

Documentaire sur le bassin de la rivière Richelieu



Canada

(Service de la gestion de l'environnement
Région du Québec)
Environnement Canada
Québec, 1976

FC
2945.R5
C36
Ex.1

SEI

SEI

RESUME

Le développement accéléré de la région sud de Montréal au cours de la dernière décennie a entraîné une détérioration de la qualité de l'environnement et particulièrement une dégradation importante du milieu aquatique du bassin de la rivière Richelieu. Le documentaire présente, dans un premier temps, un portrait de la partie canadienne du bassin versant de la Richelieu comprenant un aperçu socio-économique, une description des caractéristiques physiques du bassin et enfin une caractérisation sommaire des populations biologiques en interrelation avec le milieu aquatique. Une identification des principaux problèmes, principalement des conflits d'utilisation de la ressource eau complète le document.

ABSTRACT

In the region south of Montreal, increased development during the past decade caused a deterioration in environmental quality, particularly of the aquatic habitat of the Richelieu River and of its tributaries. The first three sections of this report give an overview of the Richelieu Basin including the socio-economic structure, the main physical characteristics and a summary of the characteristics of the biological populations related to aquatic system. The fourth and final chapter identifies the main problems to be coped with if the various conflicts in water use are to be resolved.

PREFACE

Les nombreux problèmes reliés à la ressource eau, l'abondance des études existantes ainsi que les projets d'investissement projetés par des ministères provinciaux et fédéraux, ont incité le Service de la Gestion de l'Environnement (SGE) à choisir le bassin de la rivière Richelieu pour réaliser un premier documentaire portant sur la ressource eau.

L'approche retenue se veut intégrée en ce sens qu'elle met l'accent sur l'eau et ses interactions avec l'urbanisation, l'industrialisation, l'agriculture, la forêt, la faune et la récréation.

Pour réaliser l'étape du documentaire de la Richelieu, le SGE a créé un comité et lui a donné le mandat de réaliser la synthèse des études existantes et de présenter une problématique.

Le comité regroupait des représentants de chacune des 4 composantes du SGE (la Direction régionale des Eaux intérieures, la Direction régionale de la Faune, la Direction régionale des Forêts, la Direction régionale des Terres) ainsi qu'un représentant du Service de Protection de l'Environnement (SPE).

Nous tenons à remercier les ministères et organismes du gouvernement du Québec (Office de Planification et de Développement du Québec, ministère des Richesses naturelles, Services de Protection de l'Environnement, ministère de l'Industrie et du Commerce, ministère du Tourisme, de la Chasse et de la Pêche) qui ont collaboré à ce travail en fournissant des documents, des compilations spéciales ou certaines données essentielles. Nous tenons également à remercier tout le personnel de soutien technique et en particulier Monsieur Denis Labonté, dessinateur, et Mademoiselle Marie Auclair, secrétaire, pour leur collaboration.

Ce documentaire ne propose pas de solutions mais présente plutôt une situation de faits et souligne les principaux problèmes rencontrés. Le comité espère

que le documentaire sera perçu comme un document de discussion et une amorce sérieuse aux étapes subséquentes des études et des réalisations.

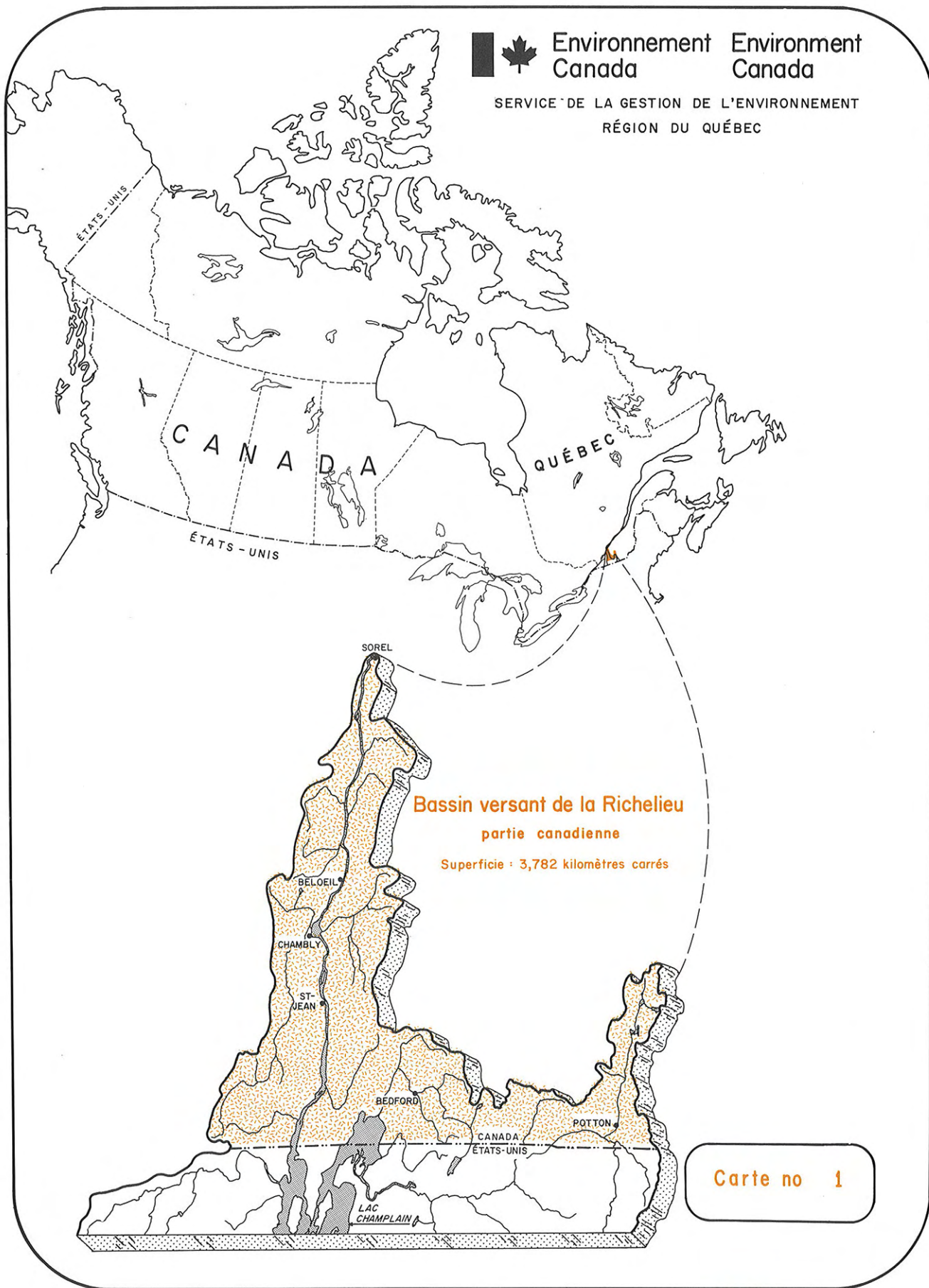
Les membres du comité

Hospice Alves	SPE
André Bourget	SGE - Faune
Marcel Couture	SGE - Eaux intérieures
Jean-Pierre Ducruc	SGE - Terres
Michel P. Lamontagne	SGE - Eaux intérieures
Henri Le Blanc	SGE - Forêts
Alain Leduc	SGE - Direction générale
Donald McGirr	SGE - Eaux intérieures
Jean-Yves Pelletier	SGE - Eaux intérieures



Environnement Canada

SERVICE DE LA GESTION DE L'ENVIRONNEMENT
RÉGION DU QUÉBEC



Carte no 1

TABLE DES MATIERES

	PAGE
RESUME (ABSTRACT)	iii
PREFACE	iv
TABLE DES MATIERES	vii
LISTE DES TABLEAUX	ix
LISTE DES FIGURES	xi
LISTE DES CARTES	xii
LISTE DES ABREVIATIONS	xiv
INTRODUCTION	xv
 1. APERCU SOCIO-ECONOMIQUE	 1
1.1 PERSPECTIVES DEMOGRAPHIQUES	1
1.2 EMPLOI	2
1.3 URBANISATION	8
1.4 EVALUATION DES BESOINS EN EAU	14
1.5 AGRICULTURE	14
1.6 TOURISME ET RECREATION	20
 2. CARACTERISTIQUES PHYSIQUES	 26
2.1 HYDROLOGIE	26
2.1.1 Le réseau hydrographique	26
2.1.2 Hydrométrie	31
2.2 METEOROLOGIE	39
2.3 GEOLOGIE DU SUBSTRATUM	41
2.4 LES SOLS	42
2.4.1 Description sommaire	42
2.4.2 Problèmes soulevés lors de l'analyse de la documentation existante	47
2.5 LE RELIEF	48
2.6 LES EAUX SOUTERRAINES	48
2.6.1 Les aquifères	49
2.6.2 Qualité de l'eau souterraine	51

2.7	QUALITE DES EAUX RECEPTRICES	52
2.7.1	Sources d'information	52
2.7.2	Caractérisation par tronçon	54
2.7.3	Qualité physico-chimique	55
2.7.4	Qualité biologique des eaux	63
2.8	QUALITE DES APPORTS	64
2.8.1	Evaluation de la charge polluante	64
2.8.2	Effluents municipaux	65
2.8.3	Effluents industriels	67
3.	CARACTERISTIQUES BIOLOGIQUES	69
3.1	LA FAUNE AQUATIQUE ET SEMI-AQUATIQUE	69
3.1.1	Les oiseaux migrateurs	69
3.1.2	Les poissons	73
3.1.3	Les mammifères	75
3.2	LA FORET	76
3.2.1	Utilisation des terres	76
3.2.2	Relation forêt-eau	79
3.3	RELATION AGRICULTURE-EAU	86
3.3.1	Utilisation de l'eau à des fins agricoles	87
3.3.2	Effets de l'agriculture sur le régime hydrique	87
4.	PROBLEMATIQUE	93
4.1	PERSPECTIVES DE DEVELOPPEMENT	93
4.2	UTILISATION MUNICIPALE ET INDUSTRIELLE	95
4.3	UTILISATION AGRICOLE	100
4.4	UTILISATION A DES FINS RECREATIVES	104
4.5	LA VIE AQUATIQUE	107
4.6	LES INONDATIONS	108
4.7	ORIENTATIONS POSSIBLES	110
	REFERENCES	111
	ANNEXE A	123

LISTE DES TABLEAUX

Tableau

- 1.1 Evolution de la population totale des comtés municipaux
- 1.2 Evolution de la population et de l'emploi total (1961-1971)
- 1.3 Evaluation des besoins en eau domestique et industrielle (en millions de litres par jour)
- 1.4 Besoins en eau domestique et industrielle pour les principales villes ou agglomérations en 1971
- 1.5 Evolution de la structure agricole de 1961 à 1966
- 1.6 Activités de plein air
- 2.1 Caractéristiques des lacs du bassin de la Richelieu
- 2.2 Stations hydrométriques dans le bassin de la Richelieu
- 2.3 Fréquence des débits à la station 030401 à Chambly (1938-1972)
- 2.4 Transport de sédiments en suspension
- 2.5 Répertoire des stations météorologiques
- 2.6 Evolution de la qualité physico-chimique à la station des rapides Fryers
- 2.7 Usines d'épuration existantes
- 3.1 Répartition de l'utilisation des terres
- 3.2 Importance relative des principaux peuplements
- 3.3 Liste des principaux groupements d'essences et surfaces correspondantes par sous-ensemble
- 3.4 Taux de boisement approximatif des principaux tributaires
- 3.5 Répartition des substances fertilisantes et des engrais composés vendus dans la province de Québec en 1973

- 4.1 Prévisions des besoins en eau des agglomérations qui s'alimentent à partir de la rivière Richelieu
- 4.2 Pollution urbaine (égouts sanitaires)

LISTE DES FIGURES

Figure

- 2.1 Débits mensuels de la Richelieu à Chambly - station 030401
- 2.2 Niveau moyen du lac Champlain à Rouses Point (Période 1937 à 1972)
- 2.3 Variations longitudinales de certains paramètres
- 4.1 Evolution prévisible de la pollution déversée dans la Richelieu

LISTE DES CARTES

Carte

- 1 Bassin versant de la Richelieu
- 2 Municipalités et population des principales agglomérations en 1971 et 1986
- 3 Evolution de la population
- 4 Evolution de l'emploi par grand secteur d'activité (1961-1986)
- 5 Impact de l'urbanisation sur l'agriculture en 1986
- 6 Possibilités des terres pour la récréation
- 7 Le réseau hydrographique
- 8 Stations hydrométriques et de qualité de l'eau en opération
- 9 Profil en long des principaux cours d'eau
- 10 Météorologie
- 11 Géologie du substratum
- 12 Lithologie
- 13 Le relief
- 14 Les eaux souterraines
- 15 Sources principales de pollution
- 16 Possibilités des terres pour la sauvagine
- 17 Distribution du poisson d'intérêt sportif et commercial
- 18 Importance de la région pour la pêche
- 19 La forêt
- 20 Utilisation des terres: généralisée

- 21 Possibilités agricoles des sols
- 22 Zones agroclimatiques
- 23 Problèmes majeurs

LISTE DES ABREVIATIONS

°C	-	degrés Celsius
cm.	-	centimètre
DBO ₅	-	demande biochimique en oxygène à 5 jours
g.	-	gramme
ha.	-	hectare
j.	-	jour
kg.	-	kilogramme
km.	-	kilomètre
km. ²	-	kilomètre carré
l.	-	litre
l./j.	-	litre par jour
l./mn.	-	litre par minute
m.	-	mètre
ml.	-	millilitre
mn.	-	minute
mg./l.	-	milligramme par litre
m. ³ /s.	-	mètre cube par seconde
umhos/m. ²	-	(conductance)micro-umhos par centimètre carré
p.p.b.	-	partie par billion
p.p.m.	-	partie par million

INTRODUCTION

Au Québec, jusqu'à récemment, l'eau n'a pas été un élément limitant pour le développement du territoire. Cependant, avec l'expansion des concentrations urbaines et industrielles et l'augmentation de la productivité du secteur agricole au cours de la dernière décennie, il s'en est suivi une dégradation rapide du milieu aquatique. Il devient donc urgent de planifier l'utilisation de la ressource eau afin de maintenir un équilibre naturel des populations biologiques et de répondre de manière optimale aux besoins en eau de tous les usagers.

Le documentaire constituera donc, nous l'espérons, une première étape en vue d'amorcer un processus de gestion intégrée de la ressource eau dans le bassin de la rivière Richelieu. Les textes qui suivent sont basés essentiellement sur des données ou études existantes. Nous n'avons pas fait d'analyse particulière puisque notre propos vise essentiellement à présenter un portrait du bassin suivant l'état actuel de nos connaissances et à faire le point avec les études réalisées jusqu'à maintenant sur différents aspects du bassin de la rivière Richelieu.

Il faut souligner que ce document traite seulement de la partie canadienne du bassin versant de la Richelieu, les données existantes pour la partie américaine n'ont pas fait l'objet de recherches de notre part.

Le documentaire se divise en 3 parties descriptives: l'aperçu socio-économique, les caractéristiques physiques et les caractéristiques biologiques liées à l'eau, complétées par une problématique de la ressource eau dans le bassin versant de la rivière Richelieu.

Traits dominants du bassin

La rivière Richelieu est, au Québec, le plus important tributaire au sud du

Saint-Laurent, avec un bassin versant de 23 880 km.²; toutefois, la partie canadienne se limite à 3 782 km.² (16%). Le cours d'eau est régularisé par le lac Champlain d'une superficie totale de 1 269 km.², comprenant 142 km.² d'îles. Le lac Champlain est presque essentiellement situé dans les états du Vermont et de New-York puisque seulement 44 km.² (la baie Missisquoi) font partie du Québec.

Le bassin versant de la rivière Richelieu présente la forme d'un "L" dont la base s'appuie sur la frontière canado-américaine. Il est borné à l'est par les bassins des rivières Yamaska et Saint-François et à l'ouest par le bassin de la rivière Châteauguay et le fleuve Saint-Laurent.

Le bassin de la Richelieu, à cause de sa situation par rapport à Montréal, est l'objet d'un développement urbain accéléré. Les principaux centres sont, selon leur population de 1971: Saint-Jean (32,863 h.), Sorel (19,342 h.), Saint-Bruno-de-Montarville (15,780 h.), Chambly (11,469 h.), Iberville (9,331 h.), Beloeil (12,272 h.), Mont Saint-Hilaire (5,758 h.), Marieville (4,563 h.).

Synthèse de la problématique

Nous présentons ici un résumé des principaux problèmes qui sont les plus contraignants pour les différentes utilisations de l'eau dans le bassin de la rivière Richelieu.

LA POLLUTION DE L'EAU

- CONCENTRATION EXCESSIVE DE COLIFORMES.
- LA DEMANDE BIOCHIMIQUE EN OXYGENE PROVOQUEE PAR LES REJETS DE MATIERES POLLUANTES DANS LA RICHELIEU S'ELEVAIT A ENVIRON 73 000 KG./J. en 1971.
- LA PRODUCTIVITE PRIMAIRE (ALGUES ET PLANTES AQUATIQUES) TRES ELEVEE DANS LA RICHELIEU ET LES PRINCIPAUX TRIBUTAIRES DRAINANT DES TERRES AGRICOLES.

- LES PESTICIDES METTENT EN PERIL LA VIE AQUATIQUE;
 - UN POISSON SUR QUATRE (1 POUR 4) ANALYSES A ACCUMULE DES PESTICIDES OU PCB POUVANT LUI ETRE FATALS;
 - UN POISSON SUR DEUX (1 POUR 2) ANALYSES POURRAIT ETRE TOXIQUE POUR LA CONSOMMATION HUMAINE.
- LES INFECTIONS BACTERIOLOGIQUES ET PARASITOLOGIQUES METTENT EN DANGER LA VIE DES ANGUILLES.

PRIVATISATION DES BERGES

- IL N'EXISTE PRATIQUEMENT PAS D'ACCES PUBLICS A L'EAU.

INONDATIONS

- DANS LE HAUT-RICHELIEU, ELLES CAUSENT POUR \$895,000 DE DOMMAGES MOYENS ANNUELS (DOLLARS DE 1972).

EMPIETEMENTS DANS LES COURS D'EAU

- REMPLISSAGE, QUAI, MURS DE SOUTÈNEMENT, ETC.

DESTRUCTION DE SITES NATURELS (MARECAGES, FORETS, MONTEREGIENNES) NECESSAIRES
A LA FAUNE ET POUR MAINTENIR UN CADRE ESTHETIQUE

SALINITE ELEVEE DES EAUX SOUTERRAINES DANS LE BAS-RICHELIEU

Une prise de conscience des problèmes posés par l'évolution des besoins en eau et la dégradation du milieu aquatique constitue la première étape dans l'élaboration d'un processus de gestion intégrée de la ressource eau.

1. APERÇU SOCIO-ECONOMIQUE

L'aperçu socio-économique présente la situation actuelle ainsi que quelques perspectives d'avenir de la région étudiée en se basant sur les données démographiques, d'emplois, d'urbanisation, d'agriculture et de récréation disponibles.

Les ressources en eau du bassin sont utilisées pour l'alimentation en eau domestique et industrielle, pour des fins agricoles et de navigation, en plus de servir de support à la récréation et à la pêche commerciale et sportive.

Ces différentes utilisations ont le plus souvent des effets défavorables sur le milieu aquatique, principalement lorsque les activités sont concentrées dans des centres urbains. Le développement rapide de la région accentue les conflits d'utilisation qui surviennent soit à cause des usages contradictoires (par exemple, industrie et récréation) sur un même territoire, soit à cause d'une ressource limitée.

Dans ce contexte, si nous voulons planifier l'avenir, il convient de connaître l'état actuel et l'évolution prévisible des principales variables socio-économiques.

1.1 PERSPECTIVES DEMOGRAPHIQUES

La population de la région

Le bassin de la rivière Richelieu comprend, en totalité ou en partie, 10 comtés municipaux de la région administrative de Montréal, à savoir: Brome, Missisquoi, Iberville, Saint-Jean, Napierville, Chambly, Verchères, Rouville,

Saint-Hyacinthe et Richelieu.

La population totale de ces 10 comtés municipaux qui était de 393,368 personnes en 1961 passerait à environ 795,443 personnes en 1986, représentant ainsi un accroissement réel de 93% sur une période de 25 ans. On retrouve au tableau 1.1 l'évolution démographique selon les comtés de recensements pour les années 1961, 1966 et 1971, et les perspectives démographiques pour les années 1976, 1981 et 1986 selon les projections du Centre de Recherches Urbaines et Régionales (CRUR) (1972).

La population du bassin versant de la Richelieu

La population comprise dans le bassin de la rivière Richelieu a été établie en regroupant pour chaque comté municipal, les municipalités qui sont comprises en totalité ou en partie dans le bassin versant, sauf la ville de Tracy. Pour les années 1961, 1966 et 1971, l'évolution démographique a été établie selon les données des recensements. Pour les années 1976, 1981 et 1986, la proportion de la population de chaque comté municipal comprise dans le bassin en 1971 a été appliquée aux perspectives démographiques du CRUR (1972). La carte no. 2 montre les limites des municipalités et des comtés municipaux et la population de 1971 et de 1986 pour les villes ou agglomérations de plus de 1,000 habitants.

La population totale du bassin de la rivière Richelieu qui était de 156,884 personnes en 1961 passerait à 268,948 personnes en 1986, ce qui représenterait un accroissement réel de 71% réparti sur une période de 25 ans (Carte no. 3).

1.2 EMPLOI

Evolution de l'emploi

Les statistiques et les projections d'emplois dans les 10 comtés municipaux

TABLEAU 1.1: EVOLUTION DE LA POPULATION TOTALE DES COMTES MUNICIPAUX

<u>Comtés</u>	<u>1961</u>	<u>1966</u>	<u>1971</u>	<u>1976</u>	<u>1981</u>	<u>1986</u>
Brome	14,097	14,600	15,311	15,212	15,730	16,351
Missisquoi	29,526	32,609	33,953	35,743	37,476	39,311
Iberville	18,080	19,538	20,400	21,534	22,777	24,121
Saint-Jean	38,470	41,621	45,892	48,212	52,029	56,082
Chambly	146,745	190,464	231,590	284,172	338,485	394,618
Verchères	25,697	30,885	35,273	39,619	44,587	49,987
Rouville	25,979	29,171	31,759	35,105	38,454	42,003
Saint-Hyacinthe	44,993	48,842	50,494	54,531	57,678	61,015
Richelieu	38,565	44,835	47,093	53,898	58,749	63,827
Napierville	11,216	11,822	12,067	11,937	11,965	12,128
TOTAL	393,368	464,387	523,832	599,963	677,930	759,443
Québec	5,259,211	5,780,845	6,027,764			

Source d'information: recensements, Centre de Recherches Urbaines et Régionales (CRUR) (1972)

compris en totalité ou en partie dans le bassin versant de la rivière Richelieu sont consignées à la carte no. 4 par secteurs d'activités: primaire, secondaire et tertiaire respectivement, et enfin pour l'emploi total de l'ensemble des 10 comtés. L'emploi total qui était de 99,594 en 1961 passerait à 215,742 en 1986, soit une augmentation réelle de 117% sur une période de 25 années.

Evolution de la structure de l'emploi

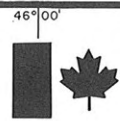
L'évolution de l'emploi total s'effectue principalement sous la très forte poussée du secteur d'activité tertiaire qui passe de 55,378 emplois en 1961 à 138,108 emplois en 1986, soit une augmentation réelle de 149%. Le secteur secondaire augmente de 129% en passant de 30,873 emplois en 1961 à 70,717 emplois en 1986. Enfin, le secteur primaire diminue de 47% en passant de 12,979 emplois en 1961 à 6,917 emplois en 1986.

Principales sources d'emploi manufacturier

Dix (10) villes ou agglomérations disséminées dans le bassin de la rivière Richelieu s'accaparent les 51 principaux employeurs manufacturiers (100 employés et plus) (Scott's, 1974).

L'agglomération de Sorel - Tracy - Saint-Joseph-de-Sorel compte 10 de ces employeurs principaux qui fournissent de l'emploi à 3,000 personnes dans l'industrie du matériel de transport, à 2,989 personnes dans l'industrie de la transformation des métaux et de la fabrication métallique et à 1,181 personnes dans la fabrication de vêtements et de tapis.

Avec ses 26 employeurs principaux, l'agglomération de Saint-Jean - Iberville constitue le deuxième centre industriel d'importance dans le bassin de la Richelieu. L'industrie du textile et du vêtement et la fabrication d'appareils et de matériel électriques emploient respectivement 2,414 et 2,162 personnes. Les autres industries d'importance comprennent la transformation de la volaille (224 employés), le meuble et la construction (286 employés),



Environnement Canada

SERVICE DE LA GESTION DE L'ENVIRONNEMENT - QUÉBEC

BASSIN VERSANT DE LA RICHELIEU (PARTIE)

Municipalités et population des principales agglomérations en 1971 et 1986

— Limite des municipalités

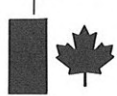
C : Cité
V-T : Ville
V : Village
P : Paroisse
C-T : Canton
SD : Sans désignation

Réf. : - Extrait de la carte du Ministère des Terres et Forêts, Service de L'Arpentage et de la Géodésie, Limites Territoriales.
- Centre de Recherches Urbaines et Régionales (C.R.U.R.)
Etude interdisciplinaire du territoire de la région sud de Montréal, I.N.R.S., Montréal 1972

Population

	1971	1986
BROME		
Pottion	1,664	1,830
Sutton (V)	1,684	1,852
MISSISQUOI		
Bedford	3,382	3,610
IBERVILLE		
Iberville	9,331	11,868
Sainte-Anne-de-Sabrevois	1,129	1,340
Saint-Alexandre	1,205	1,314
Saint-Athanase	2,894	3,460
Saint-Gregoire-le-Grand	1,238	1,544
SAINT-JEAN		
L'Acadie	1,660	2,150
Lacolle	1,254	1,400
Saint-Bernard-de-Lacolle	1,399	1,460
Saint-Blaise	1,337	1,460
Saint-Jean	32,863	42,316
Saint-Luc	4,850	10,500
NAPIERVILLE		
Napierville	1,987	1,997
CHAMBLY		
Carignan	3,340	4,200
Chambly	11,469	16,300
Saint-Basile-le-Grand	4,402	7,500
Saint-Bruno-de-Montarville	15,780	41,000
VERCHÈRES		
Beloil	12,274	23,000
Contrecoeur (P)	1,456	1,785
McMasterville	2,518	3,600
Sainte-Julie	2,559	12,600
Saint-Amable	2,392	2,685
RICHELIEU		
Saint-Joseph-de-Sorel	3,290	3,500
Saint-Pierre-de-Sorel	2,178	4,600
Saint-Roch-de-Richelieu	1,219	2,400
Sorel	19,342	22,800
SAINT-HYACINTHE		
Saint-Madeleine	1,110	1,175
ROUVILLE		
Morieville	4,563	5,600
Mont-Saint-Hilaire	5,758	11,900
Ottoburn Park	3,512	5,250
Richelieu	1,777	2,095
Sainte-Angèle-de-Monnoir	1,142	1,192
Sainte-Marie-de-Monnoir	1,362	1,615
Saint-Jean-Baptiste	1,980	2,490
Saint-Mathias	1,662	1,950

Carte no 2



Environnement
Canada

Environment
Canada

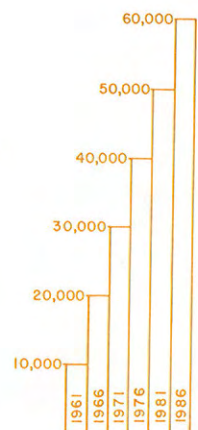
SERVICE DE LA GESTION DE L'ENVIRONNEMENT - QUÉBEC

BASSIN VERSANT DE LA RICHELIEU (PARTIE)

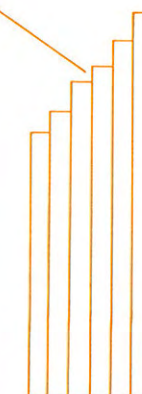
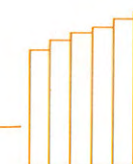
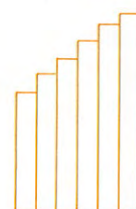
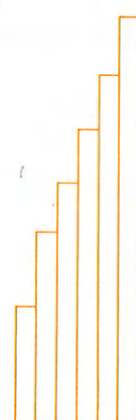
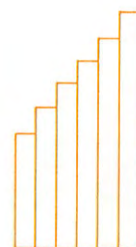
Évolution de la population

COMTÉS *	1961	1966	1971	1976	1981	1986
Brome	6,443	6,310	5,962	5,932	6,134	6,377
Missisquoi	11,744	11,687	11,890	12,510	13,117	13,759
Iberville	16,839	18,279	19,207	20,242	21,410	22,674
Saint-Jean	38,470	41,621	45,892	48,212	52,029	56,082
Napierville	4,464	4,747	4,783	4,775	4,786	4,851
Chambly	16,865	27,880	34,991	42,625	50,773	59,193
Verchères	16,631	20,576	24,310	27,337	30,765	34,491
Rouville	17,296	20,161	22,520	24,925	27,302	28,982
Saint-Hyacinthe	3,930	3,891	4,110	4,362	4,614	4,881
Richelieu	24,202	27,013	27,794	31,800	34,662	37,658
Total	156,884	182,165	201,459	222,720	245,592	268,948

* Comtés compris en totalité ou en partie dans le bassin versant de la Richelieu



ÉCHELLE :



Kilomètres 5 0 5 10 15 20 25 30 Kilomètres

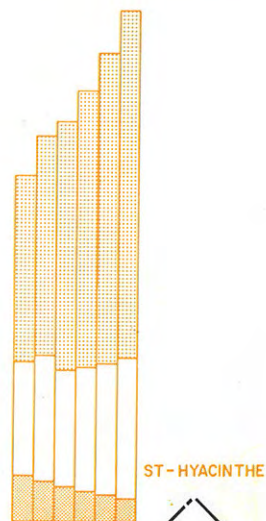
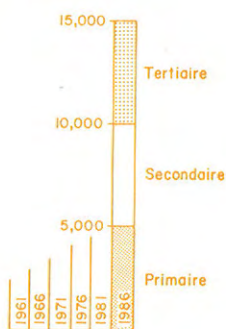
ÉCHELLE

Carte no 3

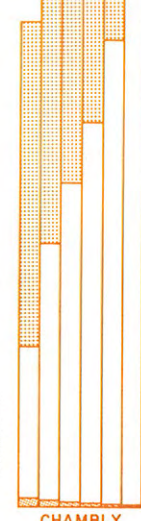
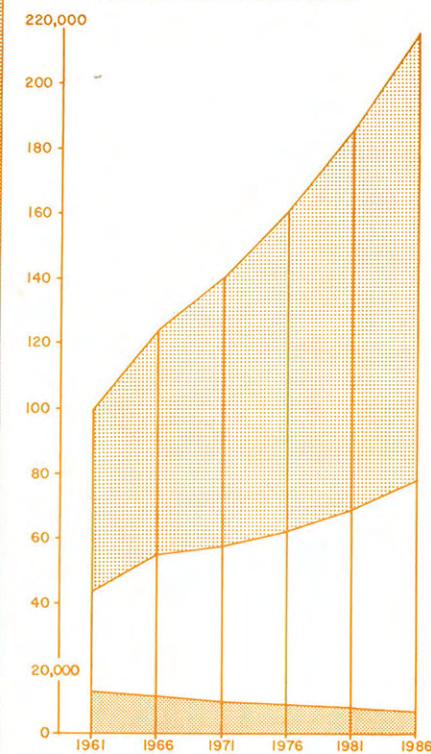
Evolution de l'emploi par grand secteur d'activité (1961-1986)

Emploi total par secteur d'activité

ÉCHELLE :



Évolution de l'emploi total par secteur d'activité, ensemble des 10 comtés



Carte no 4

l'imprimerie (274 employés), les produits métalliques (121 employés), l'industrie chimique (307 employés) et la fabrication de produits minéraux non métalliques (266 employés).

Les 5 principaux employeurs de Marieville fournissent 456 emplois dans la fabrication de produits métalliques, 256 emplois dans l'industrie du vêtement et 154 emplois dans la transformation de la volaille. A Chambly, 830 personnes travaillent dans l'industrie de la conserverie de légumes, 105 personnes dans celle du matériel de transport et 350 personnes oeuvrent dans la préparation du cuir, du papier et de pièces en plastique pour utilisation industrielle et à la fabrication de produits d'entretien chimiques.

A Bedford, la fabrication de produits métalliques emploie 915 personnes alors que 100 autres travaillent au reconditionnement de moteurs et dans la soudure. L'industrie chimique à McMasterville compte 856 employés. A Mont Saint-Hilaire, la transformation de la betterave à sucre fournit 15 emplois permanents et 329 emplois saisonniers. La transformation de la volaille offre 601 emplois à Saint-Jean-Baptiste de Rouville; 125 employés oeuvrent dans le textile à Sutton et la transformation des produits laitiers occupe 100 personnes à Standbridge-Station.

1.3 URBANISATION

La couronne urbaine et les villes satellites

Dans le bassin versant de la rivière Richelieu, l'urbanisation est intimement liée à la croissance de la couronne suburbaine de Montréal et au développement des villes satellites de Sorel et Saint-Jean. Cette caractéristique se reflète dans les taux de croissance de la population et de l'emploi total (Tableau 1.2).

L'évolution démographique est très accentuée dans les comtés de Chambly et

TABLEAU 1.2: EVOLUTION DE LA POPULATION ET DE L'EMPLOI TOTAL (1961-1971)

	Accroissement annuel moyen (%)		Taux brut d'accroissement (%)	
	<u>Population</u>	<u>Emploi total</u>	<u>Population</u>	<u>Emploi total</u>
<u>Comtés</u>				
Chambly	4.49	6.21	58	90
Verchères	3.14	3.19	37	38
Richelieu	1.99	3.68	22	44
Saint-Jean	1.76	2.08	19	23
Rouville	2.00	2.80	22	33
Iberville	1.21	2.33	13	26
Missisquoi	1.39	2.30	15	26
Saint-Hyacinthe	1.15	1.43	12	15
Brome	.83	.85	9	9
Napierville	.73	1.02	8	11
Ensemble des 10 comtés	2.84	-	33	-
Québec	1.36	-	14.6	-

de Verchères qui jouissent d'une croissance de leur population nettement supérieure à celle des autres comtés compris en totalité ou en partie dans le bassin versant de la rivière Richelieu. De plus, le comté de Chambly, tout en étant celui qui offre le plus d'emplois, jouit d'une croissance dans l'emploi total accélérée et très supérieure à celle des autres comtés. Le développement de la couronne suburbaine de Montréal sur la rive sud explique ces forts taux de croissance. On doit aussi noter l'influence du développement de la région de Montréal sur la croissance modérée de l'emploi total du comté de Verchères.

Les comtés de Saint-Jean, Richelieu, Missisquoi et Rouville connaissent une croissance démographique modérée; elle demeure toutefois supérieure à celle de la province de Québec en raison de leur situation géographique où l'influence de Montréal se fait encore sentir. Les comtés de Saint-Jean et Richelieu doivent la croissance modérée de leur emploi total au développement économique de leur ville satellite respective de Saint-Jean et Sorel. L'augmentation de l'importance des secteurs secondaire et tertiaire aux dépens du secteur primaire explique la croissance modérée de l'emploi total des comtés de Rouville, Iberville et Missisquoi.

La faible croissance de la population et de l'emploi total du comté de Saint-Hyacinthe se rattache à la relative stagnation de la ville satellite du même nom. Les comtés ruraux de Brome et Napierville sont situés hors du périmètre d'influence de Montréal et demeurent eux aussi une zone déprimée à croissance très lente.

Impact de l'urbanisation sur l'agriculture

Le phénomène de la suburbanisation de la région de Montréal affecte sérieusement et entre en conflit avec l'utilisation des sols pour fins agricoles. Le premier effet du développement de la couronne urbaine s'est fait sentir dans le niveau élevé et la croissance rapide du prix des terres, ce qui affecte directement la rentabilité des productions agricoles. A ceci s'ajoute une perte effective des meilleurs sols agricoles. La suburbanisation produit

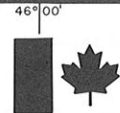
également une déstructuration graduelle de l'agriculture qui se manifeste d'une part par le vieillissement des exploitants agricoles, une diminution de la superficie cultivée, une diminution des investissements agricoles à long terme et d'autre part, par l'augmentation du pourcentage des exploitants locataires et de la superficie cultivée en location, le nombre de fermes dont le revenu est inférieur à \$5,000, et par l'augmentation rapide du prix des terres.

Cette déstructuration rend l'agriculture vulnérable à la croissance urbaine; en 1966, la couronne urbaine de Montréal occupait une superficie agricole d'environ 150 000 hectares et cette superficie pourrait atteindre 275 000 hectares en 1986. A l'aide d'indices de déstructuration, le CRUR définit une "zone grise" de l'impact de l'urbanisation sur l'agriculture (Carte no. 5); en 1986, la rivière Richelieu constituerait, de Sorel à Lacolle, la limite de zone grise qui engloberait aussi les enclaves de Sorel, Mont Saint-Hilaire et Iberville sur la rive est de la rivière, et épargnerait Saint-Marc, Lacolle et Saint-Bernard-de-Lacolle sur sa rive ouest.

Les manifestations urbaines

Tel que souligné par le CRUR (1972) et Pluram (1973), l'extension de la couronne suburbaine de Montréal et le développement des moyens et de l'infrastructure de transport ont réduit de façon marquée le degré d'autonomie des pôles de croissance de la rive sud et de ceux du bassin de la rivière Richelieu en particulier.

La présence combinée de Montréal et de la rivière Richelieu favorise notamment un développement plus marqué des villes de Beloeil, Chambly et Saint-Jean situées sur la rive ouest que leurs villes soeurs de la rive est, soit Mont Saint-Hilaire, Richelieu et Iberville. Seule l'agglomération Sorel - Tracy qui constitue un pôle de croissance propre échappe à cette tendance en raison de son plus grand éloignement de Montréal. Le reste du territoire présente un ensemble de petites agglomérations dont la majorité joue un rôle polarisant dans le milieu rural. Certaines jouissent de fonctions plus



Environnement Canada

SERVICE DE LA GESTION DE L'ENVIRONNEMENT - QUÉBEC
BASSIN VERSANT DE LA RICHELIEU (PARTIE)

Impact de l'urbanisation sur l'agriculture en 1986



Territoire urbanisé : villes satellites

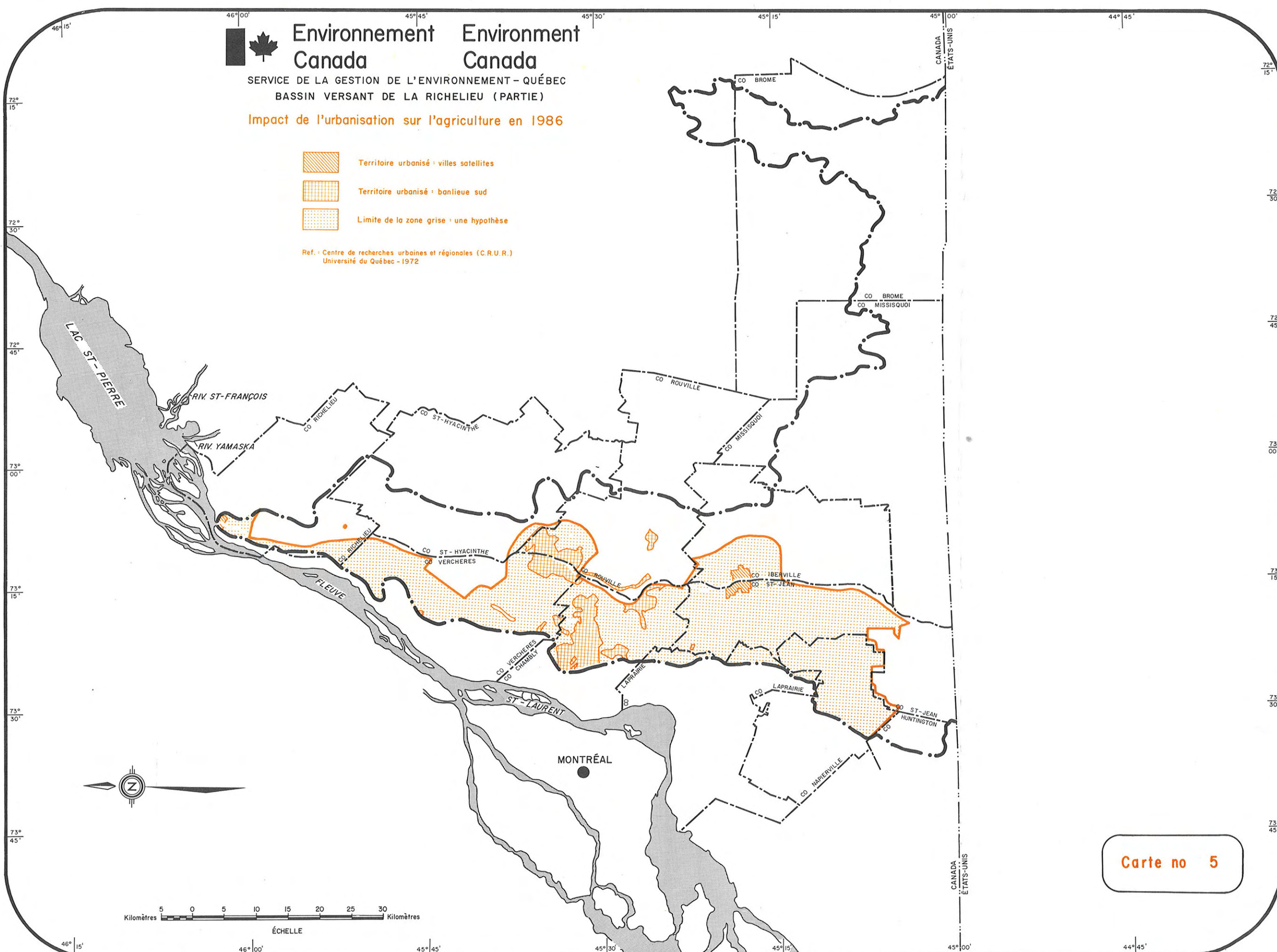


Territoire urbanisé : banlieue sud



Limite de la zone grise : une hypothèse

Ref. : Centre de recherches urbaines et régionales (C.R.U.R.)
Université du Québec - 1972



Carte no 5

particulières (industrie, tourisme, banlieue ou autres) telles Marieville, Rougemont, Napierville, Lacolle, Bedford et Saint-Bruno-de-Montarville.

Au cours des prochaines années, le périmètre principal d'urbanisation sur la rive sud de Montréal occupera massivement le polygone Boucherville - Beloeil - Saint-Jean - Laprairie. On y assistera alors à une augmentation de la superficie urbanisée et à une intensification de la densité d'occupation du territoire. Le phénomène d'occupation sporadique du territoire s'effectuera encore à l'extérieur de ce périmètre principal d'urbanisation.

Conflit entre l'urbanisation, le tourisme et la récréation

En plus de s'accaparer d'une superficie de plus en plus grande de sols à haut potentiel agricole, l'urbanisation menace plusieurs sites à vocation touristique et récréative.

L'utilisation des rives pour la villégiature et, dans certains cas, pour la résidence principale, réduit l'accessibilité physique et même visuelle aux plans d'eau. Ce phénomène se remarque actuellement autour de la baie Missisquoi et au sud de Saint-Jean et d'Iberville. On prévoit que l'occupation intensive des berges pour ces fins constituera d'ici quelques années un lieu continu sur toute la rive ouest de la Richelieu entre Beloeil et Saint-Jean; la rive est semble moins menacée.

La construction résidentielle s'est déjà emparé d'une partie de Mont Saint-Bruno et du pied du Mont Saint-Hilaire. Des carrières détériorent l'esthétique visuelle des deux (2) Montérégiennes. De plus, l'urbanisation pourrait éventuellement menacer le bois de Verchères et le boisé qui longe la rivière l'Acadie sur lesquels des pressions de l'urbanisation commencent à se faire sentir.

1.4 EVALUATION DES BESOINS EN EAU

L'urbanisation concentre la population et l'emploi, ce qui accentue pour certains territoires les besoins d'équipements collectifs d'approvisionnement en eau et la nécessité d'une source d'approvisionnement fiable quantitativement et qualitativement à un coût raisonnable. Par contre, dans les régions moins urbanisées et à vocation agricole, les coûts d'équipements collectifs sont prohibitifs et les eaux souterraines constituent la source principale d'approvisionnement.

L'évaluation des besoins en eau domestique et industrielle à l'échelle du bassin versant a été réalisée à partir de l'évolution démographique de sa population (Carte no. 3) et d'une estimation de la consommation journalière totale per capita estimée à 750 litres par jour en 1971 et qui augmenterait annuellement de 7 litres par jour. Ces estimations de besoins en eau se rapprochent de celles utilisées dans le cadre du projet d'aménagement des eaux du bassin versant de la Yamaska.

Les besoins en eau domestique et industrielle dans le bassin versant (Tableau 1.3) passeraient de 151.10 millions de litres par jour en 1971 à 229.44 millions de litres par jour en 1986, ce qui représenterait un accroissement réel de 52% réparti sur une période de 15 ans.

Le tableau 1.4 donne, pour 1971, l'évaluation des besoins en eau des principales villes et agglomérations du bassin versant.

1.5 AGRICULTURE

Le potentiel agricole

Le bassin de la rivière Richelieu est au centre de la région sud de Montréal qui constitue la meilleure région agricole du Québec. Ses conditions pédo-

TABLEAU 1.3: EVALUATION DES BESOINS EN EAU DOMESTIQUE ET INDUSTRIELLE
(EN MILLIONS DE LITRES PAR JOUR)

<u>Comtés municipaux (en totalité ou en partie)</u>	<u>1971</u>	<u>1976</u>	<u>1981</u>	<u>1986</u>
Brome	4.47	4.66	5.03	5.45
Missisquoi	8.92	9.82	10.76	11.76
Iberville	14.41	15.89	17.56	19.39
Saint-Jean	34.42	37.85	42.66	47.95
Napierville	3.59	3.75	3.92	4.15
Chambly	26.24	33.46	41.63	50.61
Verchères	18.23	21.46	25.23	29.49
Rouville	16.89	19.57	22.39	24.78
Saint-Hyacinthe	3.08	3.42	3.78	4.17
Richelieu	<u>20.85</u>	<u>24.96</u>	<u>28.42</u>	<u>32.20</u>
Bassin versant	151.10	174.84	201.38	229.44
Consommation totale journalière per capita (en litres par jour)	750	785	820	855

TABLEAU 1.4: BESOINS EN EAU DOMESTIQUE ET INDUSTRIELLE POUR LES PRINCIPALES
VILLES OU AGGLOMERATIONS EN 1971*

<u>Villes ou agglomérations</u>	<u>Population</u>	<u>Consommation totale millions de litres par jour</u>
Sorel Saint-Joseph-de-Sorel et Saint-Pierre-de-Sorel	24,815	18.61
Mont Saint-Hilaire et Otterburn Park	9,270	6.95
Beloeil et McMasterville	14,782	11.09
Saint-Bruno de Montarville	15,780	11.84
Saint-Basile-le-Grand	4,402	3.30
Carignan	3,340	2.51
Chambly	11,469	8.60
Saint-Luc	4,850	3.64
Saint-Jean	32,863	24.65
Iberville	9,331	7.00
Marieville	4,563	3.42
Bassin	201,459	151.10

* Consommation totale per capita: 750 litres par jour

logiques des plus favorables (qualité de ses sols) associées aux meilleures conditions climatiques du Québec (température, période de végétation) confèrent à cette région des rendements à l'hectare supérieurs à ceux des autres régions du Québec. De plus, la proximité du marché de Montréal donne à cette région des avantages marqués à cause des coûts de transport moindres et de la disponibilité d'une infrastructure connexe plus élaborée, que ce soit au niveau des usines de transformation, des centres de recherche, ou autres.

Evolution de la structure agricole

Lors des dernières décennies, les structures de l'agriculture du Québec évoluent à un rythme accéléré: phénomène de regroupement des fermes qui se manifeste par une diminution importante du nombre de fermes et de la superficie totale cultivée et d'autre part par une augmentation de la superficie moyenne des fermes et du capital investi par hectare défriché. La structure de l'agriculture de la région sous étude suit la tendance générale que l'on remarque au Québec (Tableau 1.5). Cependant, cette évolution est moins défavorable dans le bassin de la rivière Richelieu, si on la compare à celle du Québec, en raison des qualités physiques et climatiques qui le caractérisent et de la proximité du marché de Montréal.

De 1961 à 1966, le nombre total de fermes et la superficie des terres cultivées au Québec diminuent respectivement de 16.2% et de 14.8% en comparaison à des diminutions de 13.7% et de 9% dans l'ensemble des 10 comtés municipaux à l'étude. Par contre, la superficie moyenne des fermes de l'ensemble de ces 10 comtés passe de 51.26 à 54.03 hectares, soit une augmentation de 5.4% alors qu'à l'échelle du Québec, la superficie moyenne passe de 59.99 à 60.96 hectares, soit une augmentation de 1.6%. De plus, pour ces 10 comtés municipaux, l'augmentation du capital investi par hectare défriché qui passe de \$624 à \$833, soit une augmentation de 33.5%, est nettement supérieure à celle de 19.1% pour le Québec où l'on passe de \$512 à \$610. Enfin, la structure du revenu agricole de ces 10 comtés est plus favorable que celle du Québec. En 1966, le revenu moyen par ferme québécoise s'élève

TABLEAU 1.5: EVOLUTION DE LA STRUCTURE AGRICOLE DE 1961 A 1966

Comtés	Nombre total de fermes		Superficie totale des fermes (hectares)		Superficie moyenne par fermes (hectares)		Valeur du capital par hectare défriché (\$)		Revenu moyen par ferme (\$)
	1961	1966	1961	1966	1961	1966	1961	1966	
Brome	972	716	73 051	55 401	75.16	77.38	744	1,110	7,600
Missisquoi	1,221	1,046	80 150	74 480	65.64	71.20	630	875	10,800
Iberville	828	741	41 749	40 778	50.42	55.03	581	815	11,200
Saint-Jean	663	609	36 824	34 970	55.54	57.42	526	694	9,100
Napierville	904	834	35 974	33 589	39.79	40.27	581	766	8,800
Chambly	322	222	17 692	13 641	54.94	61.44	524	544	8,400
Verchères	901	783	44 536	41 174	49.43	52.58	544	719	9,200
Rouville	1,282	1,147	52 017	50 205	40.58	43.77	798	1,035	12,200
Saint-Hyacinthe	1,391	1,196	61 337	57 035	44.10	47.69	613	843	11,200
Richelieu	887	796	36 928	35 839	41.63	45.02	477	605	7,600
Ensemble des 10 comtés municipaux	9,371	8,090	480 348	437 112	51.26	54.03	624	833	9,941
Québec	95,777	80,294	5 745 925	4 895 105	59.99	60.96	512	610	7,800
%	9.78	10.07	8.35	8.93	85.45	88.63	121.86	136.56	127.45

Source d'information: Centre de Recherches Urbaines et Régionales (CRUR) (1972)

vait à \$7,800 alors que dans la région sous étude, il s'élevait à \$9,941.

Les principales productions

La structure des productions actuelles dans l'ensemble des 10 comtés compris en totalité ou en partie dans le bassin de la rivière Richelieu est semblable à celle que l'on retrouve dans la province de Québec. Toutefois, l'importance de chaque production diffère; ainsi, les produits laitiers prédominent et constituent la principale source de revenu (47.4% de la production agricole dans la région sud de Montréal) et la culture extensive du foin et du fourrage occupe 70% de la superficie cultivée.

A la suite de son étude sur les prévisions de la consommation et des avantages comparés de la région sud, le CRUR (1972) recommande une réorientation de l'agriculture de cette région pour mettre à profit ses qualités pédologiques et climatiques exceptionnelles dans la province de Québec. On y recommande le déplacement des produits laitiers vers des régions périphériques et la région centrale du Québec, et de favoriser dans la région sud de Montréal, de façon prioritaire, la production de céréales de provende (maïs-grain) que l'on devrait intégrer à la production de viande, soit le porc, le boeuf de boucherie, la volaille et les oeufs. De plus, on y recommande le développement de l'horticulture qui toutefois demeurerait un secteur marginal dans l'ensemble de la production agricole. Pour satisfaire aux besoins de cette agriculture, on prévoit l'utilisation d'une superficie d'environ 526 090 hectares. Il semble que la région sud de Montréal soit en mesure de fournir en 1986 une telle superficie agricole (environ 100 000 hectares de catégorie Aa seraient disponibles pour d'autres fins que les fins prioritaires); cependant, des mesures doivent être mises en application pour protéger la banque de sols agricoles pour satisfaire aux besoins futurs de l'agriculture et de la population.

1.6 TOURISME ET RECREATION

Les potentiels touristiques

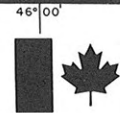
Les potentiels touristiques du bassin de la rivière Richelieu, tels que révélés par les cartes de l'Inventaire des Terres du Canada (1971) (Carte no.6), gravitent autour de 3 ensembles majeurs, soit la région de l'extrême sud-est, les Montérégiennes et la rivière Richelieu. Les commentaires qui suivent sont tirés de l'étude d'intégration des potentiels et des équipements de la région sud de Montréal réalisée par le CRUR (1972).

La région de l'extrême sud-est

De tout le bassin versant de la Richelieu, la région de l'extrême sud-est constitue de loin l'ensemble le plus riche et le plus intéressant en termes de possibilités d'aménagement récréatif en raison de son relief montagneux, du peu d'urbanisation qui s'y trouve, et une polyvalence d'utilisations possibles. Le relief montagneux favorise nettement les activités récréatives hivernales (ski alpin et nordique, moto-neige, etc.); toutefois, les lacs permettent une activité estivale importante (sports aquatiques, villégiature, colonies de vacances, etc...), à laquelle on peut ajouter l'intérêt du paysage qui favorise la randonnée en auto, activité qui peut s'échelonner sur plusieurs saisons. Les activités récréatives s'y pratiquent donc sur une base annuelle et la nature des équipements touristiques reflète cette situation. Cette région est sous-équipée surtout en raison de la faible utilisation des sites montagneux.

Les Montérégiennes

Les Montérégiennes jouissent d'une fonction récréative importante qui pourrait être revalorisée. Sur la rive sud, elles rompent la monotonie du paysage et constituent le lien montagneux le plus près de Montréal. Le Mont Saint-Hilaire comporte une importante surface de terres dont les possibili-



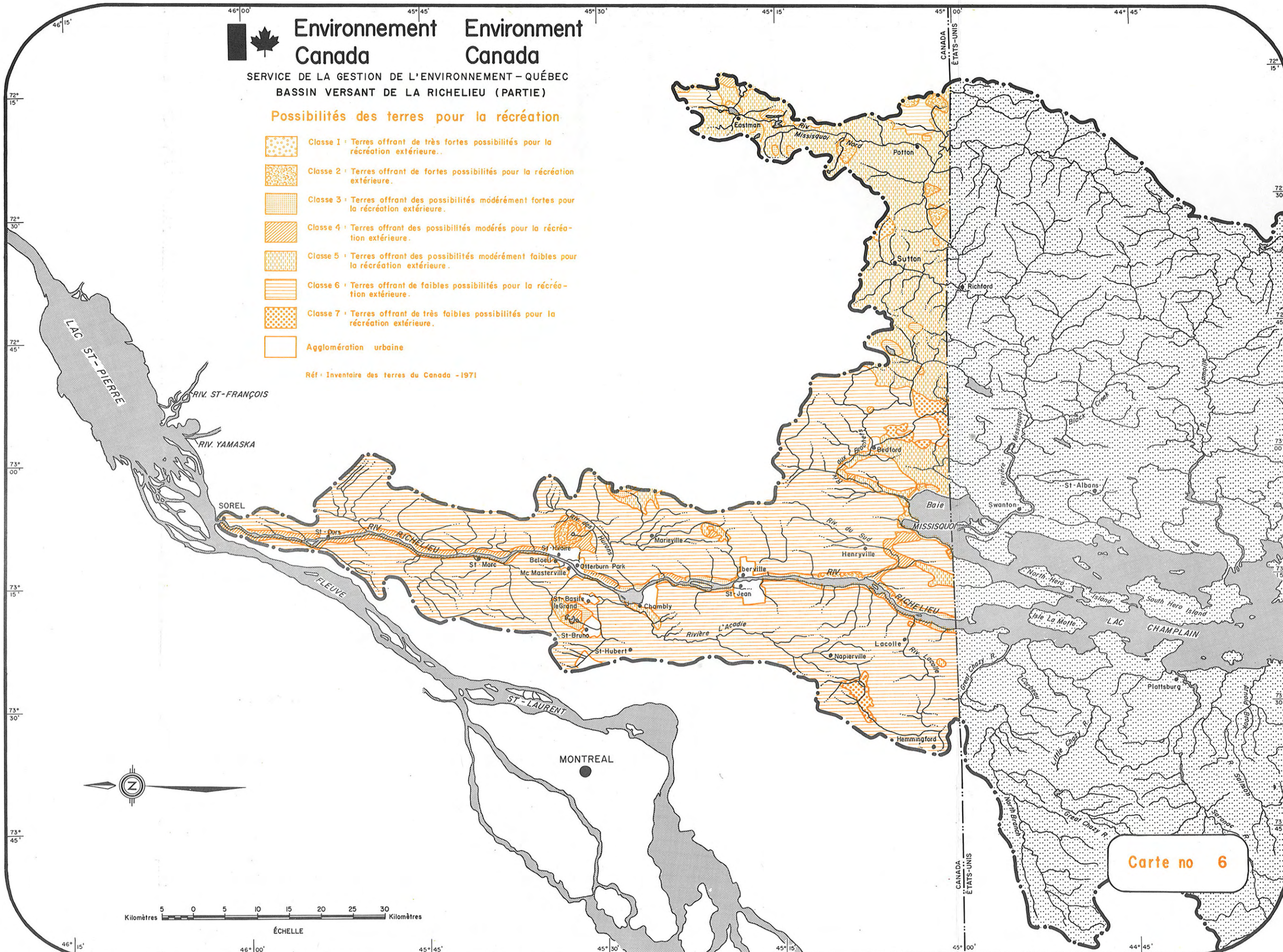
Environnement Canada

SERVICE DE LA GESTION DE L'ENVIRONNEMENT - QUÉBEC
BASSIN VERSANT DE LA RICHELIEU (PARTIE)

Possibilités des terres pour la récréation

-  Classe 1 : Terres offrant de très fortes possibilités pour la récréation extérieure.
-  Classe 2 : Terres offrant de fortes possibilités pour la récréation extérieure.
-  Classe 3 : Terres offrant des possibilités modérément fortes pour la récréation extérieure.
-  Classe 4 : Terres offrant des possibilités modérées pour la récréation extérieure.
-  Classe 5 : Terres offrant des possibilités modérément faibles pour la récréation extérieure.
-  Classe 6 : Terres offrant de faibles possibilités pour la récréation extérieure.
-  Classe 7 : Terres offrant de très faibles possibilités pour la récréation extérieure.
-  Agglomération urbaine

Réf : Inventaire des terres du Canada - 1971



Carte no 6

tés récréatives sont fortes, à laquelle vient s'ajouter une couronne de terres dont les possibilités sont modérées. Les monts Saint-Bruno et Saint-Grégoire comportent des sites à possibilités modérément fortes et modérées accompagnés de sites à possibilités modérément faibles. Les sites du Mont Rougemont ont des possibilités modérément fortes entourés d'une bande à possibilités modérément faibles.

Les monts Saint-Hilaire et Saint-Bruno sont retenus comme zones à haut potentiel dans cet ensemble où actuellement il y a équilibre en ce qui a trait au rapport équipements-potentiels. Toutefois, l'absence de piémont qui caractérise les Montérégiennes et l'isolement des sites occasionné par l'urbanisation et l'agriculture limitent l'utilisation extensive de ces sites dont la proximité de Montréal leur assure une clientèle régulière. Les activités récréatives principales comprennent, en raison de l'intérêt du paysage, la promenade piétonnière, l'interprétation de la nature et le camping.

La rivière Richelieu

Le potentiel fluvial de la rivière Richelieu ne se limite qu'à une mince bande de terres littorales et ne favorise qu'une utilisation estivale axée sur la récréation aquatique et de villégiature car ces sites se prêtent peu aux sports d'hiver (sauf à la pratique de la moto-neige et à la pêche sur la glace). D'une façon générale, le potentiel touristique s'améliore à mesure que l'on remonte la rivière Richelieu.

Le Bas-Richelieu qui s'étend de Sorel à Chambly n'a que des possibilités récréatives modérées à l'exception de certaines enclaves telles l'île Deschaillons et les villages de Saint-Ours et Saint-Denis, où les possibilités sont modérément fortes. Les activités récréatives s'y limitent à la villégiature sur les rives lorsque l'espace disponible le permet, à la récréation aquatique associée à cette villégiature, à la randonnée automobile en milieu agricole et à la promenade piétonnière. Ce tronçon de la rivière est sur-équipé et le déséquilibre équipements-potentiel doit être corrigé de façon prioritaire.

Par contre, le Haut-Richelieu, de Chambly à la frontière canado-américaine, et la région lacustre de la baie Missisquoi comportent un très grand nombre de sites aux possibilités récréatives modérément fortes et quelques sites à fortes possibilités. Cet ensemble présente un équilibre entre les équipements et les possibilités récréatives. Actuellement, cette zone, en amont de Saint-Jean et autour de la baie Missisquoi, est utilisée pour fins de villégiature (on y trouve même des résidences principales), pour les activités récréatives estivales telles le camping, la baignade, la navigation de plaisance, la pêche sportive, la chasse sportive, la promenade et la randonnée en automobile.

Le riche capital historique rehausse l'attraction de la rivière. L'utilisation de la rivière Richelieu en tant que voie de communication et de transport fluvial voit sa consécration dans le canal historique de Chambly qui sert maintenant à la navigation de plaisance mais qui attire aussi de nombreux visiteurs. L'importance stratégique de la rivière lors des guerres qui ont marqué l'histoire de la région se manifeste par les vestiges militaires tels le fort de Chambly qui est le plus fréquenté et le fort Lennox de l'Ile-aux-Noix qui constituent avec le canal Chambly des points d'intérêts historiques majeurs.

Le potentiel global de la région

De façon générale, le CRUR (1972) estime que le potentiel touristique de la région est valable et que sa base d'équipement est adéquate; cependant, le manque de complémentarité des équipements et la dispersion relative de ces derniers et des potentiels à travers le bassin versant constituent des obstacles au développement de la récréation dans la région.

La demande de plein air

Les activités les plus susceptibles de prendre place dans le bassin de la Richelieu sont regroupées dans le tableau 1.6 en indiquant leur importance par rapport à la consommation totale de plein air et des prévisions pour

TABLEAU 1.6: ACTIVITES DE PLEIN AIR (PLURAM, 1973)

<u>Activités</u>	<u>Pourcentage</u>	<u>Milliers de jours- activité en 1986 (Total pour l'été)</u>
1- Automobiliste d'agrément	30.28	40,334
Visite de curiosité	<u>8.80</u>	<u>11,846</u>
Sous-total	39.08	52,180
2- Jeux et sports de plein air	20.98	29,797
Pique-nique	5.02	6,604
Promenade à la campagne	4.00	5,367
Randonnée à pied	0.73	1,084
Equitation	1.77	2,311
Cyclisme	<u>6.35</u>	<u>7,568</u>
Sous-total	38.85	52,731
3- Bateau (chaloupe et bateau à moteur)	3.31	4,771
Pêche	5.53	1,319
Ski nautique	<u>0.84</u>	<u>6,906</u>
Sous-total	9.68	12,996
4- Baignade	10.80	15,418
5- Camping	1.53	2,278
6- Autres	<u>.06</u>	<u>81</u>
TOTAL	100.0%	135,684

NOTE: L'intensité d'utilisation durant un jour moyen de fin de semaine est égale à environ 2.6% du nombre de jours-activités de l'année.

l'année 1986. Pour cette évaluation, nous utiliserons les chiffres donnés dans l'étude de la firme Pluram (1973).

2. CARACTERISTIQUES PHYSIQUES

Le bassin versant de la rivière Richelieu dont la superficie est de 3 782 km.² se divise en 2 régions distinctes par leurs caractéristiques géomorphologiques. La zone des basses terres représente une étroite bande orientée nord-sud, à travers laquelle coule la rivière Richelieu, et reçoit les eaux de 4 affluents principaux, soit les rivières Lacolle et l'Acadie sur la rive ouest et les rivières des Hurons et du Sud sur la rive est. La zone montagneuse draine ses eaux dans la baie Missisquoi par 2 tributaires importants, la rivière Missisquoi qui prend sa source à l'extrême est du bassin et la rivière aux Brochets originant du piedmont appalachien.

2.1 HYDROLOGIE

2.1.1 Le réseau hydrographique

L'axe principal du bassin est évidemment la Richelieu qui coule du sud au nord sur une distance de 123.8 kilomètres à partir de la frontière et présente une dénivellation de 24.4 mètres soit une pente moyenne de 2 mètres par 10 kilomètres.

Les principaux tributaires de la Richelieu sont la rivière des Hurons (bassin versant de 300.5 km.²) et la rivière l'Acadie (BV. 510 km.²), la rivière du Sud (BV. 143.5 km.²), la rivière Lacolle (BV. 121.5 km.²). La partie sud-est du bassin se drainant vers la baie Missisquoi comprend les rivières Missisquoi (bassin versant total: 2 206 km.²), aux Brochets (BV. total 608 km.²) et de Roche (BV. 129 km.²) (Carte no.7).

Les tributaires qui se jettent directement dans la rivière Richelieu

sont caractérisés par une faible dénivellation moyenne d'environ 1 mètre par kilomètre. Par ailleurs, les cours d'eau qui coulent dans les régions montagneuses avant d'arriver dans la baie Missisquoi présentent un profil longitudinal plus accentué, leur pente moyenne atteint approximativement 2 mètres par kilomètre (Carte no. 8).

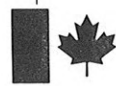
Les lacs et les étangs

Le bassin de la Richelieu compte 18 lacs et étangs en incluant le bassin Chambly pour une superficie totale de 11.4 km.², soit moins de 1% de l'ensemble du bassin versant. Toutefois, si nous ajoutons la partie de la baie Missisquoi située au Québec, dont la superficie est de 44 km.² et la rivière Richelieu comme telle, la proportion des plans d'eau atteint environ 5% de la superficie du territoire étudié. Les principales caractéristiques des lacs et étangs du bassin de la Richelieu sont données au tableau 2.1 et leur localisation est indiquée sur la carte no. 7.

Les barrages

De nombreux barrages ont été érigés sur les cours d'eau du bassin de la Richelieu. En effet, le Service du Milieu hydrique du ministère des Richesses naturelles du Québec a dénombré 297 barrages dont la hauteur varie de 1 à 10 mètres. Les principales fonctions de ces barrages étaient les suivantes:

Fonctions	Nombre de barrages
Alimentation en eau domestique et industrielle	16
Divers (réservoir incendie, etc.)	27
Production hydro-électrique	3
Récréation	250



Environnement Canada

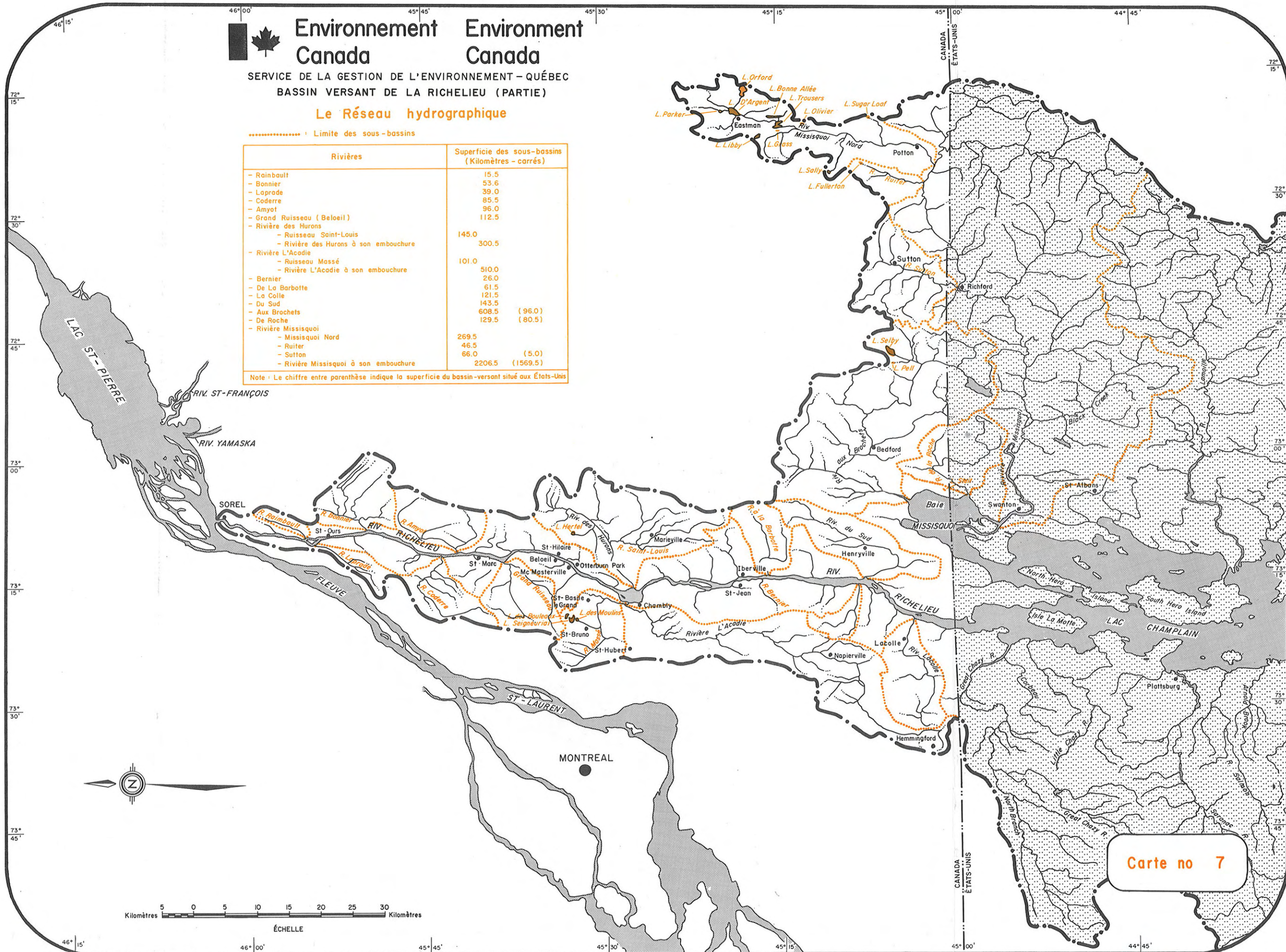
SERVICE DE LA GESTION DE L'ENVIRONNEMENT - QUÉBEC
BASSIN VERSANT DE LA RICHELIEU (PARTIE)

Le Réseau hydrographique

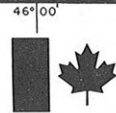
..... : Limite des sous-bassins

Rivières	Superficie des sous-bassins (Kilomètres - carrés)
- Rainbault	15.5
- Bonnier	53.6
- Laprade	39.0
- Coderre	85.5
- Amyot	96.0
- Grand Ruisseau (Beloeil)	112.5
- Rivière des Hurons	
- Ruisseau Saint-Louis	145.0
- Rivière des Hurons à son embouchure	300.5
- Rivière L'Acadie	
- Ruisseau Massé	101.0
- Rivière L'Acadie à son embouchure	510.0
- Bernier	26.0
- De La Barbotte	61.5
- La Colle	121.5
- Du Sud	143.5
- Aux Brochets	608.5 (96.0)
- De Roche	129.5 (80.5)
- Rivière Missisquoi	
- Missisquoi Nord	269.5
- Ruiter	46.5
- Sutton	66.0 (5.0)
- Rivière Missisquoi à son embouchure	2206.5 (1569.5)

Note : Le chiffre entre parenthèse indique la superficie du bassin-versant situé aux États-Unis



Carte no 7



Environnement
Canada

Environment
Canada

SERVICE DE LA GESTION DE L'ENVIRONNEMENT - QUÉBEC

BASSIN VERSANT DE LA RICHELIEU (PARTIE)

Stations hydrométriques et de qualité de l'eau en opération

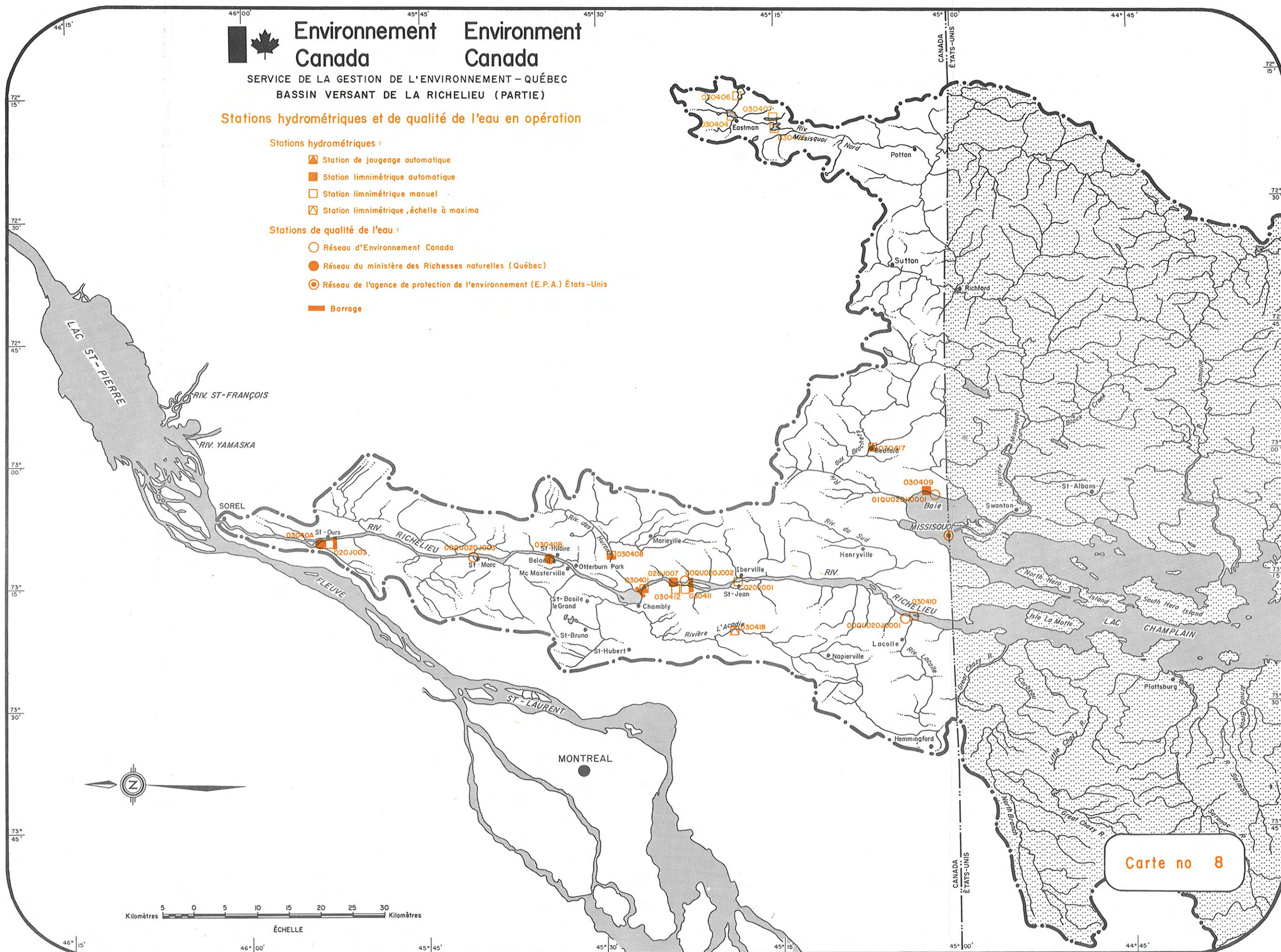
Stations hydrométriques :

-  Station de jaugeage automatique
-  Station limnimétrique automatique
-  Station limnimétrique manuel
-  Station limnimétrique, échelle à maxima

Stations de qualité de l'eau :

-  Réseau d'Environnement Canada
-  Réseau du ministère des Richesses naturelles (Québec)
-  Réseau de l'agence de protection de l'environnement (E.P.A.) États-Unis

 Barrage



Carte no 8

TABLEAU 2.1: CARACTERISTIQUES DES LACS DU BASSIN DE LA RICHELIEU

	Localisation		Superficie (Km ²)	Périmètre (Km)	Longueur maximum (Km)	Largeur maximum (Km)	Profondeur maximum (m)	Niveau normal géodésique (m)	Superficie du bassin versant (Km ²)
	Longitude	Latitude							
Lac Orford	72-16-14	45-17-39	Eastman et Austin	8.7	3.1	1.5	51.2	280.7	9.7
Lac d'Argent	72-18-50	45-18-36	Stukeley-Sud	4.1	1.5	1	13.7	248.4	64.7
Lac Libby	72-22-3	45-16-35	St-Etienne-de- Bolton	4.4	1.5	.5	3.4	286.5*	3.4
Lac Trousers	72-20-34	45-14-57	St-Etienne-de- Bolton	5.8	2.3	.5	8.8	243.8	117.6
Lac Bonne-Allée	72-19-42	45-14-54	Bolton-Est	7	2.7	.3	8.5	246.6	4
Lac Parker	72-18-49	45-19-38	Stukely-Sud	2	.8	.5	-	248.4	28.5
Lac Grass	72-21-23	45-14-34	St-Etienne-de- Bolton	.6	.3	.2	-	241 *	-
Lac Sallys	72-26-19	45-10-36	Bolton-Ouest	3	1	.3	-	271.3	-
Lac Fullerton	72-25-33	45- 7-49	Potton	2.8	1.3	.3	-	317	7.4
Lac Sugar Loof	72-20- 3	45- 7-27	Potton	2.3	1	.3	-	408.5	-
Lac Selby	72-47-57	45- 5-37	Dunham	4.9	2.1	1	9.8	169.8	18.5
Lac Pell	72-49-64	45- 5-31	Dunham	.7	.3	.2	-	218 *	-
Lac Streit	73- 4-34	45- 1-35	Philipsburg	.8	.3	.2	-	50.5*	-
Lac Hertel	73- 9- 6	45-32-40	Mont St-Hilaire	2.4	1	.6	-	164.6	3.6
Lac Seigneural	73-19-30	45-32-50	St-Bruno-de- Montarville	2.9	1.1	.5	-	103.5*	2.3
Lac des Bouleaux	73-19- 5	45-33-21	"	1.5	.6	.3	-	126.2	-
Lac du Moulin	73-19-33	45-32-27	"	1.4	.5	.5	-	81.7	2.6
Bassin Chambly	73-16-30	45-27-30	Chambly	8.9	3.2	2.4	5.5	7.2	22039

Source d'information: Service des relevés du ministère des Richesses naturelles - Banque de données sur les lacs

* Altitude approximative déterminée à partir des cartes topographiques

Les plus importants sont situés sur la rivière Richelieu proprement dite; à Saint-Ours pour fin de navigation, à Chambly, où un déversoir de l'Hydro-Québec est utilisé pour le maintien des niveaux des eaux et pour l'alimentation en eau municipale; et enfin le barrage de l'île Fryers qui n'a jamais été utilisé et dont l'objectif original était de contrôler les inondations du Haut-Richelieu et améliorer la navigation. La plupart des autres barrages sont construits sur des tributaires d'ordre secondaire afin de rehausser le niveau d'eau localement sans créer un volume d'emménagement suffisant pour modifier sensiblement le comportement hydrologique des rivières.

2.1.2 Hydrométrie

Initialement, le réseau de stations hydrométriques avait été élaboré seulement en fonction de la rivière Richelieu, principalement en raison de la navigation. En effet, il existe une station de jaugeage à Chambly depuis 1937 et 16 stations de niveau sur un parcours de 124 km., sans compter la station de la baie Missisquoi. Depuis, une station a été installée sur la rivière des Hurons en 1972 et 2 nouvelles stations sont exploitées sur les rivières aux Brochets et l'Acadie depuis cette année seulement (Carte no. 9). La partie est du bassin ne compte aucune station de jaugeage mais quelques lacs (Trousers, Orford, Bonne-Allée, d'Argent) ont fait l'objet de mesures de niveaux (Tableau 2.2).

Principales caractéristiques hydrologiques

De nombreuses études effectuées sur la Richelieu nous fournissent des données intéressantes sur les principales caractéristiques hydrologiques.

Le débit moyen annuel enregistré à la station de Chambly est de $320 \text{ m}^3/\text{s}$. pour une période d'enregistrement de 36 ans. La figure 2.1 montre que les étiages surviennent durant les mois de septembre et octobre et la

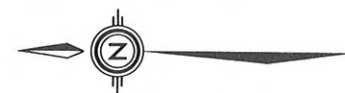
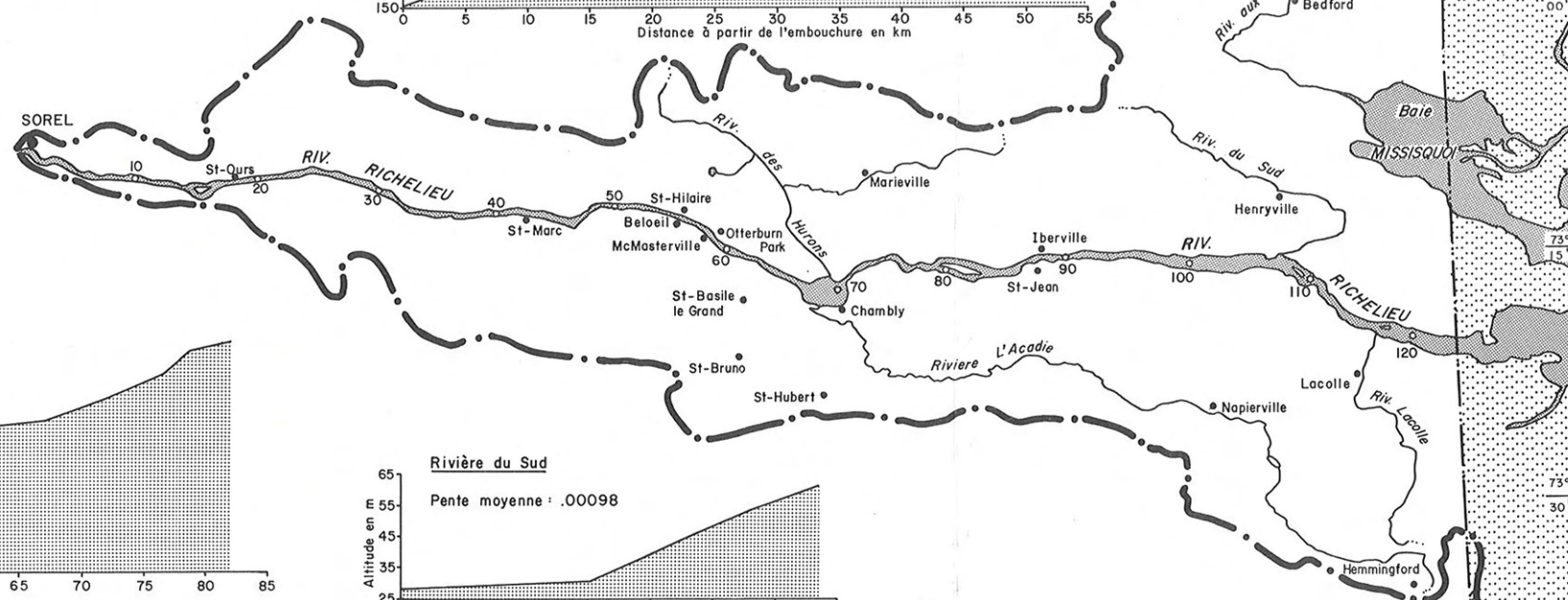
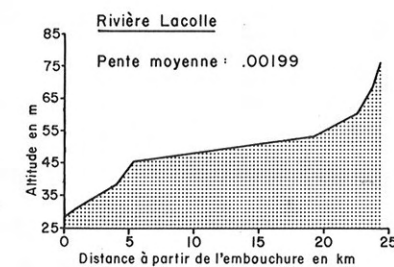
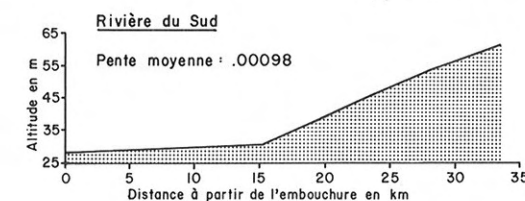
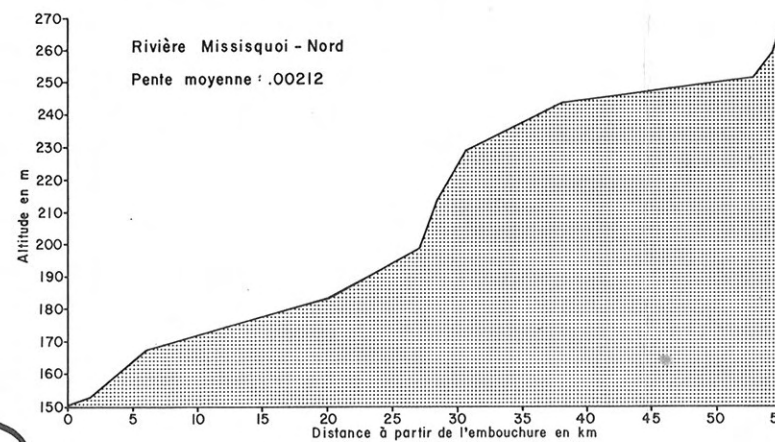
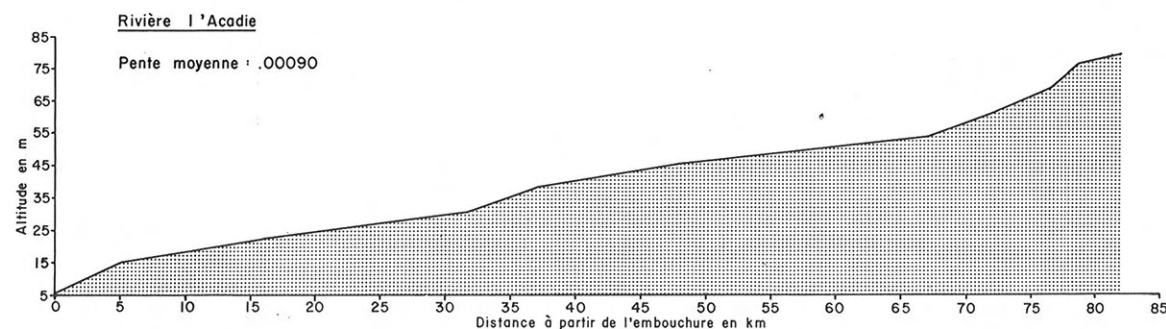
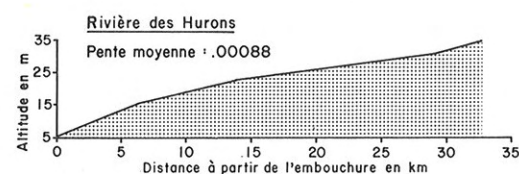
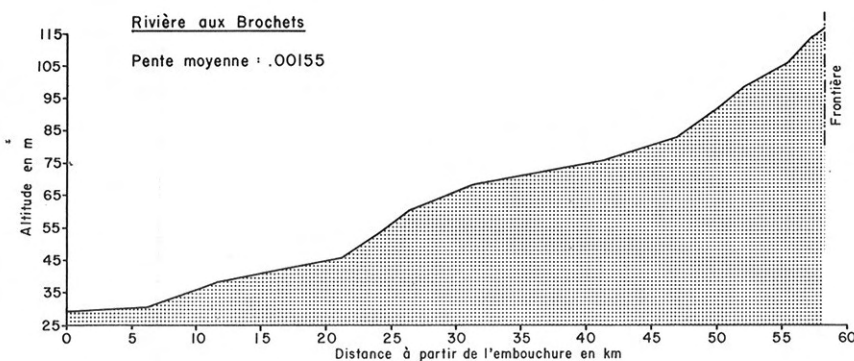
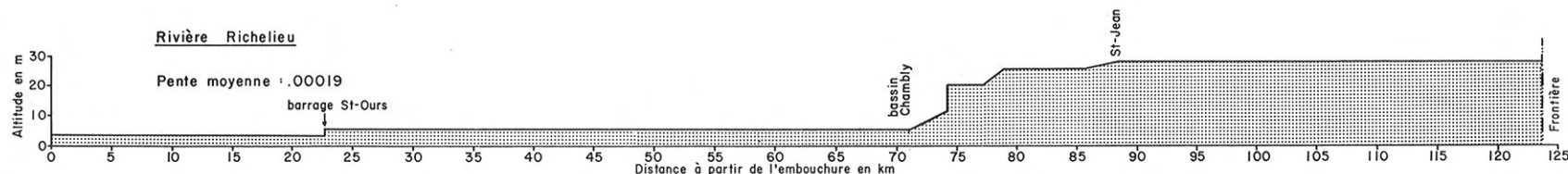


Environnement Canada

SERVICE DE LA GESTION DE L'ENVIRONNEMENT - QUÉBEC

BASSIN VERSANT DE LA RICHELIEU (PARTIE)

Profil en long des principaux cours d'eau



Kilomètres 5 0 5 10 15 20 25 30 Kilomètres

ÉCHELLE

Carte no 9

TABLEAU 2.2: STATIONS HYDROMETRIQUES DANS LE BASSIN DE LA RICHELIEU

Numéro	Rivière ou lac	En opération depuis	Types de mesures	Equipement	Bassin versant (km ²)	Module observé	Maximum journalier observé	Minimum journalier observé
STATIONS DE JAUGEAGE								
030401	Richelieu	1937	Débits journaliers	Limnigraphe	22040	320 m ³ /s.	1237 m ³ /s.	39.9 m ³ /s.
030408	Des Hurons	1972 à 1975	"	-	-	6.6 m ³ /s.	95.1 m ³ /s.	0.3 m ³ /s.
030415	Des Hurons	1975	"	Limnigraphe	272	-	-	-
030417	Aux Brochets	1975	"	-	-	-	-	-
030418	L'Acadie	1975	Crues	Echelle à maxima	-	-	-	-
STATIONS LIMNIMETRIQUES (1)								
020J001	Richelieu	1926	Niveaux	Echelle	22015	-	-	-
020J003	Richelieu	1963	Niveaux	Echelle	22740	-	-	-
030409	Baie Missisquoi	1964	Niveaux	Limnigraphe	-	-	30.8 m.	28.4 m.
030410	Richelieu	1937	"	Limnigraphe	-	-	30.8 m.	28.2 m.
030411	Richelieu	1939	Niveaux	Echelle	-	-	28.0 m.	25.8 m.
030412	Richelieu	1939	Niveaux	Echelle	-	-	27.3 m.	25.3 m.
030405	Lac Trouers	1968	Niveaux max.	Echelle à maxima	-	-	-	-
030406	Lac Orford	1969	Niveaux	Echelle	-	-	30.5 m.*	29.6 m.*
030407	Lac Bonne-Allée	1969	Niveaux max.	Echelle à maxima	-	-	-	-
030407	Lac d'Argent	1968	Niveaux	Echelle	-	29.9 m.*	30.7 m.*	29.4 m.*

Source d'information: Service de l'Hydrométrie, Répertoire hydrométrique, niveaux et débits
ministère des Richesses naturelles, Québec, 1973 et 1975

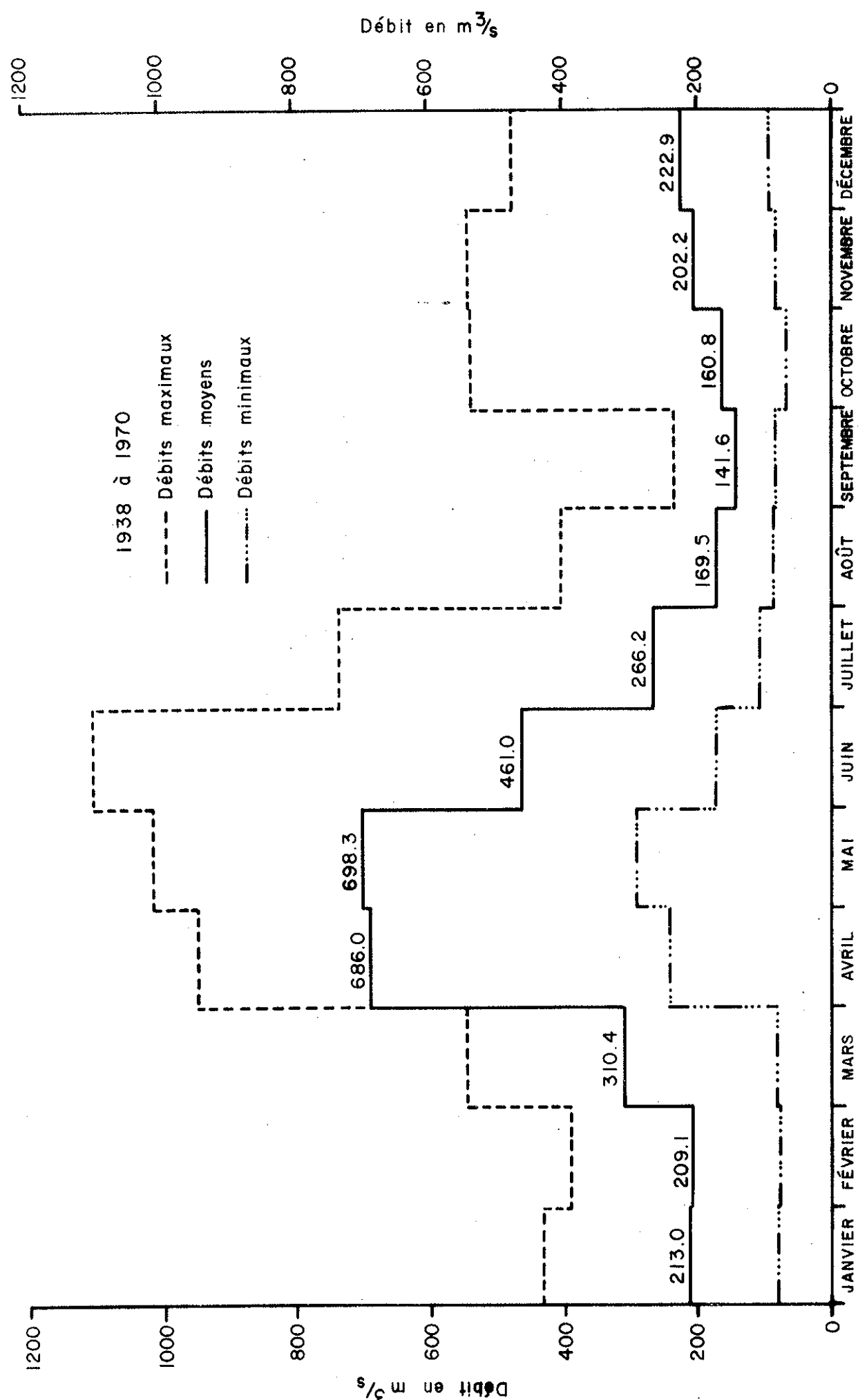
Inland Waters Directorate, Surface Water Data, reference index-Canada, 1974
Environment Canada

* Elevations arbitraires

(1) Il existe d'autres stations sur le Richelieu mais les données ne sont pas publiées

FIGURE : 2.1

Débits mensuels de la Richelieu à Chambly - station 030401



crue annuelle généralement en avril et mai; toutefois, le débit maximum absolu a été enregistré le 6 juin 1947. Une analyse statistique des débits journaliers enregistrés à cette même station (Tableau 2.3) indique que le débit de crue de fréquence 0.99 est de 1 339 m.cu./sec. et le débit d'étiages de même fréquence est de 41 m.³/sec.; cette dernière valeur indique un potentiel très élevé pour l'alimentation en eau en termes de quantité. Le rapport relativement faible du débit de crue au débit d'étiages est la caractéristique d'une rivière très régularisée en l'occurrence ici par le lac Champlain.

Les niveaux du lac Champlain ont fait l'objet d'analyses poussées dans le cadre des études de régularisation pour contrôler les inondations du Haut-Richelieu. La figure 2.2 donne le niveau moyen journalier mesuré durant 35 ans à Rouses'Point. Le niveau maximum est atteint à la fin du mois d'avril et le minimum arrive généralement en octobre. Le niveau maximum atteint durant la période de 1937-1972 est de 30.91 m. et le minimum de 28.29 m.⁽¹⁾ soit une fluctuation maximum de 2.62 m. Afin de démontrer l'importance du lac Champlain pour la régularisation de la Richelieu, il suffit de dire qu'une tranche de 3 cm. permet de régulariser 13 m.³/mois.

Le manque de données nous empêche de procéder à l'analyse de l'hydraulicité des principaux tributaires du bassin.

Le transport des sédiments

L'eau est l'agent d'érosion le plus important et le principal véhicule des matières érodées. L'érosion et le transport des sédiments sont des phénomènes naturels mais souvent accentués par les interventions de l'homme sur le territoire.

Le transport des sédiments s'effectue par charriage de fond, par salutation ou en suspension dans l'eau. La pente, l'étendue du bassin versant, la densité de drainage, le couvert végétal, les précipitations

(1) Suivant les Repères du Service Géodésique des Etats-Unis

TABLEAU 2.3: FREQUENCE DES DEBITS A LA STATION 030401 A CHAMBLY
(1938-1972) (1)

Fréquence des débits de crue printanière

<u>Période de récurrence</u>	<u>Débit</u>
100 ans	1 339 m. ³ /s.
50 ans	1 311 "
20 ans	1 254 "
10 ans	1 195 "
5 ans	1 113 "
2 ans	934 "

Fréquence des débits d'étiages (mai à novembre)

<u>Période de récurrence</u>	<u>Débit</u>
100 ans	41 m. ³ /s.
50 ans	45 "
20 ans	49 "
10 ans	56 "
5 ans	64 "
2 ans	84 "

(1) René Boisvert - Projet préliminaire d'écêtement du haut-fond de Saint-Jean, Fascicule 1, ministère des Richesses naturelles, Service de l'Aménagement hydraulique, 1972

Niveau moyen du lac Champlain à Rouses Point (Période 1937 à 1972)

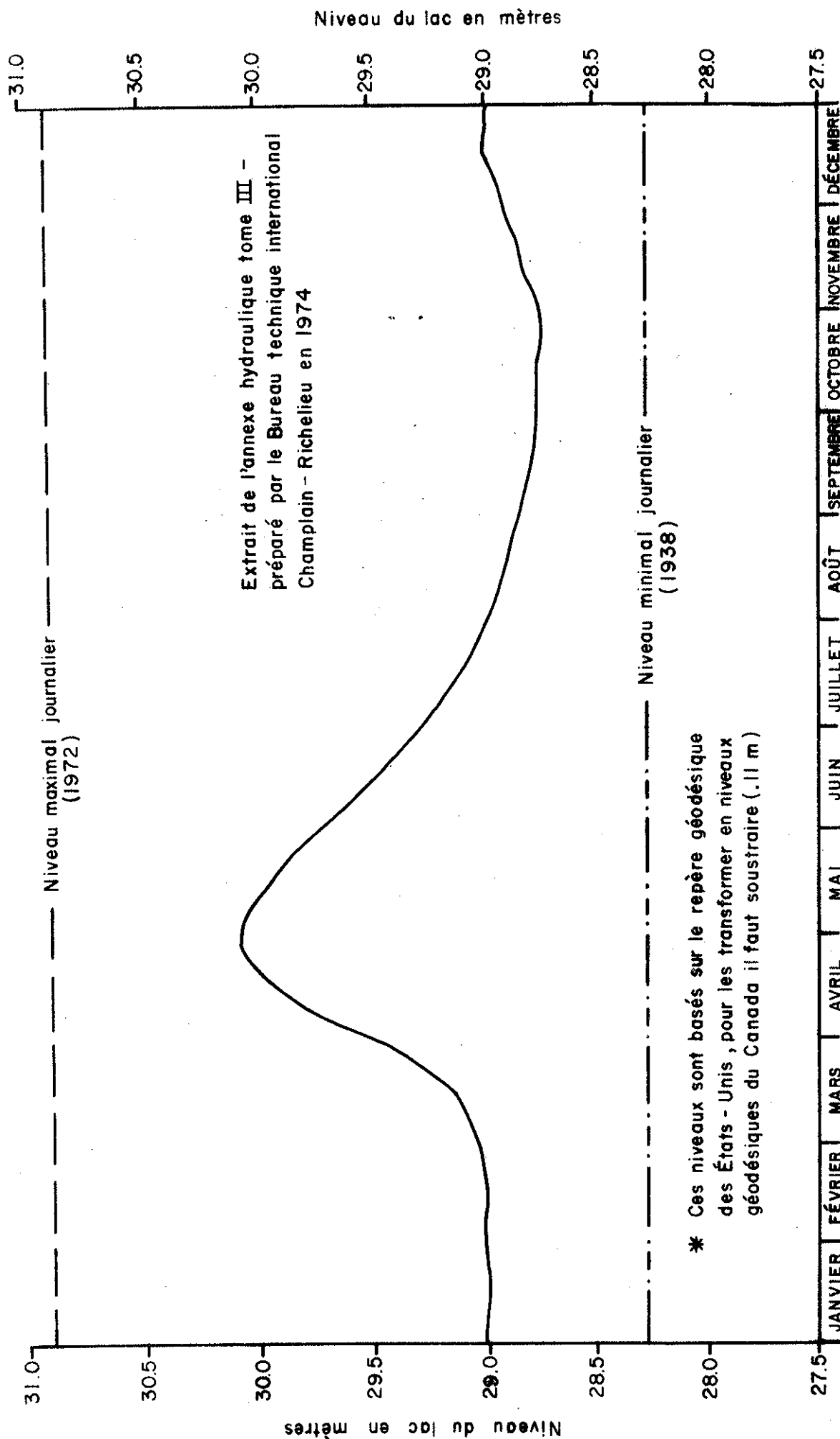


FIGURE : 2.2

(intensité, hauteur, variations saisonnières) et le régime d'écoulement qui en résulte sont autant de facteurs influençant le transport de sédiments. Par ailleurs, les modifications du milieu naturel par l'homme comme le déboisement, le type de culture, le drainage agricole, la construction de route, les développements urbains, contribuent à augmenter la production de sédiments.

Il existe une relation directe entre la production de sédiments et les conditions du couvert végétal. Une étude dans le bassin du fleuve Mississippi a démontré qu'un champ de maïs peut produire 96 tonnes de sédiments par hectare à comparer à une valeur négligeable pour une plantation de pins (Gray, D.M., 1972). Des mesures de matières solides en suspension effectuées dans des bassins forestiers expérimentaux en Virginie ont donné des résultats très concluants sur les conséquences du déboisement. En effet, le bassin de contrôle, c'est-à-dire un boisé naturel, produisait 15 p.p.m. de matières solides en suspension tandis que 2 bassins ayant subi une coupe extensive et planifiée dans un cas et une coupe totale dans l'autre transportaient des concentrations de 210 p.p.m. et 56 000 p.p.m. respectivement. Ces chiffres nous font entrevoir de sérieux problèmes dans le bassin de la Richelieu compte tenu du mode d'exploitation des terres.

Les rejets d'égouts domestiques et industriels contiennent généralement de 100 à 400 mg./l. de matières solides en suspension; pour les égouts urbains pluviaux, les valeurs extrêmes atteignent 11 300 mg./l. avec une moyenne de 1 700 mg./l.

Parmi les cours d'eau du bassin de la Richelieu, seule la rivière des Hurons a fait l'objet d'un relevé continu des sédiments en suspension permettant ainsi de tirer certaines conclusions. Ces relevés, effectués par le ministère des Richesses naturelles depuis 1972, indiquent un taux de transport de sédiments en suspension très élevé. Le tableau 2.4 illustre l'importance de la production de sédiments par le bassin de la rivière des Hurons en le comparant à des bassins versants voisins.

TABLEAU 2.4: TRANSPORT DE SEDIMENTS EN SUSPENSION

Rivière	Année complète	Sédiments en suspension	
		Module (mg./l.)	Maximum (mg./l.)
Des Hurons	1974	223	3 397*
Châteauguay	1969	36	214
Yamaska (Farnham)	1969	45	211

* Pour les trois (3) années de relevés

Il serait intéressant d'analyser ce phénomène en regard des facteurs d'utilisation du sol mentionnés précédemment et des travaux de drainage agricole réalisés dans ce sous-bassin.

2.2 METEOROLOGIE

En 1973, le bassin de la Richelieu comptait 8 stations météorologiques permanentes réparties sur l'ensemble du territoire; la région la moins bien représentée étant le sous-bassin de la rivière Missisquoi Nord. Des données climatologiques sont également disponibles pour plusieurs stations qui ont été en exploitation durant des périodes suffisantes pour des fins d'analyses (Tableau 2.5). Afin de bien cerner le climat de la région à l'étude, nous avons ajouté les données de 5 stations limitrophes au bassin de la Richelieu.

Le climat est caractérisé principalement par une température annuelle moyenne

TABLEAU 2.5: REPERTOIRE DES STATIONS METEOROLOGIQUES

NOM DE LA STATION	Identification alphanumérique	Classe	COORDONNÉES GÉOGRAPHIQUES		Altitude mètres	Déclinaison magnétique	DISPONIBILITÉ DES DONNÉES		PROGRAMME D'OBSERVATION																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
			Latitude Nord deg./min.	Longitude Ouest deg./min.			Ouverture année/mois	Fermeture année/mois	Précipitation	Taux de pluie	Température de l'air	Température dans l'herbe	Température du sol	Humidité de l'air	Isolation	Evaporation	Vent	Prélèvement de neige	Nivométrie																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
Bassin de la Richelieu																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														

Source d'information: Service de Météorologie, Bulletin météorologique, Supplément 1973, Vol. XII, No. 13
Ministère des Richesses naturelles, Québec, 1973

* P: Station annuelle

de près de 6°C. sur l'ensemble du bassin. Toutefois, pour les précipitations totales annuelles, il faut distinguer les basses terres de la vallée de la Richelieu qui reçoivent en moyenne 97.1 cm. de pluie et de neige (1) tandis que cette valeur pour la partie montagneuse s'élève à 113 cm. par année. Les données de précipitations peuvent être mises en regard des valeurs d'évapotranspiration réelles pour estimer le ruissellement moyen ($R = P - ETR$). D'après les données de l'Atlas climatique du Québec (1971), l'évapotranspiration totale annuelle est relativement constante sur la partie basse du bassin avec une moyenne de 57.5 cm. pour s'abaisser à 55 cm. dans la région montagneuse (Carte no. 10).

Il est important de souligner ici un trait particulier du climat des basses terres de la Richelieu qui explique en partie sa vocation agricole. Cette région est située dans la partie la plus chaude du Québec, la température minimale moyenne annuelle est plus élevée (1.4°C. à Saint-Hubert à comparer à - .7°C. à Abercorn), ce qui a pour effet de prolonger la longueur moyenne de la période sans gelée (140 jours à Saint-Hyacinthe à comparer à 90 jours dans les hautes terres). Ces températures plus élevées expliquent également les taux d'évapotranspiration plus grands, augmentant ainsi les risques de déficit d'eau du sol durant l'été. Il y a déficit d'eau au sol lorsque l'évapotranspiration dépasse la précipitation et la réserve d'eau du sol. En considérant que la réserve d'eau du sol est de 10 cm. environ, les dates du début de l'épuisement de cette réserve sont les suivantes pour certaines stations de la région (Ferland, Michel, 1969):

Farnham	28 août
Philipsburg	15 août
Saint-Hyacinthe	16 août
Sorel	15 août

2.3 GEOLOGIE DU SUBSTRATUM

La géologie du substratum rocheux de la vallée de la Richelieu est relati-

(1) Equivalent en eau

vement bien connue (Carte no. 11), toute la région ayant déjà été cartographiée. Toutefois, on ne dispose de cartes détaillées (régulières) que pour le secteur au nord du 45°15' (Cartes nos. 847 et 848 de T.H. Clark, ministère des Richesses naturelles, Québec). Il existe probablement d'autres cartes manuscrites (non publiées) pour la partie sud.

La majeure partie de la vallée de la Richelieu se trouve dans les basses terres du Saint-Laurent qui sont composées de roches sédimentaires du Paléozoïque (Ordovicien) comprenant principalement des schistes argileux, parfois calcaires, de faibles étendues de calcaires et de grès. Dans le secteur sud-ouest, on trouve des grès dolomitiques, des calcaires, dolomie et grès.

Outre les roches sédimentaires, il existe quelques collines perçant à travers les basses terres qui sont des intrusions volcaniques du Crétacé comprenant diverses roches alcalines. Les affleurements rocheux dans les basses terres du Saint-Laurent sont rares, la surface étant recouverte de dépôts meubles quaternaires. Les collines des Montérégiennes sont, elles, en roches consolidées et les affleurements abondent.

Le secteur sud-est de la région (à l'est de la baie Missisquoi), appartient à la zone appalachienne, on y trouve des grès et des schistes argileux d'âge cambro-ordovicien, et des roches volcaniques (schistes à chlorite) dans un alignement en direction sud-ouest - nord-est comprenant les monts Sutton. Les affleurements rocheux abondants dans les monts Sutton sont plus rares dans le reste de cette zone appalachienne.

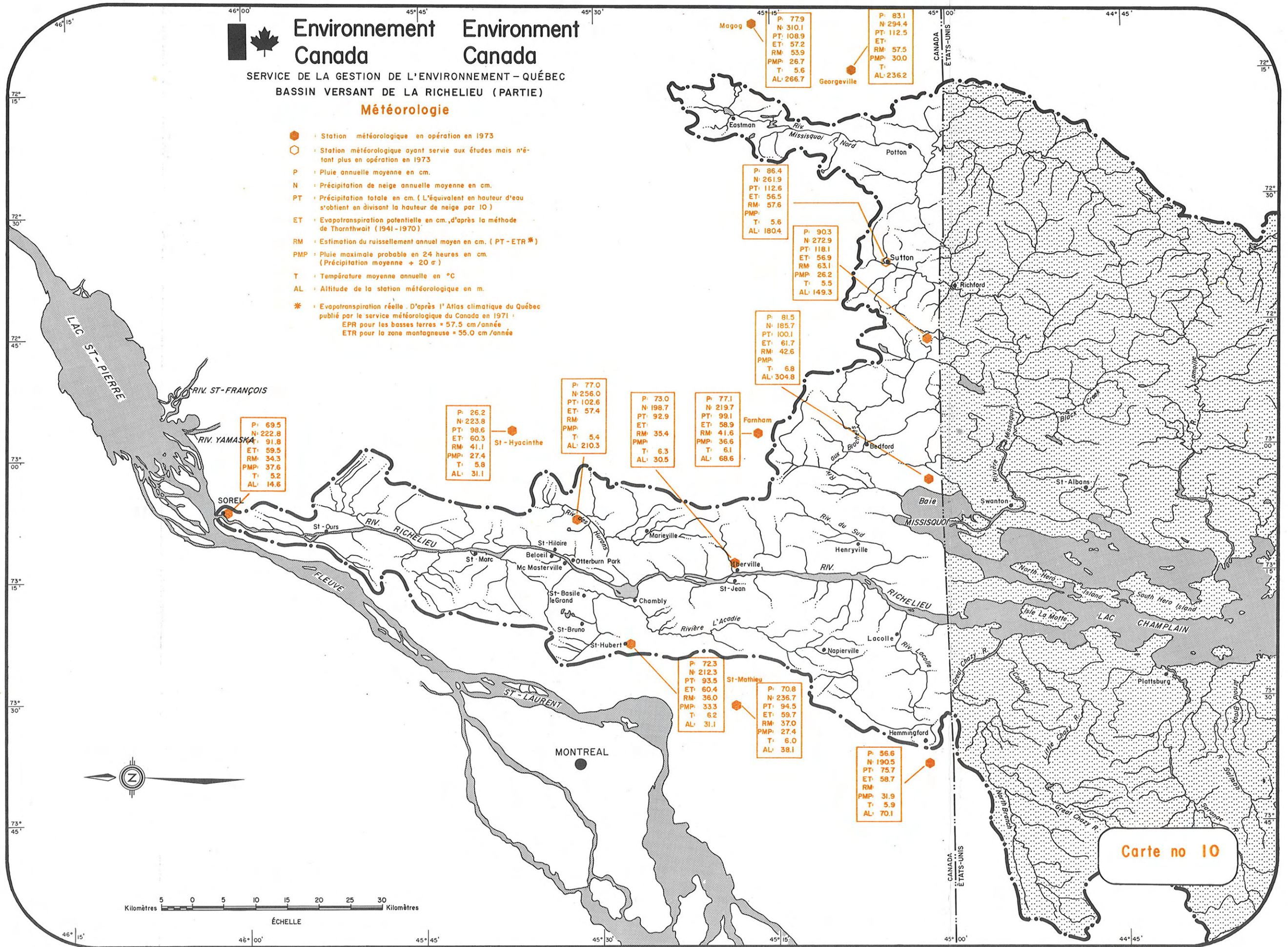
2.4 LES SOLS

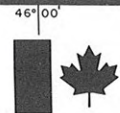
2.4.1 Description sommaire

La cartographie pédologique couvre la totalité du territoire à étudier:

Météorologie

- Station météorologique en opération en 1973
- Station météorologique ayant servi aux études mais n'étant plus en opération en 1973
- P Pluie annuelle moyenne en cm.
- N Précipitation de neige annuelle moyenne en cm.
- PT Précipitation totale en cm. (L'équivalent en hauteur d'eau s'obtient en divisant la hauteur de neige par 10)
- ET Evapotranspiration potentielle en cm., d'après la méthode de Thornthwait (1941-1970)
- RM Estimation du ruissellement annuel moyen en cm. (PT - ETR*)
- PMP Pluie maximale probable en 24 heures en cm. (Précipitation moyenne + 20 σ)
- T Température moyenne annuelle en °C
- AL Altitude de la station météorologique en m.
- * Evapotranspiration réelle. D'après l'Atlas climatique du Québec publié par le service météorologique du Canada en 1971 :
EPR pour les basses terres = 57.5 cm/année
ETR pour la zone montagneuse = 55.0 cm/année





Environnement
Canada

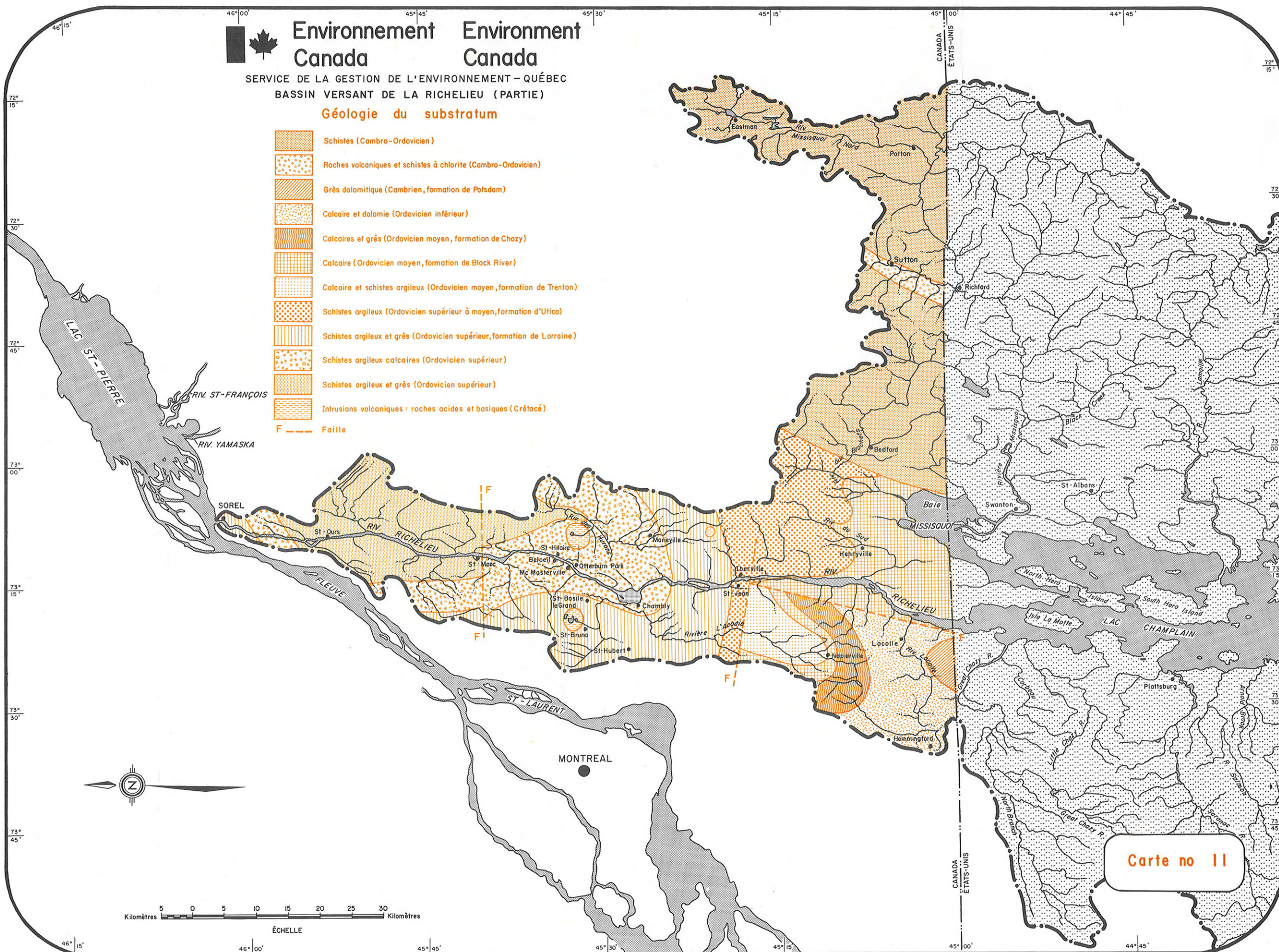
Environment
Canada

SERVICE DE LA GESTION DE L'ENVIRONNEMENT - QUÉBEC

BASSIN VERSANT DE LA RICHELIEU (PARTIE)

Géologie du substratum

- Schistes (Cambro-Ordovicien)
- Roches volcaniques et schistes à chlorite (Cambro-Ordovicien)
- Grès dolomitique (Cambrien, formation de Potsdam)
- Calcaire et dolomie (Ordovicien inférieur)
- Calcaires et grès (Ordovicien moyen, formation de Chazy)
- Calcaire (Ordovicien moyen, formation de Black River)
- Calcaire et schistes argileux (Ordovicien moyen, formation de Trenton)
- Schistes argileux (Ordovicien supérieur à moyen, formation d'Utica)
- Schistes argileux et grès (Ordovicien supérieur, formation de Lorraine)
- Schistes argileux calcaires (Ordovicien supérieur)
- Schistes argileux et grès (Ordovicien supérieur)
- Intrusions volcaniques : roches acides et basiques (Crétacé)
- F --- Faille



Carte no 11

les cartes ont été dressées en 1942-43 pour la partie du bassin comprise entre le lac Champlain et le Saint-Laurent et en 1948 pour la partie appalachienne du bassin. L'échelle des cartes originelles est au 1:63,360. Les cartes sont dressées par comtés mais l'Office de Planification et de Développement du Québec (OPDQ) dispose d'une compilation par feuillets topographiques à l'échelle 1:50,000.

Les sols sont présentés par série ou association de séries. La présentation de chaque série comprend une description pédologique, une description de la roche mère pédologique, une évaluation de leur potentiel agricole parfois accompagnées de brefs commentaires sur leur aménagement.

Dans la partie du bassin comprise entre le lac Champlain et le fleuve Saint-Laurent, les caractéristiques pédologiques sont étroitement liées à l'histoire post-glaciaire de la vallée du Saint-Laurent (Carte no. 12). Nous retrouverons donc, sur des dépôts originant de la mer Champlain, des sols argileux et limoneux, des sols sableux soulignant l'ancien littoral de la mer Champlain et, dans le fond des vallées, des sols plus récents sur alluvions fluviales ou lacustres. Il n'existe que très peu de sols d'origine glaciaire dans cette partie du bassin.

Dans les Montérégiennes, affleurements rocheux, tills minces sur roc et sables littoraux d'origine Champlain prédominent.

Les sols de la partie appalachienne du bassin sont presque essentiellement développés sur des dépôts d'origine glaciaire accompagnés de sols sablonneux originant de dépôts fluviaux ou fluvio-glaciaires.

On retrouvera également, dans l'ensemble du bassin, des sols organiques (les sols minces étant très décomposés alors que les sols épais le sont beaucoup moins) et des sols de marais.

2.4.2 Problèmes soulevés lors de l'analyse de la documentation existante

L'analyse de la documentation pédologique consultée nous a permis de mettre en évidence une série de problèmes qui, dans le cadre d'un aménagement intégré, mériteraient une attention plus particulière.

Les sols organiques et les sols de marais sont mieux connus sous l'appellation populaire de "terres noires". Ils ont une très haute productivité biologique qui permet le développement de cultures maraîchères à très haut rendement. Ces terres sont très fragiles et la simple pratique culturale peut entraîner une perte annuelle de 2 à 3 cm. de sol organique, en surface, par érosion hydrique ou éolienne ou déperdition sous forme gazeuse, suite au métabolisme accéléré des micro-organismes. Elles sont de plus sujettes à la spéculation foncière et à la spéculation commerciale (vente de "terre noire" au sac).

Les sols de haute qualité agricole sont avant tout les sols originant de la mer Champlain, de texture argileuse et limoneuse, très sensibles à l'érosion. Leur système de drainage naturel et anthropique devrait être réévalué en termes écologiques. Une attention toute particulière devrait être apportée à la protection des berges le long de la Richelieu.

Les sols des sables littoraux, fortement soumis à l'érosion éolienne, devraient faire l'objet d'études détaillées afin de leur attribuer l'utilisation la plus rationnelle: urbanisation et industrialisation, par exemple.

Pour les Montérégiennes dont la vocation récréative est primordiale, des mesures rapides et strictes s'imposent afin d'éviter la transformation déjà fort avancée des Montérégiennes en carrière...

Les sols autour de la baie Missisquoi et du delta de la rivière aux Brochets en particulier, sont l'objet de diverses dégradations. Les

sols des berges de toutes les rivières de la partie appalachienne du bassin seraient à étudier en détail en vue d'une protection adéquate de leurs potentiels en tenant compte du régime hydrologique.

2.5 LE RELIEF

Le bassin de la Richelieu est caractérisé par les basses terres de la vallée de la rivière Richelieu dont l'aspect est rehaussé par les Montérégiennes et une zone montagneuse dans la partie sud-est qui se draine dans le lac Champlain.

L'altitude minimum à l'exutoire du bassin est de 3.6 mètres au-dessus du niveau moyen de la mer et le point culminant (Mont Sutton) atteint plus de 960 mètres (Carte no. 13). La moitié du bassin versant se trouve en dessous de l'altitude 50 mètres. La zone des basses terres met en relief les collines montérégiennes, Mont Saint-Hilaire, Mont Saint-Bruno, Mont Saint-Grégoire et le Mont Rougemont (partie) dont les sommets atteignent respectivement 438, 217, 266 et 366 mètres.

2.6 LES EAUX SOUTERRAINES

Les eaux souterraines constituent l'unique source d'approvisionnement en eau potable dans les régions non desservies par un réseau d'aqueduc d'où leur très grande importance dans les zones du bassin de la Richelieu à vocation agricole.

Deux (2) études hydrogéologiques effectuées dans la région qui touche au bassin de la Richelieu (Freeze, 1964, et J.M. Prévôt, 1973) de même que les données compilées à partir des informations des puisatiers (1), nous permettront d'évaluer sommairement le potentiel de cette ressource.

(1) Le Service des Eaux souterraines du ministère des Richesses naturelles a réalisé une banque de données mécanographiques, classant par municipalité les informations fournies par les puisatiers. Cette banque comprend des données sur la profondeur de forage, la stratigraphie, le débit disponible corrigé (parfois incomplet), la qualité de l'eau et ce pour tous les puits creusés jusqu'à la roche en place.

Afin d'illustrer les quantités d'eau emmagasinées dans le sol, il suffit de rappeler que l'écoulement annuel moyen mesuré dans les cours d'eau comprend deux (2) composantes: le ruissellement de surface qui représente 70% des débits mesurés et le reste représenté par l'écoulement de base alimenté par l'eau d'infiltration emmagasinée dans le sol; Freeze a évalué à 12.7 cm. d'eau par an cet emmagasinement.

2.6.1 Les aquifères

Il convient de distinguer les aquifères situés dans la roche en place et dans les alluvions.

Les possibilités qu'offre la roche en place en tant qu'aquifère dépendent de la présence de zones de fissuration convenables. D'après Freeze, les zones abondent près de la surface de la roche en place, mais leur nombre et leurs dimensions diminuent avec la profondeur. Il est donc peu probable que des puits profonds puissent fournir de fortes quantités d'eau. La roche en place à l'ouest de la Richelieu avait été divisée en trois (3) catégories d'aquifères suivant leur rendement décroissant:

- 1- "Aquifère de grès: formation Postdam";
- 2- "Aquifère de roches carbonatées: groupes Beekmantown, Chazy, Black River et Trenton";
- 3- "Aquifère de schiste argileux: groupes Utica et Lorraine".

D'après J.M. Prévôt, les puits existants dans ces formations fournissent des débits généralement inférieurs à 227 litres par minute.

Les aquifères des dépôts meubles offrent de plus grandes possibilités du moins dans les régions étudiées. L'étude des dépôts meubles dans la région située entre la Richelieu et la Yamaska à proximité des Montérégiennes démontre que "les principales formations aquifères se sont



Environnement
Canada

Environment
Canada

SERVICE DE LA GESTION DE L'ENVIRONNEMENT - QUÉBEC
BASSIN VERSANT DE LA RICHELIEU (PARTIE)

Le relief

Courbe hypsométrique

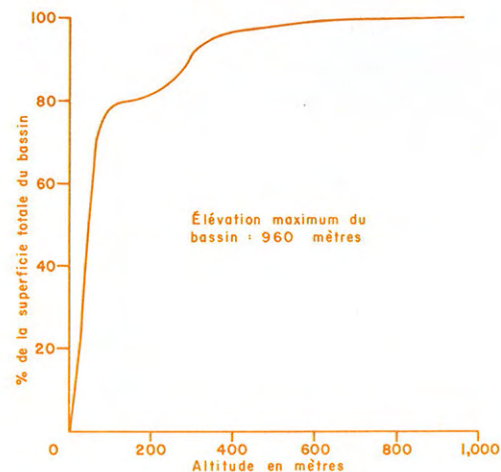


Table d'équivalence

Pieds	Mètres
100	30.49
200	60.98
300	91.46
400	121.95
500	152.44
1,000	304.88
1,500	457.32
2,000	609.76
2,500	762.20

0 à 100 pieds

100 à 200 pieds



Kilomètres 5 0 5 10 15 20 25 30
ÉCHELLE

Carte no 13

constituées dans les dépôts glaciaires, lacustres, fluviaux, parfois marins ou encore dans plusieurs de ces dépôts simultanément" (J.M. Prévôt, 1973).

L'étude de J.M. Prévôt a permis d'identifier trois (3) nappes principales (Carte no. 14).

Située au sud du Mont Rougemont, la première nappe de 388 kilomètres carrés se trouve dans les bassins versants de la Richelieu et de la rivière Yamaska. Sa capacité a été évaluée à 3 059 m.³ par jour et des aquifères restreints situés près d'Iberville et de Marieville offrent des possibilités de 277 l./mn.

Une deuxième nappe qui se trouve à proximité du Mont Saint-Hilaire offre des débits de l'ordre de 45 l./mn. avec des possibilités de trouver des débits supérieurs à 227 l./mn. provenant de dépôts non consolidés près de Saint-Jean Baptiste-de-Rouville.

Une troisième nappe située dans le bassin de la rivière du Sud est identifiée comme une zone où l'on peut trouver des débits entre 45 et 227 l./mn. provenant de roches fissurées ou altérées.

Dans les autres secteurs, les seules informations que nous possédons proviennent des puisatiers. Les valeurs moyennes compilées pour chaque municipalité sont indiquées sur la carte no. 14.

2.6.2 Qualité de l'eau souterraine

Les différentes analyses de l'eau font état principalement de la présence de sel de fer et de sulfure d'hydrogène.

La région de l'ancienne mer Champlain est particulièrement marquée par des teneurs élevées de chlorures dans l'eau souterraine. Il existe une relation entre les concentrations en chlorures de l'eau et sa cir-

culation; les zones à faible transmissivité correspondant à des zones plus fortement chargées en chlorures.

Freeze souligne la présence de sulfure d'hydrogène dans des puits creusés dans les aquifères de schiste argileux et de grès de même que dans certains puits forés dans des roches carbonatées.

La nature des solides dissous dans l'eau souterraine dépend de la composition des roches (ou des sols) avec lesquels l'eau est entrée en contact.

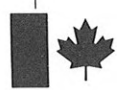
2.7 QUALITE DES EAUX RECEPTRICES

2.7.1 Sources d'information

Il existe plusieurs sources d'information et de données sur la qualité des eaux de la rivière Richelieu. Celles-ci peuvent être subdivisées en 2 groupes: les réseaux permanents de stations d'échantillonnage et les études spéciales.

En ce qui concerne le premier groupe, les gouvernements fédéral et provincial exploitent 2 réseaux dont les stations sont localisées comme suit: Baie Missisquoi, Noyan, Saint-Jean, rapides Fryers, Saint-Marc et Saint-Ours pour le réseau fédéral, et 2 stations à Sorel pour le réseau provincial (Carte no. 8). Préalablement à ces 2 stations de Sorel, le gouvernement provincial (ministère des Richesses naturelles) exploita, jusqu'en 1973, une station à Mont Saint-Hilaire et une autre à Saint-Ours.

La fréquence d'analyse est d'une fois par mois pour ce qui est du réseau fédéral et de 4 fois par mois pour le nouveau réseau provincial.



Environnement Canada / Environment Canada

SERVICE DE LA GESTION DE L'ENVIRONNEMENT - QUÉBEC
BASSIN VERSANT DE LA RICHELIEU (PARTIE)

Les eaux souterraines

- Limites des nappes d'eau salée
- Limites exploitables des nappes d'eau douce et numéro de la nappe. (voir texte)
- Capacité moyenne des puits par municipalité
 - 4.5 à 23 litres par minutes
 - 23 à 45.5 " " "
 - 45.5 à 91 " " "
 - 91 à 227 " " "
 - 227 à 455 " " "
- (022.9) Le chiffre indique la profondeur moyenne des puits en mètres

Réf. 1 - Prévôt J.M., Inventaire des eaux souterraines des comtés de Saint-Hyacinthe et de Rouville. Ministère des Richesses naturelles, Québec 1973

- Freeze R.A., Hydrogéologie de la région de Lachine, Saint-Jean, Québec (au sud du St-Laurent). Ministère des Mines et des Relevés Techniques Bulletin 112, Ottawa 1964

- Simard G., Compilation des données des puisatiers. Ministère des Richesses naturelles, non publié.

Freeze - 1964

Prévôt - 1973

Zones étudiées



Kilomètres 5 0 5 10 15 20 25 30
ÉCHELLE

Carte no 14

Relativement aux études spéciales formant le deuxième groupe de données, les plus importantes sont les suivantes:

- a) Environmental Research Associates (1970);
- b) Environmental Research Associates (1973);
- c) Groupe d'étude en biologie (1972);
- d) Neelskantish (1967);
- e) Ministère des Richesses naturelles, Québec (1972);
- f) Régie des Eaux du Québec (1968);
- g) Services de Protection de l'Environnement, Québec (1974-75).

La plus complète parmi ces études est celle des Services de Protection de l'Environnement, Québec (1974-75), mais malheureusement les données n'ont pas encore été publiées.

La validité et la précision de toutes ces données varient considérablement selon les expertises et les buts poursuivis. D'autre part, il est malheureux de constater que les données n'ont pas toutes la même valeur surtout pour celles antérieures à 1970 à cause des méthodes d'analyse et de préservation inadéquates. C'est pourquoi toute interprétation de celles-ci devrait être faite en consultation étroite avec les responsables des collectes de données et des études réalisées.

2.7.2 Caractérisation par tronçon

En termes de bilan de matières, il est pratiquement impossible de caractériser la rivière Richelieu et ses tributaires du fait que les données que nous possédons proviennent de relevés ponctuels et sporadiques.

Cependant, d'un point de vue général, orienté sur la pollution des eaux, nous pourrions subdiviser le bassin de la Richelieu en secteurs caractérisés comme suit:

- 1) La baie Missisquoi, ayant des eaux plus douces que celles de la

rivière Richelieu et subissant une pollution bactériologique importante près des rives occasionnée surtout par les apports des chalets.

- 2) Le Haut-Richelieu, en amont de Saint-Jean, dont les eaux sont relativement propres.
- 3) Le tronçon entre Saint-Jean et Beloeil qui reçoit une charge importante de pollution bactérienne, de substances nutritives provenant de déchets municipaux et de déchets industriels.
- 4) Le tronçon en aval de Beloeil qui reçoit des apports importants de déchets industriels de même que d'autres apports importants de déchets municipaux.
- 5) Les tributaires de la plaine de la Richelieu transportent une charge importante d'éléments nutritifs provenant principalement des terres agricoles. Il faut souligner que la conductivité des eaux des tributaires est de beaucoup supérieure aux valeurs mesurées dans la Richelieu.

2.7.3 Qualité physico-chimique

Ions majeurs et propriétés physiques

Les réseaux sont les meilleures sources d'information pour les constituants principaux de la rivière parce qu'il y a beaucoup de données disponibles et parce que la méthode de préservation des échantillons a relativement peu d'importance pour ces paramètres. Le tableau no. 2.6 donne les valeurs typiques des ions principaux de la Richelieu à la station fédérale des rapides Fryers pour la période de 1971 à 1975, en comparaison des valeurs typiques pour les mêmes paramètres pour l'année 1957 (Thomas, 1964).

TABLEAU 2.6: EVOLUTION DE LA QUALITE PHYSICO-CHIMIQUE A LA STATION DES
RAPIDES FRYERS

		<u>1971-75</u>	<u>1957</u>
Dureté totale	mg./l. CaCO_3	62	58
Calcium	mg./l. Ca	20	15
Magnésium	mg./l. Mg	3.7	3.8
Potassium	mg./l. K	1.4	0.9
Sodium	mg./l. Na	5.2	2.3
Alcalinité totale	mg./l. CaCO_3	47	49
Chlorures	mg./l. Cl	7	2.5
Sulfate	mg./l. SO_4	16	15

En général, les concentrations en ions principaux diminuent légèrement pendant la crue printanière et augmentent pendant l'étiage de l'automne. Pour donner une idée de la variation annuelle, la conductivité, qui est représentative des niveaux des ions majeurs en général, varie généralement de 140 umhos/cm.² en mai-juin jusqu'à 180 vers novembre-décembre. Les niveaux extrêmes sont rares; on trouve 98% des lectures individuelles aux rapides Fryers entre 135 et 190 umhos/cm.² pour la période de 1971 à 1975. Sur les tributaires, en particulier les rivières l'Acadie et des Hurons (ruisseau Saint-Louis), des mesures de conductivité aussi élevées que 800 et 1 900 umhos ont été détectées en 1971.

Les niveaux des ions principaux montent légèrement entre le lac Champlain et le fleuve Saint-Laurent; la baie Missisquoi contient des niveaux encore plus faibles que ceux de la rivière à la sortie du lac: la conductivité de la baie est généralement de 110-120 umhos/cm.². Le tableau no. 2.6 nous montre que les niveaux des ions principaux augmentent avec le temps. En particulier, les niveaux de sodium et de chlorure sont 2 ou 3 fois plus élevés pour la période de 1971 à 1975 qu'en 1957. Cette augmentation est réelle puisque les méthodes analytiques pour ces 2 paramètres étaient assez fiables en 1957 et la différence est beaucoup plus grande que la variation saisonnière pendant la période de 1971 à 1975.

Le pH reste normalement dans les limites 6.5 à 8.0 et le plus souvent entre 7.0 et 7.5. Les rapports du Korab (Environmental Research Associates, 1970: ibid 1973) nous montrent des perturbations près de l'entrée du canal Chambly et près de McMasterville. A part cela, il y a peu de variation spatiale ou temporelle. Les autres propriétés physiques sont normales pour une rivière de ce genre.

Substances nutritives

C'est dans le cas des substances nutritives que nous rencontrons le

problème le plus sérieux concernant la fiabilité des données actuellement disponibles. La plupart des données des réseaux sont limitées du fait que les échantillons n'étaient pas préservés adéquatement. Quant aux études spéciales, plusieurs d'entre elles sont limitées parce qu'elles ont été entreprises pendant les mois de mai à octobre seulement, tandis que les niveaux de plusieurs substances nutritives sont à leur maximum annuel vers les mois de février à avril.

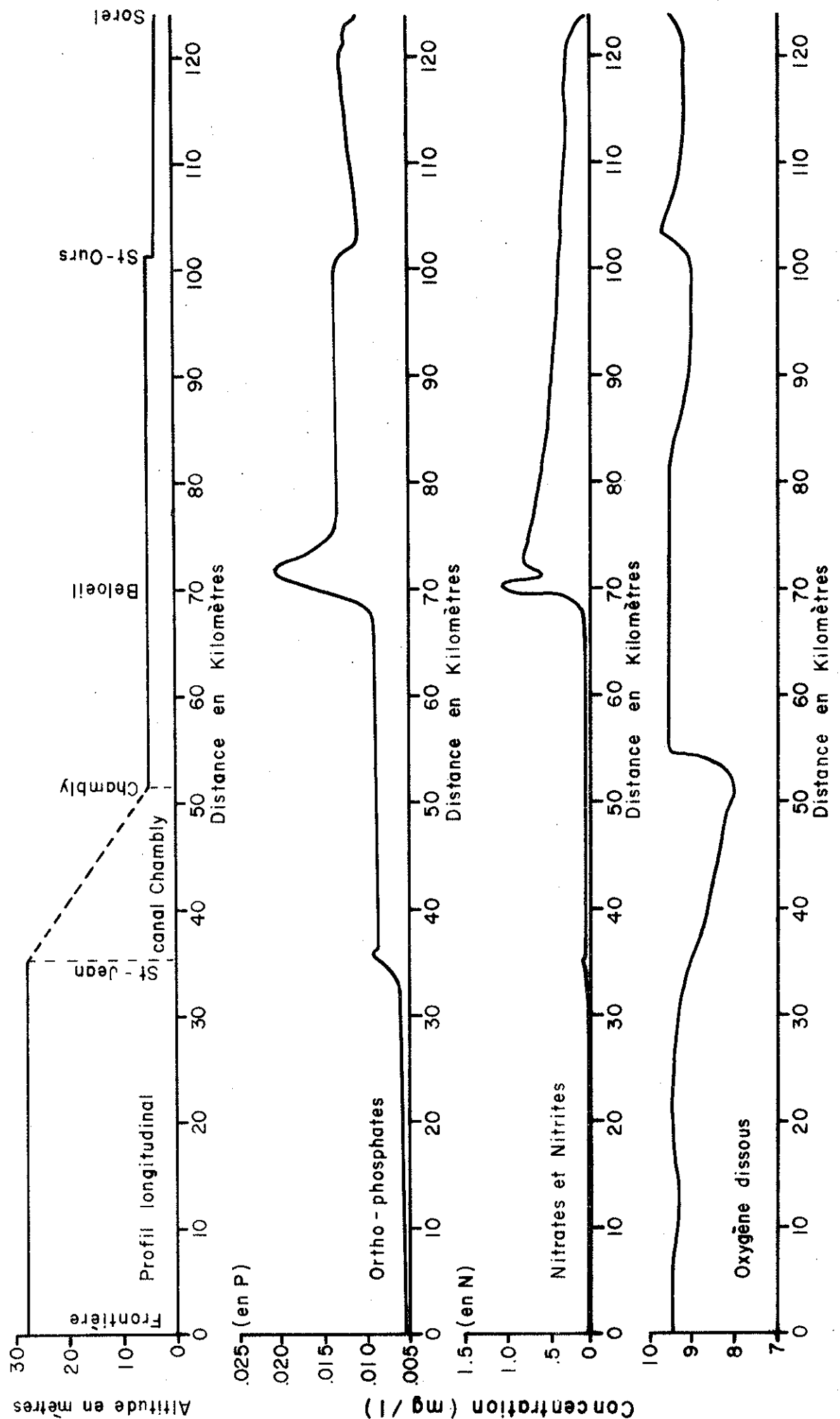
La figure 2.3 présente des données sur les substances nutritives obtenues par enregistrement continu (Environmental Research Associates, 1970: *ibid* 1973). Il est à noter que le bateau échantillonnait le canal entre Saint-Jean et Chambly. On peut voir que les niveaux sont peu élevés en amont de Saint-Jean; cependant, en aval de Saint-Jean - Iberville et surtout en aval de Beloeil - McMasterville - Otterburn Park, les niveaux sont beaucoup plus élevés. Ces données sont pour les mois d'août et septembre. Au printemps, dans la région en aval de Saint-Jean, le phosphore total dépasse souvent .05 mg./l. en P et les nitrates dépassent souvent 0.25 mg./l. en N. Ces niveaux sont assez élevés pour favoriser les surcroissances d'algues. Sur les rivières l'Acadie, des Hurons et du Sud, les concentrations de phosphates dépassent très souvent le seuil critique.

Nous n'avons presque aucune information sur les substances nutritives dans les sédiments mais l'étude actuelle des Services de Protection de l'Environnement (SPEQ) (Québec, SPE, 1975) comprend le carbone et l'azote organiques dans les sédiments.

L'oxygène dissous (d'après la figure 2.3) baisse dans le canal et en aval des villes qui déversent une charge élevée de DBO, et remonte aux rapides ou aux barrages, comme on pourrait le prévoir. Les niveaux restent assez élevés en été. Nous avons peu de données pour l'hiver mais nous n'avons pas d'indications biologiques que le niveau baisse sérieusement.

FIGURE : 2.3

Variations longitudinales de certains paramètres



Métaux traces

Les niveaux de fer et de manganèse sont assez faibles dans l'eau de la rivière. Cependant, sur la rivière des Hurons, en aval du ruisseau Saint-Louis, les concentrations de fer ont déjà atteint 80 p.p.m. Pour les autres métaux dans l'eau et pour tous les métaux dans les sédiments, nous avons fort peu de données. L'étude actuelle des SPEQ (Québec, SPE, 1975) comprend l'analyse de quelques métaux dans l'eau et dans les sédiments.

Le niveau de mercure dépasse souvent la limite acceptable de 0.5 p.p.m. dans l'anguille et certains autres poissons.

Composés organiques

Les études physico-chimiques de la qualité des eaux ne nous permettent pas toujours de bien réaliser l'ampleur de la contamination du milieu par diverses substances toxiques telles que les métaux et les pesticides couramment employés.

Dans le cas de la Richelieu, les SPEQ ont réalisé au cours de 1974-75 une étude spécifique des résidus des pesticides organochlorés et des biphényles polychlorés dans l'eau, les sédiments et les poissons. Celle-ci nous permet d'établir certaines relations entre la contamination du milieu et l'infection des poissons.

Dans l'eau, les pesticides détectés ont été les suivants: DDT (*), DDE, lindane, dieldrine et TDE (**). Dans les sédiments et les poissons, en plus de ces derniers, l'endrine et les PCB (polychlorinated biphenyls) ont été trouvés.

- Contamination des eaux par les pesticides

La complexité de l'interprétation des concentrations enregistrées dans

* DDT (dichlorodiphenyltrichloroethane)
DDE (dérivé du DDT)

** TDE ou DDD (dichlorodiphenyldichloroethane)

les eaux et l'importance des apports dans le bassin versant est amplifiée par le fait que les pesticides n'ont pas la même solubilité dans l'eau. Par exemple, il est important de noter que le lindane est environ 1,000 fois plus soluble que le DDT.

Toutefois, G. Marmabachi et R. St-Jean (1975) concluent qu'en général, les concentrations en pesticides dans les eaux de la Richelieu sont inférieures aux normes d'eau potable mais que pour la survie de la faune aquatique, il n'en est pas de même et que les activités agricoles sont une menace pour la vie aquatique.

Les secteurs les plus touchés seraient l'embouchure, Saint-Ours, de Saint-Charles à Beloeil, le Premier Grand Ruisseau, la rivière l'Acadie et le ruisseau Massé.

- La contamination des sédiments par les pesticides

L'analyse des sédiments a permis aux auteurs de détecter des concentrations importantes de PCB et de DDT et cela tout particulièrement près de Saint-Denis où il semble y avoir d'intenses cultures maraîchères et une industrie active de transformation des fruits et des légumes.

A cet endroit, le rapport DDT/TDE étant fortement supérieur à 1 permet de croire que l'utilisation du DDT est récente même si son utilisation est défendue depuis quelques années.

Les autres secteurs contaminés sont l'embouchure, la rivière l'Acadie, le ruisseau Massé et les zones longeant les principales municipalités surtout en ce qui concerne les PCB.

- La contamination des poissons par les pesticides

A cause du phénomène de cumulation, les concentrations des pesticides

sont nettement supérieures dans les poissons.

Trois (3) interprétations possibles peuvent être faites concernant la contamination des poissons.

D'une part, il est important de connaître l'importance de ces concentrations pour la survie de l'espèce. Deuxièmement, pour assumer la protection des consommateurs, il faut s'assurer que les concentrations trouvées dans la chair des poissons ne dépassent pas les limites permises pour l'homme. Enfin, cette même précaution doit être prise pour les oiseaux ichthyophages.

En ce qui a trait à la survie des espèces, il s'avère que les concentrations des PCB trouvées dans les poissons sont telles qu'un poisson sur quatre (1 pour 4) semble avoir accumulé des quantités pouvant lui être fatals.

D'autre part, à cause des concentrations en endrine détectées dans la chair des poissons, un poisson sur deux (1 pour 2) serait toxique pour la consommation humaine.

Enfin, pour les oiseaux ichthyophages, un poisson sur quatre (1 pour 4) serait contaminé.

En conclusion, il est donc extrêmement important que d'une part, une étude plus importante soit réalisée sur la contamination de la faune aquatique et que l'on considère à ce moment les autres substances toxiques pouvant leur être fatales.

D'autre part, l'analyse de l'étude de Mamarbachi et St-Jean nous permet immédiatement de constater 2 choses:

- 1- Certaines zones de la Richelieu sont présentement contaminées et nous devons en trouver les causes.

- 2- Il semble que l'emploi du DDT soit encore chose courante dans ce bassin et nous devons immédiatement prendre action.

2.7.4 Qualité biologique des eaux

L'étude des Services de Protection de l'Environnement nous renseignera éventuellement de l'état trophique de la Richelieu et cela à partir de 26 stations d'échantillonnage où l'on a prélevé les organismes benthiques et la flore phytoplanctonique.

D'autre part, cette même étude fera état des caractéristiques de 123 herbiers tenant compte de leur indice de vitalité, d'abondance, de dominance et de leur mode d'association.

Le rapport Pluram décrit la pollution bactériologique de la Richelieu à l'aide d'un tableau des valeurs en bactéries coliformes enregistrées tout le long de son parcours. Une brève analyse de ces données nous porte à croire, qu'exception faite de points spécifiques tels que Chambly, Saint-Jean et la rive ouest de la baie Missisquoi où l'on fait ressortir une contamination très importante des eaux, la rivière Richelieu supporte une quantité de coliformes fécaux variant entre 100 et 18,000 organismes par 100 millilitres d'eau échantillonnée (Environmental Research, 1973). Des valeurs encore plus élevées ont été mesurées sur certains tributaires dont les rivières des Hurons, l'Acadie, du Sud et aux Brochets.

C'est donc dire que pour la plupart des usages entraînant des contacts externes avec la peau et pour l'alimentation en eau brute, la rivière Richelieu n'est nullement adéquate et que l'on peut la considérer comme détériorée.

Cependant, ces données sont extrêmement ponctuelles et nous n'oserions pas conclure quoi que ce soit à partir de leur interprétation.

2.8 QUALITE DES APPORTS

Les sources concentrées de pollution des eaux de la Richelieu sont les industries et les municipalités, tandis que l'agriculture et les résidences isolées causent une pollution diffuse le long de la rivière. Les sources de pollution considérées ici sont les effluents municipaux et industriels de 3 agglomérations municipales principales:

- Saint-Jean et Iberville;
- Chambly, Marieville, Saint-Bruno-de-Montarville, Richelieu et Carignan;
- Otterburn Park, McMasterville, Beloeil et Mont Saint-Hilaire.

2.8.1 Evaluation de la charge polluante

En se servant des valeurs connues sur la qualité des effluents et en complétant les données à l'aide de bilans théoriques, on arrive à la conclusion que ces 3 grandes zones sont responsables de 90% de toute la pollution de sources municipales et industrielles dans la Richelieu.

D'après les mêmes calculs, l'apport total de DBO dans la Richelieu était de 73 000 kg. par jour en 1971, cette quantité incluant les apports municipaux et industriels. L'apport polluant de chaque municipalité fournit une indication sur les priorités dont devra tenir compte un programme d'assainissement de la rivière. On peut donc estimer à 53.4% l'apport de Saint-Jean à la charge totale, alors que celui de Chambly se chiffre à 16.7%, celui de McMasterville à 5.7%, celui de Mont Saint-Hilaire à 5.5% et celui de Marieville à 4.8%; les autres municipalités déversant chacune moins de 3% de la DBO totale. Il est à noter que la ville de Sorel n'est pas incluse dans ces calculs, étant donné qu'elle représente un problème de pollution surtout pour le Saint-Laurent.

L'agglomération de Saint-Jean avec ses industries est donc en tête de liste des priorités pour l'assainissement de la Richelieu. Vient ensuite Chambly qui, malgré un nombre d'habitants moindre que

Saint-Bruno-de-Montarville ou Beloeil, représente un apport plus important à cause de son industrialisation; la même remarque s'applique à McMasterville, à Mont Saint-Hilaire et à Marieville. Saint-Jean et Chambly représentent donc 70% de la DBO municipale et industrielle dans la Richelieu et en tenant compte du fait que 90% de la DBO totale provient des municipalités et des industries, on peut affirmer qu'un immense progrès serait accompli avec l'épuration des eaux usées de ces 2 agglomérations.

2.8.2 Effluents municipaux

Les agglomérations de plus de 500 habitants qui déversent la totalité de leurs eaux usées avec ou sans traitement dans la Richelieu et ses tributaires (sont exclus les sous-bassins des rivières Missisquoi et aux Brochets), sont au nombre de 45 et représentent un total d'environ 160,000 habitants (recensement de 1971). La ville de Sorel n'est pas comprise dans ce nombre, étant donné que ses eaux usées sont en partie rejetées dans le Saint-Laurent, non plus que la ville de Saint-Hubert dont une grande partie du territoire se trouve en-dehors du bassin de la Richelieu.

On trouvera sur la carte no. 15 la localisation et l'importance des agglomérations de plus de 500 habitants. La région la plus importante au point de vue rejets d'eaux usées est celle de Saint-Jean, d'abord parce qu'elle se trouve en tête du bassin et ensuite parce qu'on n'y compte pas moins de 13 émissaires qui déversent dans la Richelieu des eaux usées brutes, non seulement domestiques, puisque de nombreuses industries rejettent leurs eaux dans le réseau municipal.

Peu de municipalités du bassin de la Richelieu possèdent une usine d'épuration des eaux et parmi les quelques systèmes de traitement existants, certains ne desservent qu'une partie de la population. Environ 8% seulement des municipalités possèdent des systèmes d'épuration (Tableau 2.7), ce qui représente un très faible pourcentage d'eaux usées traitées (approximativement 3%).

SERVICE DE LA GESTION DE L'ENVIRONNEMENT - QUÉBEC
BASSIN VERSANT DE LA RICHELIEU (PARTIE)

Sources Principales de Pollution

Agglomérations et industries

Agglomérations

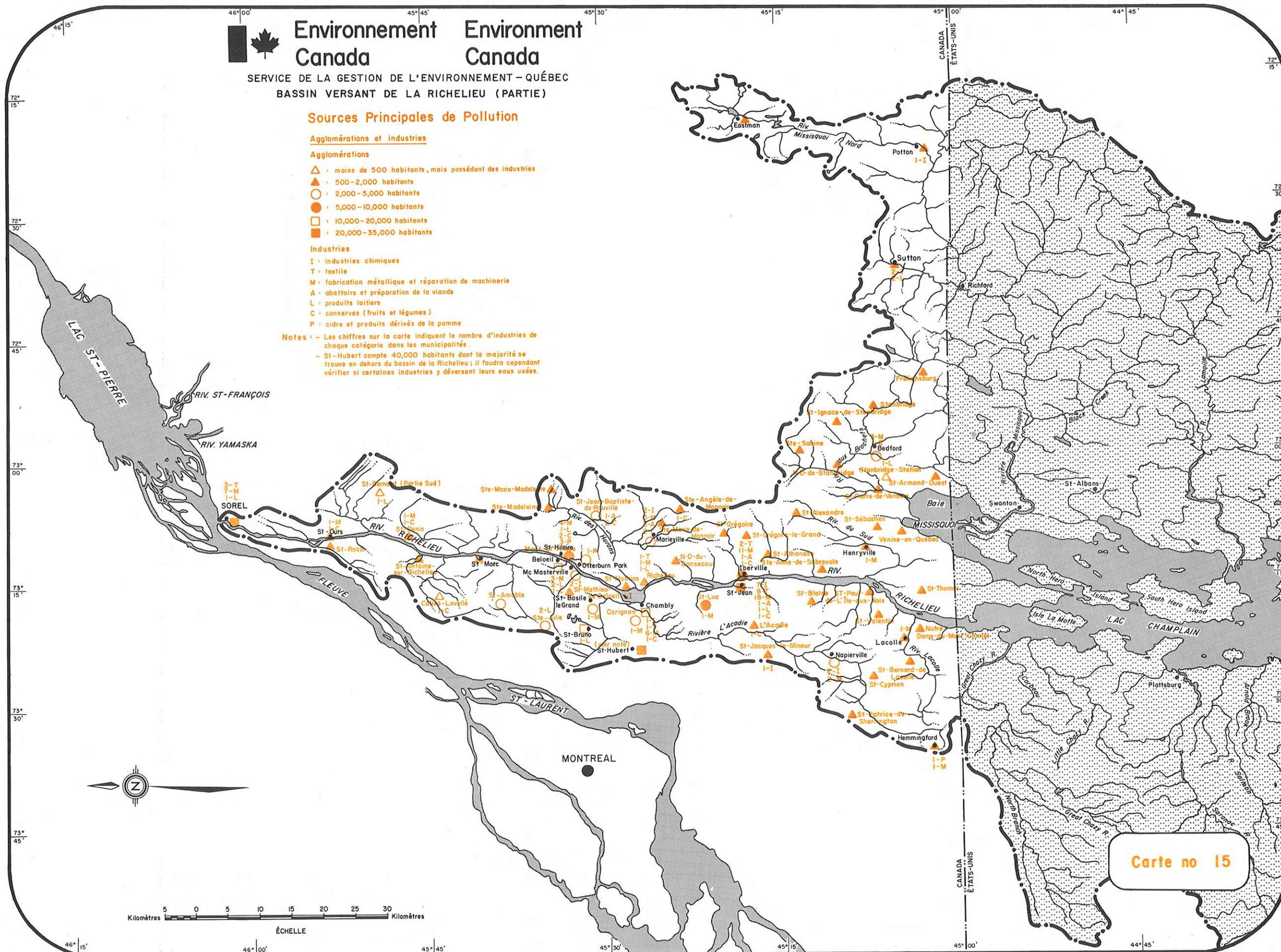
- ▲ : moins de 500 habitants, mais possédant des industries
 ▲ : 500-2,000 habitants
 ○ : 2,000-5,000 habitants
 ● : 5,000-10,000 habitants
 □ : 10,000-20,000 habitants
 ■ : 20,000-35,000 habitants

Industries

- I : industries chimiques
T : textile
M : fabrication métallique et réparation de machinerie
A : abattoirs et préparation de la viande
L : produits laitiers
C : conserves (fruits et légumes)
P : cidre et produits dérivés de la pomme

Notes : - Les chiffres sur la carte indiquent le nombre d'industries de chaque catégorie dans les municipalités.

- St-Hubert compte 40,000 habitants dont la majorité se trouve en dehors du bassin de la Richelieu; il faudra cependant vérifier si certaines industries y déversent leurs eaux usées.



Nous ne possédons présentement pas de données sur le volume ou la qualité des effluents municipaux. Les études consultées fournissent des informations sur les caractéristiques des eaux de la rivière, mais sans relier directement ces données aux effluents en présence. Pour l'instant, on ne peut donc procéder que par estimation pour connaître les débits et les charges polluantes des effluents déversés par les agglomérations.

TABEAU 2.7: USINES D'EPURATION EXISTANTES

<u>Municipalité</u>	<u>Type* de traitement</u>	<u>Capacité (m.³/j.)</u>
Henryville	oxydation totale	380
Mont Saint-Hilaire	oxydation totale	57*
Napierville	étang de stabilisation	950
Sainte-Julie	boues activées	1 100
Sainte-Madeleine	oxydation totale	680
Saint-Ours	oxydation totale	23*

* Systèmes ne desservant qu'une partie de la population

2.8.3 Effluents industriels

La région sous étude compte un grand nombre d'industries disséminées sur tout le territoire. Les industries les moins polluantes, comme par exemple la fabrication de vêtements et le sciage de bois, n'ont pas été considérées à ce stade. La carte no. 15 indique le nombre et la loca-

lisation de 6 types d'industries: l'industrie chimique, le textile, la fabrication métallique, les abattoirs, l'industrie des produits laitiers, les conserveries et l'industrie de la pomme. Les industries de la ville de Saint-Hubert n'ont pas été dénombrées, étant donné qu'il faudra d'abord vérifier si certaines de ces industries déversent leurs eaux usées dans la Richelieu ou si, au contraire, toutes ces eaux sont dirigées vers le Saint-Laurent. Quant à Sorel, on sait déjà, quoique sans plus de précisions, que certaines industries rejettent leurs eaux résiduaires dans la Richelieu et d'autres dans le Saint-Laurent. Quant aux abattoirs de la région, 7 ont été dénombrés; cependant, quand on sait que le Québec est présentement à redéfinir ses règlements en ce qui concerne ces établissements, le présent inventaire doit être considéré uniquement comme une première approche au problème. Les informations précises sont peu nombreuses encore aujourd'hui, c'est pourquoi il faudra envisager des relevés systématiques pour déterminer les correctifs nécessaires.

3. CARACTERISTIQUES BIOLOGIQUES

L'eau est un élément essentiel dans tous les écosystèmes. La gestion de la ressource eau implique donc une connaissance approfondie des interrelations avec les organismes vivants (animaux et végétaux) présents dans le bassin versant.

Les textes suivants représentent une synthèse des données ou études relatives à la faune et au couvert végétal du bassin de la rivière Richelieu.

3.1 LA FAUNE AQUATIQUE ET SEMI-AQUATIQUE

Ce chapitre traite principalement de l'importance du bassin pour les oiseaux migrateurs, les poissons et les mammifères.

3.1.1 Les oiseaux migrateurs

L'habitat

La vallée de la Richelieu constitue une voie de migration importante pour les oiseaux migrateurs du couloir Atlantique. Cette région est de plus utilisée par la sauvagine durant la saison de reproduction. Les habitats à haut potentiel sont confinés principalement à la partie sud de la rivière Richelieu et à la section nord de la baie Missisquoi (Carte no. 16). Ceux-ci sont constitués de marécages, de boisés partiellement inondés et de ruisseaux. Ces habitats subissent de nombreuses contraintes par le drainage, le remplissage, et la déforestation des rives dont le but principal est l'établissement de centres

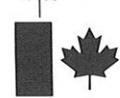
résidentiels et chalets d'été localisés le plus près possible des plans d'eau.

La composition des associations végétales herbacées et leur distribution sur le cours supérieur de la Richelieu ont été décrites et présentées par le Groupe de Recherches en Ecologie du Haut-Richelieu du département des Sciences biologiques de l'Université du Québec à Montréal (GRER, 1975). En ce qui concerne le reste du cours de la Richelieu et la baie Missisquoi, il n'existe pas actuellement de carte de distribution des plantes aquatiques.

Migration

Les oiseaux migrateurs sont particulièrement abondants dans cette région durant les périodes de migration. Cependant, les données sur l'abondance relative des diverses espèces sont restreintes, puisque très peu d'inventaires aériens ont été effectués jusqu'à ce jour, (Lehoux, en préparation). La seule région où l'on possède de l'information sur la distribution et l'abondance lors des migrations concerne la Rivière du Sud et la région de l'Ile-aux-Noix qui servent de zone d'étude pour l'Université du Québec à Montréal (UQAM) (Pondbriand, en préparation). De plus, la composition des espèces d'oiseaux aquatiques présentes dans la vallée de la Richelieu est assez bien connue actuellement et apparaît dans l'ouvrage de Ouellet (1974).

L'utilisation de la Richelieu en général par les oiseaux migrateurs semble très différente pour les deux saisons de migration. Les oiseaux sont assez abondants au printemps et dispersés dans l'habitat (Lehoux, en préparation) alors qu'à l'automne, les troupes de sauvagines sont très concentrés dans les endroits les plus retirés et désertent la région peu après l'ouverture de la chasse (Pondbriand, en préparation; Trencia, en préparation).



Environnement
Canada

Environment
Canada

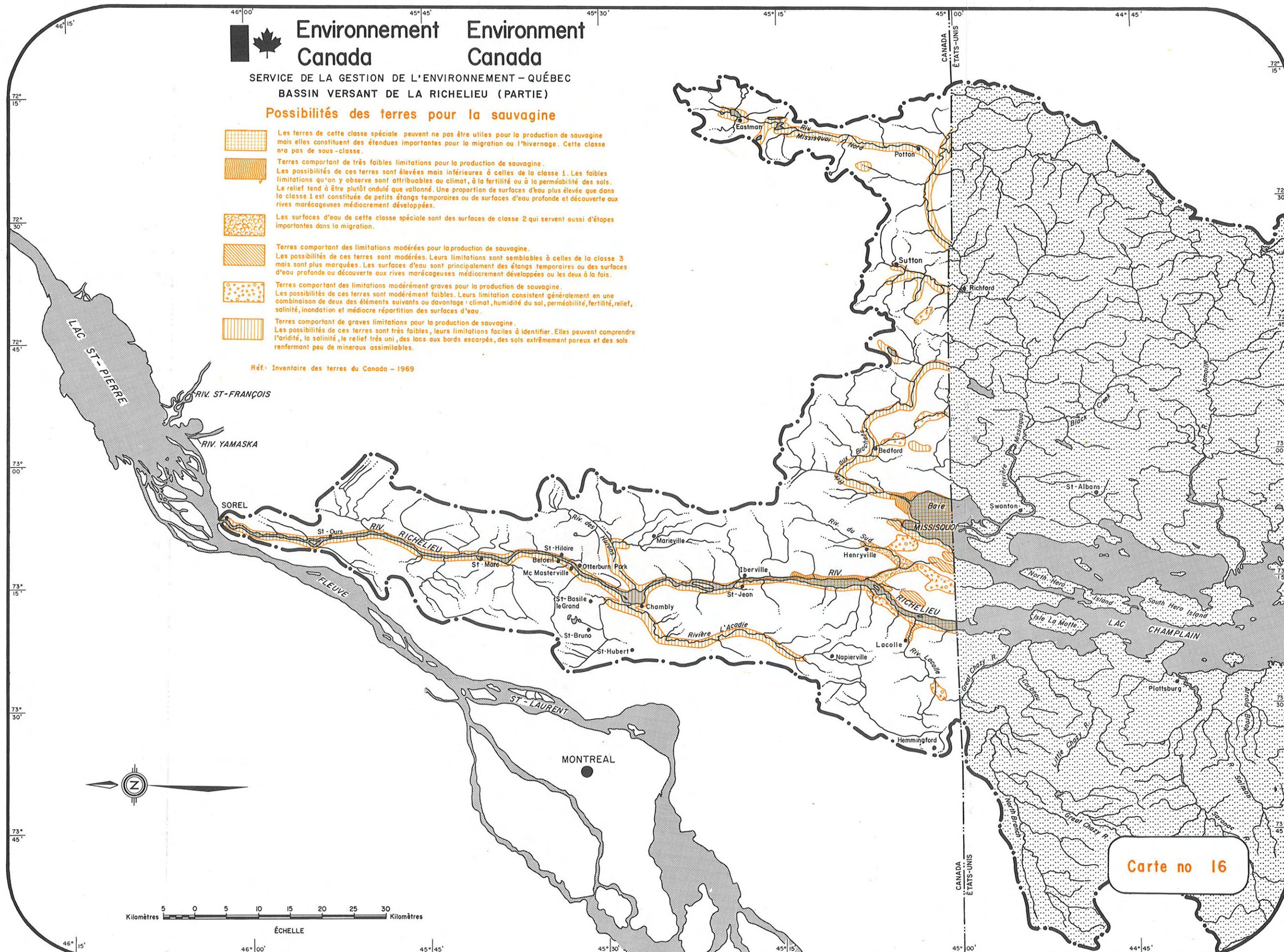
SERVICE DE LA GESTION DE L'ENVIRONNEMENT - QUÉBEC

BASSIN VERSANT DE LA RICHELIEU (PARTIE)

Possibilités des terres pour la sauvagine

-  Les terres de cette classe spéciale peuvent ne pas être utiles pour la production de sauvagine mais elles constituent des étendues importantes pour la migration ou l'hivernage. Cette classe n'a pas de sous-classe.
-  Terres comportant de très faibles limitations pour la production de sauvagine. Les possibilités de ces terres sont élevées mais inférieures à celles de la classe 1. Les faibles limitations qu'on y observe sont attribuables au climat, à la fertilité ou à la perméabilité des sols. Le relief tend à être plutôt ondulé que vallonné. Une proportion de surfaces d'eau plus élevée que dans la classe 1 est constituée de petits étangs temporaires ou de surfaces d'eau profonde et découverte aux rives marécageuses médiocrement développées.
-  Les surfaces d'eau de cette classe spéciale sont des surfaces de classe 2 qui servent aussi d'étapes importantes dans la migration.
-  Terres comportant des limitations modérées pour la production de sauvagine. Les possibilités de ces terres sont modérées. Leurs limitations sont semblables à celles de la classe 3 mais sont plus marquées. Les surfaces d'eau sont principalement des étangs temporaires ou des surfaces d'eau profonde ou découverte aux rives marécageuses médiocrement développées ou les deux à la fois.
-  Terres comportant des limitations modérément graves pour la production de sauvagine. Les possibilités de ces terres sont modérément faibles. Leurs limitations consistent généralement en une combinaison de deux des éléments suivants ou davantage : climat, humidité du sol, perméabilité, fertilité, relief, salinité, inondation et médiocre répartition des surfaces d'eau.
-  Terres comportant de graves limitations pour la production de sauvagine. Les possibilités de ces terres sont très faibles, leurs limitations faciles à identifier. Elles peuvent comprendre l'aridité, la salinité, le relief très uni, des lacs aux bords escarpés, des sols extrêmement poreux et des sols renfermant peu de minéraux assimilables.

Réf. Inventaire des terres du Canada - 1969



Carte no 16

Reproduction

Les zones de reproduction importantes pour la sauvagine sont limitées aux zones de haut potentiel présentées sur la carte no. 16. Les études entreprises par l'UQAM permettront d'évaluer la densité des reproducteurs par type d'habitat principalement dans les régions d'études déjà mentionnées précédemment (Pondbriand, en préparation). Cependant, étant donné la difficulté de recenser par les méthodes conventionnelles les boisés inondés durant les crues, les espèces arboricoles comme le canard huppé (Aix sponsa), le garrot commun (Bucephala clangula) et le bec-scie couronné (Lophodytes cucullatus) seront probablement sous-estimées. L'importance du canard huppé comme reproducteur dans cette région semble élevée d'après des inventaires préliminaires effectués par la Direction régionale de la Faune (Lehoux, en préparation).

L'hivernage

La présence d'oiseaux en hiver dans la région est peu connue actuellement. Les quelques inventaires réalisés par la Direction régionale de la Faune ont été effectués principalement dans la région de Saint-Jean et montrent qu'il existe de petites populations d'oiseaux aquatiques en cette saison (Lehoux, en préparation). Cependant, plusieurs sections du Bas-Richelieu possèdent des zones d'eau rapide qui n'ont jamais été échantillonnées et qui pourraient offrir un potentiel pour l'hivernage de la sauvagine dans cette région.

Utilisation comme source de récréation

La sauvagine et les oiseaux en général sont utilisés comme source de récréation de deux façons différentes, soit des points de vue sportif et esthétique.

Parmi les oiseaux aquatiques, seule la sauvagine est considérée comme gibier légal, et une analyse de l'aspect socio-économique de la chasse

aux oiseaux migrateurs a été entreprise sur le Haut-Richelieu par l'UQAM (Trencia, en préparation).

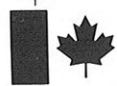
Du point de vue esthétique, les oiseaux aquatiques fournissent aussi de nombreuses heures de récréation aux ornithologues amateurs et amateurs de la nature. Bien qu'aucune étude n'ait été entreprise pour évaluer ce type d'utilisation par le public dans cette région, la présence de la Société Protectrice des Oiseaux de la Province de Québec (SPOPQ) à Montréal et la récente publication de Ouellet (1974) résumant les observations ornithologiques de divers clubs de naturalistes dans cette région démontrent qu'il y a une utilisation et une demande toujours croissantes par le public pour cette forme de récréation.

3.1.2 Les poissons

Les poissons constituent, du point de vue faunique, la ressource la plus importante dans la vallée de la Richelieu. Ainsi, plusieurs inventaires ont été effectués par le Service d'Aménagement de la Faune du Québec depuis quelques années (Mongeau, en préparation) et un programme de recherche a été amorcé récemment par l'UQAM principalement dans le Haut-Richelieu (GRER, 1975).

Abondance et distribution

L'abondance des diverses espèces de poissons ainsi que leur importance des points de vue sportif et économique sont traitées par Mongeau (en préparation) pour l'ensemble du cours de la Richelieu et par le GRER (1975) de l'UQAM pour la section du Haut-Richelieu. De plus, le Service d'Aménagement de la Faune du Québec possède des cartes de distribution pour toutes les espèces de poissons pouvant se rencontrer dans le bassin de la Richelieu. La synthèse de la distribution des espèces d'intérêt sportif et commercial est présentée sur la carte no. 17.



Environnement
Canada

Environment
Canada

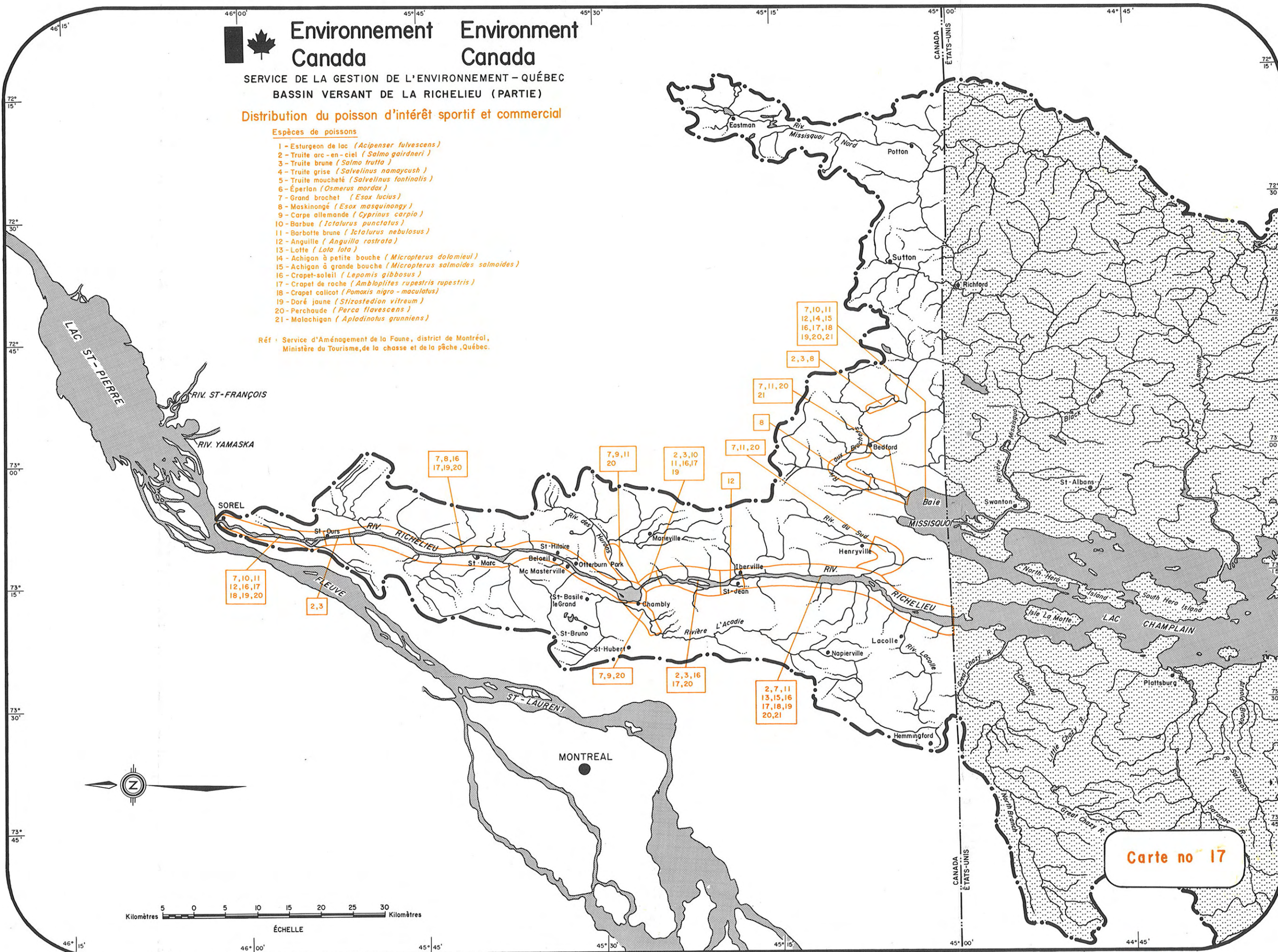
SERVICE DE LA GESTION DE L'ENVIRONNEMENT - QUÉBEC
BASSIN VERSANT DE LA RICHELIEU (PARTIE)

Distribution du poisson d'intérêt sportif et commercial

Espèces de poissons

- 1 - Esturgeon de lac (*Acipenser fulvescens*)
- 2 - Truite arc-en-ciel (*Salmo gairdneri*)
- 3 - Truite brune (*Salmo trutta*)
- 4 - Truite grise (*Salvelinus namaycush*)
- 5 - Truite moucheté (*Salvelinus fontinalis*)
- 6 - Éperlan (*Osmerus mordax*)
- 7 - Grand brochet (*Esox lucius*)
- 8 - Maskinongé (*Esox masquinongy*)
- 9 - Carpe allemande (*Cyprinus carpio*)
- 10 - Barbus (*Ictalurus punctatus*)
- 11 - Barbotte brune (*Ictalurus nebulosus*)
- 12 - Anguille (*Anguilla rostrata*)
- 13 - Lotte (*Lota lota*)
- 14 - Achigan à petite bouche (*Micropterus dolomieu*)
- 15 - Achigan à grande bouche (*Micropterus salmoides salmoides*)
- 16 - Crapet-soleil (*Lepomis gibbosus*)
- 17 - Crapet de roche (*Ambloplites rupestris rupestris*)
- 18 - Crapet calicot (*Pomoxis nigra-maculatus*)
- 19 - Doré jaune (*Stizostedion vitreum*)
- 20 - Perchaude (*Perca flavescens*)
- 21 - Malachigan (*Aplodinotus grunniens*)

Réf : Service d'Aménagement de la Faune, district de Montréal,
Ministère du Tourisme, de la chasse et de la pêche, Québec.



Carte no 17

Utilisation par le public

La pêche sportive s'effectue sur tout le cours de la Richelieu mais de façon plus intensive dans la partie supérieure de la rivière et à la baie Missisquoi où les habitats sont plus vastes et les espèces plus variées que dans la section en aval de Saint-Jean. Quant à la pêche commerciale, on retrouve la même importance de la partie sud du bassin (Carte no. 18).

Du point de vue aménagement, le Service d'Aménagement de la Faune du Québec, district de Montréal, a amorcé depuis quelques années un vaste programme d'ensemencement de diverses espèces de poissons, dont les principales espèces sont: le maskinongé (Esox masquinongy), la truite brune (Salmo trutta), la truite arc-en-ciel (Salmo gairdneri) et la truite mouchetée (Salvelinus fontinalis).

3.1.3 Les mammifères

Abondance et distribution

Il existe peu d'information sur les mammifères semi-aquatiques du bassin de la Richelieu. Ce groupe comprend le vison (Mustela vison), le castor (Castor canadensis) et le rat musqué (Ondatra zibethicus); la dernière espèce étant la plus importante dans la région (Service des Fourrures, ministère du Tourisme, de la Chasse et de la Pêche).

L'habitat disponible pour ces espèces est limité principalement à la partie sud du bassin, sauf pour le rat musqué que l'on peut rencontrer le long des canaux de drainage sur tout le territoire.

Chez les autres mammifères, comme les animaux à fourrure et les cervidés, l'information n'a pas été recueillie. Disons simplement que ces espèces sont distribuées en fonction de la disponibilité et de la composition forestière des boisés. En général, le gros gibier est consi-

déré comme peu abondant dans ce bassin.

3.2 LA FORET

Au point de vue forestier, le bassin versant de la Richelieu situé au Québec est constitué de 2 ensembles de grandeur et de forme différentes. Le premier, le sous-ensemble de la Richelieu, d'une superficie de 2 632.5 km.², est constitué des basses terres de la plaine du Saint-Laurent drainées par la rivière Richelieu. Le second comprend les bassins hydrographiques des rivières Missisquoi et aux Brochets (partie canadienne) lesquelles drainent la section appalachienne du bassin vers la baie Missisquoi. Pour fin d'aménagement forestier, ce deuxième sous-ensemble, dont la superficie est de 1 149.5 km.², porte le nom de sous-ensemble du lac Champlain.

3.2.1 Utilisation des terres

Deux (2) tendances bien marquées prévalent dans l'utilisation des terres, tendances imposées tant par le relief que par la nature des dépôts de surface. Ainsi, le tableau 3.1 nous indique que le couvert forestier occupe une partie importante du territoire (53%) du sous-ensemble du lac Champlain, alors que seulement 17% du sous-ensemble de la Richelieu est couvert de forêt (Carte no. 19).

Importance relative des essences et développement

Les forêts productives comprennent des peuplements de résineux, mélangés et de feuillus dans des proportions différentes pour chaque sous-ensemble (Tableau 3.2).

Le sous-ensemble du lac Champlain se caractérise par la prédominance de l'érable à sucre, il est suivi chez les feuillus, par ordre d'import-

Importance de la région pour la pêche

Sites de pêche à travers la glace

- : de 5 à 20 cabanes
- : de 20 à 50 cabanes
- △ : de 50 cabanes et plus
- * : site avec pourvoyeur
- ★ : pêche commerciale à l'anguille

Rivière Richelieu

- 27 - Saint-Ours
- 28 - Saint-Mathias
- 29 - Sabrevois
- 30 - Île-aux-Noix
- 31 - Cantic

Baie Missisquoi

- 32 - Clarence - Est
- 33 - Venise - en - Québec
- 34 - Île aux Cochons
- 35 - Philipsburg

Réf. : Données du Service de la Faune de la région de Montréal,
Ministère du Tourisme de la Chasse et de la Pêche, Québec.

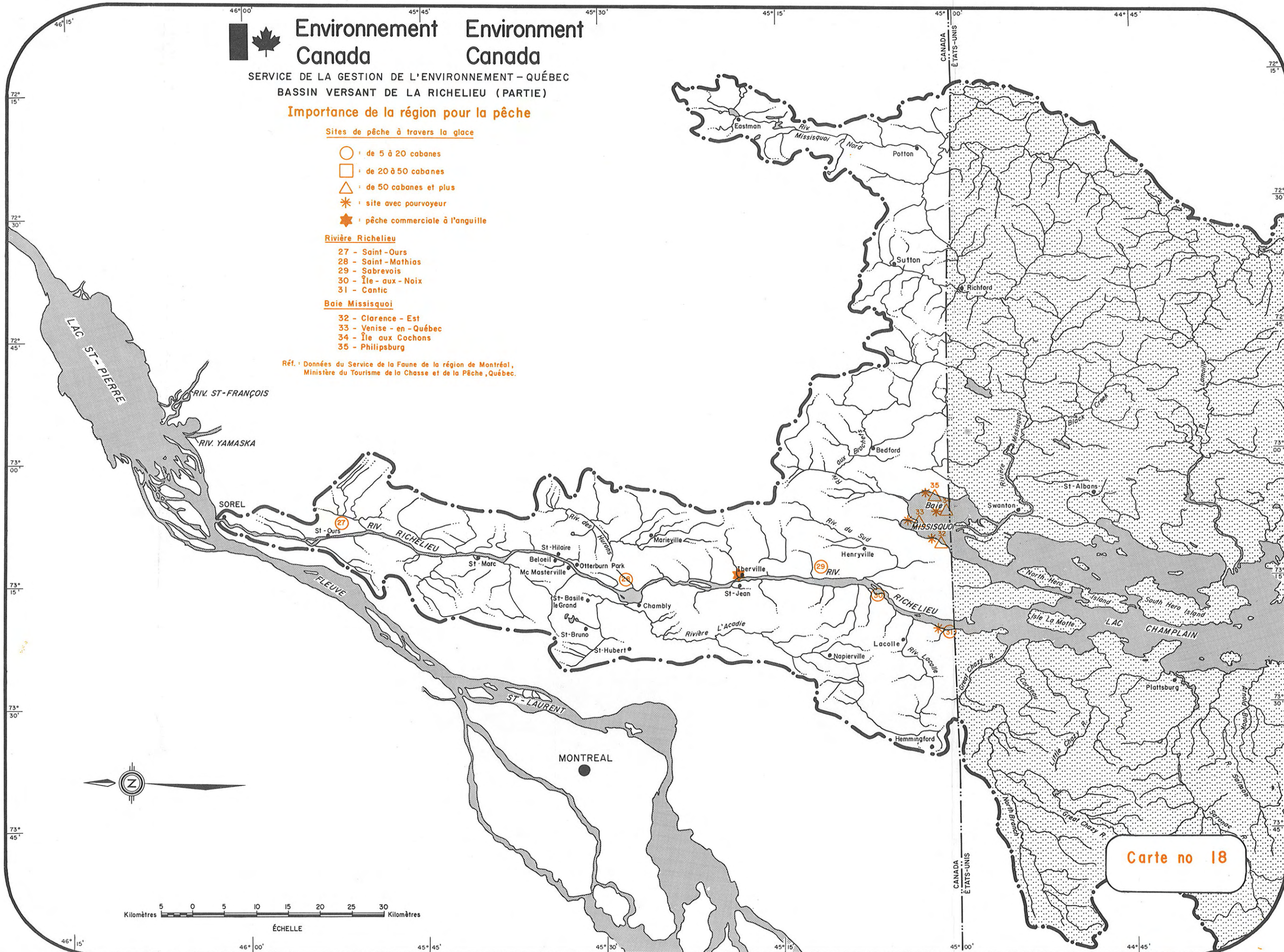


TABLEAU 3.1: REPARTITION DE L'UTILISATION DES TERRES (CARTE NO. 20)

	Sous-ensemble du Lac Champlain (1) (%)	Sous-ensemble de la Richelieu (2) (%)
Terrains agricoles	42	78
- cultivés	26	35
- abandonnés	16	43
Eau	5	5
Terrains forestiers	53	17
- productifs exploitables	36	10
- productifs non-exploitable	17	6
- improductifs		1

TABLEAU 3.2: IMPORTANCE RELATIVE DES PRINCIPAUX PEUPEMENTS

Type de peuplement	Sous-ensemble du lac Champlain (%)	Sous-ensemble de la Richelieu (%)
Résineux	2	3
Mélangés	33	28
Feuillus	65	69

tance, du bouleau jaune, du hêtre et du groupe des peupliers. Dans les peuplements mélangés, le sapin occupe le premier rang suivi de l'érable rouge. Parmi les essences résineuses, le sapin et la pruche sont d'importance égale tandis que le groupe des épinettes occupe la troisième place suivi du genre thuya (Tableau 3.3).

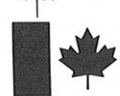
Le territoire de ce sous-ensemble est entièrement constitué de petites propriétés privées, à l'exception d'une petite enclave appartenant à l'Etat provincial. Une partie importante (3 240 ha.) de territoire forestier, récemment coupée à blanc, devrait être reboisée dans le plus court délai avec des essences appropriées.

Le sous-ensemble de la Richelieu se distingue par un déboisement tel que l'absence de la forêt peut être préjudiciable à plus d'une ressource, même à l'activité agricole. Le sporadisme d'une part et la petitesse des boisés d'autre part, caractérisent les forêts de la Richelieu.

Dans ce sous-ensemble, les essences résineuses représentent environ le quart (1/4) du volume des feuillus. Parmi ces derniers, l'érable à sucre et l'érable rouge dominent suivis de l'orme d'Amérique qui l'emporte sur le tilleul, le hêtre et le tremble. Chez les résineux, la pruche de l'Est occupe le premier rang suivie du thuya et du pin blanc (Tableau 3.3).

3.2.2 Relation forêt-eau

L'aménagement d'un bassin versant, en vue d'obtenir une production soutenue d'eau de bonne qualité et d'assurer à la fois la régularisation du débit de ce même cours d'eau, ne peut être dissocié de l'aménagement global de toutes les terres qui s'y drainent et des ressources végétales ou autres que ces dernières supportent. Personne n'ignore le rôle que la végétation et plus particulièrement les groupements végétaux supérieurs exercent sur le cycle hydrologique. Si d'une part le couvert forestier retarde la fonte des neiges au printemps et diminue les fluctuations thermiques du sol tout au cours de l'année, il réduit aussi



Environnement
Canada

Environment
Canada

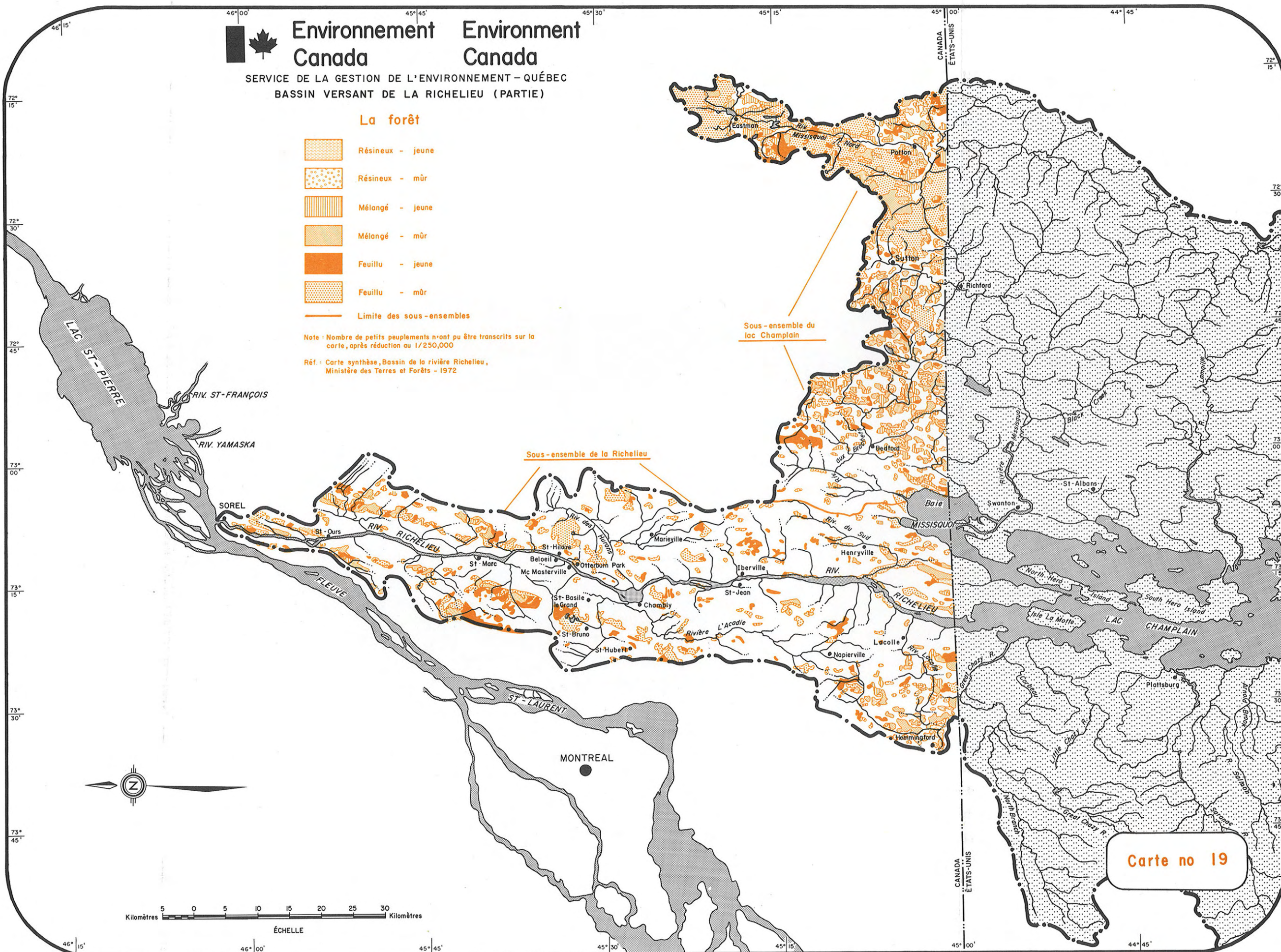
SERVICE DE LA GESTION DE L'ENVIRONNEMENT - QUÉBEC
BASSIN VERSANT DE LA RICHELIEU (PARTIE)

La forêt

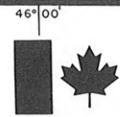
- Résineux - jeune
- Résineux - mûr
- Mélangé - jeune
- Mélangé - mûr
- Feuillu - jeune
- Feuillu - mûr
- Limite des sous-ensembles

Note : Nombre de petits peuplements n'ont pu être transcrits sur la carte, après réduction au 1/250,000

Réf. : Carte synthèse, Bassin de la rivière Richelieu,
Ministère des Terres et Forêts - 1972



Carte no 19



Environnement
Canada

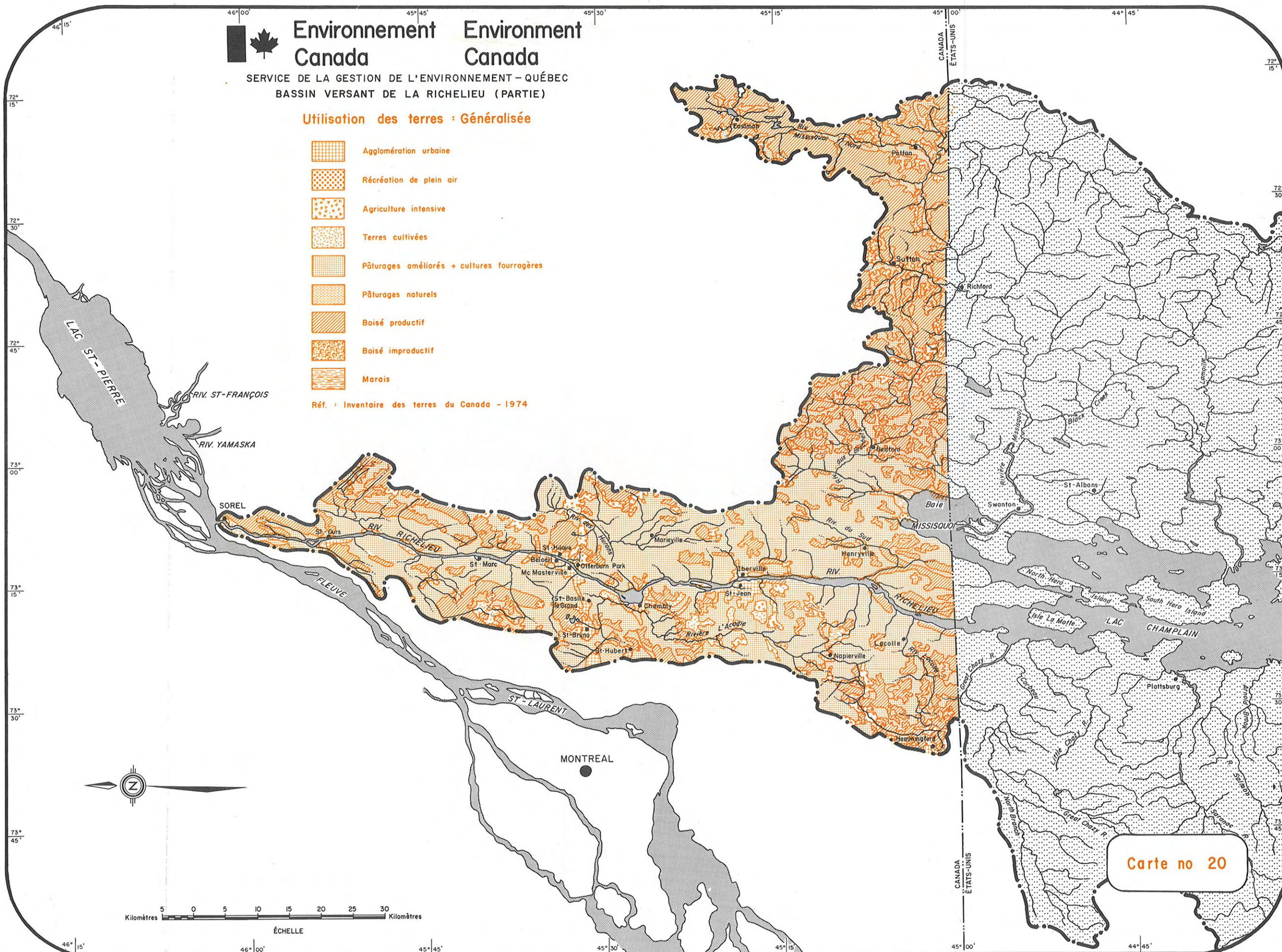
Environment
Canada

SERVICE DE LA GESTION DE L'ENVIRONNEMENT - QUÉBEC
BASSIN VERSANT DE LA RICHELIEU (PARTIE)

Utilisation des terres : Généralisée

-  Agglomération urbaine
-  Récréation de plein air
-  Agriculture intensive
-  Terres cultivées
-  Pâturages améliorés + cultures fourragères
-  Pâturages naturels
-  Boisé productif
-  Boisé improductif
-  Marais

Réf. : Inventaire des terres du Canada - 1974



Carte no 20

TABLEAU 3.3: LISTE DES PRINCIPAUX GROUPEMENTS D'ESSENCES
ET SURFACES CORRESPONDANTES PAR SOUS-ENSEMBLE
(MINISTÈRE DES TERRES ET FORÊTS, 1972)

<u>GROUPEMENTS D'ESSENCES ET STRUCTURES</u>	<u>SUPERFICIE EXPLOITABLE (HECTARES)</u>	<u>SUPERFICIE NON EXPLOITABLE (HECTARES)</u>	<u>SUPERFICIE PRODUCTIVE (HECTARES)</u>
<u>Sous-ensemble du lac Champlain</u>			
Sapinière (04)*	583	291	874
Sapinière (06)	79	39	117
Cèdrière (04)	438	218	656
Mélange humide (05)	695	346	1 041
Feuillus intolérants à sapin (05)	11 922	5 956	17 878
Erablaie (05)	752	374	1 123
Erablaie (07)	2 100	1 047	3 148
Erablière à bouleau jaune (05)	3 289	1 641	4 929
Erablière à feuillus intolérants (05)	20 135	10 062	30 197
Erablière à feuillus intolérants (07)	2 730	1 363	4 094
Bétulaie jaune mêlée (05)	3 163	1 579	4 742
Erablières exploitées pour la sève non considérées ci- haut	1 834		1 834
TOTAL	47 720	22 916	70 633
<u>Sous-ensemble de la Richelieu (1)</u>			
Cèdrière (04)	1 043	700	1 743
Erablière mêlée (05)	3 838	2 576	6 415
Erablière mêlée (07)	2 821	1 894	4 715
Mélange humide (05)	2 754	1 850	4 603
Erablière à feuillus intolérants (05)	13 575	9 113	22 688
Pineraie blanche (08)	40	28	68
Erablière (05)	2 732	1 834	4 566
Erablière (07)	1 996	1 340	3 336
Feuillus humides (05)	1 816	1 220	3 036
Feuillus humides (07)	866	581	1 447
Erablières exploitées pour la sève non con- sidérées ci-haut	3 203		3 203
TOTAL	34 684	21 136	55 820

(1) Cette unité de compilation inclut le bassin de la rivière Tortue et les ruisseaux qui se déversent dans le Saint-Laurent entre Laprairie et Tracy

* (0-): Stade de développement suivant les normes du ministère des Terres et Forêts du Québec

la force de frappe des pluies orageuses sur le sol, tout en permettant à l'eau de pluie d'atteindre le sol dans une proportion de 80 à 90%.

Grâce aux propriétés absorbantes de la litière et de la grande capacité des sols forestiers (partie organique) de retenir l'eau, les eaux de précipitations s'infiltrant et percolent à travers les différents horizons minéraux jusqu'à la nappe phréatique, pour enfin rejoindre les cours d'eau.

Ce mouvement souterrain de l'eau vers les rivières assure discrètement la régularisation des débits, minimise les dangers d'érosion des berges et élimine la pollution des lits par les sédiments que les eaux de ruissellement, incontrôlées, charrient dans leur fuite vers la mer.

La forêt joue donc un rôle important tant dans la régularisation des débits des cours d'eau que dans la production d'une eau de qualité propre à la consommation humaine.

D'après certaines études réalisées en Russie, un bassin de rivière doit être boisé selon un pourcentage variant entre 30% et 50% de la superficie totale du bassin afin d'assurer le contrôle du ruissellement (Molchanov, 1960). Un autre chercheur russe prétend que pour réduire la pointe de l'hydrogramme de crue des rivières au printemps, 40% environ de la superficie de la tête du bassin devrait être boisée, 20% de la partie centrale et 10% de la partie basse. Ces normes tiennent compte du fait que la neige ne fond pas en même temps dans les champs et dans les forêts.

Nous avons appliqué ces normes russes aux différents tributaires de la Richelieu pour souligner les taux variables du déboisement à l'intérieur du bassin de certains affluents dont les noms apparaissent au tableau 3.4. Nous reconnaissons qu'il n'est pas facile de définir les concepts, tête, partie centrale, pied d'un cours d'eau. Malgré ces difficultés et la marge d'erreur qui s'en suit, nous croyons que les chiffres obtenus soulignent assez bien le taux de déboisement approxi-

TABLEAU 3.4: TAUX DE BOISEMENT APPROXIMATIF DES PRINCIPAUX TRIBUTAIRES

Affluents	Surface en Km ²	Source	Partie centrale	Embouchure
-----------	-------------------------------	--------	--------------------	------------

Sous-ensemble: Richelieu

RIVE EST:

Rivière du Sud	143.5	5	2	5
Ruisseau Barbotte	61.5	0	2	0
Rivière des Hurons	300.5	15	2	0
Rivière de l'Amyot	96.0	20	10	10
Rivière Bonnier	53.6	0	30	0
Rivière Rimbault	15.5	30	30	0

RIVE OUEST:

Rivière La Prade	39.0	20	15	0
Ruisseau Coderre	85.5	20	10	0
Grand Ruisseau	112.5	25	10	0
Ruisseau Massé	101.0	30	5	0
Rivière l'Acadie	510.0	10	1	0
Rivière Lacolle	121.5	60	20	0
Ruisseau Montgomery	26.0	2	0	0

Sous-ensemble: Lac Champlain

Rivière Missisquoi-Nord	269.5	90	90	70
Rivière aux Brochets	512.5	70	30	5
Rivière de la Roche	49.5	35	25	10
Rivière Sutton	61.0	60	40	15
Rivière Ruiter	46.5	90	70	40

matif des tributaires.

Ces résultats illustrent d'une façon non équivoque la différence réelle qu'il existe entre les deux (2) sous-ensembles du bassin versant. L'écart significatif entre les taux de boisement des sous-ensembles suggère différentes stratégies d'aménagement de la ressource eau.

- Aménagement forestier

Dans le sous-ensemble du lac Champlain, la ressource forestière peut être mise en valeur dans le contexte d'un aménagement d'une forêt de production. La production forestière peut et doit être encouragée en favorisant la construction de forêts mélangées avec plus forte proportion de résineux pour retenir plus de neige au sol au cours de l'hiver. L'encouragement des essences résineuses sur place, telles le sapin baumier, la pruche et le thuya, est recommandable, tout aussi bien que les épinettes.

Dans le sous-ensemble de la rivière Richelieu, la gestion forestière doit s'inspirer de concepts favorisant le maintien de forêts de protection. Toutes les sources (têtes d'eau) des principaux affluents qui alimentent cette rivière sont déboisées à des taux inférieurs aux normes établies et suggérées par les Russes. Il serait sage d'arrêter le défrichage à la tête des bassins et prudent de suggérer l'agrandissement du domaine boisé par des reboisements appropriés, à partir d'essences les plus adaptées. Certaines têtes d'eau encore pourvues de terrains humides s'approchant du marécage devraient être protégées. Il ne faudrait plus tolérer le drainage artificiel de ces terres par leurs propriétaires. Au contraire, ces marécages devraient demeurer intacts et les forêts qui les entourent conservées (utilisées) en vue d'une production d'eau de qualité. Les marécages de la rivière l'Acadie, à sa source près de Hemmingford, sont à protéger, tout aussi bien que ceux qui alimentent la rivière Lacolle, au sud-ouest de Bogtown. La toponymie anglosaxonne n'y invite-t-elle pas? Le même

raisonnement vaut, croyons-nous, pour les marécages à la tête du ruisseau Coderre, entre Saint-Amable et Sainte-Théodésie.

Il nous semble opportun de souligner ici le déboisement inconsidéré des berges des principaux affluents de la Richelieu proprement dite.

La destruction de la forêt jusqu'aux rives des ruisseaux au profit de l'agriculture est en maints points injustifiable, en particulier sur la rivière l'Acadie et sur la rivière des Hurons. Un jour ou l'autre, lorsque les besoins d'eau d'irrigation pour fin de culture se feront sentir, il faudra bien se résigner à redonner au ruisseau Saint-Louis, tout comme au ruisseau de la branche du Grand-Rapide, leur vocation de rivières porteuses d'une abondante eau de qualité. Ce n'est pas le cas à l'heure actuelle pour ces affluents de la rivière des Hurons.

Si, d'une façon générale, ces berges ne nous apparaissent pas tellement fragiles à l'éboulis, il serait bon de songer à les consolider par des reboisements appropriés là tout particulièrement où les sols sont moins rentables au point de vue agricole. Une étude en ce sens couvrant tous les principaux cours d'eau devrait être entreprise au plus tôt. L'influence bénéfique des boisés le long de tout cours d'eau est réelle. En plus de stabiliser les berges, de réduire l'érosion, de réduire la température de l'eau, ces boisés pourraient mobiliser une partie des éléments minéraux des engrais chimiques utilisés sur les fermes. L'impact ne serait que positif sur la capacité biogénique de l'eau, sur les organismes aquatiques et de la faune riparienne. La populiculture prospérerait en Haut-Richelieu.

3.3 RELATION AGRICULTURE-EAU

L'importance de l'agriculture dans le bassin de la Richelieu n'est pas à démontrer puisque 32% de la superficie totale du territoire est cultivée sans compter les terres abandonnées ou en friche qui représentent près de

25% du bassin. Toutefois, l'agriculture est surtout concentrée dans les terres basses de la Richelieu, zone ayant un grand potentiel agricole d'après la classification de l'Inventaire des Terres du Canada (Carte no. 21) et du point de vue climatique.

Nous pouvons établir deux (2) types de relations agriculture-eau qui sont l'utilisation de l'eau à des fins agricoles et les effets de cette utilisation sur le régime hydrique et sur la qualité du milieu aquatique.

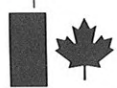
3.3.1 Utilisation de l'eau à des fins agricoles

L'utilisation de l'eau comprend la consommation directe par le bétail (que nous incluons dans les besoins en eau totaux) et l'eau nécessaire à des fins d'irrigation.

"Le bilan hydrique d'un sol est égal à la différence entre d'une part les réserves en eau de ce sol et la précipitation et, d'autre part, la quantité d'eau véhiculée par le végétal" (Mersin, 1971); cette dernière n'est autre que l'évapotranspiration réelle qui comprend à la fois l'évaporation du sol et la transpiration. Tel que mentionné au chapitre 2.2 traitant de météorologie, la zone agricole de la Richelieu présente les plus grands risques de déficits en eau au Québec. L'ensemble du bassin de la Richelieu est classé dans une zone à vocation agricole d'après les critères climatologiques. Pour un même potentiel de croissance, les conditions hydriques imposées par le climat sont d'autant meilleures que l'indice d'aridité est plus petit (Carte no. 22). Une modification de l'alimentation en eau des plantes par irrigation permettrait donc d'augmenter la production agricole.

3.3.2 Effets de l'agriculture sur le régime hydrique

Les différentes pratiques agricoles ont des effets marqués tant sur les débits que sur la qualité de l'eau de ruissellement.



Environnement
Canada

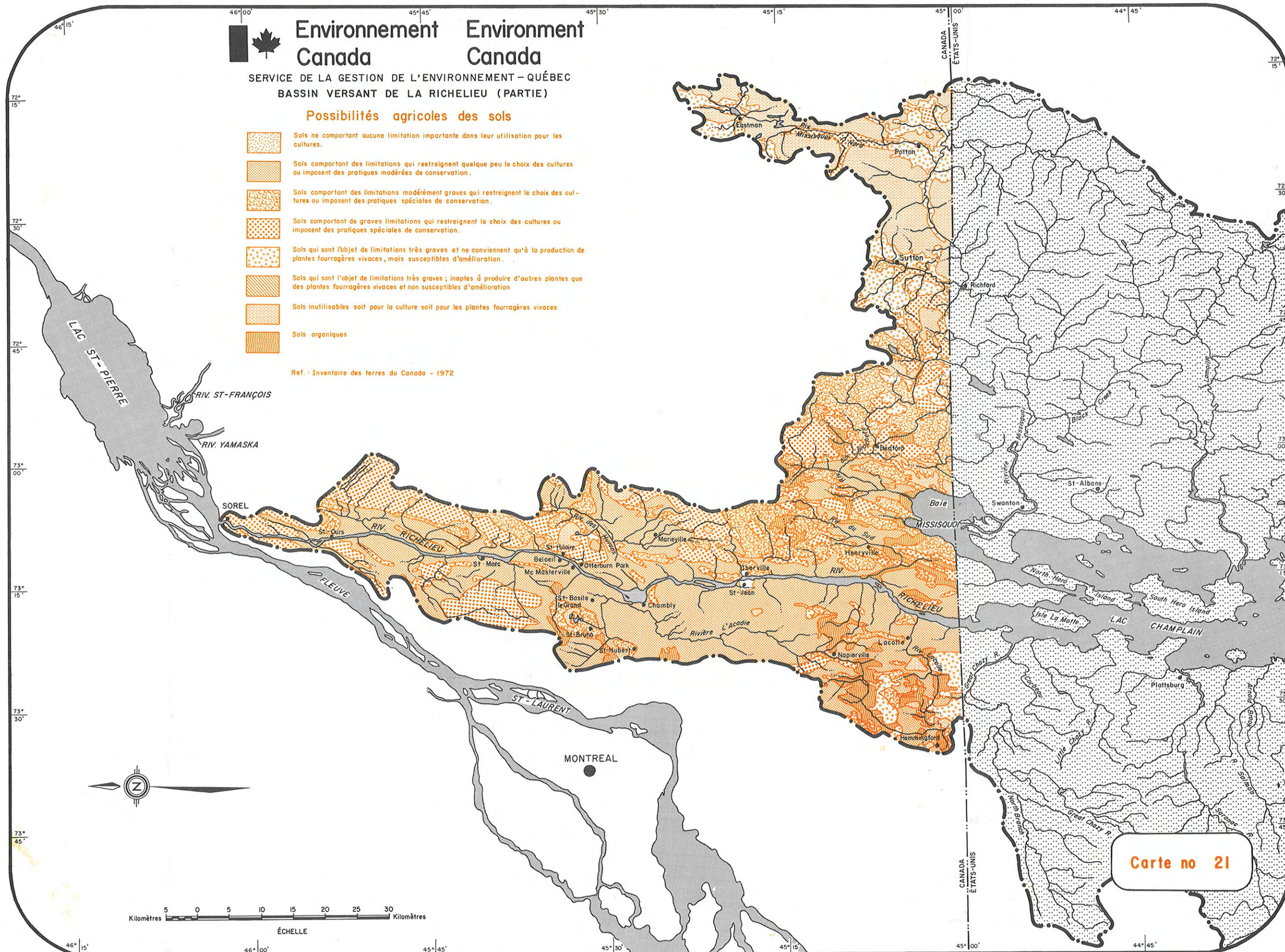
Environment
Canada

SERVICE DE LA GESTION DE L'ENVIRONNEMENT - QUÉBEC
BASSIN VERSANT DE LA RICHELIEU (PARTIE)

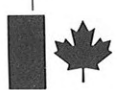
Possibilités agricoles des sols

-  Sols ne comportant aucune limitation importante dans leur utilisation pour les cultures.
-  Sols comportant des limitations qui restreignent quelque peu le choix des cultures ou imposent des pratiques modérées de conservation.
-  Sols comportant des limitations modérément graves qui restreignent le choix des cultures ou imposent des pratiques spéciales de conservation.
-  Sols comportant de graves limitations qui restreignent le choix des cultures ou imposent des pratiques spéciales de conservation.
-  Sols qui sont l'objet de limitations très graves et ne conviennent qu'à la production de plantes fourragères vivaces, mais susceptibles d'amélioration.
-  Sols qui sont l'objet de limitations très graves ; inaptes à produire d'autres plantes que des plantes fourragères vivaces et non susceptibles d'amélioration.
-  Sols inutilisables soit pour la culture soit pour les plantes fourragères vivaces.
-  Sols organiques.

Ref. : Inventaire des terres du Canada - 1972



Carte no 21



Environnement
Canada

Environment
Canada

SERVICE DE LA GESTION DE L'ENVIRONNEMENT - QUÉBEC
BASSIN VERSANT DE LA RICHELIEU (PARTIE)

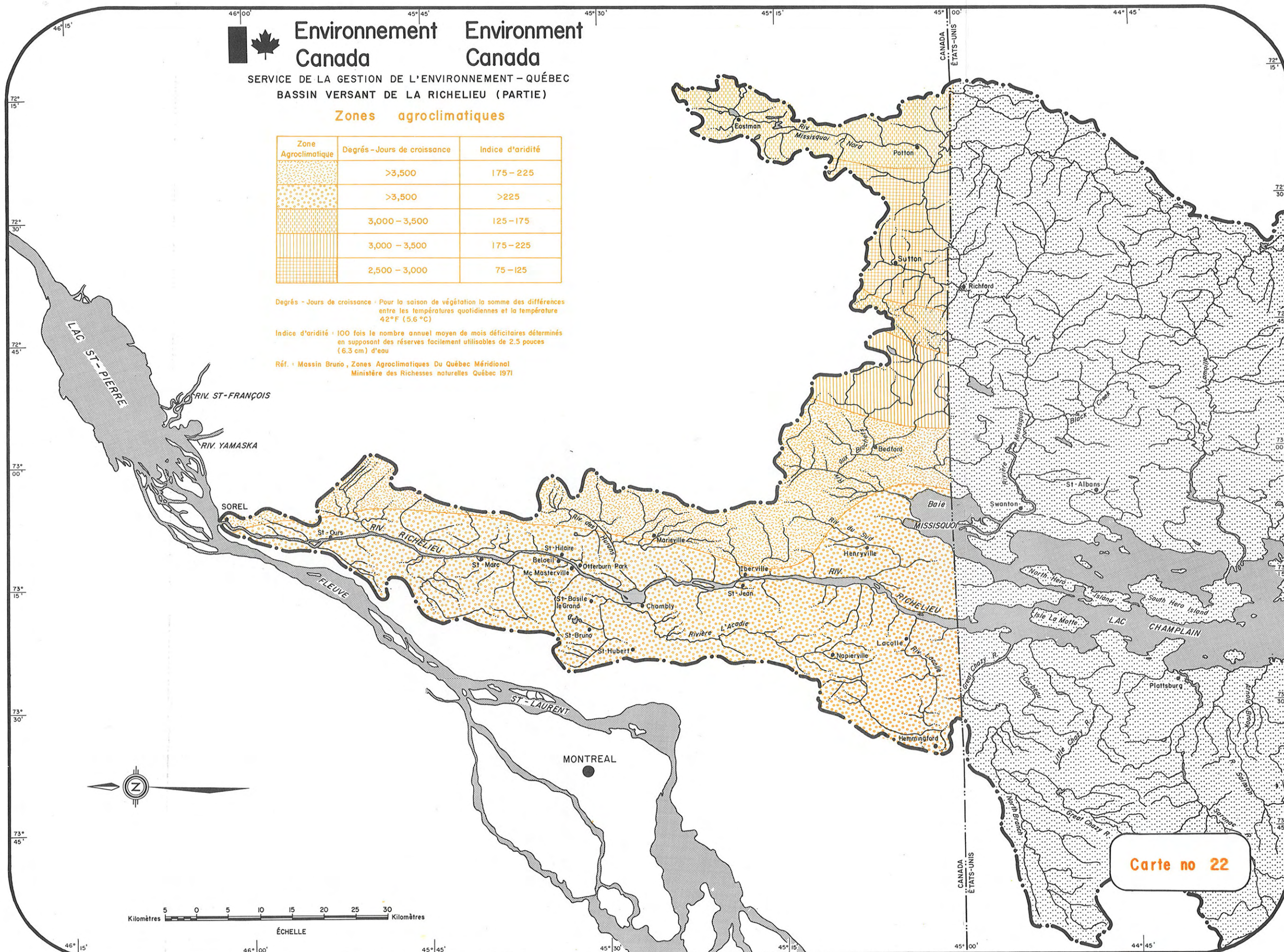
Zones agroclimatiques

Zone Agroclimatique	Degrés-Jours de croissance	Indice d'aridité
	>3,500	175-225
	>3,500	>225
	3,000-3,500	125-175
	3,000-3,500	175-225
	2,500-3,000	75-125

Degrés - Jours de croissance : Pour la saison de végétation la somme des différences entre les températures quotidiennes et la température 42°F (5.6 °C)

Indice d'aridité : 100 fois le nombre annuel moyen de mois déficitaires déterminés en supposant des réserves facilement utilisables de 2.5 pouces (6.3 cm) d'eau

Réf. : Massin Bruno, Zones Agroclimatiques Du Québec Méridional
Ministère des Richesses naturelles Québec 1971



Carte no 22

Sur le plan de la quantité, le drainage agricole (de surface ou souterrain) a des conséquences importantes en augmentant les vitesses d'écoulement; de plus, il risque d'accroître les débits de pointes en période de crue et accélère le tarissement. D'après l'étude de la Yamaska, la densité de drainage de surface dans les comtés agricoles de la plaine de Montréal varie de .73 à 1.67 kilomètre linéaire par kilomètre carré de sol défriché (OPDQ, 1972). Le drainage agricole accentue aussi l'érosion et partant augmente le transport de sédiments. Le drainage agricole dans le bassin de la rivière des Hurons est sans doute une cause importante du taux élevé du transport de sédiments.

En plus d'être une source de sédiments, les différentes pratiques agricoles constituent une cause très importante de pollution provenant des toxiques tels les pesticides. D'autre part, les fertilisants et les engrais utilisés en agriculture contribuent de façon significative à l'augmentation des éléments nutritifs des cours d'eau. En effet, la plupart de ces produits sont très concentrés en azote, en phosphore et en potassium, éléments qui ont pour effet d'augmenter la matière nutritive dans l'eau et de favoriser la croissance d'algues, de végétation aquatique et la demande en oxygène.

Pour fins de gestion agricole, le gouvernement du Québec a découpé la province en douze (12) régions agricoles. Le bassin versant de la Richelieu correspond en grande partie à la région agricole Richelieu (la sixième).

Afin de démontrer l'importance des substances toxiques ou fertilisantes générées par les activités agricoles, nous avons fait ressortir au tableau 3.5 la quantité totale par comté pour l'année 1973 des produits de fertilisation et d'engrais vendus dans le bassin de la Richelieu.

Nous pouvons constater entre autres choses que les comtés d'Iberville, de Napierville, de Saint-Hyacinthe et de Saint-Jean contribuent à l'apport de près de 70% de tous les engrais et fertilisants utilisés dans le bassin.

TABLEAU 3.5: REPARTITION DES SUBSTANCES FERTILISANTES ET DES ENGRAIS COMPOSES
VENDUS DANS LA PROVINCE DE QUEBEC EN 1973

Comtés compris en entier ou en partie dans le bassin de la Richelieu	Substances fertilisantes (tonnes)	Engrais composés (tonnes)	Total	% relatif à toutes les ventes au Québec
Brome	171	523	694	0.22
Chambly	42	420	462	0.14
Iberville	594	5 819	6 413	2.05
Laprairie	46	284	330	0.10
Missisquoi	1 196	3 569	4 765	1.52
Napierville	919	5 372	6 291	2.01
Richelieu	511	836	1 347	0.43
Rouville	434	2 598	3 032	0.99
St-Hyacinthe	2 241	5 651	7 892	2.53
St-Jean	1 337	5 518	6 855	2.20
Verchères	508	2 036	2 544	0.81
TOTAL	7 999	32 626	40 625	13.00

N.B.: Ces chiffres ont été puisés dans "Statistiques agricoles du Québec 1973-74". Le nombre de tonnes de fertilisants ou d'engrais vendues a été recalculé suivant les pourcentages des superficies des comtés dans le bassin versant de la Richelieu.

D'autre part, il est intéressant de constater que relativement à toute l'utilisation québécoise, le bassin de la Richelieu consomme 13% de l'ensemble des produits vendus, compte tenu d'une superficie cultivée représentant environ 7% des terres en culture au Québec.

4. PROBLEMATIQUE

Au cours des chapitres précédents, nous avons évalué globalement les besoins en eau domestique et industrielle sous l'angle de la quantité et déterminé très sommairement le potentiel de la ressource eau dans le bassin de la Richelieu. La problématique consistera à faire l'analyse des inadéquations besoins-ressources ou en d'autres termes, à déterminer l'écart entre les besoins en eau et les ressources disponibles en termes de qualité et de quantité. Il s'agit aussi de faire ressortir les conflits d'utilisation qui peuvent se présenter soit à cause des usages contradictoires sur un même territoire (par exemple, pollution industrielle et récréation), soit à cause d'une ressource limitée qui oblige à faire un arbitrage entre les utilisateurs.

Dans les pages suivantes, nous ferons ressortir les lacunes existantes ou potentielles au niveau de la ressource en eau pour satisfaire les besoins de chacune des 5 utilisations suivantes: municipale, industrielle, agricole, récréation, vie aquatique. Pour chacune de ces utilisations, la problématique peut présenter 2 volets. Un premier consiste en l'illustration des écarts entre les exigences d'un usage particulier et les ressources disponibles. D'autre part, chaque utilisation peut avoir des conséquences plus ou moins désastreuses sur la ressource et ainsi affecter d'autres usages; à titre d'exemple, qu'il suffise de mentionner que 90% de l'eau nécessaire pour l'approvisionnement municipal est retournée à la rivière mais avec une qualité très altérée.

4.1 PERSPECTIVES DE DEVELOPPEMENT

Le développement de la région de la Richelieu est intimement lié à l'évolution de l'agglomération montréalaise. Ainsi, plusieurs villes du bassin de la Richelieu font maintenant partie de la banlieue sud de Montréal alors que

des villes satellites comme Saint-Jean et Sorel progressent en raison de l'important marché montréalais. Sous un autre angle, les avantages offerts par la métropole pour la mise en marché favorisent la spécialisation des cultures dans le secteur des basses terres. Enfin, les zones riveraines de la rivière Richelieu et de la baie Missisquoi sont en voie de devenir un immense parc de récréation à l'usage de la population de la région administrative de Montréal. En 1973, Pluram soulignait le rôle de plaque tournante joué par la région de la Richelieu en ces termes: "le fait d'être adjacente à Montréal et de s'ouvrir sur les Etats-Unis et d'être un lieu de passage très important vers Sherbrooke et Drummondville, contribue à créer dans la région un ensemble de mouvements qui en influencent le développement."

La population du bassin de la rivière Richelieu qui était de 156,884 personnes en 1961 passerait à 268,948 en 1986; cette augmentation est plus rapide que celle prévue pour l'ensemble du Québec. Il est à noter toutefois que l'accroissement de population est concentré dans les principales villes du bassin, soit Chambly, Saint-Jean, Sorel, Beloeil et Saint-Bruno-de-Montarville, ce qui en accentue les impacts sur la ressource eau. Le nombre d'emplois augmenterait de 117% durant la période de 1961 à 1986 pour l'ensemble des 10 comtés compris en totalité ou en partie dans le bassin de la rivière Richelieu; ces emplois sont principalement concentrés dans les villes du bassin mentionnées précédemment.

A l'instar des autres régions du Québec, l'agriculture dans le bassin de la Richelieu connaît un déclin; le nombre de fermes et la superficie cultivée diminuent. Toutefois, ce phénomène est moins accentué que dans l'ensemble du Québec en dépit des pressions de la croissance urbaine, principalement à cause des conditions pédologiques et climatiques les plus favorables de la province.

L'étude Pluram a démontré le très haut potentiel touristique du bassin de la Richelieu; la proximité de Montréal en fait un coin privilégié pour la récréation de plein air. Dans un essai de quantification des besoins de plein air, la firme Pluram évaluait à 135 millions de jours-activité, la demande annuelle pour l'ensemble du bassin de la Richelieu en 1986.

4.2 UTILISATION MUNICIPALE ET INDUSTRIELLE

Nous avons combiné ces 2 utilisations puisque dans la plupart des cas, les industries utilisent les services municipaux pour leur alimentation en eau et rejettent leurs effluents dans les mêmes collecteurs, lorsqu'ils existent. De plus, nous ne disposons pas les données nécessaires pour ventiler les chiffres de consommation des municipalités et des industries.

Besoins en eau et disponibilités

Les besoins en eau des principales villes ou groupes de municipalités desservies par un réseau d'aqueduc sont indiqués dans le tableau 4.1 pour l'année de prévision 1986. D'après ce tableau, les grandes agglomérations sont alimentées en eau à partir de la rivière Richelieu; la consommation totale en 1971 est d'environ $1.2 \text{ m}^3/\text{s}$. et nous estimons qu'elle s'élèvera à $1.9 \text{ m}^3/\text{s}$. en 1986. Par ailleurs, les municipalités éloignées de la Richelieu s'alimentent principalement à partir des eaux souterraines.

Le débit minimum de la Richelieu, garanti avec une récurrence de 100 ans, est de $41 \text{ m}^3/\text{s}$., ce qui suffit amplement aux besoins municipaux et industriels prévisibles. D'autre part, la qualité de l'eau brute ne répond pas aux normes d'eau potable et chaque système d'adduction doit assurer un traitement de son eau (Annexe A).

Pour ce qui est des petites agglomérations situées en dehors des réseaux intégrés, les nappes d'eau souterraine semblent suffire aux besoins mais des études plus poussées devraient être entreprises pour les centres appelés à un développement plus important. La qualité des nappes d'eau souterraine situées dans la plaine du Saint-Laurent présente souvent des problèmes de salinité et parfois des teneurs en fer élevées qui en réduisent les possibilités d'exploitation à des fins d'alimentation humaine. Le phénomène d'eau salée explique d'ailleurs la construction des réseaux d'aqueduc régionaux dans le Bas-Richelieu et la région de la Yamaska.

TABLEAU 4.1: PREVISIONS DES BESOINS EN EAU DES AGGLOMERATIONS QUI S'ALIMENTENT
A PARTIR DE LA RIVIERE RICHELIEU

<u>Agglomérations</u>	En m. ³ /s. <u>1986*</u>
SOREL	.33
- Sainte-Anne de Sorel, Saint-Gérard	
- Saint-Michel d'Yamaska, Saint-Pierre de Sorel	
- Saint-Robert, Sorel, Yamaska	
COMITE D'AQUEDUC INTERMUNICIPAL	.04
- Saint-Ours, Sainte-Victoire	
COMITE DE L'AQUEDUC INTERMUNICIPAL DU BAS-RICHELIEU	.06
- Saint-Marc (P), Saint-Mathieu, Saint-Denis	
- Saint-Charles, Saint-Antoine	
COMITE INTERMUNICIPAL DE L'AQUEDUC REGIONAL DE LA VALLEE DE LA RICHELIEU	.48
- Beloeil, Mont Saint-Hilaire	
- McMasterville, Otterburn Park	
- Sainte-Madeleine, Sainte-Marie-Madeleine	
- Saint-Jean-Baptiste	
SAINT-BASILE-LE-GRAND, CARIGNAN	.12
SAINT-MATHIAS	.02
CHAMBLY, RICHELIEU, MARIEVILLE	.24
SAINT-JEAN, SAINT-LUC	.52
IBERVILLE	.12
TOTAL	1.93

* Basé sur l'hypothèse que la consommation totale per capita sera de
855 litres/jour en 1986

Conséquences de l'utilisation municipale et industrielle sur la ressource eau

Plus de 90% de l'eau utilisée pour l'alimentation urbaine et industrielle est retournée au cours d'eau avec une charge de pollution qu'il est possible d'évaluer à partir des charges unitaires ou des concentrations moyennes théoriques (Tableau 4.2).

TABLEAU 4.2: POLLUTION URBAINE (EGOUTS SANITAIRES)

<u>Paramètres</u>	<u>Charge unitaire (1) (g./pers./j.)</u>	<u>Concentration moyenne (2) (mg./l.)</u>
DBO ₅	77	180
DCO	-	220
Solides en suspension	91	300
Azote total	18	50
Phosphate organique	14	10 (ortho)
Solides totaux	249	800

(1) Office de Planification et de Développement du Québec (OPDQ) (1972)

(2) Campbell, P.G. et al. 1974 (Chiffres de Thomann)

En ce qui a trait aux égouts urbains pluviaux, la concentration moyenne de solides en suspension atteint 1 697 mg./l. et les solides totaux 2 166 mg./l. (Campbell, P.G. et al. 1974).

En 1971, la population qui rejetait ses eaux usées dans la rivière Richelieu

ou ses tributaires, en excluant les villes de Sorel et Saint-Hubert et les municipalités drainant leurs eaux dans la baie Missisquoi, s'élevait à environ 160,000 habitants. A l'aide des charges de pollution unitaires, nous avons estimé que la Richelieu recevait 12 300 kg. de DBO par jour en provenance des égouts sanitaires et ce chiffre peut atteindre 73 000 kg./j. avec les apports des principales industries de la région (Shaw, 1971). Les matières solides provenant des égouts sanitaires (approximativement 40 000 kg./j.) et pluviaux, et les substances nutritives jetées dans les cours d'eau viennent s'ajouter aux apports très importants des terres agricoles du bassin. Enfin, la pollution bactériologique a atteint un niveau tel que le taux de coliformes fécaux dépasse les limites acceptables pour l'alimentation en eau potable et pour les activités récréatives exigeant un contact direct avec l'eau (Carte no. 23).

L'index de la qualité générale des eaux (Carte no. 23) qui doit être considéré comme un indicateur global de l'état du cours d'eau démontre que la rivière Richelieu se détériore beaucoup en aval de la ville de Saint-Jean. Les valeurs de l'index de qualité calculées pour les tributaires de la Richelieu font ressortir une situation encore plus critique causée par la sévérité des étiages impliquant peu de dilution en comparaison avec ceux de la rivière Richelieu dont les débits sont régularisés par le lac Champlain.

Les données sur les effluents industriels sont quasi inexistantes mais des analyses de la qualité de l'eau en rivière indiquent la présence de teneur en fer élevée dans la rivière des Hurons et la présence de mercure dans la rivière Richelieu. La concentration de mercure dépasse souvent la limite acceptable de .5 p.p.m. dans l'anguille et certains autres poissons.

Evolution prévisible de la pollution

L'augmentation de la population et l'industrialisation dans le bassin de la Richelieu se sont poursuivies à un rythme accéléré depuis quelques décennies mais aucun progrès notoire n'a été enregistré au cours de la même période dans le domaine de l'épuration des eaux usées. En 1973, 3% seulement des eaux usées de l'ensemble du bassin étaient traitées avant de retourner dans

BASSIN VERSANT DE LA RICHELIEU (PARTIE)

..... : Zone d'occupation intensive des rives, par des résidences principales ou de villégiatures et des industries privées.

 : Zones affectées par les hauts niveaux d'eau (inondations ou difficultés de drainage)

IQ Paramètres dont la concentration dépasse la limite fixée.

IQ : Index de qualité générale des eaux. Cet index a été calculé à partir de huit paramètres : la demande biochimique en oxygène (DBO), la turbidité, les phosphates totaux, les coliformes fécaux, les solides totaux, l'oxygène dissous, le pH et les nitrates.

L'index varie entre 0 et 100 car chacune des valeurs des paramètres enregistrés dans le cours d'eau est rapportée à une fonction qualité FQ variant de 0 à 100 suivant une courbe déterminée par un groupe d'experts consultés*. D'autre part, chacun de ces paramètres est pondéré par un facteur P variant de 0 à 1 selon son importance dans la détermination d'une qualité générale des eaux.

Ainsi $IQ = \frac{8}{n} \sum (FQ_i \times P_i)$ pour chacun des échantillons prélevés durant une période d'étiage.

* Réf: McClelland N.I. (1974)

Water Quality Index Application in the Kansas River Basin.

U.S. Environmental Protection Agency, EPA - 907/9-74-001, Kansas City, 227p.

Interprétation de l'index :

Qualité très bonne	> 85
" bonne	75 - 85
" passable	60 - 75
" mauvaise	< 60

Paramètres	Limite pour la qualité générale
Coli. fécaux	< 17 org / 100 ml
Solides totaux	< 320 mg / l
Turbidité	< 21 JTU
DBO	< 4 mg / l
Nitrates et Nitrites	< 29,3 mg / l
Oxygène dissous	60 % < O ₂ < 150 %
PH	6 < PH < 8,7
Phosphates totaux	< 1,6 mg / l
Autres paramètres non inclus dans l'index mais présentant des valeurs critiques.	
PCB	< .002 ppb
DDT	< .002 ppb
TDE	< .006 ppb
Cyanures	< .005 mg / l



les cours d'eau.

L'apport en matière polluante des eaux usées industrielles (plusieurs millions de mètres cubes par année) vient compliquer une situation critique au niveau de la qualité des eaux de la Richelieu. Les effluents urbains et industriels mettent en danger la vie aquatique dans la rivière Richelieu en aval de Saint-Jean et dans les principaux tributaires. La vocation touristique et récréative de la vallée de la Richelieu risque de connaître une chute de popularité appréciable si la situation actuelle ne s'améliore pas rapidement. La figure 4.1 illustre l'évolution prévisible de la pollution urbaine et industrielle déversée dans la Richelieu en tenant compte de différents degrés d'épuration. Il est intéressant de constater qu'un traitement primaire de tous les effluents municipaux et industriels en 1986 permettrait de maintenir le niveau actuel de DBO rejeté en rivière. Soulignons de plus que l'épuration des eaux usées des villes de Saint-Jean et Chambly permettrait de réduire de 70% la pollution de source municipale et industrielle de la Richelieu.

4.3 UTILISATION AGRICOLE

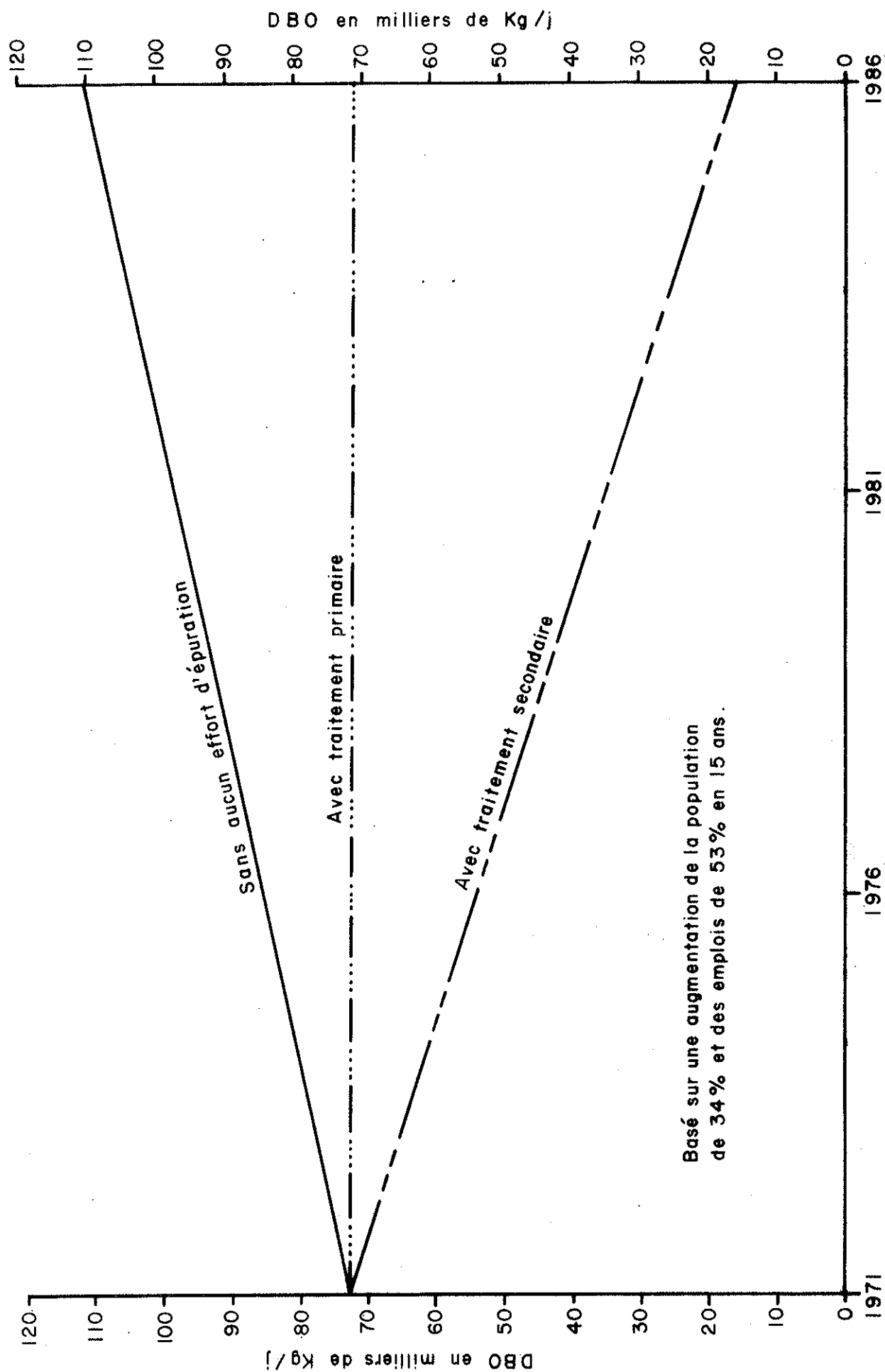
L'agriculture est répartie sur l'ensemble du territoire contrairement aux concentrations urbaines et industrielles. A cause de cet aspect, les besoins en eau sont plus difficilement comblés par des équipements collectifs et la pollution beaucoup plus difficile à contrôler.

Besoins en eau et disponibilité

En 1966, on comptait 8,090 fermes dans les 10 comtés compris en totalité ou en partie dans le bassin de la Richelieu. Bien que le nombre de fermes comprises dans le bassin soit de beaucoup inférieur aux chiffres globaux pour l'ensemble des 10 comtés, nous pouvons estimer à titre indicatif à $.40 \text{ m}^3/\text{s}$. les besoins en eau agricole pour l'ensemble du bassin en se basant sur une

FIGURE : 4.1

Évolution prévisible de la pollution déversée dans la Richelieu



consommation moyenne par ferme de 4 317 l./j.⁽¹⁾. Cette eau provient principalement des puits, lacs, réservoirs ou des cours d'eau et parfois du réseau d'aqueduc municipal. Compte tenu de l'importance des nappes d'eau souterraine et du ruissellement dans le bassin (Carte no. 14), il n'y a pas de pénurie sur le plan quantité mais par contre, du point de vue qualité, les fermes du Bas-Richelieu en particulier sont pénalisées par la salinité des eaux souterraines. De plus, il n'est pas possible de puiser l'eau directement dans la Richelieu ou ses principaux tributaires à cause de sa mauvaise qualité.

Actuellement, l'irrigation se pratique peu dans le bassin mais nous pouvons anticiper une intensification dans le futur si l'agriculture est réorientée vers les productions industrielles et l'horticulture tel que recommandé par le Centre de Recherches Urbaines et Régionales (CRUR) en 1972. Comme nous l'avons souligné au chapitre de la relation agriculture-eau, la région de la Richelieu est située dans une zone où les risques de déficit en eau sont les plus élevés au Québec, donc l'irrigation deviendra un impératif pour l'intensification de l'agriculture. Cette demande accrue occupera une part de plus en plus importante de la consommation en eau totale compte tenu du fait qu'il faut prévoir environ 1 800 m.³/ha./année pour des besoins en eau d'irrigation d'après l'étude de la Yamaska (bassin voisin présentant les mêmes conditions climatiques).

Effets de l'agriculture sur l'eau

A cause de l'utilisation massive des fertilisants et des pesticides, l'agriculture contribue à l'augmentation de la pollution des cours d'eau du bassin. Effectivement, le lessivage des sols, accentué par le drainage agricole, apporte dans la Richelieu et ses principaux tributaires de grandes quantités d'éléments nutritifs qui expliquent une grande partie de la productivité primaire (algues et plantes aquatiques) dans ces cours d'eau.

D'après une compilation sommaire des ventes d'engrais et de fertilisants, le taux d'utilisation de ces produits sur les terres du bassin de la Richelieu serait presque le double du taux constaté pour l'ensemble du Québec.

(1) D'après l'étude de la Yamaska

En ce qui a trait aux pesticides, l'étude des Services de Protection de l'Environnement du Québec (Mamarbachi et St-Jean, 1975) a démontré que "les pratiques agricoles dans le bassin de la Richelieu apportent des résidus d'insecticides qui peuvent nuire à la survie et à la propagation de la vie aquatique". Les secteurs les plus touchés seraient l'embouchure, Saint-Ours, de Saint-Charles à Beloeil, le premier Grand Ruisseau, la rivière l'Acadie et le ruisseau Massé (Carte no. 23).

Les concentrations de PCB (Polychlorinated biphenyls) trouvées dans les poissons analysés sont telles qu'un poisson sur quatre (1 pour 4) semble avoir accumulé des pesticides pouvant lui être fatals. A cause des concentrations d'endrine détectées dans la chair des poissons examinés, un spécimen sur deux (1 pour 2) serait toxique pour la consommation humaine. Enfin, pour les oiseaux ichtyophages, un poisson sur quatre (1 pour 4) serait contaminé. D'après les mêmes auteurs, "il devient indispensable de suivre les concentrations des résidus de PCB dans le bassin de la Richelieu en regard des récents problèmes de mortalité de carpes et de la baisse des populations d'anguilles". (Mamarbachi et St-Jean, 1975).

Il faut aussi souligner l'augmentation du transport de sédiments causée principalement par le drainage agricole de surface et le déboisement excessif des berges et des "têtes" de bassins versants. L'abandon des sols non agricoles et le prélèvement de la couche d'humus pour effectuer des aménagements paysagistes en milieu urbain peuvent accentuer ce problème d'érosion en plus de détruire des milieux naturels à potentiel forestier.

Sous un autre angle, les pratiques agricoles (en particulier le drainage) combinées avec un déboisement excessif (il suffit de voir les chiffres du tableau 3.4) accentuent la sévérité des débits d'étiages et risquent d'augmenter sensiblement les débits de pointes en période de crue sur les principaux tributaires de la Richelieu.

4.4 UTILISATION A DES FINS RECREATIVES

La proximité de la ville de Montréal favorise l'utilisation du bassin de la Richelieu pour la récréation de plein air à caractère cyclique; la plus grande intensité d'utilisation survenant durant les fins de semaine des mois de juin, juillet et août. Nous négligerons l'aspect tourisme de passage, sauf en ce qui concerne la navigation de plaisance qui utilise la Richelieu comme voie de circulation entre le Saint-Laurent et les Etats-Unis.

Demande de plein air

D'après Pluram (1973), les besoins en espaces de récréation de plein air (parcs) dans la région sud de Montréal totalisent 240 km.² suivant une hypothèse faible et 258 km.² pour une hypothèse forte. De plus, les activités nautiques requièrent 172 km.² de surface d'eau, alors que la seule activité de baignade nécessite plus de 19 km. linéaires de rivage. D'après cette analyse sommaire, il faut consacrer à cette fin tous les boisés importants du territoire adjacent à la Richelieu pour satisfaire à la demande en parcs.

Nous n'avons pas de chiffres sur le nombre de bateaux existants dans le bassin de la Richelieu. Toutefois, le nombre de bateaux qui transitent par le canal Chambly avait connu un taux de croissance important, passant de 3,987 en 1971 à 4,817 en 1974; cependant, ce type de navigation a subi une baisse à 4,174 en 1975 (1). Des prévisions datant de 1973 (Pelletier, Mackay) prévoyaient le passage de près de 9,000 bateaux de plaisance en 1986; il s'agira de vérifier si la baisse enregistrée en 1975 persistera dans l'avenir.

Deux (2) régions présentent une forte concentration de villégiatures: la baie Missisquoi et la haute-vallée de la Richelieu. Un inventaire effectué par le ministère du Tourisme, de la Chasse et de la Pêche du Québec, en 1972, a dénombré 2,400 résidences secondaires sur 34 kilomètres de rive entre Saint-Jean et la frontière; chaque villégiateur s'est approprié en moyenne 14.2 mètres de front d'eau. Autour de la baie Missisquoi, un important centre de villégiature s'est développé mais la qualité du milieu laisse à dési-

(1) Cette baisse peut s'expliquer par l'instauration d'un péage pour l'utilisation du canal en 1975

rer compte tenu de la trop grande densité des résidences secondaires et de la qualité des constructions.

Possibilité pour la récréation de plein air

Plusieurs études ont démontré le haut potentiel du bassin de la Richelieu pour des fins récréatives. Les massifs forestiers encore existants offrent de grandes possibilités mais à la condition expresse de les protéger contre l'urbanisation qui les éliminent directement ou par le biais de spéculation commerciale (vente de l'humus au sac). Les Montérégiennes dont la vocation récréative est primordiale doivent être protégées par des mesures strictes afin d'éviter leur transformation en d'immenses carrières.

Les actions gouvernementales qui visent à favoriser la récréation pour la collectivité se butent au problème extrêmement épineux de la privatisation des berges. Les lois antérieures et actuelles ont permis à des intérêts privés de s'approprier pratiquement toutes les rives des cours d'eau et des lacs du bassin pour le développement urbain, industriel, commercial ou de villégiature (Carte no. 23). L'accessibilité aux plans d'eau est restreinte aux riverains qui sont les seuls à bénéficier des mesures pour améliorer la qualité du milieu aquatique. Compte tenu des besoins évidents d'accès aux cours d'eau (Pluram proposait 19 km. de plage publique), des actions énergiques devront être entreprises afin d'arrêter la réalisation d'aménagements privés sur les berges et de récupérer le plus d'espaces possibles. L'accessibilité pour tous à un bien collectif comme l'eau doit devenir une priorité.

Dans l'éventualité d'une plus grande accessibilité à l'eau, la récréation en milieu hydrique sera encore limitée par la qualité de l'eau. Dans l'état actuel, la rivière Richelieu ne permet aucune activité qui entraîne un contact direct avec l'eau principalement à cause des concentrations élevées de coliformes. Selon la carte no. 23, il n'existe qu'un seul tronçon classé acceptable pour la baignade situé en amont de Saint-Jean. La baie Missisquoi très fréquentée durant les mois d'été subit une pollution bactériologique

importante près des rives qui la rend impropre aux activités récréatives exigeant un contact avec l'eau. L'attrait pour la pêche diminue graduellement avec la dégradation du milieu aquatique qui a comme conséquence la disparition progressive des espèces de poissons combattifs.

Conséquences de la récréation sur le milieu aquatique

Le développement de la villégiature le long des rivières et des lacs est une source importante de pollution principalement à cause des installations sanitaires inadéquates. La plupart des résidences secondaires sont munies de fosses septiques dont le trop plein se déverse directement dans les cours d'eau à proximité.

La navigation de plaisance avec ses hors-bord, constitue un apport important d'hydrocarbures dans le milieu aquatique avec les conséquences qu'on lui connaît.

Le phénomène de la récréation de plein air, en particulier celui relié à l'eau, a entraîné un déboisement excessif des berges (ces terres ont la plus grande valeur spéculative) qui accentue l'érosion et la transformation morphologique des cours d'eau et des lacs et détruit des milieux naturels extrêmement précieux. Il suffit de mentionner les canaux artificiels creusés dans les marécages sur la rive gauche près de l'Ile-aux-Noix comme exemple de destruction d'un milieu naturel et de source de pollution importante à cause des concentrations des villégiatures. La firme Pluram soulignait les problèmes relatifs au développement de villégiatures de la baie Missisquoi en ces termes: "Nous avons pu constater nous-mêmes que cette forme d'occupation du sol conduit, presque inévitablement, à une dégradation du milieu: plus ou moins bonne qualité des structures, anarchie de l'occupation du sol, trop forte densité et lots trop exigus".

4.5 LA VIE AQUATIQUE

La vie aquatique ne constitue pas une utilisation proprement dite, sauf sous l'angle de la pêche. Effectivement, nous n'avons pas à faire un choix entre l'existence ou non de la vie aquatique; sa nécessité est reconnue mais il faut déterminer les priorités pour la protection des écosystèmes aquatiques parce que les utilisateurs de la ressource eau (villes, industries, etc.) exercent de plus en plus de pression sur le milieu naturel. Il est difficile de fixer des priorités sans avoir d'objectifs précis mais nous tenterons plutôt de les déterminer en fonction de la valeur relative des écosystèmes aquatiques ou semi-aquatiques; en d'autres termes, une échelle de valeur sera établie selon la rareté d'un certain nombre d'espèces déjà existantes dans le bassin versant.

En premier lieu, soulignons l'importance de la vallée de la Richelieu, en particulier la partie sud et la section nord de la baie Missisquoi, pour les oiseaux migrateurs du couloir Atlantique. Les habitats constitués de marécages, boisés partiellement inondés et de ruisseaux, sont menacés par les travaux de drainage agricole, le remplissage et la déforestation des rives principalement pour l'établissement de résidences secondaires. Il faut également mentionner la dégradation croissante de la qualité de l'eau qui élimine graduellement la nourriture des oiseaux ichthyophages ou modifie l'habitat de la sauvagine.

Du point de vue faunique, les poissons constituent une ressource importante dans le bassin. L'anguille qui remonte la rivière Richelieu constitue un apport commercial intéressant pour la région. D'autre part, les différentes espèces d'intérêt sportif (grand brochet, truite, maskinongé, doré, achigan, perchaude, etc.) attirent encore de nombreux pêcheurs des milieux urbains en quête de plein air.

Toutefois, comme nous l'avons vu précédemment, la pollution de la rivière Richelieu et de ses principaux tributaires atténue la productivité faunique du milieu aquatique. Il faut rappeler ici que les concentrations de pesticides dans les poissons sont telles que la vie d'un poisson sur quatre

(1 pour 4) est menacée. Les anguilles de la Richelieu présentent les mêmes infections bactériologiques et parasitologiques qui ont conduit à la mort de nombreux spécimens ("Fish Kill") dans le lac Saint-Pierre en 1972. Les concentrations en pesticides, herbicides, de même qu'en métaux dans leur musculature sont anormalement élevées. Par exemple, le niveau de mercure dépasse souvent la limite acceptable de .5 p.p.m. dans l'anguille et certains autres poissons. Enfin, mentionnons les travaux de remplissage (empiètements) sur les rives des rivières et des lacs et la réalisation de différentes canalisations qui détruisent des zones de fraye et d'élevage de plusieurs espèces de poissons.

Etant donné les relations étroites entre la sauvagine et les populations de mammifères semi-aquatiques, ces derniers devraient être davantage protégés puisqu'ils sont menacés par les activités humaines sur les rives, qui dégradent et perturbent, en certains cas de façon irréversible, le milieu aquatique.

D'un point de vue général, nous pouvons affirmer que la vie aquatique dans le bassin de la Richelieu est menacée par la pollution des eaux et les travaux de l'homme dans le milieu naturel. Des inventaires systématiques devront être complétés afin de proposer des actions en vue de sauvegarder les écosystèmes aquatiques ou terrestres.

4.6 LES INONDATIONS

Comme dans toutes les rivières du Québec, les crues de la rivière Richelieu et ses tributaires causent des dommages à chaque année. Nous pouvons relever 2 zones à problème, soit le Haut-Richelieu, en amont de Saint-Jean, et le bassin Chambly (principalement l'embouchure de la rivière l'Acadie) où les embacles provoquent des inondations. Ce dernier problème étant marginal en termes de dommages, nous traiterons ici des inondations du Haut-Richelieu seulement.

La décharge du lac par la rivière Richelieu est contrôlée par un haut-fond naturel situé à Saint-Jean. Ce haut-fond rocheux réduit la capacité d'évacuation de la rivière, occasionnant ainsi des niveaux d'eau élevés durant la crue printannière qui dure de longues semaines à cause de l'inertie du lac Champlain comme bassin de retenue.

Les hauts niveaux d'eau provoquent des inondations dans les régions basses autour du lac et le long de la rivière. En 1972, le lac a atteint le niveau le plus élevé depuis 1938 (el. 30.92*), l'inondation a causé des dommages à 361 résidences permanentes et à 1,305 maisons d'été dans la partie canadienne du bassin. Les principales pertes découlaient de dommages aux constructions et de la perte de jouissance de ces installations; le secteur commercial principalement relié au tourisme (golf, marinas, plage, etc.) étant principalement affecté par l'inactivité due aux hauts niveaux de l'eau.

Pour sa part, le secteur agricole est gravement affecté puisqu'il subit des dommages directs par suite des inondations ou à cause de difficultés de drainage. Au printemps de 1971, les eaux de la Richelieu ont inondé 2 090 hectares de terres agricoles et réduit l'efficacité du drainage de 2 880 autres hectares (Carte no. 23). Le niveau du lac Champlain avait atteint l'élévation 30.86 mètres durant cette période.

Globalement, les dommages annuels moyens sont évalués à \$1,357,000 (dollars de 1972) dont \$895,000 pour la partie canadienne.

Sous l'égide de la Commission mixte internationale, le Bureau technique international Richelieu-Champlain a analysé plusieurs solutions au problème des inondations du Haut-Richelieu. Le plan de régularisation recommandé en 1974 comportait l'écrêtement du haut-fond à Saint-Jean et la construction d'un barrage pour maintenir un niveau d'eau minimal en période d'étiages. A la suite de la recommandation de la Commission mixte internationale, de nouvelles études ont été entreprises afin de déterminer de façon plus précise les impacts écologiques et les avantages économiques de la mise en oeuvre de ce plan de régularisation.

* Suivant le repère du Service géodésique des Etats-Unis

4.7 ORIENTATIONS POSSIBLES

Le présent documentaire aura permis, nous l'espérons, de prendre conscience de l'ampleur des problèmes posés par l'évolution des besoins en eau et la dégradation du milieu aquatique dans le bassin de la rivière Richelieu. Cette prise de conscience constitue la première étape dans l'élaboration d'un processus de gestion intégrée de la ressource en eau dont la nécessité ne fait plus de doute. En effet, suite à l'accentuation des conflits d'utilisation au cours de la dernière décennie (vie aquatique versus pollution industrielle, récréation versus rejets urbains, etc.) et devant les demandes d'intervention de plus en plus nombreuses, les actions ponctuelles ne suffisent plus.

L'approche à envisager devra être globale et intégrée. La gestion sera intégrée du fait qu'elle prendra en considération les besoins actuels et futurs de l'ensemble des utilisateurs, les disponibilités de la ressource et ce dans un cadre géographique cohérent, c'est-à-dire le bassin hydrographique.

La suite à donner à ce travail pourrait comprendre la détermination exacte des sources de pollution et des causes des problèmes relevés dans le bassin; l'étude des besoins en eau à long terme, la définition des interrelations avec les autres ressources et par la suite l'analyse de solutions possibles compte tenu des objectifs de l'ensemble des utilisateurs. Il nous apparaît évident que cette approche n'est pas réalisable sans une concertation des différents organismes gouvernementaux intervenant sur le territoire.

REFERENCES

1. APERCU SOCIO-ECONOMIQUE

- Bureau de la Statistique du Québec (1975). Répertoire des municipalités 1974. Québec. Editeur officiel.
- Centre de traitement électronique de données (1974). Relevé des municipalités par division de recensement. (Population de 1961, 1966 et 1971). Québec.
- Centre de Recherches Urbaines et Régionales (CRUR) (1972). Etude interdisciplinaire du territoire de la région sud de Montréal. Système urbain. Population et emploi. Agriculture. Tourisme. Atlas. Institut national de la recherche scientifique. Montréal.
- Desmeules, Jean (1974). Population du bassin versant de la rivière Richelieu. Ministère des Richesses naturelles. Québec. Non publié.
- Office de la Planification et de Développement du Québec (OPDQ) (1972). Projet d'aménagement des eaux du bassin versant de la Yamaska. Rapport de la mission technique de la Yamaska. Québec.
- Société pluridisciplinaire de planification d'urbanisme et d'aménagement (PLURAM) (1973). Schéma intégré d'aménagement et de développement des loisirs, Vallée de la Richelieu. Pour la Commission de développement de la région de Montréal. Québec.
- Scott's. Répertoire industriel du Québec. 6e édition 1973-74. Penstock Publications Limited

2. CARACTERISTIQUES PHYSIQUES

2.1 HYDROLOGIE

- Boisvert, René (1972). Projet préliminaire d'écroulement du haut-fond de Saint-Jean. Fascicule 1. Service de l'Aménagement hydraulique. Ministère des Richesses naturelles. Québec.
- Bureau technique international Champlain-Richelieu (1974). Annexe hydraulique. Tome III.
- Environment Canada (1974). Reference Index-Canada. Surface Water Data. Inland Water Directorate. Ottawa.
- Gray, D.M. (1972). Manuel des principes d'hydrologie. Comité national canadien de la Décennie hydrologique internationale. Ottawa.
- Linsley, Kohler, Paulus (1958). Hydrology for Engineers. McGraw-Hill. New-York.
- Poulin, Roger (1972). Projet de régularisation du lac Champlain. Service de l'Aménagement hydraulique. Ministère des Richesses naturelles. Québec.

- Service de l'Hydrographie (1969). Superficie des bassins versants du Québec. 1ère partie. Ministère des Richesses naturelles. Québec.
- Service de l'Hydrométrie (1973 et 1975). Répertoire hydrométrique, niveau et débits. Ministère des Richesses naturelles. Québec.

2.2 METEOROLOGIE

- Direction de la Météorologie (1967). Tables des températures et précipitations pour Québec. Ministère des Transports du Canada. Toronto.
- Ferland, M. et Al. (1975). Climat de la région Sud du Saint-Laurent. Non publié.
- Ferland, M. (1969). Evapotranspiration potentielle au Québec. Service de la Météorologie. Ministère des Richesses naturelles. Québec.
- Ferland, M.G., Gagnon, R.M. (1974). Atlas de hauteur, fréquence et durée des pluies au Québec méridional. Service de la Météorologie. Ministère des Richesses naturelles. Québec.
- Ferland, M.G., Gagnon, R.M. (1974). Climat du Québec méridional. Service de la Météorologie. Ministère des Richesses naturelles. Québec.
- Service de Météorologie (1974). Bulletin météorologique, Supplément 1973. Vol. XII. No. 13. Ministère des Richesses naturelles. Québec.
- Service de la Météorologie (1971). Le Climat de la Yamaska. Ministère des Richesses naturelles. Québec.
- Villeneuve, G.O. (1967). Sommaire climatique du Québec. Volume 7. Service de Météorologie. Ministère des Richesses naturelles. Québec.

2.3 GEOLOGIE

- Adams, F.D. (1903). The Monteregian Hills - A Canadian Petrographical Province. Jour. Geol. Vol. 2. No. 3: 239-282.
- Adams, F.D. (1913). Les collines montréalaises. Ottawa. Comm. Géol. Can. Livret-Guide no. 3. Excursion 12e Congrès Géol. International. pp. 31-87.
- Belyea, Helen R. (1952). Deep Wells and Subsurface Stratigraphy of Part of the St. Lawrence Lowlands. Québec. Geol. Surv. Can. Bull. no. 22.
- Clark, T.H. (1934). Structure and Stratigraphy of Southern Quebec. Bull. Geol. Soc. Amer. Vol. 45. No. 1. pp. 1-20.
- Clark, T.H. (1939). The St. Lawrence Lowlands of Quebec. Geologie der Erde. Vol. 1. pp. 579-588.
- Clark, T.H. (1943). Rapport préliminaire sur la région de Saint-Jean/Beloeil. Qué. Service des Mines. Rapp. prélim. no. 177.

- Clark, T.H. (1955). Région de Saint-Jean/Beloeil. Qué. Min. Mines. Rapp. Géol. no. 66. 92 p. 3 fig. 2 cartes en pochette.
- Clark, T.H. (1964). Région de Saint-Hyacinthe (moitié ouest). Min. Richesses naturelles. Rapp. Géol. no. 101.
- Clark, T.H. (1966). Région de Châteauguay (comtés de Châteauguay, Huntington, Beauharnois), Napierville et Saint-Jean. Qué. Min. Richesses naturelles. Rapp. Géol. no. 122. 1 carte h.t.
- Clark, T.H. and H.W. McGerrigle (1936). Lacolle Conglomerate: a New Ordovician Formation in Southern Quebec. Bull. Geol. Soc. Amer. Vol. 47. No. 5. pp. 665-674.
- Coleman, A.L. (1932). An Interglacial Champlain Sea. Am. J. Sci. Vol. 24. Ser. 5. pp. 311-315.
- Dresser, J.A. (1906). The Monteregian Hills: a Series of Volcanic Buttes. J. Geol. Vol. 5. pp. 74-77.
- Dresser, J.A. (1910). Géologie du Mont Saint-Bruno, Province de Québec. Ottawa. Commission géologique du Canada. Mémoire no. 7.
- Dubois, J.M. (1971). Analyse géomorphologique du territoire qui longe la rivière Richelieu. Dept. géographie. Univ. Sherbrooke. 15 p. (OPDQ).
- Eakins, P.R. (1964). Sutton Map-Area. Québec. Geol. Surv. Can. Paper 63-34. Carte no. 38-1963.
- Elson, J.A. (1962). Geomorphology of the St. Lawrence Lowlands and the Sutton Area. Montréal McGill Univ. Unpubl. manuscript.
- Fairchild, H.C. (1919). Pleistocene Marine Submergence of the Hudson, Champlain and St. Lawrence Valley. N.Y. State. Mus. Bull. Nos. 209-210.
- Goldthwait, J.W. (1933). The St. Lawrence Lowland. Geol. Surv. Can. Manuscrit non publié. 192 p.
- Grondin, G.G. (1959). Géologie régionale des Appalaches et des basses terres du Saint-Laurent dans le Québec. Québec. Univ. Laval. Thèse M. Sc. 94 p.
- Harding, S.R.L. (1943). The Geology of the Lower Lorraine in the Vicinity of Montreal. Montréal. McGill Univ. M. Sc. Thesis. Non publ.
- Harvie, R. (1916). Brome and Missisquoi Countries. Québec. Geol. Surv. Can. Summary Rept. 1914. pp. 98-99.
- Howard, W.V. (1922). Some Outliers of the Monteregian Hills. Montréal. McGill Univ. Publ. Ser. no. 7. pp. 47-95.
- Larochelle, A. (1962). Paleomagnetism of the Monteregian Hills, South-Eastern Quebec. Ottawa. Comm. Geol. Can. Bull. no. 79.

- Lasalle, P. (1963). Géologie des dépôts meubles de la région de Verchères. Québec. Min. Richesses naturelles. Rapp. Géol. Prél. no. 505. 9 p. 1 carte h.t.
- Lasalle, P. (1966). Late Quaternary Vegetation and Glacial History in the St. Lawrence Lowlands. Canada. Leidæ Geol. Mededel. Vol. 38. pp. 91-128.
- Lasalle, P. et J.A. Elson (1962). Région de Beloeil (Géologie des dépôts meubles). Qué. Min. Richesses naturelles. Rapp. Géol. Prél. no. 497. 10 p. 1 carte h.t.
- Macpherson, J.C. (1966). The Post-Champlain Evolution of the Drainage Pattern of the Montreal Lowland. Montréal. McGill Univ. Thèse Ph. D. non publiée. 265 p.
- McGerrigle, H.W. (1937). Les ressources en sable et gravier des comtés de Verchères, Saint-Hyacinthe, Bagot et des comtés contigus, avec particularisation du sable de moulage. Québec. Service des Mines. Rapp. ann. 1936. Pt. E. pp. 1-52.
- Osberg, P.H. (1965). Stratigraphy of the Sutton Mountains. Québec: Key to stratigraphic correlation in Vermont; (abs.) Bull. Geol. Soc. Amer. Vol. 67. p. 1820.
- Osborne, F.F. and N.L. Wilson (1934). Some Dykes Rocks from Mount Johnson, Quebec. Jour. Geol. Vol. 42. No. 2. pp. 180-187.
- O'Neill, J.J. (1914). Monts Saint-Hilaire (Beloeil) et Rougemont; Québec. Ottawa. Com. Géol. Can. Mémoire no. 43.
- Pouliot, G. (1969). Géologie des collines montréalaises. Montréal. Press Univ. Montréal. 169 p. (Livret Guide - excursion GAC-MAC Annual Meeting).
- Risi, J., C.E. Brunette, D. Spence and H. Girard (1953). Etude chimique des tourbes du Québec; IV - Tourbière de Farnham, comtés de Missisquoi et d'Iberville. Québec. Min. Mines. Rapp. Prél. no. 282. pp. 13-23.
- Roth, H. (1965). A Structural Study of the Sutton Mountains; Quebec. Montréal. McGill Univ. Thèse Ph. D. Non publ.
- Stewart, D.P. and P. MacClintock (1964). The Wisconsin Stratigraphy of Northern Vermont. Amer. J. Sci. Vol. 262. pp. 1089-1097.
- Upham, C.V. (1892). The Champlain Submergence (abstract). Bull. Geol. Soc. Amer. Vol. 3 pp. 508-511.
- Wilson, A.W.G. (1906). On the Glaciation of Oxford and Sutton Mountains, Quebec. Amer. J. Sci. Vol. 171. pp. 196-206.
- Wilson, N.L. (1932). The Petrology of Mount Johnson, Quebec. Montréal. McGill Univ. M. Sc. Thesis (non publ.).
- Winchell, N.H. (1902). The Sutton Mountain, Quebec. Amer. Geol. Vol. 20. pp. 118-120.

2.4 LES SOLS

- Baril, Roger et Auguste Mailloux (1942). Carte des sols du comté de Saint-Hyacinthe, et de la partie ouest du comté de Bagot (Ech. 1:63,360). Québec. Min. de l'Agriculture. Service de la Grande Culture.
- Cann, D.B., P. Lajoie et P.C. Stobbe (1948). Etude des sols des comtés de Shefford, Brome et Missisquoi dans la Province de Québec. Ottawa. Min. de l'Agriculture du Canada, avec la coll. du min. de l'Agriculture du Québec et le Collège McDonald de l'Université McGill. 94 p.
- Choinière, L., E. Pageau et A. Mailloux (1942). Carte des sols du comté de Rouville (Ech. 1:63,360). Québec. Min. de l'Agriculture. Service de la Grande Culture.
- Laplante, L., A. Alarie et A. Mailloux (1942). Carte des sols du comté de Richelieu. Québec. Min. de l'Agriculture. Service de la Grande Culture. 1:63,360 couleur et tableau des caractéristiques pédologiques et agrologiques des séries.
- Pelletier, Jean-Marie. Compilation des cartes pédologiques existantes sur la carte de base au 1:50,000. Office de la Planification et de Développement du Québec (OPDQ). Québec. Feuillet 31 1/3 E, 31 1/2 O, 31 G/1 O, 31 G/2 EO, 31 G/3 EO, 31 G/4 O, 31 G/7 O, 31 G/8 EO, 31 G/11 EO, 31 G/14 EO, 31 G/15 O).
- Service de la Grande Culture (1942 et 1943). Cartes des sols des comtés de Chambly, Napierville et d'Iverville (Ech. 1:63,360). Ministère de l'Agriculture. Québec.
- Smith, R.E. (1974). Soil Capability Classification in Proceedings of the Canada Soil Survey Committee Organic Soil Mapping Workshop, June 3-7, 1974, Winnipeg, Manitoba. Conducted by Canada-Manitoba Soil Survey. Ed. J.H. Day. Soil Research Institute. Central Experimental Farm. Ottawa. KIA OC6 Ont.
- Theriault, A., L. Laplante, A. Mailloux et E. Pageau (1942). Carte des sols, comté de Verchères. Québec. Min. de l'Agriculture. Service de la Grande Culture. 1:63,360 couleur et tableau des caractéristiques pédologiques et agrologiques des séries.
- Thériault, A., E. Pageau et A. Mailloux (1942). Carte des sols du comté de Saint-Jean. Québec. Min. de l'Agriculture. Service de la Grande Culture. 1:63,360 couleur et tableau des caractéristiques pédologiques et agrologiques des séries.
- Thériault, J.E. et G. Godbout (1943). Carte des sols du comté de Laprairie. Québec. Min. de l'Agriculture. Service de la Grande Culture. 1:63,360 couleur et tableau des séries.

2.5 LE RELIEF

- Service d'Urbanisme de la ville de Montréal (1966). Caractéristiques physiques de la région. Bulletin technique no. 4.

2.6 LES EAUX SOUTERRAINES

- Freeze, R.A. (1964). Hydrogéologie de la région de Lachine - Saint-Jean, Québec (Au sud du Saint-Laurent). Partie des cartes 31 H/5 et 31 H/6, moitié ouest. Commission géologique du Canada, Ministère des Mines et relevés techniques. Ottawa.

- Prévot, J.M. (1973). Inventaire des eaux souterraines, comtés de Saint-Hyacinthe et de Rouville. Service de l'Hydrogéologie. Ministère des Richesses naturelles. Québec.
- Service des Eaux Souterraines (1975). Banque de données provenant des puisatiers compilées par municipalité. Ministère des Richesses naturelles. Non publié.

2.7 QUALITE DES EAUX RECEPTRICES

- Environmental Research Associates (Korab Marine Ltd.) (1970 et 1973). Continuous Quality Survey of the Richelieu River. Pour Environnement Canada, Lachine.
- Gagné, R., Robert, M., Alain, J. (1972). Etude préliminaire de la qualité de l'eau du Richelieu et de la baie Missisquoi en fonction des activités récréatives. Service de la Qualité des Eaux. Ministère des Richesses naturelles. Québec.
- Groupe d'étude en biologie (1971). Rapport des résultats de mesures physico-chimiques et biologiques sur le Richelieu (Beloeil-Sorel) et sur le Saint-Laurent (Verchères-Sorel).
- Inland Waters Directorate (1972). Water Quality Data-Quebec IDH. Department of the Environment.
- Kimmerbe, F. (1971). Rapport de l'étude des rivages des Cantons de l'Est et de la région du Richelieu. (Projet 25-1-E). Département de chimie. Université de Sherbrooke.
- Mamabachi, G., St-Jean, R. (1975). Résidus des pesticides organochlorés et des biphényles polychlorés dans l'eau, les sédiments et les poissons du bassin de la rivière Richelieu. Les Services de Protection de l'Environnement du Québec.
- Pluram Inc. (1973). Schéma intégré d'aménagement et de développement des loisirs, Vallée de la Richelieu. Pour la Commission de développement de la région de Montréal. Québec, 1973. D.E.I.Q.
- Services de Protection de l'Environnement (1974). Etude de la qualité des eaux de la rivière Richelieu. Rapport d'étape. Québec.
- Service Qualité des Eaux (1973). Annuaire de la qualité des eaux. Ministère des Richesses naturelles. Québec.
- Thomas, J.F.U. (1964). Surface Water Quality in Major Drainage Basin in Northern Area of Canada. Journal of the American Water Works Association. Vol. 56. No. 9.
- Thurlow and Associates (1973). A Preliminary Environmental Impact Assessment for the Proposed Champlain-Richelieu Flood Control Project. Annexe environnementale pour le Bureau technique international Champlain-Richelieu.

2.8 QUALITE DES APPORTS

- Division du contrôle de l'environnement. Enquête portant sur les eaux résiduelles des industries, 1975, 1974, 1973. Données non publiées. Service de Protection de l'Environnement. Environnement Canada. Région du Québec.

- Division du contrôle des postes de traitement. Postes d'épuration en opération au 1er janvier 1973. Service de Protection de l'Environnement. Environnement Canada. Région du Québec.
- Scott's. Répertoire Industriel du Québec. 6e édition 1973-74. Penstock Publications Limited.
- Shaw, Arthur (1971). The Socio-Economic and Financial Implications of Waste Treatment Requirements in the Richelieu River Basin. Province of Quebec. A Preliminary Analysis. General Studies Section.

3. CARACTERISTIQUES BIOLOGIQUES

3.1 LA FAUNE AQUATIQUE ET SEMI-AQUATIQUE

- Arda (1969). Possibilité des terres pour la faune - Sauvagine. Carte 31 H.
- De Repentigny, L.G. (1974). Inventaire préliminaire de la Rivière du Sud. Rapport Service canadien de la Faune.
- Fournier, H. (en préparation). Age, croissance, alimentation et reproduction du Brochet du Nord (*Esox lucius*) dans la rivière Richelieu. Thèse de Maîtrise. Université du Québec à Montréal (UQAM).
- Gagnon-Crépeau, L. (en préparation). Age, croissance, alimentation et déplacement de la margarine noire (*Pomoxis nigromaculatus*) dans la rivière Richelieu. Thèse de Maîtrise. UQAM.
- Groupe de Recherches en Ecologie du Haut-Richelieu (GRER) (1975). Rapport sur l'état des recherches sur l'incidence des crues dans le Haut-Richelieu. Rapport préliminaire. UQAM.
- Lapointe-Houde, M. (en préparation). Age, croissance, alimentation et reproduction du Brochet américain (*Esox americanus*) dans la rivière Richelieu. Thèse de Maîtrise. UQAM.
- Lehoux, D. (en préparation). Données préliminaires sur la sauvagine dans les régions de la rivière Richelieu et Baie Missisquoi. Rapport Service canadien de la Faune.
- Lehoux, D., et J. Rosa (1975). Ouverture de la chasse à la sauvagine dans la région du Richelieu. Rapport Service canadien de la Faune.
- Mongeau, J.R. (en préparation). Inventaire ichtyologique de la rivière Richelieu. Rapport Service de la faune du Québec. Ministère Tourisme, Chasse et Pêche.
- Ouellet, H. (1974). Les oiseaux des collines montréalaises et de la région de Montréal. Québec. Canada. Mus. Nat. Publ. Zool. No. 5.
- Pondbriand, P. (en préparation). Utilisation du milieu par les espèces de sauvagine sur un cycle annuel sur le Richelieu. Thèse de Maîtrise. UQAM.
- Trencia, G. (en préparation). Etude socio-économique de la chasse au canard sur le Richelieu. Thèse de Maîtrise. UQAM.

3.2 LA FORET

- Groupe de Recherches en Ecologie du Haut-Richelieu (GRER) (1975). Rapport de l'état des recherches sur l'incidence des crues dans le Haut-Richelieu. Université du Québec à Montréal (UQAM).
- Environnement Canada (1975). Annuaire de l'eau du Canada. Ottawa.
- Kittredge, Joseph (1948). Forest influences. McGraw Hill Book Company.
- Ministère des Terres et Forêts (1971). Projet de planification du développement du bassin de la Yamaska, travaux de mise en valeur (reboisement). Québec.
- Ministère des Terres et Forêts (1972). Rapport d'inventaire, connaissance du milieu forestier, sous-bassin du lac Champlain. Québec.
- Ministère des Terres et Forêts (1972). Rapport d'inventaire, connaissance du milieu forestier, sous-bassin de la rivière l'Acadie. Québec.
- Julien, Serge (1971). Relation forêt-eau. Direction générale de la planification. Ministère des Terres et Forêts. Québec.
- U.S. Department of Agriculture (1949). Forests and Water. In the Yearbook of Agriculture.
- U.S. Department of Agriculture (1955). Water. In the Yearbook of Agriculture.

3.3 RELATION AGRICULTURE-EAU

- Bureau de la Statistique du Québec (1975). Statistiques agricoles du Québec. Ministère de l'Industrie et du Commerce du Québec.
- Gray, D.M. (1972). Manuel des principes d'hydrologie. Comité national canadien de la Décennie hydrologique internationale. Ottawa.
- Marsin, Bruno (1971). Zones agroclimatiques du Québec Méridional. Service de Météorologie. Ministère des Richesses naturelles. Québec.
- Marsin, Bruno (1971). Les déficits hydriques au Québec. Service de Météorologie. Ministère des Richesses naturelles. Québec.
- Ministère de l'Agriculture et de la Colonisation. Les régions agricoles du Québec.

4. PROBLEMATIQUE

- Campbell, P.G., Meybeck, M., Tessier, A. Relations entre l'utilisation de la ressource eau et sa qualité. Etude pour le service de la Qualité des Eaux. Ministère des Richesses naturelles Québec. 1974.
- Le Bureau technique international Champlain-Richelieu. Régularisation du lac Champlain. Rapport final. Septembre 1974.

- Le Bureau technique international Richelieu-Champlain. Etude rivière Richelieu - Lac Champlain, Sommaire des résultats. Octobre 1974.
- Les Services de Protection de l'Environnement (en préparation). Etude de la qualité des eaux de la rivière Richelieu (résultats d'analyse). Québec.
- MacKay, J.C., Pelletier, J.Y. (1973). Analyse bénéfice-coût des améliorations proposées au canal de Chambly. Rapport final. Environnement Canada. Ottawa.

AUTRES DOCUMENTS CONCERNANT LE BASSIN DE LA RIVIERE RICHELIEU

- Ballabon, M.B. (1952). A Regional Study of the Richelieu Valley; the Urban Centres. M.A. thesis. McGill University.
- Beauregard, L. (1957). La vallée du Richelieu. Thèse de Ph. D., Dépt. de Géogr. Univ. de Montréal.
- Beauregard, L. (1959). La plaine du Richelieu, banlieu agricole de Montréal. Rev. Can. de Géogr. XIII, 1-2. pp. 19-37.
- Beauregard, L. (1965). Le peuplement du Richelieu. Rev. Géogr. Mtl. XIX, 1-2. pp. 43-75.
- Boisvert, R. (1973). Rivière Richelieu, atténuation des crues - Analyse économique des solutions possibles. Ministère des Richesses naturelles. Québec.
- Bureau international de la voie navigable Champlain (1965). Rapport sur la possibilité de réalisation de la voie navigable Champlain. Rapport soumis à la Commission mixte internationale Canada - Etats-Unis.
- Bureau technique international Champlain-Richelieu (1974). Régularisation du lac Champlain. Annexe hydraulique (Tomes 1, 2, 3 et 4). Annexe économique. Annexe écologique.
- Commission mixte internationale Canada - Etats-Unis (1967). Rapport de la (CMICEU) sur l'amélioration de la voie internationale Champlain aux fins de la navigation commerciale.
- Commission mixte internationale Canada - Etats-Unis (CMICEU) (1975). Rapport provisoire sur la régularisation de la rivière Richelieu et du lac Champlain. 19 p.
- Cobban, A.A. (1952). A Regional Study of the Richelieu Valley. M.A. thesis. McGill University.
- Comité Canada-Québec pour l'Aménagement du Richelieu (COQUAIR). Inventaire permanent de la documentation existante. Office de Planification et de Développement du Québec (OPDQ).
- Day, B., Klock, T., Mason, C. Preliminary Assessment of Effects of Proposed Regulation of Lake Champlain and the Richelieu River. Report for the U.S. section of the Environmental Committee. 45 p.
- Département de géographie (1971). Projet Richelieu. Université de Sherbrooke. 1) Etudes des perceptions et attitudes de 314 riverains (échantillon de 10%). 2) Analyse géomorphologique du territoire et carte des sols inondés (reconnaissance aérienne, mai 1971). 3) Cartes d'utilisation des sols des rives et des régions adjacentes (échelle 400' à 1").
- Gagnon, A. (1967). Comments of the Report of the Engineers Included in the Interim Report Submitted in 1937 by the IJC on the Champlain Waterway (District Engineer, Harbours and Rivers Engineering Branch, Montreal District Office).
- Henson, E., Dotash, M. (1969). Dept. of Zoology. University of Vermont. Lake Champlain in Relation to Regional Water Supply. Publié par International Association for Great Lakes Research, Ann Arbor, Michigan Proceedings 12th conference on Great Lakes Research. p. 441-448

- International Champlain Waterway Board (1965). Champlain Waterway Feasibility Report. Report to the International Joint Commission (IJC).
- International Champlain Waterway Board (1965). Champlain Waterway Feasibility Report: Supplementary Report. Report to the IJC.
- International Champlain Waterway Board (1965). Champlain Waterway Feasibility Report. Vol. 2: Design, Estimates and Geology; Water Quality, Fish and Wildlife and Recreation; Hydrology and Water Supply.
- International Champlain Waterway Board (1965) Champlain Waterway Feasibility Report. Vol. 3: Prospective Transportation Benefits. Report to the International Joint Commission (IJC).
- International Joint Commission (1938). Richelieu River Remedial Works. Published by J.O. Patenaude, I.S.O., Printer to the King's Most Excellent Majesty.
- Lea, N.D. and Associates Ltd. (1970). A Preliminary Assessment of the Recreational and Tourist Boating in the Ottawa River - Montreal. Richelieu Waterway Complex. Toronto.
- Les Dix (1955). Les Cahiers des Dix. No. 20. Montréal. (1er cahier publié en 1936).
- Lithgow, R.M. (1952). Historical Geography of Richelieu Valley. M.A. thesis. McGill Univ.
- Michaud, L. (1962). Le phénomène urbain du comté de Chambly. Thèse de M.A. Univ. de Montréal.
- Monarque, Morelli, Gaudette, Laporte, Ing.-conseils (1972). Plan directeur d'assainissement des eaux usées du secteur Saint-Jean, Iberville. Pour la Régie des Eaux du Québec.
- Ministry of Transport (MOT) (1964). International Champlain Waterway: Report on the Hydrologic and Hydraulic Aspects of the Richelieu River and Lake Champlain.
- Ministry of Transport (MOT) (1960). Preliminary Report: Economic Aspects of the Proposed Improvements to the Richelieu River and Canals. Economics Division. J. Cavey and W. Way.
- Nadeau, Roger (1971). Le tourisme de villégiature dans l'Estrie. Sherbrooke. Université de Sherbrooke. Thèse de Maîtrise.
- Neelakantiah, B.P. (1967). Richelieu River Pollution Survey. Thèse de génie civil, Université McGill, sous la direction du Pr. A. Pakalnins.
- Pakalnins, A., Kuo, E.M., Neelakantiah, B.P. (1967). Pollution Survey of Richelieu River, P.Q Engineering Journal. Vol. 50. No. 12.
- Parcs Canada. Rideau, Trent and Richelieu Canals - Planning requirements. 7 p.
- Parkes, J.G.M. (1973). Public Perceptions of Water Quality and their Effect of Water-based Recreation. Social Science Series. No. 8. Environment Canada.
- Pelletier, J.Y. (1972). Rivière Richelieu: Aperçu historique de la navigation et du problème des inondations. Environnement Canada.

- Persoage, N. (1971). Report to the IJC. The Present State of the Lake Champlain Waterway System.
- Pollock, D.C. (1967). Oxygen Balance, Richelieu River, P.Q. Unpublished thesis. Engineering Library, McGill University. Montreal.
- Régie des Eaux, Québec (1968). Etude de l'état des eaux de la baie Missisquoi. Direction Générale de l'Assistance Technique.
- Service d'Aménagement de la faune (1970-71-72). Spécimens provenant de la baie Missisquoi, de la Rivière du Sud, de la rivière Richelieu, soumis au laboratoire fédéral du ministère de l'Environnement pour la détermination de leur teneur en mercure. Ministère du Tourisme, de la Chasse et de la Pêche.
- Service d'Aménagement de la faune (1970). Projet d'implantation de parcs provinciaux, région de Montréal. Ministère du Tourisme, de la Chasse et de la Pêche.
- Service d'Aménagement de la faune (1972). Relevé du nombre de chalets ou de résidences sur les bords de la rivière Richelieu entre la frontière des Etats-Unis et Saint-Jean. Ministère du Tourisme, de la Chasse et de la Pêche. Non publié.
- Sotar (1968-69). La sous-région Richelieu Missisquoi. Pour le Ministère du Tourisme, de la Chasse et de la Pêche. Québec.
- State of New-York Conservation Department. Supplement to 19th Annual Report, 1929. 321 p. and 7 maps. A Biological Survey of the Champlain Watershed.
- Sudds, R.H. and R.C. Craig (1970). N.Y. Fish Game J., 17: 33-44. Distribution of Larval Digenetic Trematodes in a Part of Lake Champlain and their Relationships with Fish and Wildlife.
- Service d'Urbanisme de la ville de Montréal (1966). Rôle potentiel des villes satellites. Préparé par P. Aubry et M. Lemelin.
- Service d'Urbanisme de la ville de Montréal (1966). Prévision des espaces verts et des besoins routiers affectés aux loisirs. Montréal.
- Tefft, R.C. (1956). Improvement of the Champlain Waterway. An exploratory investigation (Abstract of M.A. thesis in Political Science in the Graduate School of Syracuse Univ.). Available from The Chamber of Commerce of the P. Que. Montreal. 75 p.
- Thériault, Jacques (1972). L'impact de la crue des eaux du Richelieu sur l'économie du secteur inondé. Division économique de la production. Service des Etudes économiques. Ministère de l'Agriculture. Québec.
- Zillox, R.G. and W.D. Youngs (1958). Further Studies on the Smelt of Lake Champlain. N.Y. Fish Game J., 5: 164-175.

MUNICIPALITÉS, SERVICES D'EAU ET D'ÉGOUTS (1973)

COMTES MUNICIPALITÉS	POPULATION TOTALE	SERVICES D'EAU										SERVICES D'ÉGOUTS				TRAITEMENT DES EAUX USEES			
		Population desservie(1)	Sources *										Réseau d'égouts (longueurs en km.)		Combinaisons	p r	p r	p r	t e
			f	ri	so	pr	se	te	ter	ter	ter	ter	Sanitaires	Fluviaux					
BROME																			
Abercorn	382																		
Bolton-Est	395																		
Eastman	510	436																	
Potton (Mansonville)	1,645	675																	
Saint-Etienne-de-Bolton	306																		
Sutton (ct)	922																		
Sutton (vt)	1,608	1,636																	
CHAMBLY																			
Carignan	3,333	990																	
Chambly	11,800	100																	
Saint-Basile-le-Grand	4,500	5,030																	
Saint-Bruno-de-Montarville	18,190	19,300																	

Source d'information: banque de données du Ministère de l'Industrie et du Commerce du Québec
 * fl: fleuve ri: rivière so: source la: lac pu: puits fi: filtre ch: chlore oz: ozone al: alun
 ** pr: préliminaire pri: primaire se: secondaire te: tertiaire
 (1) Certaines municipalités desservent une population extérieure à leurs limites territoriales

MUNICIPALITÉS, SERVICES D'ÉGOUTS ET D'ÉPURATION

COMTES MUNICIPALITÉS	POPULATION TOTALE	SERVICES D'ÉGOUTS					SERVICES D'ÉPURATION		SERVICES D'ÉGOUTS		TRAITEMENT DES Eaux USEES				
		Population desservie (1)	Sources					Population desservie	Séparatives	Fluviaux	Combinés	P	P	P	t
			Fluviotertiaire	Fluviolaque	Lac	Fluviotertiaire	Fluviolaque								
IBERVILLE															
Henryville (sd)	815														
Henryville (v)	635	643						638	5	10					
Iberville	9,800	10,068						9,921	6	2	24				
Saint-Alexandre (p)	1,150														
Saint-Alexandre (v)	402														
Saint-Anne-de-Sabrevois	1,080							410			6				
Saint-Athanase	2,800							200		2					
Saint-Grégoire	630														
Saint-Grégoire-le-Grand	1,205														
Saint-Sébastien	848														

Source d'information: banque de données du Ministère de l'Industrie et du Commerce du Québec

* fl: fleuve ri: rivière ru: ruisseau so: source la: lac pu: puits fi: filtre ch: chlore

** pr: préliminaire pri: primaire se: secondaire te: tertiaire

(1) Certaines municipalités desservent une population extérieure à leurs limites territoriales

fl: fluore oz: ozone al: alun

MUNICIPALITÉS, SERVICES D'ACQUEDUC ET D'ÉGOUTS (1973)

COMTES MUNICIPALITES	POPULATION TOTALE	SERVICES D'ACQUEDUC												Population desservie (1)	Population desservie	SERVICES D'EGOUTS (niveaux d'égouts conduits en km.)			TRAITEMENT DES ** EAUX USEES						
		Sources														Sanitaires	Pluviaux	Combinaés	P r	P r i	S e t	e			
		f	l	r	u	s	i	p	r	i	l	a	c												
MISSISQUOI																									
Bedford (ct)	596																								
Bedford (vt)	2,730																								
Clarenceville	301																								
Frelighsburg (p et vt)	1,074																								
Notre-Dame-de-Stanbridge	800																								
Philipsburg	377																								
Saint-Armand-Ouest	936																								
Saint-George-de-Clarence-ville	469																								
Saint-Ignace-de-Stanbridge	844																								
Saint-Pierre-de-Vérone	600																								
Sainte-Sabine	649																								
Saint-Thomas	512																								
Stanbridge	875																								
Stanbridge-Station	415																								
Venise-en-Québec	521																								

Source d'information: banque de données du Ministère de l'Industrie et du Commerce du Québec

* fl: fleuve ri: rivière ru: ruisseau so: source

** pr: préliminaire pri: primaire se: secondaire

(1) Certaines municipalités desservent une population extérieure à leurs limites territoriales

fl: fluore oz: ozone al: alun

MUNICIPALITÉS, SERVICES D'EAU ET D'ÉGOUTS (1973)

COMTES MUNICIPALITES	POPULATION TOTALE	SERVICES D'EAU										SERVICES D'ÉGOUTS		TRAITEMENT DES EAUX USEES					
		Population desservie (1)	Sources *										Population desservie	Réseaux d'égouts (conduits en km.)	p r i	p r e	s e	t e	
			f l u v i e	r i v i è r e	p r é l i m i n a i r e	p r i m a i r e	s e c o n d a i r e	t e r t i a i r e	c h l o r e	o z o n e									
NAPIERVILLE																			
Napierville	1,978	2,120											2,120	18					
Saint-Cyprien	965																		
Saint-Patrice-de-Sherrington	1,853																		
RICHELIEU																			
Saint-Joseph-de-Sorel	3,183	3,278											3,278						
Saint-Ours (p)	931																		
Saint-Ours (vt)	823																		
Saint-Pierre-de-Sorel	2,400	2,500																	
Saint-Roch-de-Richelieu	1,284																		
Sorel	19,500	32,300																	
Tracy	12,300	17,300																	

Source d'information: banque de données du Ministère de l'Industrie et du Commerce du Québec
 * fl: fleuve ri: rivière ru: ruisseau so: source la: lac pu: puits fi: filtre ch: chlore oz: ozone al: alum
 ** pr: préliminaire pri: primaire se: secondaire te: tertiaire
 (1) Certaines municipalités desservent une population extérieure à leurs limites territoriales

MUNICIPALITÉS, SERVICES D'EAU ET D'ÉGOUTS (1973)

COMTES MUNICIPALITÉS	POPULATION TOTALE	SERVICES D'EAU										SERVICES D'ÉGOUTS		TRAITEMENT DES EAUX USEES						
		Population desservie (1)	Sources *										Population desservie	Réseaux d'égouts (conduits en km.)		p r	p r i	s e t e		
			f i l t r é	i n f i l t r é	s u r f a c e	p u i s s e	p r i v é	p u b l i c	c o l l e c t e	c o n c r é t é	c o n c r é t é	c o n c r é t é		c o n c r é t é	Sanitaires				Pluviaux	Combinés
ROUVILLE																				
Marieville	4,573	545																		
Mont-Saint-Hilaire	6,450	6,500																		
Notre-Dame-de-Bon-Secours	756																			
Otterburn Park	3,720	3,960																		
Richelieu	1,772	1,822																		
Sainte-Angèle-de-Monnoir	1,140																			
Saint-Jean-Baptiste	1,980	1,461																		
Sainte-Marie-de-Monnoir	1,141																			
Saint-Mathias	1,692	1,455																		

Source d'information: banque de données du Ministère de l'Industrie et du Commerce du Québec
 * fi: fleuve ri: rivière ru: ruisseau so: source la: lac pu: puits fi: filtre ch: chlore oz: ozone al: alun
 ** pr: préliminaire pri: primaire se: secondaire te: tertiaire
 (1) Certaines municipalités desservent une population extérieure à leurs limites territoriales

MUNICIPALITES, SERVICES D'AQUEUC ET D'EGOUTS (1973)

Source d'information: banque de données du Ministère de l'Industrie et du Commerce du Québec
 ** fl: fleuve ri: rivière ru: ruisseau so: source la: lac pu: puits fi: filtre ch: chemin
 ** pr: préliminaire pri: primaire se: secondaire te: tertiaire

(1) Certaines municipalités desservent une population extérieure à leurs limites territoriales

MUNICIPALITÉS, SERVICES D'EAU ET D'ÉGOUTS (1973)

COMTES MUNICIPALITES	POPULATION TOTALE	SERVICES D'EAU										TRAITEMENT DES ** EAUX USEES			
		SERVICES D'ÉGOUTS										p r	p r i	s e	t e
		Population desservie (1)	Sources *	Traitement *	Population desservie	Sanitaires	Pluviaux	Combinés							
VERCHERES															
Beloeil	12,700	X	X	X	X				13,000	10	10	42	X		
Contrecoeur (p)	2,688	X	X						500	2	2				
McMasterville	2,530	X	X	X					2,575	18	8	10			
Saint-Amable	2,425														
Saint-Antoine-de-Padoue	421	X	X	X	X				440	8			X		
Saint-Antoine-sur-Richelieu	671	X	X	X	X										
Sainte-Julie	3,200	X	X	X	X				3,844	46	46			X	
Saint-Marc	975	X	X	X	X										
Saint-Mathieu-de-Beloeil	600	X	X	X	X										
Sainte-Théodose-Calixa- Laval	360	X	X	X	X										

Source d'information: banque de données du Ministère de l'Industrie et du Commerce du Québec

* fl: fleuve ri: rivière ru: ruisseau so: source la: lac pu: puits fi: filtre ch: chlore oz: ozone al: alun
 ** pr: préliminaire pri: primaire se: secondaire te: tertiaire

(1) Certaines municipalités desservent une population extérieure à leurs limites territoriales