

0843474H

Annexe cartographique

Aspects physiques, chimiques et biologiques
du Saint-Laurent sur le tronçon Cornwall-Montmagny

Note: La majorité des figures présentées ici ont été conçues en vue du "Colloque sur le Saint-Laurent" qui s'est tenu les 13 et 14 novembre 1974 à Québec^{*}; elles sont le fruit d'une collaboration entre CENTREAU et l'INRS-Eau. La figure 16 est un complément à la synthèse précédente^{**}.

- * FRENETTE, M., J.L. SASSEVILLE et J.B. SERODES. (1974). Aspects physiques, chimiques et biologiques des sédiments du fleuve Saint-Laurent. Conférence présentée au Colloque sur le Saint-Laurent, les 13 et 14 novembre 1974, Québec.
- ** TESSIER, A. (1974). Influence des émissaires d'égouts et des tributaires sur la qualité du fleuve Saint-Laurent. Conférence présentée au Colloque sur le Saint-Laurent, les 13 et 14 novembre 1974, Québec.
- ** INRS-Eau. (1974). Etude du fleuve Saint-Laurent (Tronçon Cornwall-Varenes). Synthèse des études 1972-1973. INRS-Eau, rapport technique No 41, 105 p., 3 annexes. (Pour le Comité Canada-Québec sur l'étude du fleuve Saint-Laurent).

TD
227
52
157



Liste des figures

- Figure 1: Morphométrie du lit et des berges.
- Figure 2: Régime hydrodynamique.
- Figure 3: Diffusion des eaux.
- Figure 4: Usages de la ressource.
- Figure 5: Classification des stations sédimentologiques et benthiques.
- Figure 6: Transport en suspension.
- Figure 7: Nature des fonds.
- Figure 8: Distribution de la matière organique.
- Figure 9: Distribution des détergents.
- Figure 10: Capacité d'échange des sédiments et distribution du phosphore.
- Figure 11: Distribution des substances traces.
- Figure 12: Caractérisation éco-chimique des sédiments.
- Figure 13: Herbiers et zones photiques du lac Saint-François.
- Figure 14: Zones de sédimentation.
- Figure 15: Influence de la rive sur les eaux ripariennes.
- Figure 16: Répartition des apports théoriques en azote et phosphore.

Figure 1: Morphométrie du lit et des berges.

Le chenal de navigation a été constitué à la suite des dragages successifs sur presque toute la longueur du tronçon "Cornwall-Trois-Rivières" et sur la majeure partie du tronçon "Trois-Rivières-Portneuf". Les ouvrages de protection des berges sont particulièrement denses autour de l'île de Montréal et de l'île Jésus ainsi que dans la région de Québec; la majeure partie des rives du lac Saint-François, du bassin de Laprairie ainsi que du tronçon "Varennés-Sorel" ont aussi été protégées de l'érosion. Partout ailleurs, sauf pour le lac Saint-Pierre où les ouvrages de protection n'occupent qu'une faible partie des rives, la densité des aménagements riverains varie de faible à forte. Les berges fortement érodées de l'île Sainte-Thérèse, de l'île Bouchard, de certaines îles du delta de Sorel, en particulier de l'île de Grâce, ne sont pas protégées. Ça et là, sur le tronçon "Trois-Rivières-Portneuf", on rencontre des zones où les berges sont moyennement érodées.

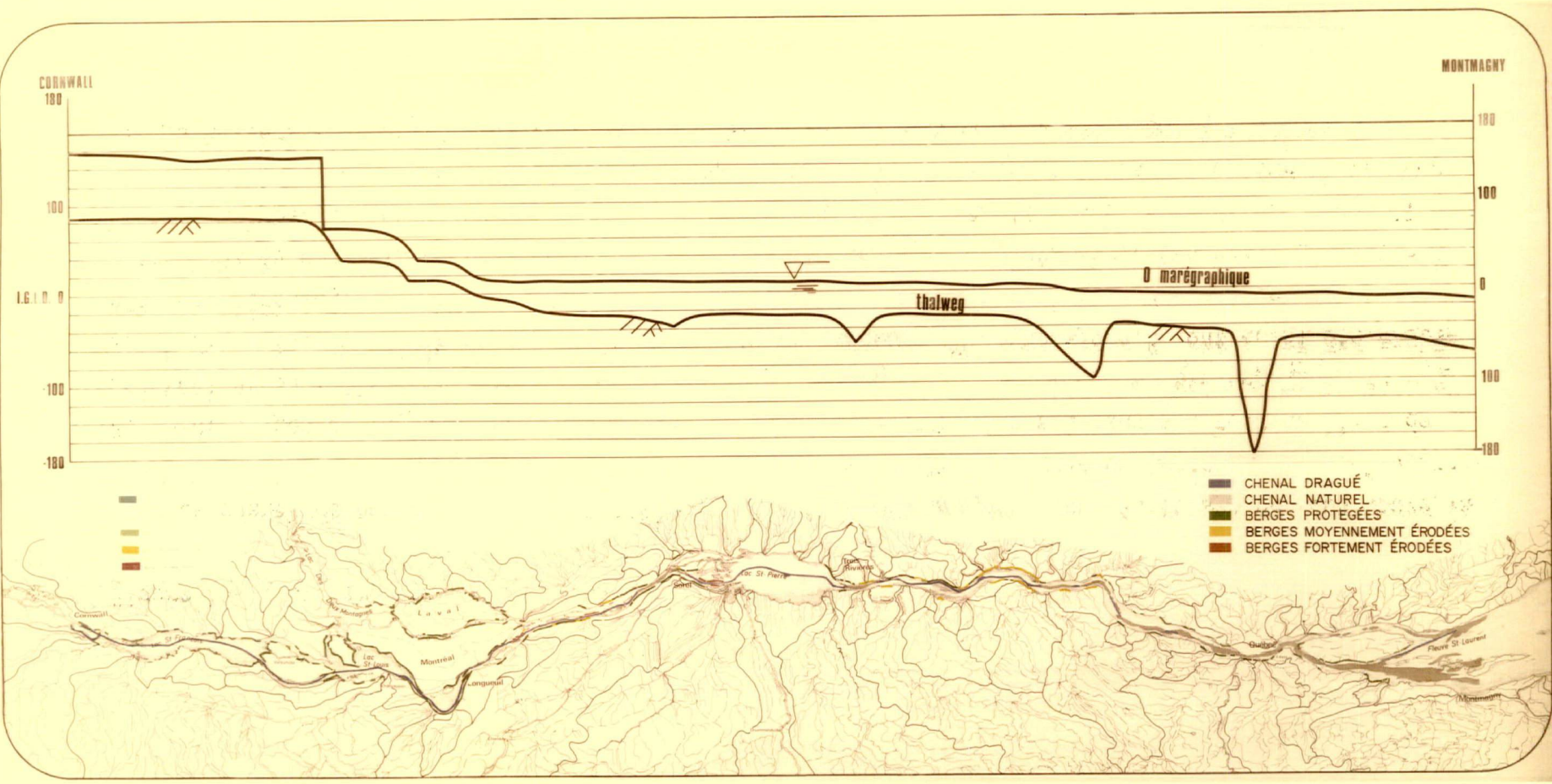


Figure 2: Régime hydrodynamique.

Quatre-vingts pourcent du débit du fleuve à la sortie de Montréal provient des Grands-Lacs, le reste originant principalement de l'Outaouais. Les tributaires du tronçon "Varennés-Québec" augmentent de 30% le débit amont; ce dernier passe ainsi d'environ 380,000 pi³/sec à Varennes à 460,000 pi³/sec à Montmagny. Dues à la régularisation naturelle des Grands-Lacs et à celle des réservoirs hydro-électriques situés sur le Saint-Laurent et l'Outaouais, les fluctuations des débits de crue et d'étiage sont très faibles, le rapport étant de 1.5. En amont de Montréal, les types d'écoulement passent de lacustre à fluvial rapide, les vitesses étant généralement comprises entre 0 et 3 pi/sec avec des pointes exceptionnelles de 5 pi/sec. En aval de Montréal, les vitesses sont comprises entre 1 et 3 pi/sec; toutefois, dans le tronçon en aval de Portneuf soumis à l'influence de la marée, les vitesses sont plus élevées (~ 5 pi/sec) et peuvent atteindre, à la marée descendante, 9 pi/sec dans la région de Québec. Le temps de parcours de l'eau de Cornwall à Portneuf est de l'ordre de 2 à 3 jours.

La dénivellation du plan d'eau entre Montréal et Québec est d'environ 29 pieds; la pente moyenne à marée basse est de 5×10^{-5} pied/pied.

FIG.2. RÉGIME HYDRODYNAMIQUE

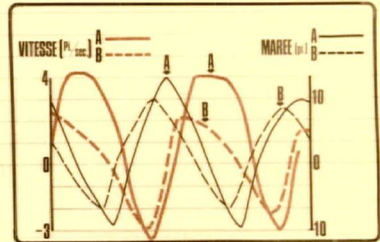
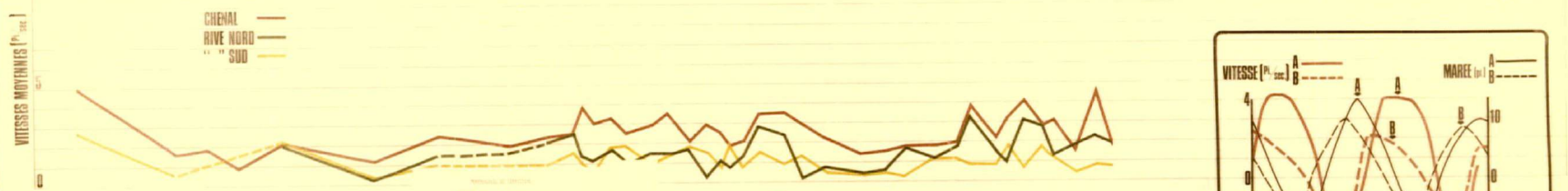
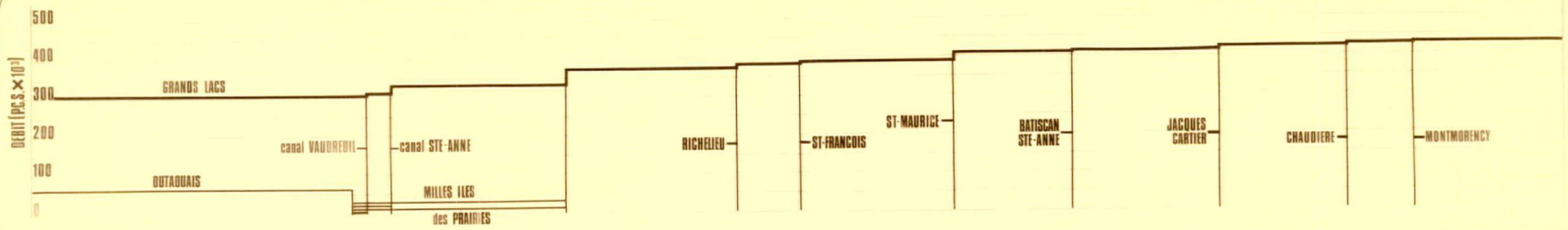


Figure 3: Diffusion des eaux.

On rencontre trois blocs de mélange importants sur le Saint-Laurent de Cornwall à Québec: il s'agit du mélange des eaux de la rivière des Outaouais avec celles du Saint-Laurent, du mélange des eaux du Saint-Maurice et du mélange des eaux du groupe de tributaires formé par le Richelieu, la Saint-François et la Yamaska avec celles du Saint-Laurent. En règle générale, les effluents sont immédiatement rabattus contre les rives et leurs eaux côtoient sans glissement majeur celles du Saint-Laurent sur des distances considérables avant de se mélanger. En aval de Portneuf, la présence de marées à courant réversible amorce la mélange de l'ensemble des eaux qui sera complété à Québec.

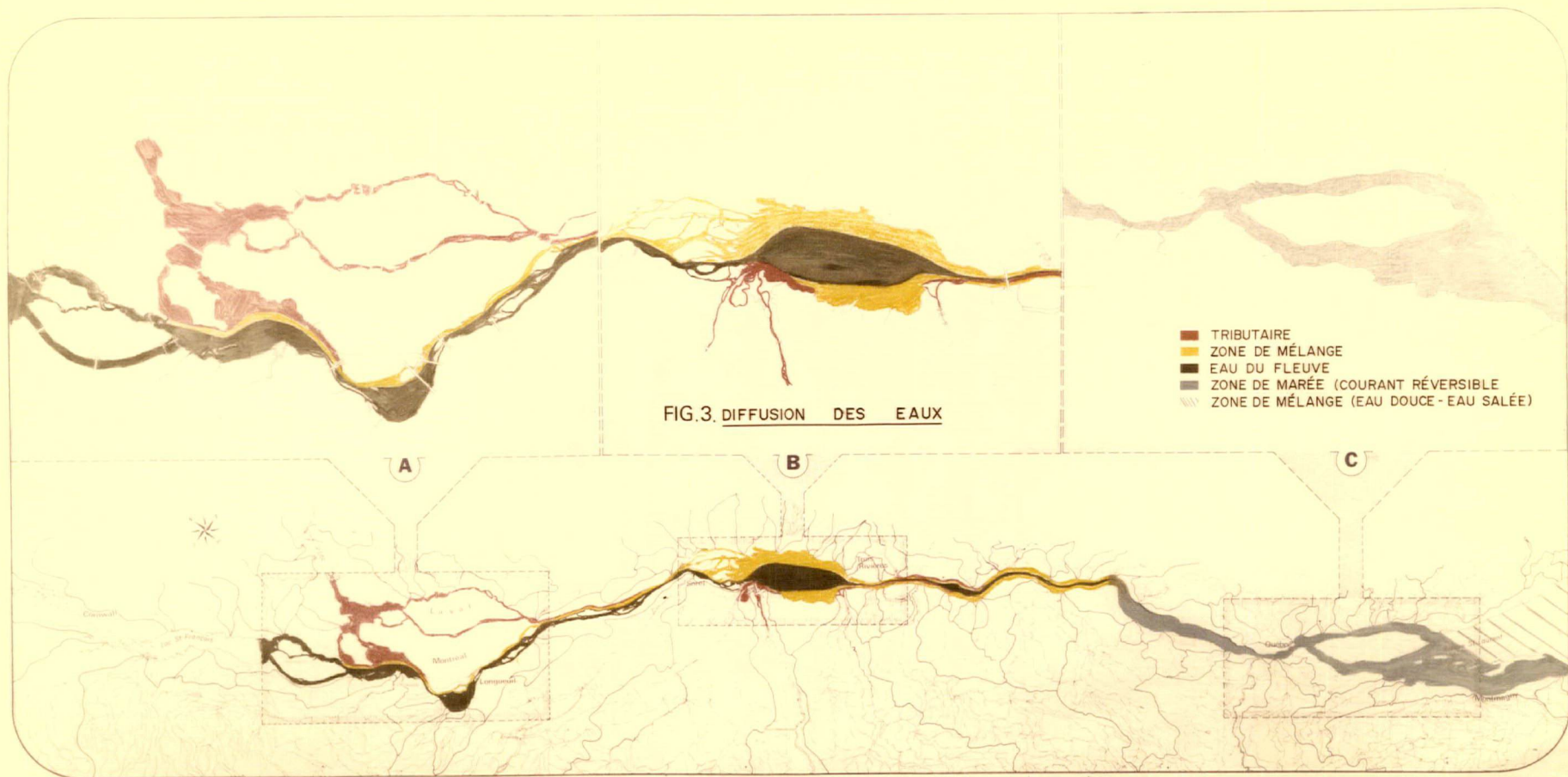


Figure 4: Usages de la ressource.

On rencontre trois blocs biogéographiques majeurs où la ressource est utilisée comme source d'alimentation, comme milieu récepteur d'eaux usées et comme zone récréative: il s'agit de la région de Montréal, du lac Saint-Pierre (de Sorel à Trois-Rivières inclusivement) et de Québec (de Deschambault à Montmagny). Les émissaires d'égouts, sources importantes d'azote et de phosphore, font sentir leur influence plus fortement le long des berges; ils affectent les activités récréatives (baignade) en contaminant de bactéries fécales plusieurs plages situées en aval des points de déversement. De la même façon, les prises d'eau à proximité des berges seront influencées par les nombreux déversements d'eaux usées.

ETUDES ST-LAURENT

MONTREAL

LAC ST-PIERRE

QUEBEC



LEGENDE

- ✦ PRISE D'EAU
- EMISSAIRE D'EGOUT COMBINE
- ⇨ EMISSAIRE D'EGOUT SANITAIRE
- PLUSIEURS PETITS EMISSAIRES
- PLAGE
- ZONE PROPICE A LA FAUNE SAUVAGINE
- ZONE PROPICE A LA RECREATION

A

B

C

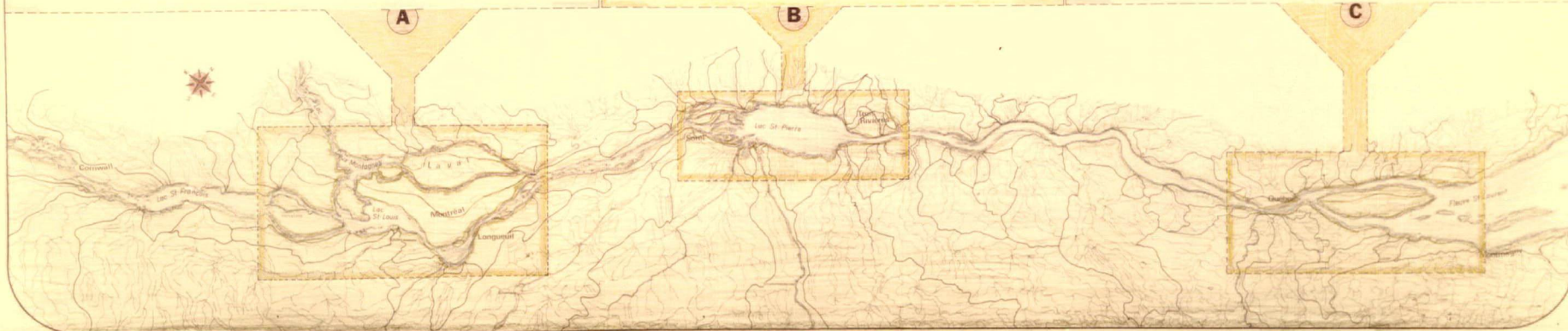


Figure 5: Classification des stations sédimentologiques et benthiques.

On a démontré 139 stations qui ont servi aux études sédimentologiques et benthiques effectuées par trois organismes de recherche différents: Beak et ECO-Recherches pour les études benthiques, ainsi que CENTREAU pour les études physiques et biochimiques des sédiments. Ceci fait clairement apparaître que malgré l'intérêt taxonomique des études biologiques et la qualité de la caractérisation des sédiments (régime et composition), certains des résultats restent inexploitable par manque de coordination des diverses études biophysiques.

Fig. 5. Classification des stations sédimentologiques et benthiques.

ETUDES ST-LAURENT

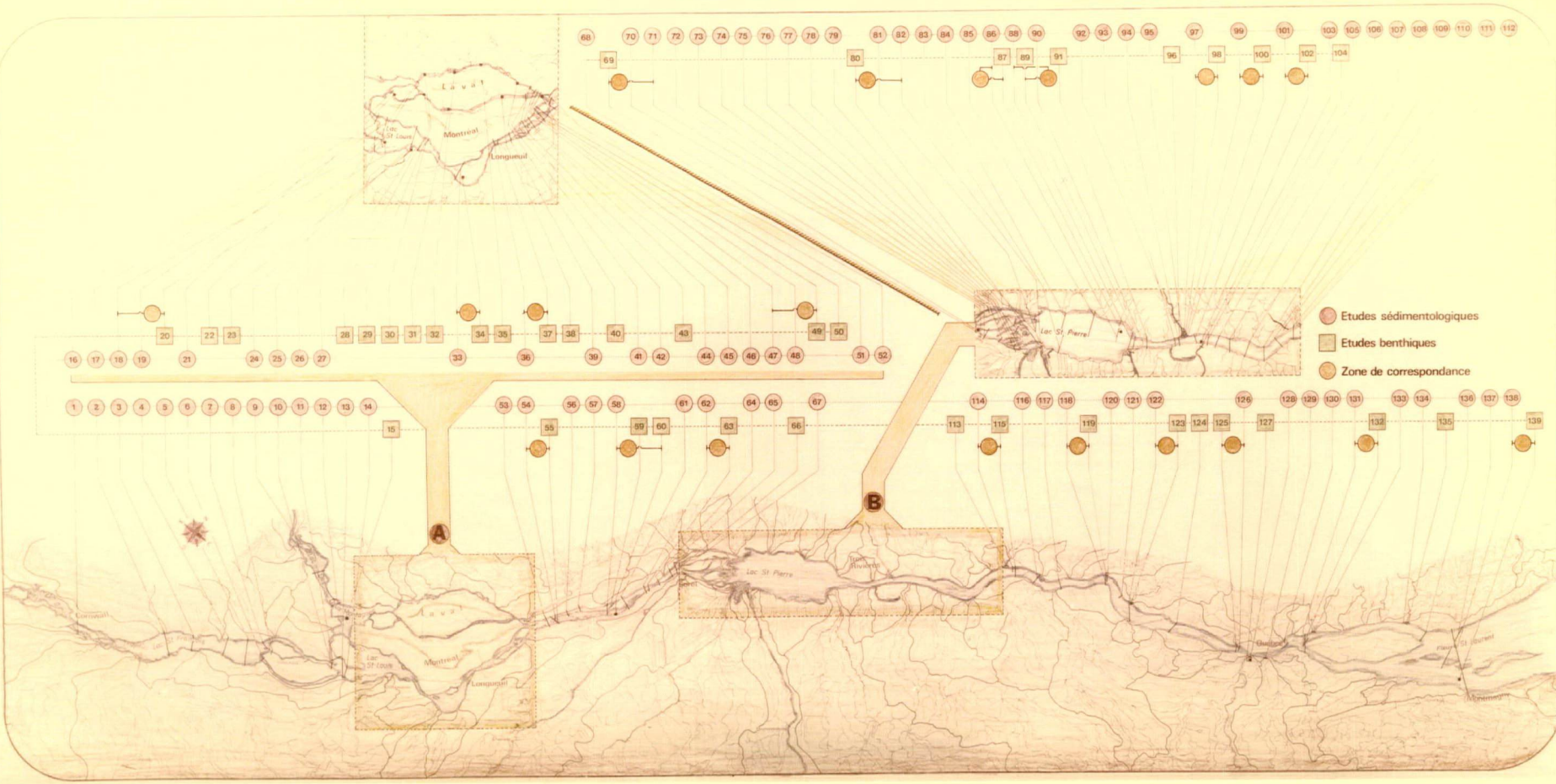


Figure 6: Transport en suspension.

De façon générale, la concentration de sédiments en suspension est faible (< 15 mg/litre); toutefois, sa variabilité spatio-temporelle est élevée. On remarque une augmentation de la charge solide en suspension en aval du lac Saint-Pierre, particulièrement en période de crue. D'après les valeurs des concentrations de sédiments en suspension dans la région de Québec, on calcule un débit solide d'environ 4.2×10^6 tonnes/année; en fait, il s'agirait d'une sous-estimation de la valeur réelle qui serait supérieure à 20×10^6 tonnes/année. Il semble que l'érosion du lit du Saint-Laurent contribue peu à la charge solide en suspension et que les tributaires principaux (par exemple Châteauguay, Yamaska, Saint-François, la Chaudière etc...) et le bassin versant du fleuve en soient les principales sources d'approvisionnement; le Saint-Laurent posséderait une capacité de transport supérieure à ses différents apports en solides.

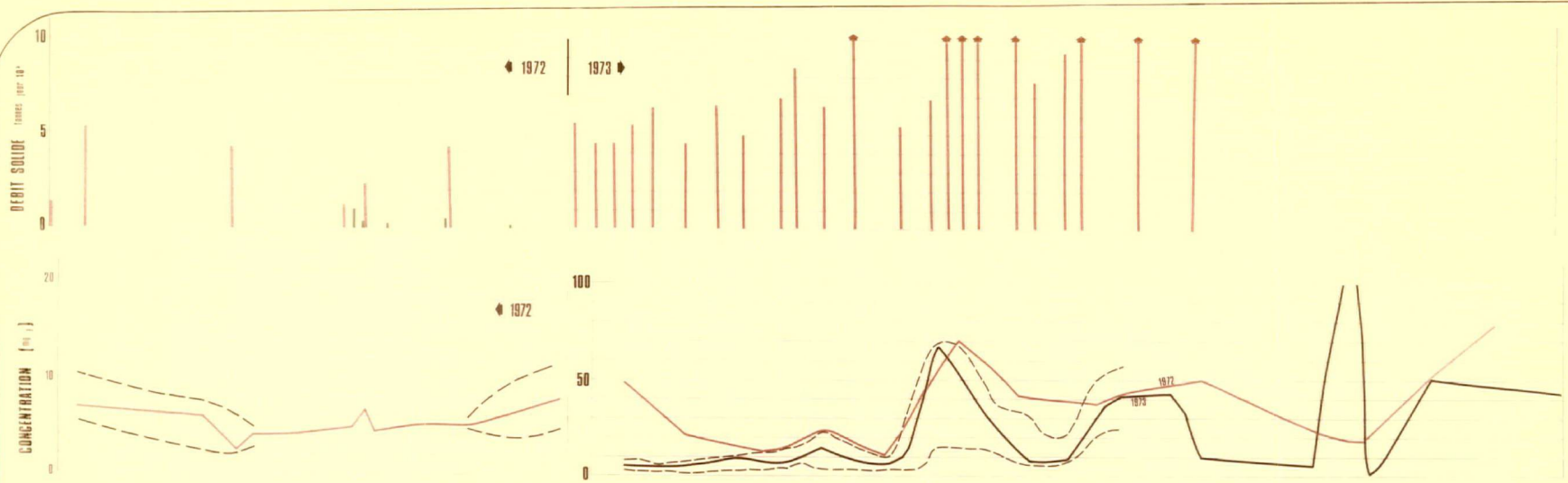


Fig.6. TRANSPORT EN SUSPENSION



Figure 7: Nature des fonds.

Les matériaux formant le lit du Saint-Laurent sont diversifiés: argile compacte, sable fin, gravier, mélange de sable et de gravier, limon, et mélange de sable, de limon et d'argile. Dans les tronçons "Cornwall-Valleyfield", "lac Saint-Louis-Varennnes" et "Varennnes-Sorel", on assiste à une ségrégation naturelle des matériaux de fond: les sédiments de fond, hors du chenal, deviennent de plus en plus fins de l'amont vers l'aval. On retrouve des limons et des sables et différents mélanges de limon et de sable dans les aires de sédimentation où le courant est faible; les argiles compactes et les graviers présentant un pavage stable, on les rencontre surtout dans les aires de courant élevé.

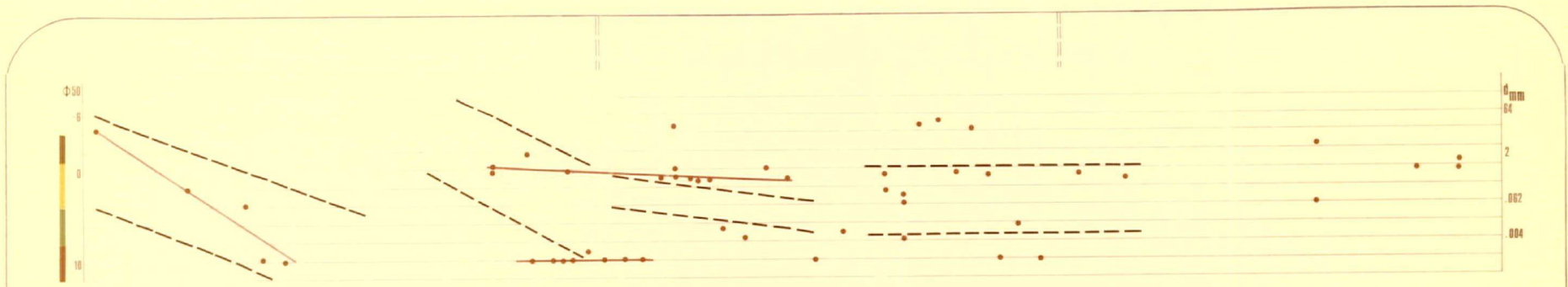


FIG. 7. NATURE DES FONDS

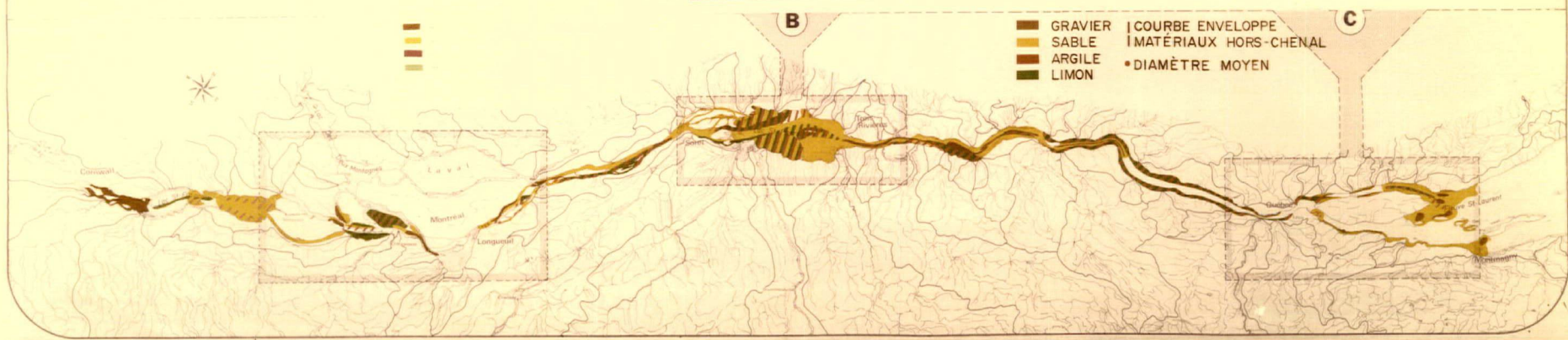


Figure 8: Distribution de la matière organique.

Le pourcentage de matière volatile des sédiments du fleuve Saint-Laurent dépasse rarement 10% (perte de poids à 700°C). La distribution des valeurs est très variable et celles-ci sont d'autant plus élevées que le sédiment est plus fin et que les vitesses de courant sont faibles.

La matière humique, extraite des sédiments en solution alcaline, représente une fraction importante de la teneur réelle en matière organique des sédiments; les concentrations ainsi mesurées varient de 100 mg/kg dans les zones à courant rapide à 5,000 mg/kg dans les zones propices à la sédimentation. Les concentrations élevées rencontrées dans le lac des Deux-Montagnes témoignent de la vocation forestière du bassin de l'Outaouais; en aval du lac des Deux-Montagnes et dans le Saint-Laurent, de Cornwall à Varennes, les concentrations passent de élevées à moyennes puis diminuent progressivement jusqu'à Sorel.

Dans le delta de Sorel, les concentrations en substances humiques augmentent brusquement confirmant ainsi une aire de sédimentation importante.

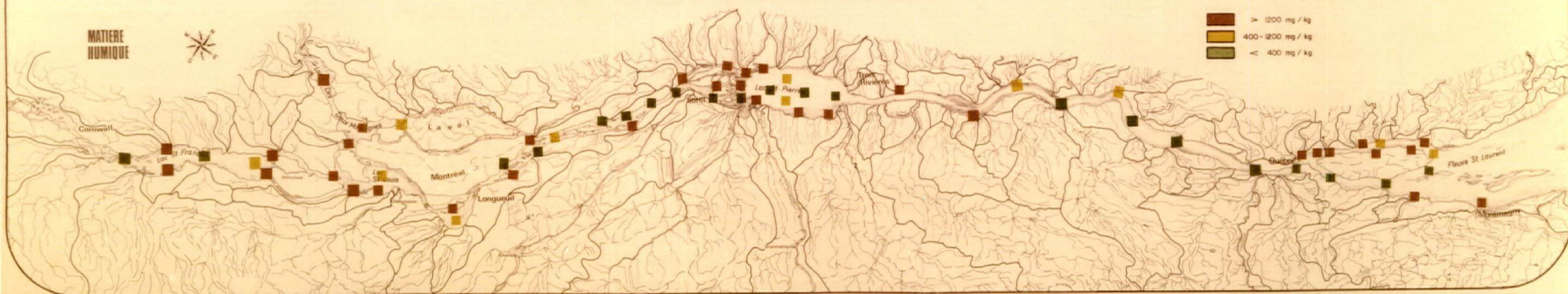
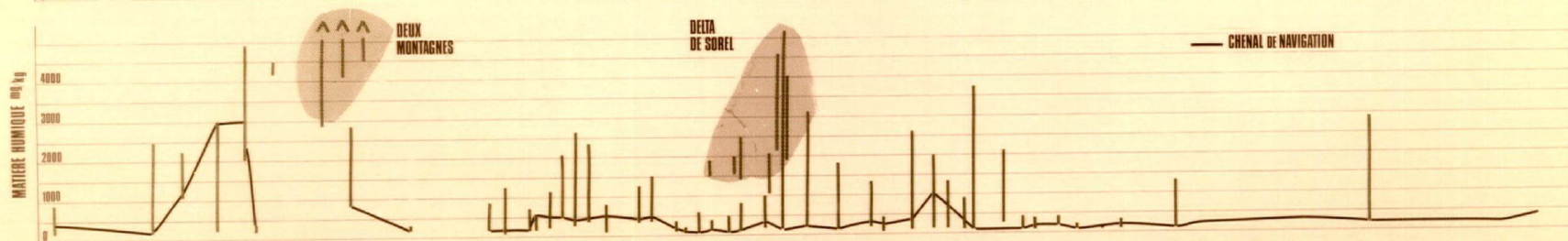
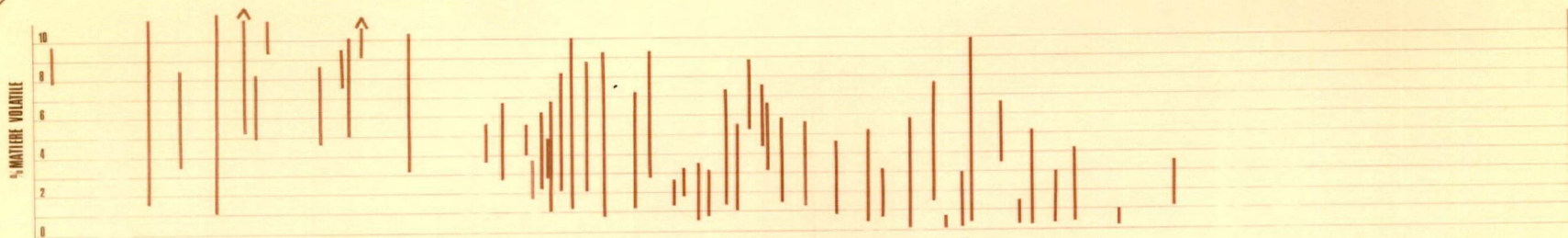


Figure 9: Distribution des détergents.

Les détergents présents partout dans les sédiments du Saint-Laurent sont d'origine récente (30 ans) et proviennent de l'activité humaine; leur caractère anionique leur confère des propriétés d'adsorption à la surface des solides et une fraction importante des L.A.S. et des A.B.S. seront adsorbées sur les solides présents dans l'égout avant leur déversement dans les eaux réceptrices. Ils sont un indice de l'impact des activités humaines sur la qualité des sédiments de fond; ainsi, immédiatement en aval de Valleyfield, de Montréal, de Sorel, de Trois-Rivières et de Québec, on décèle des concentrations élevées (> 10 mg/kg) de détergents. Dans les aires propices à la sédimentation telles que le delta de Sorel et les battures de Gentilly, les détergents associés aux sédiments pourraient provenir d'effluents urbains ou industriels situés immédiatement en amont ou dont le point d'injection est situé beaucoup plus haut en amont.

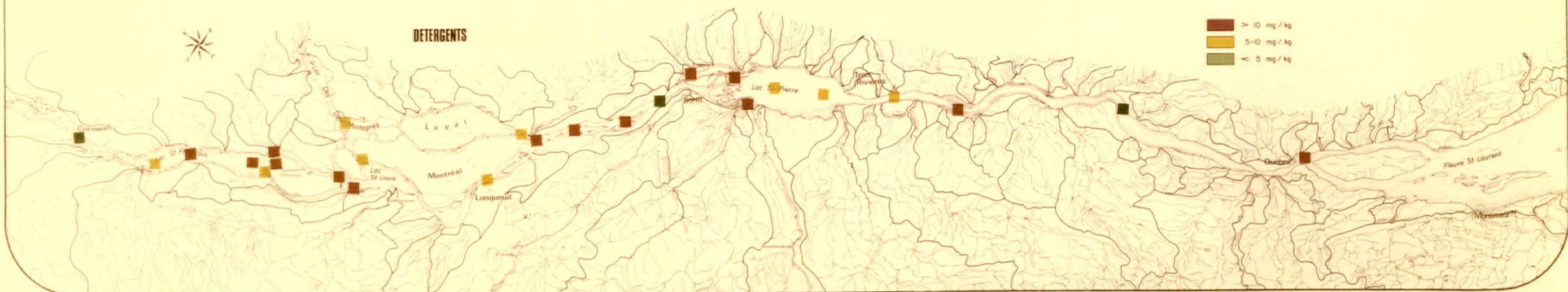
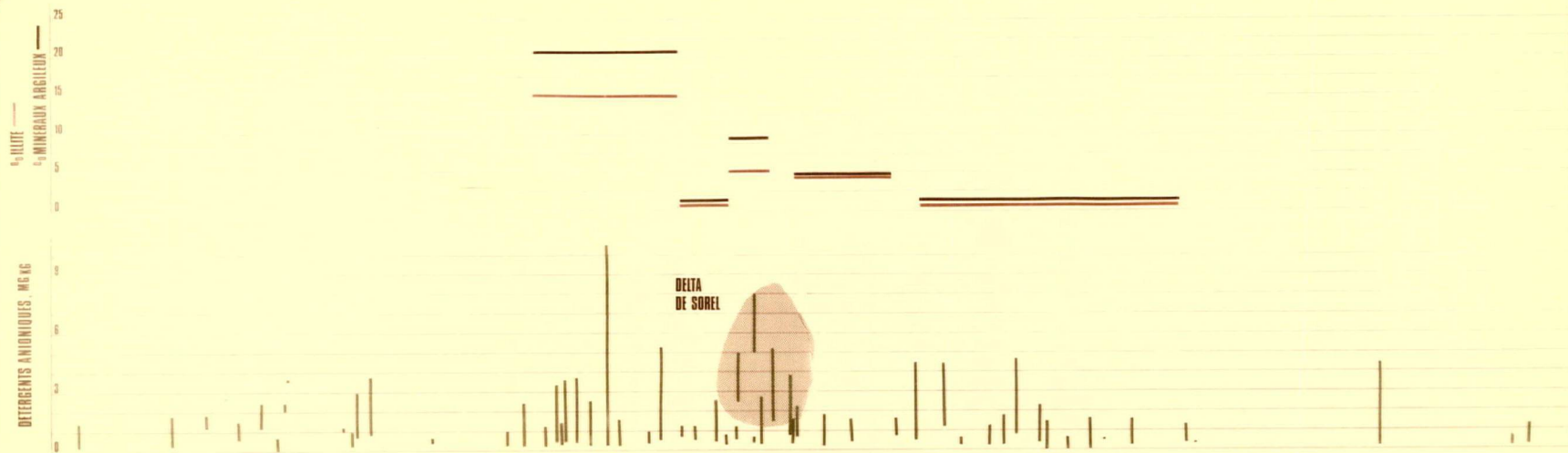


Figure 10: Capacité d'échange des sédiments et distribution du phosphore.

La capacité d'échange des sédiments, c'est-à-dire le nombre de sites ioniques actifs auxquels peuvent être associés des ions métaboliques, est relativement faible dans le Saint-Laurent en aval de Montréal, exception faite du tronçon "Varennés-Contrecoeur" et des battures de Gentilly où la capacité d'échange peut être considérée comme moyenne. La teneur moyenne en phosphore des sédiments est de l'ordre de 800 mg/kg; on décèle une augmentation de concentration de l'amont vers l'aval dans le lac Saint-François, et des concentrations singulièrement élevées dans le lac des Deux-Montagnes, dans le delta de Sorel et les embouchures des rivières Richelieu, Yamaska, Saint-François, Nicolet et Batiscan. Le pourcentage de phosphore disponible (phosphore Olsen) est de l'ordre de 2%, et peut atteindre jusqu'à 5% dans le delta de Sorel et dans la région de Portneuf où le renversement de courant provoque une sédimentation intense près des rives.

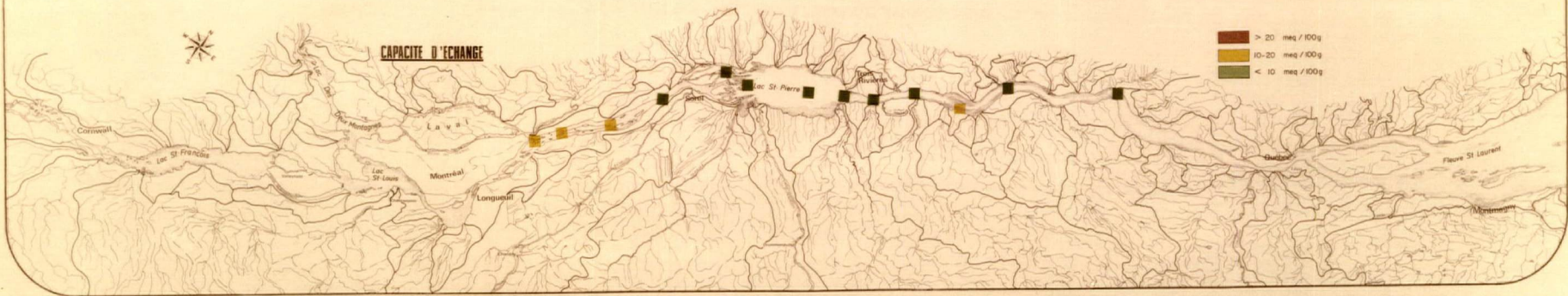
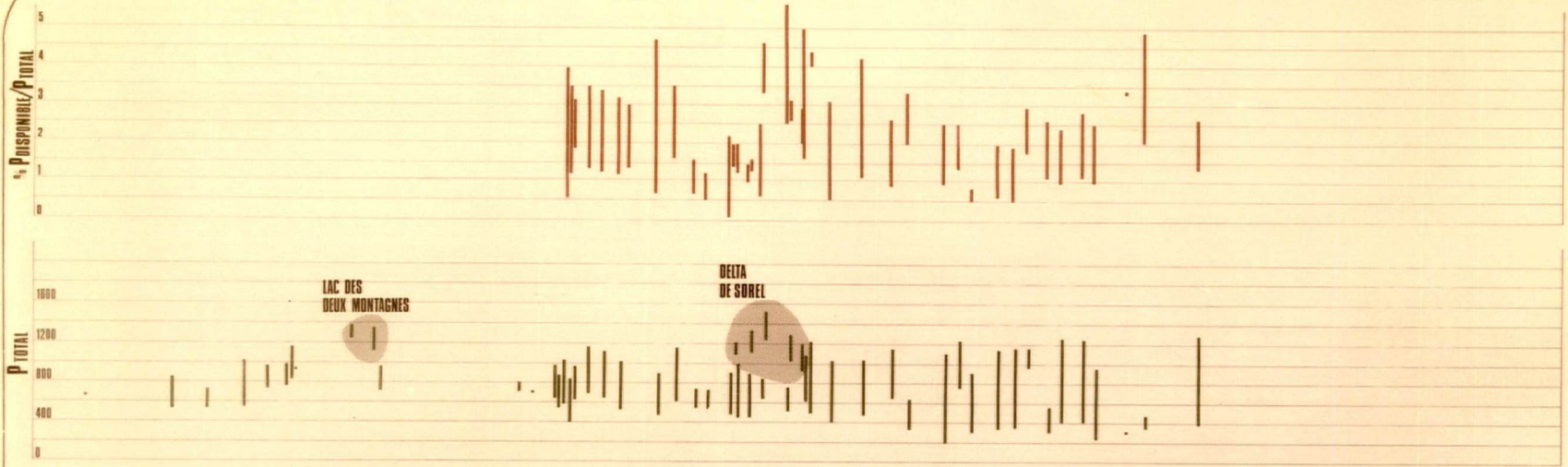


Figure 11: Distribution des substances traces et identification des aires d'accumulation des sédiments.

Dans la région de Montréal, où la teneur en plomb des sédiments a été mesurée, on rencontre généralement des concentrations élevées (> 30 mg/kg) en aval du lac Saint-François, en amont du lac Saint-Louis, en amont du lac des Deux-Montagnes et en aval du bassin de Laprairie. Le mercure est généralement peu abondant dans le tronçon "Yarenes-Québec" (< 1 mg/kg); toutefois, on a détecté des concentrations alarmantes dans la baie de Valleyfield, en amont du lac Saint-Louis, à la confluence de la rivière des Prairies et de la rivière des Mille-Iles. Le zinc est l'élément trace le plus abondant dans les sédiments (20-260 mg/kg); les concentrations les plus élevées ont été mesurées dans la baie de Valleyfield, à la confluence des rivières des Prairies et des Mille-Iles ainsi que dans le delta de Sorel et à l'aval de la ville de Québec.

Le césium, dont l'activité isotopique (Cs-137) peut servir d'indicateur des dépôts sédimentologiques jeunes (postérieur à 1954), apparaît à des concentrations élevées dans la rivière Outaouais (à l'amont du lac des Deux-Montagnes), à l'amont du lac Saint-Louis, à la confluence des rivières des Prairies et Mille-Iles, dans la région des îles de Verchères et dans le delta de Sorel. La désintégration du Cs-137 est surtout élevée dans le lac des Deux-Montagnes, dans le Saint-Laurent, en aval de Montréal, et en amont du lac Saint-Pierre; dans ces régions les dépôts sédimentologiques sont susceptibles d'être postérieurs à 1954.

Le DDT, mesuré uniquement dans le lac Saint-Pierre, est plus abondant en amont qu'en aval et diminue progressivement des berges vers le chenal mettant ainsi en évidence l'impact des tributaires à vocation agricole.

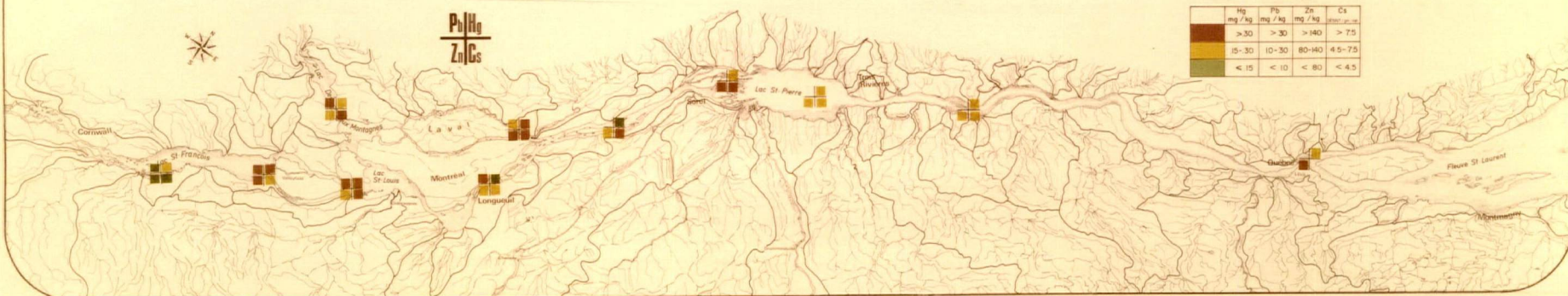
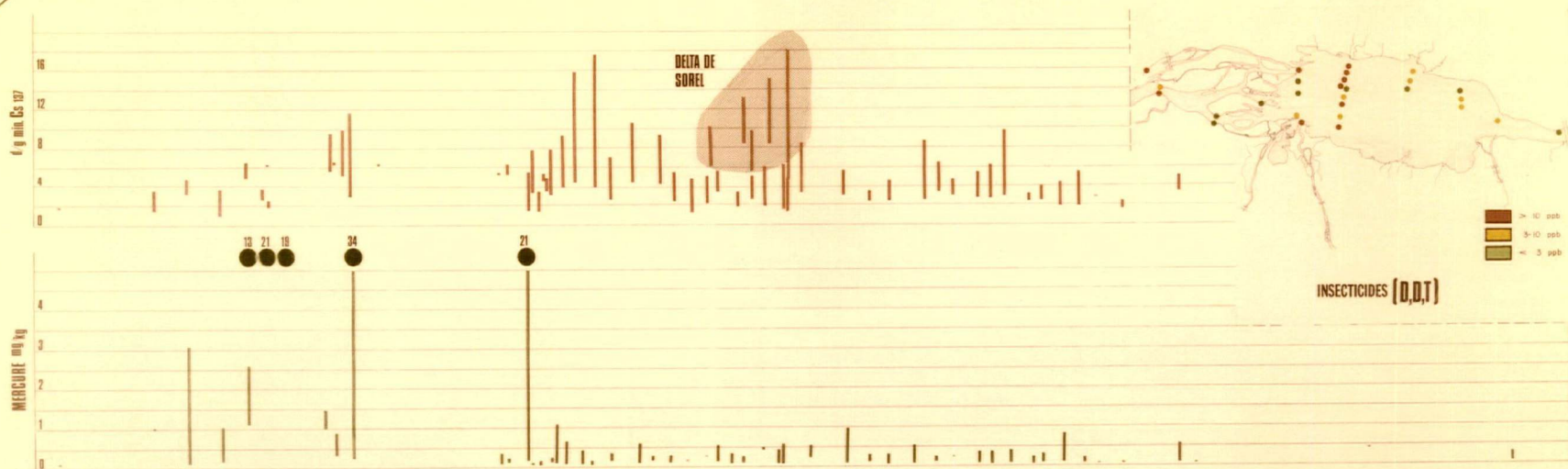


Figure 12: Caractérisation éco-chimique des sédiments.

La mesure de l'indice de diversité et de l'indice organique des sédiments a permis de les caractériser de façon globale; un indice de diversité élevé et un indice organique faible représentant de façon générale une bonne qualité du sédiment, tandis qu'à l'inverse, un indice de diversité faible associé à un indice organique élevé seront les caractéristiques d'une qualité médiocre. Ainsi, on peut remarquer que les zones biologiquement dégradées se situent dans les zones de dépôt et d'accumulation des polluants, à proximité des développements urbains et industriels (îles de Boucherville, nord du delta de Sorel, rade de Portneuf et entrée du bras nord de l'île d'Orléans). Cependant, dans certaines zones de déposition, on trouve des indices de diversité qui témoignent d'une qualité biologique relativement bonne: sud du lac Saint-Louis, sud des îles de Boucherville et sortie du bras nord de l'île d'Orléans. De façon générale, la caractérisation éco-chimique des sédiments révèle une bonne qualité.

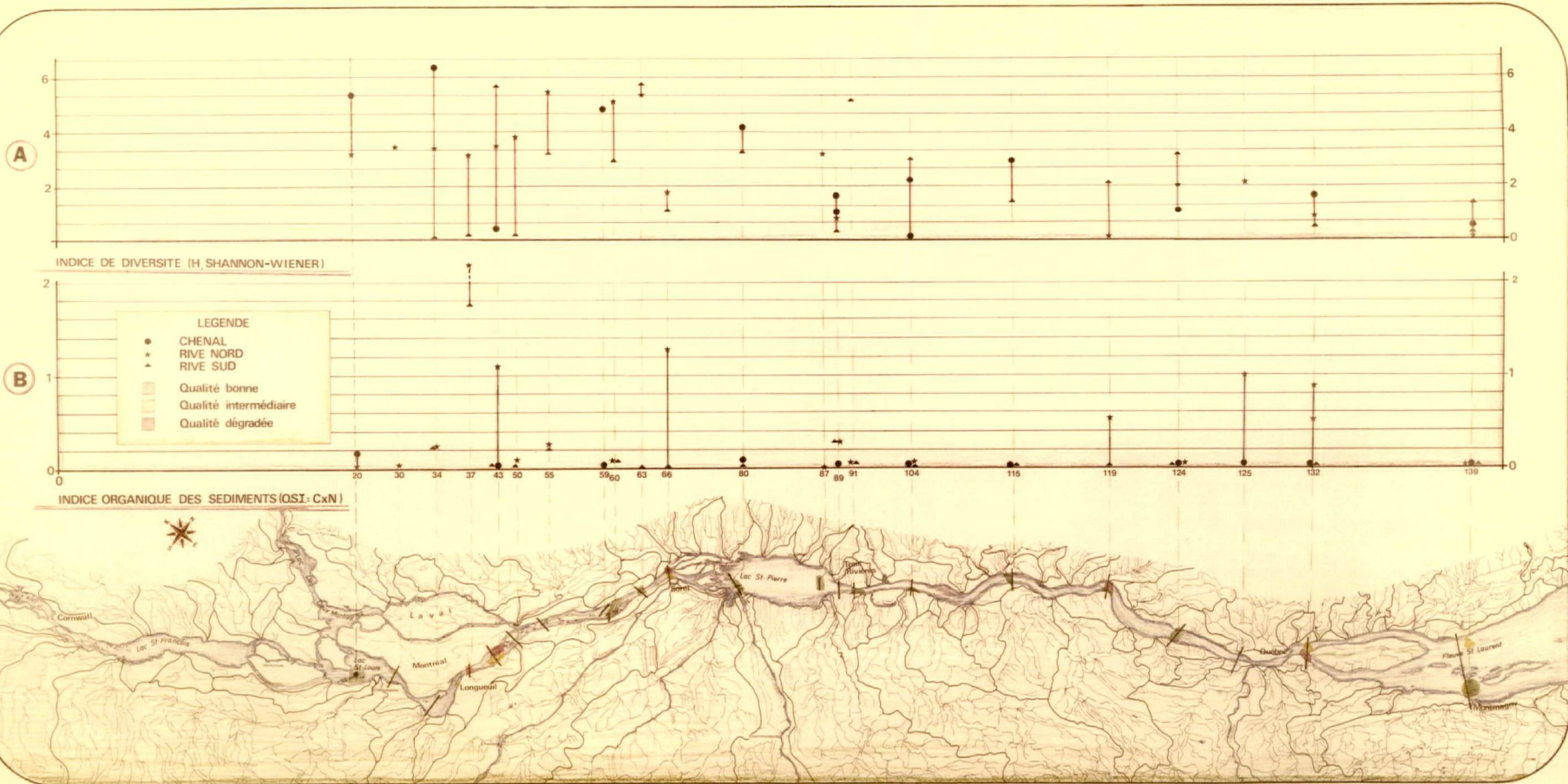


Figure 13: Herbiers et zones photiques du lac Saint-François.

On remarque à l'amont du lac Saint-François que de nombreux herbiers ont été identifiés dans la majorité des baies; de plus, les zones photiques susceptibles de favoriser la croissance d'algues benthiques sont nombreuses et très étendues.

Fig. 13. Herbiers et zones photiques du
LAC ST-FRANÇOIS.

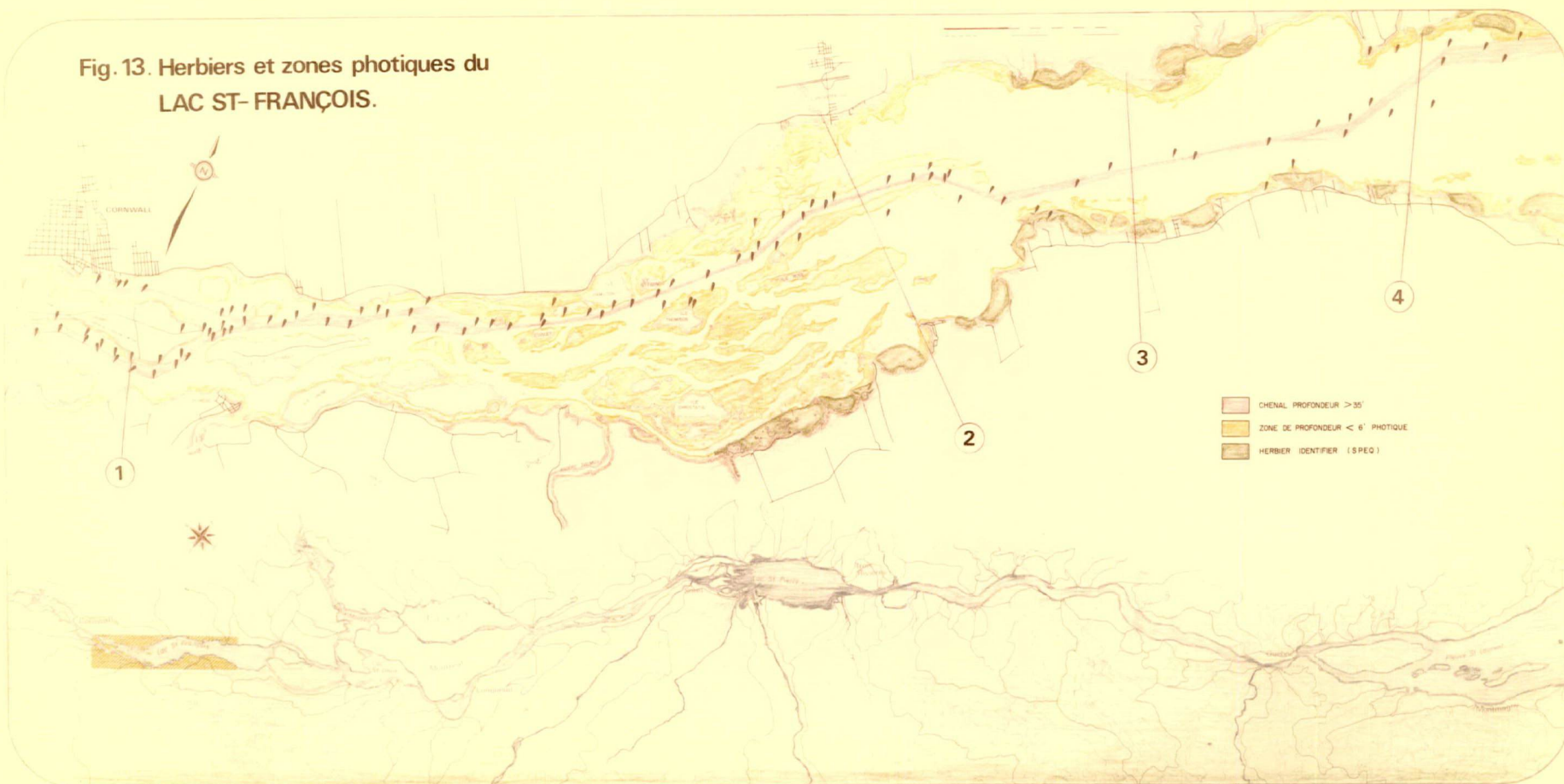


Figure 14: Zones de sédimentation.

Les zones de sédimentation ont été identifiées à partir de paramètres morpho-sédimentologiques et physico-chimiques caractérisant les aires de sédimentation intense. On a pu identifier au moins six régions favorisant particulièrement la formation de dépôt et l'accumulation des polluants:

- la région de Valleyfield à Beauharnois;
- le lac des Deux-Montagnes;
- les îles de Verchères;
- le delta de Sorel et la rive sud du lac Saint-Pierre;
- les battures de Gentilly;
- le bras nord de l'Île d'Orléans.

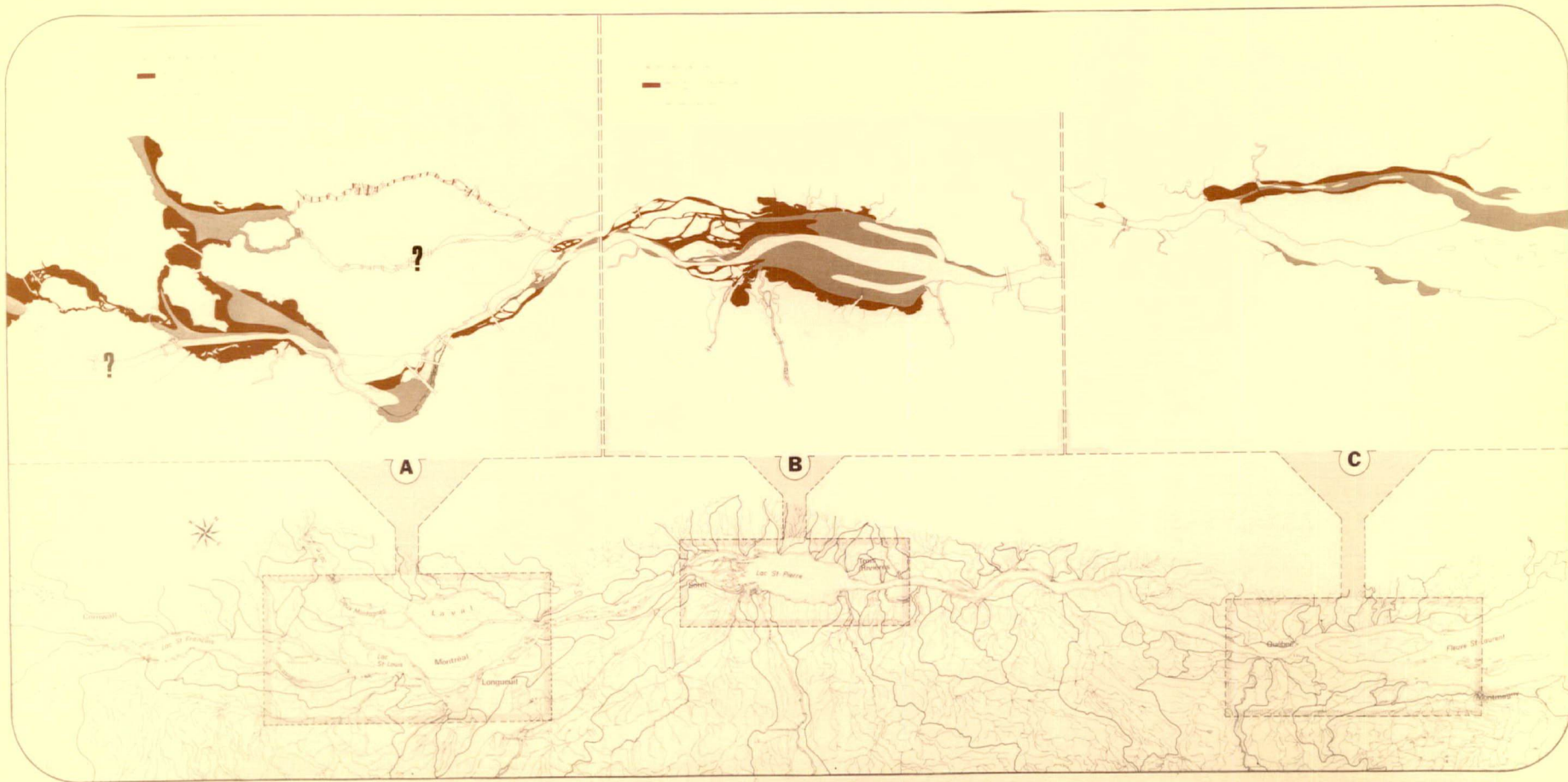


Figure 15: Influence de la rive sur les eaux ripariennes.

Cette figure permet de préciser l'importance du nombre de zones de confluence dans la région d'étude: 90% du nombre total des bassins de la rive nord et 83% du nombre des bassins de la rive sud qui ont un accès direct au fleuve ont une superficie inférieure à 500 milles carrés; 75% (rive nord) et 77% (rive sud) d'entre eux ont une superficie inférieure à 100 milles carrés. Bien qu'ils n'occupent qu'une faible proportion de la superficie du bassin versant du Saint-Laurent dans la région d'étude (respectivement 10 et 20% de la superficie totale pour les bassins inférieurs à 500 milles carrés), nous devons reconnaître que leur influence a été négligée jusqu'à maintenant tant au point de vue physique, chimique que biologique.

La figure 15 montre que le nombre de bassins croît beaucoup plus rapidement que la superficie drainée. En abordant le Saint-Laurent comme un macro-système, la résolution qu'il est possible d'atteindre ne permet pas d'évaluer l'apport propre à chaque bassin. Dans ce contexte, à l'intérieur du domaine de superficies où $\frac{dN/dS}{dS_c/dS}$ est très grand et où N = le nombre de bassins, S = la surface du bassin, et S_c - la superficie cumulée, il est indispensable de faire intervenir la problématique des sources diffuses. Ainsi, il serait important de tenter d'évaluer leur rôle dans la dynamique de l'écosystème du Saint-Laurent.

FIG.15

LA RIVE NORD ET LA RIVE SUD DU FLUVE ST-LAURENT
ET LEUR DISTRIBUION EN BASSEINS ET SUPERFICIES

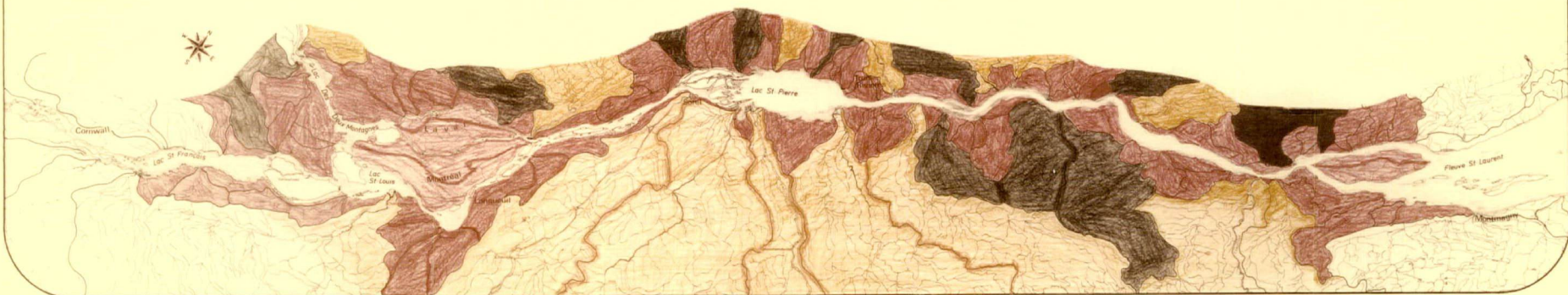
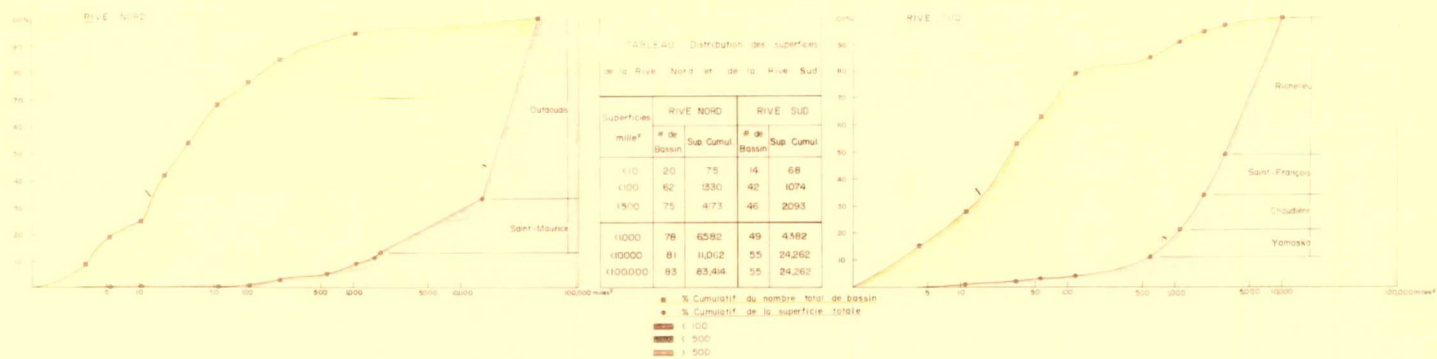


Figure 16: Répartition des apports théoriques en azote et phosphore.

La figure 16 montre, pour les principaux bassins déversant leurs eaux dans le fleuve, les apports théoriques en azote et phosphore et la répartition de leur origine (Population(P), Cultures engrais-sées (C), Elevage (E)).

Bassin	Azote (en 100 lb/jour)	Répartition %			Phosphore (en 100 lb/jour)	Répartition %		
		P	C	E		P	C	E
<u>Rive Nord</u>								
Presqu'île Vaudreuil-Soulanges	452	7	8	85	98	3	20	77
Versant nord des Milles-Iles	196	20	4	76	42	10	15	75
Ile Jésus	83	82	9	9	15	45	43	12
Ile de Montréal	600	99	0	1	61	96	2	2
Assomption	443	7	10	82	128	3	26	71
Maskinongé	97	4	5	91	25	2	15	83
Du Loup	81	50	5	90	21	2	14	84
Saint-Maurice	113	48	4	48	21	26	15	59
Batiscan	146	4	11	85	36	2	31	67
Sainte-Anne	102	5	12	83	25	2	34	64
Jacques-Cartier	55	11	11	78	14	5	33	62
Montmorency	3	38	2	60	1	19	11	70
<u>Rive Sud</u>								
Versant Sud (St-Régis-Châteauguay)	166	10	10	80	34	5	34	61
Châteauguay	264	9	13	78	66	4	37	59
Versant sud (Caughnawaga-Varenes)	201	38	13	49	53	4	47	39
Richelieu	883	7	19	74	243	2	41	57
Yamaska	1260	5	15	80	342	2	33	65
Saint-François	949	8	13	79	242	3	33	64
Nicolet	542	4	17	79	149	2	40	58
Bécancour	514	5	15	80	137	2	38	60
Chaudière	722	5	9	86	180	2	25	73
Etchemin	226	4	7	89	58	2	19	79
Du Sud	267	3	7	90	67	1	21	78

Figure 16 - Répartition des apports théoriques en azote et phosphore.

