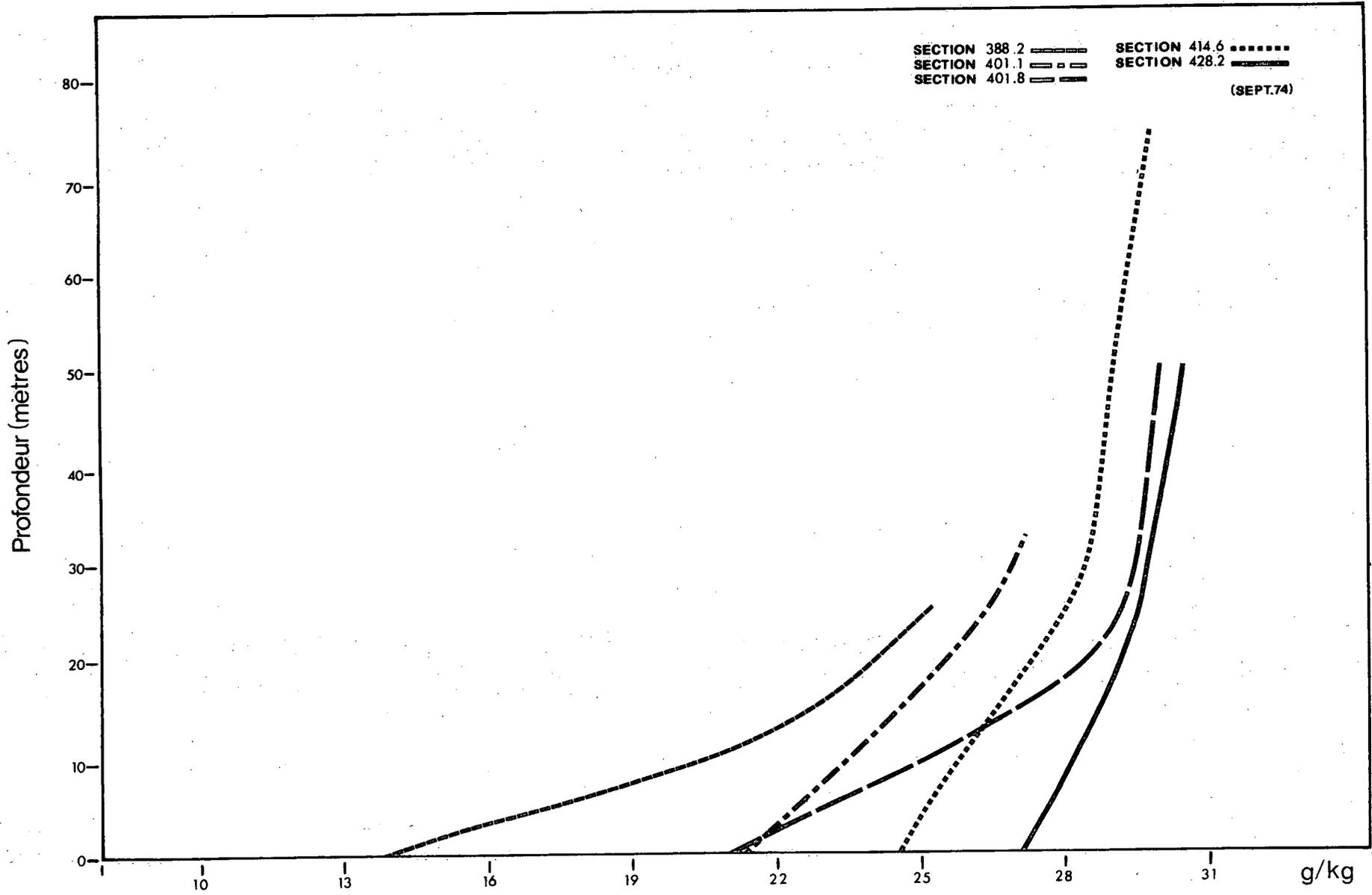
A DIFFERENTES PROFONDEURS (JUN 74)

Profondeur en mètre	388.2			401.1			401.8			414.6			428.1			428.2		
	CONCENTRATION D'ORTHO-PHOSPHATES EN MG/L PO ₄																	
	Min.	Max.	% Var.	Min.	Max.	% Var.	Min.	Max.	% Var.	Min.	Max.	% Var.	Min.	Max.	% Var.	Min.	Max.	% Var.
0	.64	.97	51	.46	1.02	121	.59	.91	54	.60	1.01	68	.69	1.13	64	.62	.97	56
4	.64	1.19	86													.74	1.25	69
5				.50	.98	96	.55	.92	67	.73	1.13	55	.61	1.23	102	.89	1.10	24
8	.60	1.02	70															
9																		
10				.59	.91	54				.58	.95	64	.81	1.27	57			
12	1.15	2.6	126															
14				.80	1.21	51												
15										.45	.90	100	.85	1.06	25			
25				1.0	1.44	44												

ÉTUDE DU GROUPE GIROQ

SALINITÉ VS PROFONDEUR

Figure no: 65



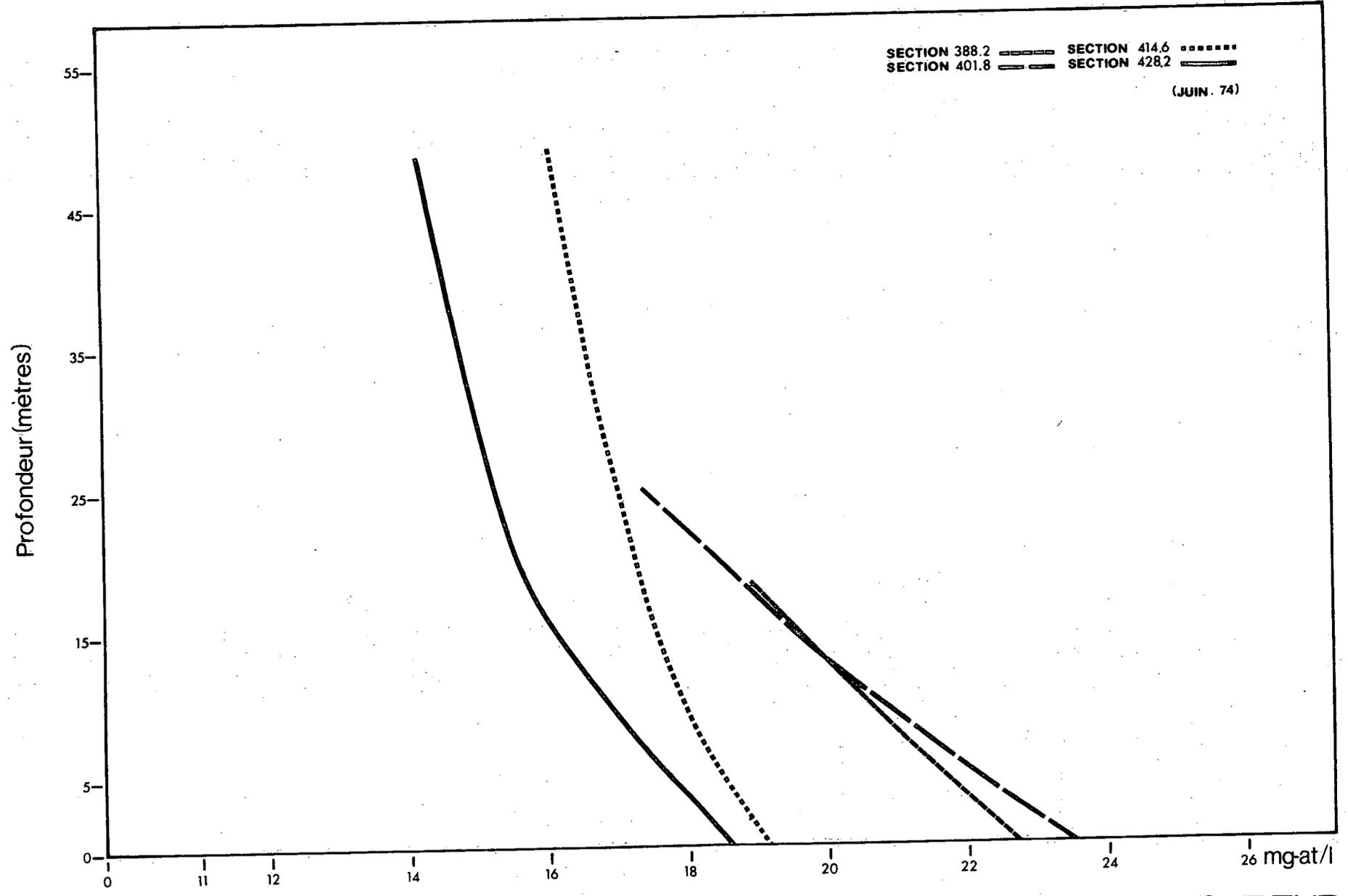
(SEPT.74)

ÉTUDE MOYENNE DE LA QUALITÉ DE L'EAU VS PROFONDEUR

ÉTUDE DU GROUPE GIROQ

SILICE VS PROFONDEUR

Figure no: 66

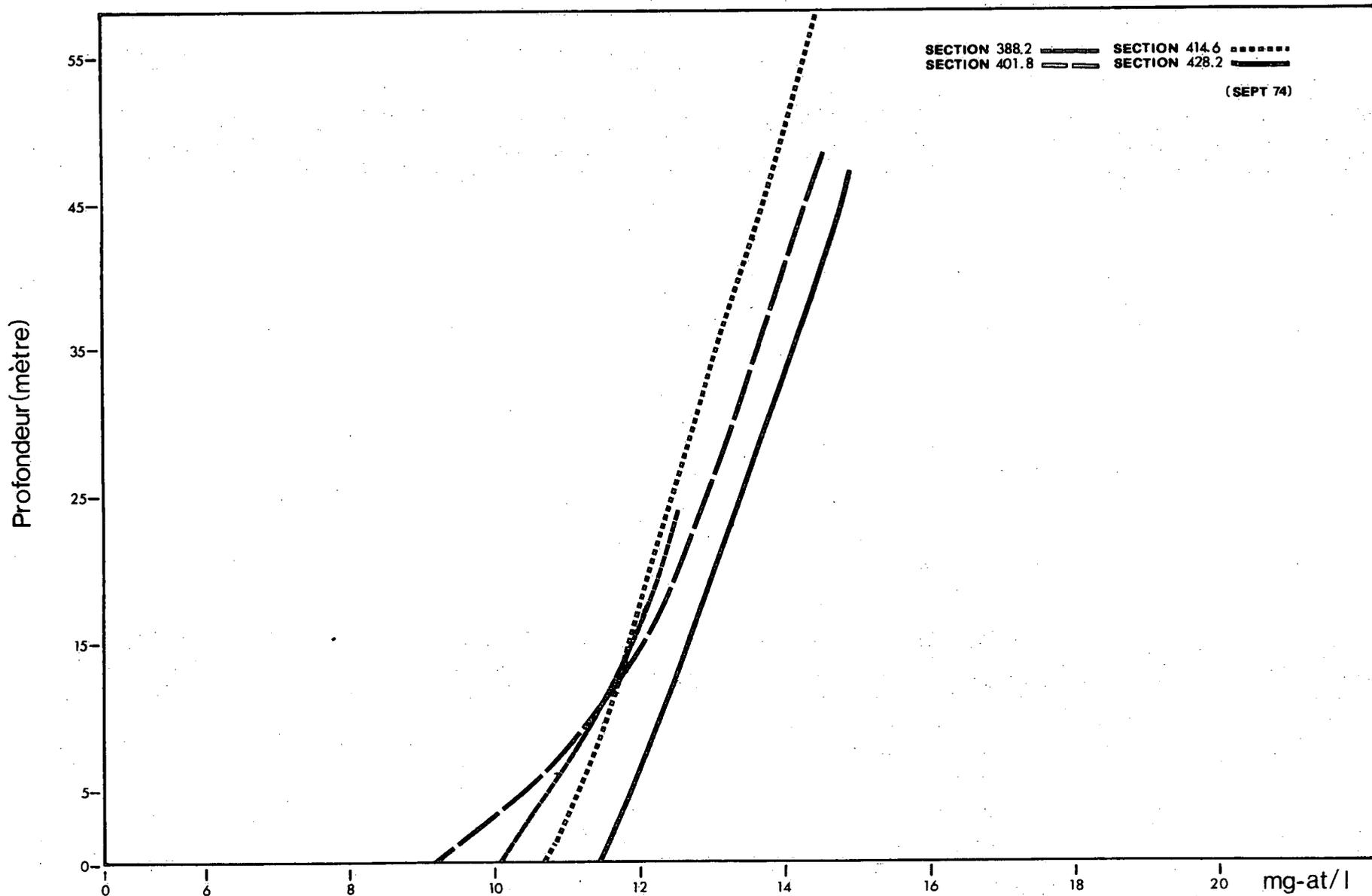


ÉTUDE MOYENNE DE LA QUALITÉ DE L'EAU VS PROFONDEUR

ÉTUDE DU GROUPE GIROQ

SILICE VS PROFONDEUR

Figure no: 67

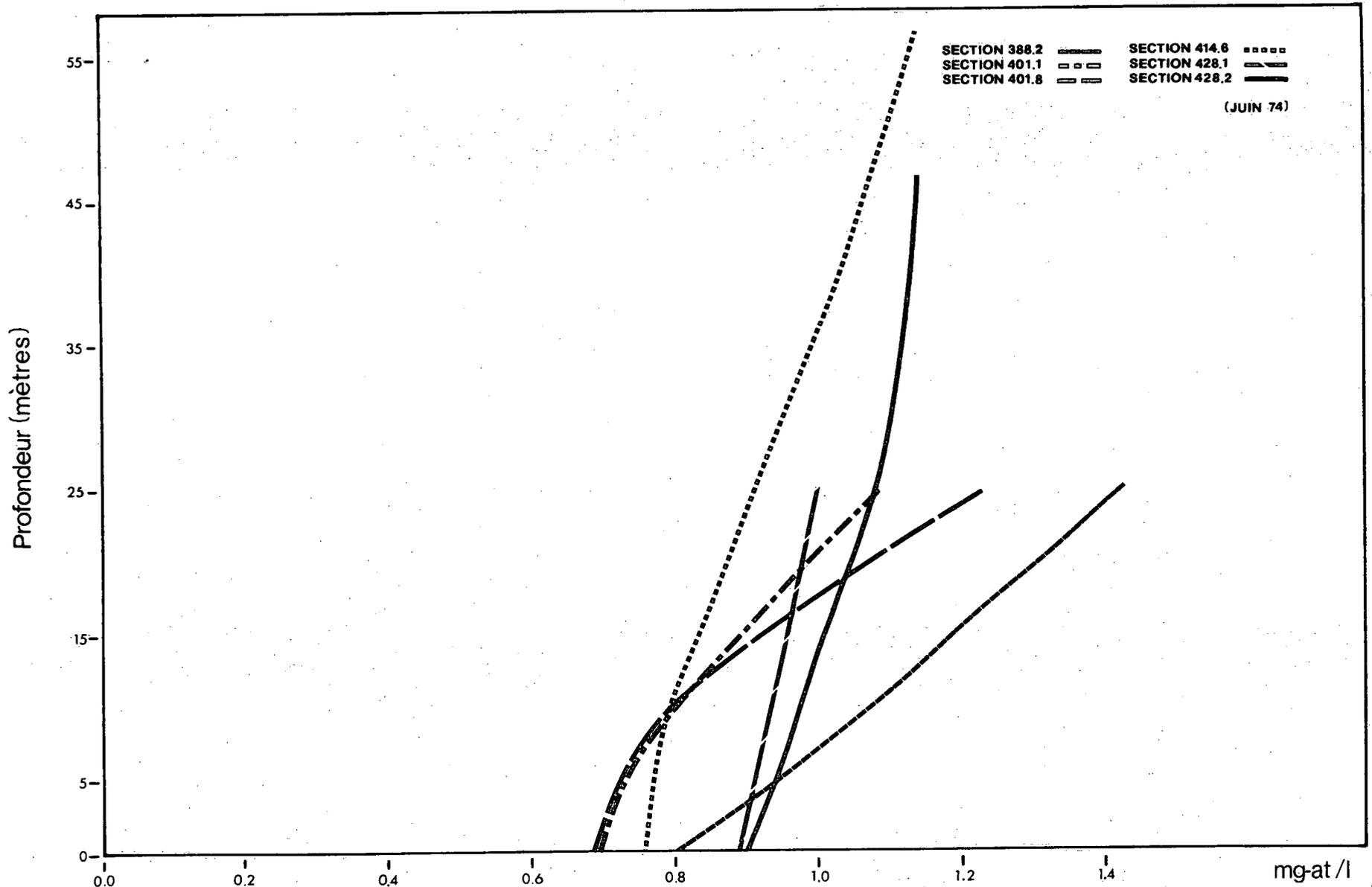


ÉTUDE MOYENNE DE LA QUALITÉ DE L'EAU VS PROFONDEUR

ÉTUDE DU GROUPE GIROQ

ORTHOPHOSPHATES VS PROFONDEUR

Figure no: 68

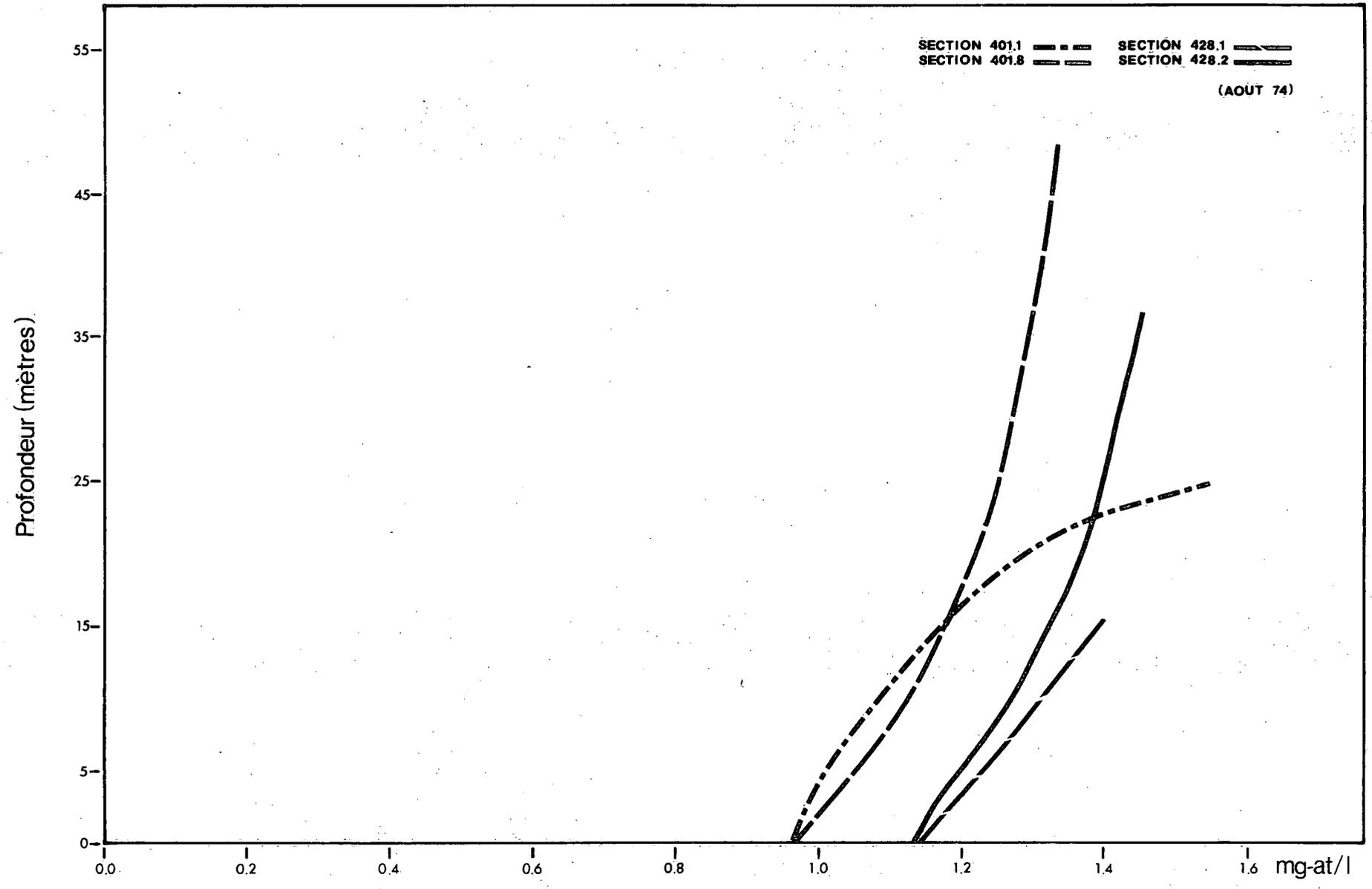


ÉTUDE MOYENNE DE LA QUALITÉ DE L'EAU VS PROFONDEUR

ÉTUDE DU GROUPE GIROQ

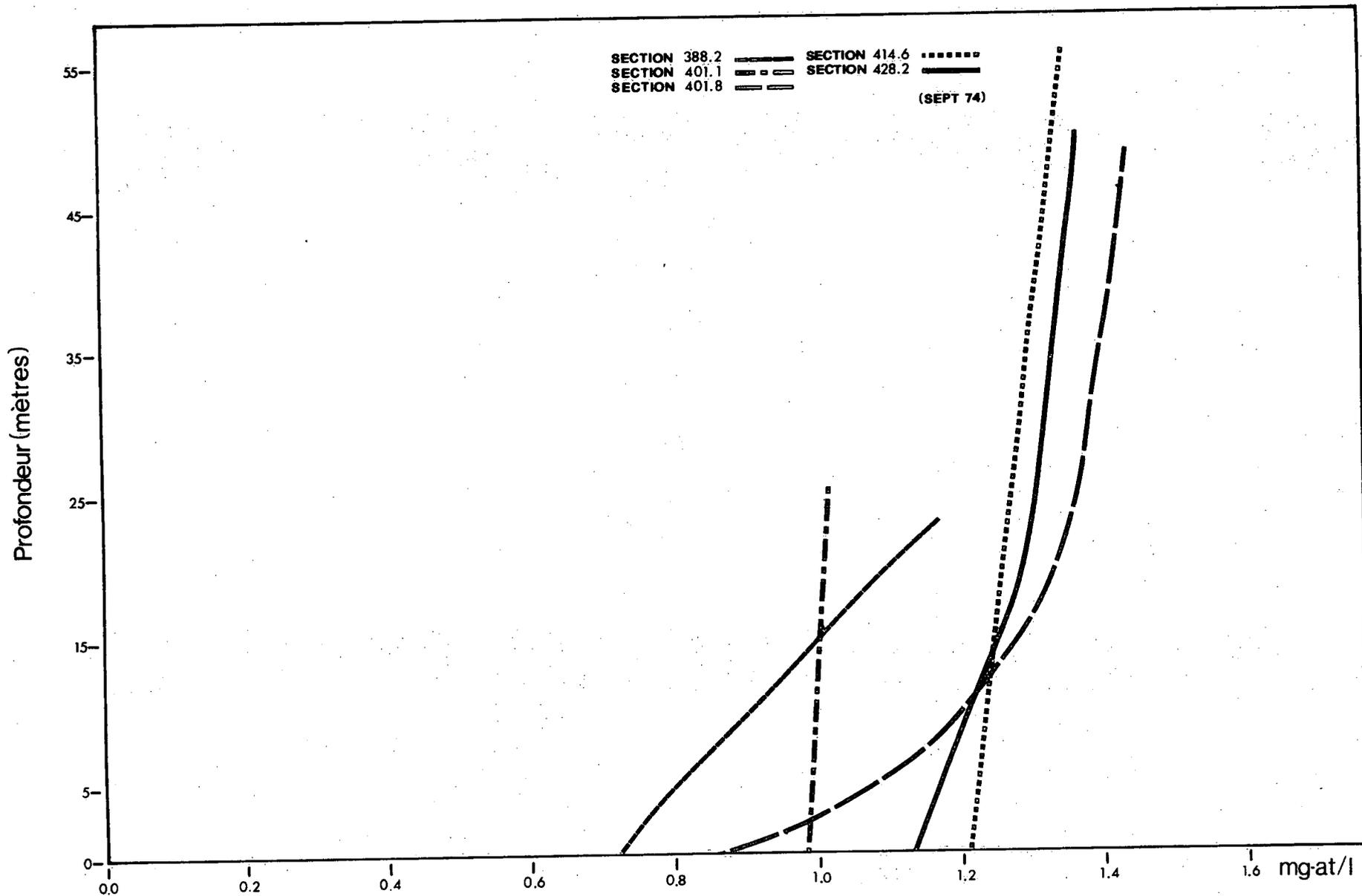
ORTHOPHOSPHATES VS PROFONDEUR

Figure no: 69



ÉTUDE MOYENNE DE LA QUALITÉ DE L'EAU VS PROFONDEUR

ÉTUDE DU GROUPE GIROQ



ORTHOPHOSPHATES VS PROFONDEUR

Figure no: 70

ÉTUDE MOYENNE DE LA QUALITÉ DE L'EAU VS PROFONDEUR