

Synthèse des connaissances environnementales **acquises en milieu nordique**

de 1970 à 2000



Synthèse des connaissances environnementales **acquises en milieu nordique**

de 1970 à 2000

Hydro-Québec

Septembre 2001

Auteur et titre (pour fins de citation) :

HAYEUR, Gaëtan. 2001. *Synthèse des connaissances environnementales acquises en milieu nordique de 1970 à 2000.*
Montréal, Hydro-Québec. 110 p.

Avant-propos

Hydro-Québec s'est dotée d'une fonction environnement il y a 30 ans, au moment où le gouvernement du Québec a pris la décision de construire le complexe La Grande. Depuis, l'entreprise a réalisé un nombre considérable d'études et de rapports. Il paraît utile aujourd'hui de dresser un bilan des connaissances acquises, d'autant plus que l'on demande régulièrement à Hydro-Québec ce que lui ont appris ses études sur l'environnement.

Jusqu'à maintenant, Hydro-Québec avait rédigé des rapports de synthèse sur certains sujets, par exemple le mercure, les poissons ou le patrimoine archéologique, mais aucun texte relativement concis traitant de l'ensemble des connaissances acquises non seulement sur le milieu naturel mais également sur le milieu humain. Le texte qui suit s'efforce justement de résumer les connaissances livrées par les études menées aux fins des projets d'aménagements hydroélectriques dans le Nord du Québec, plus précisément au-delà du 48^e parallèle.

On trouvera à la fin du document deux bibliographies. La première énumère par ordre alphabétique les ouvrages cités dans le corps du texte. La seconde regroupe par domaines plus de 150 publications scientifiques et communications présentées dans le cadre d'événements internationaux. Le lecteur désireux de se renseigner plus en détail sur certains sujets est invité à consulter ces listes.

Nous remercions ceux et celles qui ont contribué à la préparation de cette synthèse.

Gaëtan Hayeur
Rédaction et recherche

Claude Demers
Coordination

Table des matières

Introduction	1
1 Hydro-Québec et l'environnement	7
1.1 Hydro-Québec et les études environnementales en milieu nordique	11
1.1.1 Les projets des bassins versants de la baie James et de la baie d'Hudson	11
• Le complexe La Grande	11
• Le projet Grande-Baleine	12
• Le projet Nottaway-Broadback-Rupert (NBR)	13
1.1.2 Les projets des bassins versants de la baie d'Ungava	13
1.1.3 Les projets des bassins versants de la Côte-Nord	13
• Le complexe Manic-Outardes	14
• Le projet de la Romaine	14
• L'aménagement de la Sainte-Marguerite-3	14
• L'aménagement du Lac-Robertson	15
1.1.4 Le projet de l'Ashuapmushuan	15
1.1.5 Le réseau de transport d'électricité	15
1.2 Les ententes avec les autochtones	16
1.3 Les ressources humaines	17
1.4 Les publications scientifiques	18
1.5 Les ressources financières	18
2 Les enseignements de 30 années d'études environnementales en milieu nordique	23
2.1 La région de la Baie-James	23
• Le climat	24
• L'hydrographie	24
• Les poissons	24
• La végétation	24
• La faune terrestre	24
• Les oiseaux	24
• Les populations humaines	25
2.2 Le complexe La Grande	25
2.3 La protection de l'environnement pendant la construction	28
2.4 Les études liées au suivi environnemental	28
2.5 L'évolution physique, chimique et biologique des réservoirs	30
2.5.1 La qualité de l'eau	30
2.5.2 Le phytoplancton	32
2.5.3 Le zooplancton	33
2.5.4 Le benthos	33
2.5.5 Les poissons	34

2.6	L'évolution physique, chimique et biologique des zones à débit modifié	35
2.6.1	Les rivières à débit réduit	35
	• L'Eastmain et l'Opinaca	36
	• La Caniapiscau	38
2.6.2	Les zones de dérivation	38
	• La dérivation Eastmain-Opinaca-La Grande (EOL)	38
	• La dérivation Laforge	39
	• La Grande Rivière (débit augmenté et régularisé)	39
2.7	L'évolution physique, chimique et biologique des zones estuariennes et de la côte nord-est de la baie James	41
2.7.1	L'estuaire de l'Eastmain	41
2.7.2	L'estuaire de la Koksoak	42
2.7.3	L'estuaire de la Grande Rivière et la côte nord-est de la baie James	42
2.8	La question du mercure	43
2.8.1	Le mercure dans le milieu naturel	44
2.8.2	Le mercure au complexe La Grande	46
2.8.3	Le mercure et la santé	49
	• Le méthylmercure dans l'organisme	50
	• La toxicité du méthylmercure chez l'adulte et le fœtus	50
	• Le seuil d'intervention	50
2.8.4	Le niveau d'exposition chez les Cris de la Baie-James	51
2.9	La question de l'effet de serre	52
2.10	Le milieu terrestre	53
2.10.1	L'évolution de la végétation riveraine	53
	• Le pourtour des réservoirs et les lacs Boyd-Sakami (dérivation EOL)	53
	• Les berges des rivières à débit réduit	54
2.10.2	Le comportement de la faune terrestre dans les milieux modifiés	55
	• La mise en eau et la présence des réservoirs	55
	• La zone de marnage des réservoirs	56
	• Les berges des rivières à débit réduit	57
2.10.3	L'incidence des aménagements hydroélectriques sur la faune migratrice	57
	• La sauvagine	58
	• Le caribou	59
2.11	Le milieu humain	62
2.11.1	Le patrimoine archéologique	63
2.11.2	Le mode de vie des populations autochtones avant l'aménagement	64
2.11.3	Les conventions et les populations autochtones	66
2.11.4	L'incidence du complexe La Grande sur l'exploitation des ressources fauniques	72
	• La superficie touchée des terrains de piégeage	72
	• Le mode d'exploitation des ressources	73
	• La chasse et la pêche sportives	75

2.11.5	Les changements économiques et sociaux des populations autochtones	75
•	Le désenclavement de certaines communautés cries	75
•	Les changements économiques chez les Cris	76
•	Les communautés inuites	78
•	La communauté naskapie	78
2.11.6	La perception de l'incidence des aménagements et des conventions chez les Cris	78
2.11.7	Les retombées économiques pour le Québec	78
2.12	Les mesures d'atténuation, de compensation et de mise en valeur	80
•	Mesures relatives au milieu aquatique	81
•	Mesures relatives au milieu terrestre	81
•	Mesures relatives à l'utilisation du territoire et à l'exploitation de la faune	82
•	Mesures relatives au paysage	83
•	Mesures relatives à la santé et au bien-être des populations	83
3	L'incidence des aménagements hydroélectriques : réflexions, conclusions et enseignements	87
3.1	Principales conclusions concernant le milieu naturel	88
•	Le milieu aquatique	88
•	Le mercure	88
•	Le mercure et la santé	88
•	Le milieu terrestre	89
3.2	Principales conclusions concernant le milieu humain	89
3.3	Enseignements et recommandations tirés des études sur l'environnement	90
•	Le besoin de cibler	90
•	La nécessité d'utiliser les enseignements du passé	90
•	Les travaux en collaboration	91
•	La perception des enjeux	91
–	Le climat	92
–	La biodiversité	92
–	Le mercure et la santé	93
–	Les gaz à effet de serre	93
3.4	Conclusion	94
4	Bibliographie	97
•	Ouvrages cités	97
•	Autres ouvrages de référence par domaines	103

Tableaux

1	Hydro-Québec en quelques chiffres en 2000	8
2	Aperçu des activités de protection et de mise en valeur de l'environnement de 1972 à 1999	19
3	Complexe La Grande en 2000	26
4	Suivi environnemental au complexe La Grande (phases 1 et 2)	29
5	Populations autochtones du Québec nordique en 2001	67
6	Ententes entre Hydro-Québec et les Cris, les Inuits et les Naskapis	70
7	Indemnités et coûts des mesures d'atténuation prévus par les conventions entre Hydro-Québec, les gouvernements du Canada et du Québec et les Cris, les Naskapis et les Inuits du Québec	71
8	Les terrains de piégeage cris et le complexe La Grande	72
9	Évolution des prestations du Programme de sécurité du revenu des chasseurs et piégeurs cris de 1976 à 1998	76
10	Retombées économiques des contrats accordés par Hydro-Québec et ses filiales aux Cris, aux Inuits et aux Naskapis de 1989 à 1998	77
11	Retombées économiques régionales liées au complexe La Grande de 1975 à 1992	79

Figures

1	Les principales centrales hydroélectriques au Québec	x
2	Les principaux sites de production d'électricité dans le nord-est de l'Amérique du Nord	6
3	Le Québec nordique	10
4	Le complexe La Grande	27
5	Évolution des principaux paramètres liés à la décomposition des matières organiques ennoyées dans la zone photique des réservoirs du complexe La Grande (période sans couverture de glace)	31
6	Évolution de la biomasse zooplanctonique du réservoir Robert-Bourassa	33
7	Évolution du rendement de pêche par espèce dans le réservoir Opinaca	34
8	Évolution des principaux paramètres de la qualité de l'eau à la station Eastmain-Opinaca dans le tronçon à débit réduit de la rivière Eastmain	37
9	Évolution du rendement de pêche (toutes espèces confondues) dans la Grande Rivière	40
10	Le cycle naturel du mercure	45
11	Évolution des teneurs en mercure des grands corégones dans les réservoirs du complexe La Grande	47
12	Évolution des teneurs en mercure des grands brochets dans les réservoirs du complexe La Grande	48
13	Relation entre le mercure et la longueur des grands corégones capturés en amont et en aval de la centrale Robert-Bourassa (1992)	49
14	Trajets de trois caribous ayant fait l'objet d'un suivi télémétrique de mars 1991 à février 1992	60
15	Aménagements hydroélectriques et communautés autochtones du Québec nordique	69



Introduction

Société de production, de transport et de distribution d'électricité, Hydro-Québec intervient partout au Québec tant pour ses activités d'exploitation courantes (voir la figure 1) que pour la conception et la préparation de ses projets. À ces fins, elle met en œuvre des moyens considérables dans le domaine de l'environnement. Dès le début des années 1970, elle s'est dotée en permanence d'importantes équipes de spécialistes directement et quotidiennement engagées dans la protection et la mise en valeur de l'environnement.

Dans une entreprise comme Hydro-Québec, les études relatives à l'environnement doivent déboucher sur l'évaluation des impacts liés aux projets et aux activités de même que sur la conception de mesures d'atténuation, de gestion et de mise en valeur. Cette situation a incité les spécialistes en environnement d'Hydro-Québec à mettre au point de nouvelles méthodes, mieux adaptées aux exigences particulières des diverses actions de l'entreprise qui requièrent des résultats concrets et fonctionnels.

De même, les préoccupations se sont rapidement élargies : elles sont passées de la stricte protection de l'environnement au suivi environnemental, à l'élaboration et à la mise en œuvre de mesures visant la meilleure insertion possible des ouvrages et des activités dans le milieu d'accueil et à la notion de mise en valeur optimale.

En présentant ici un bilan de ses principales activités dans le domaine de l'environnement depuis 30 ans, Hydro-Québec vise à mieux faire connaître ses réalisations, mais surtout la ligne de pensée qui guide le choix, l'acceptation, la mise en œuvre et l'exploitation de ses ouvrages.

Notre texte se divise en trois chapitres. Le premier retrace le cheminement d'Hydro-Québec dans la prise en compte de l'environnement. Nous y décrivons sommairement les études

relatives à l'environnement menées aux fins des projets d'aménagements en milieu nordique, que ces projets aient été réalisés ou non. Nous présentons ensuite un aperçu des ressources humaines et financières engagées dans le domaine de l'environnement. Le deuxième chapitre porte essentiellement sur les connaissances acquises dans le cadre de la réalisation du complexe hydroélectrique La Grande. Ce projet a donné naissance à la *Convention de la Baie James et du Nord québécois* (CBJNQ), à la *Convention du Nord-Est québécois* (CNEQ) et à la mise en œuvre d'un vaste programme de suivi environnemental, unique en son genre, qui a notamment porté sur le milieu naturel. À la fin du chapitre, le lecteur pourra prendre connaissance des mesures d'atténuation et des mesures de compensation mises en œuvre par Hydro-Québec dans le but de rendre ses projets et ses activités acceptables sur le plan de l'environnement. Le dernier chapitre expose les conclusions, les enseignements et les recommandations qui se dégagent de l'ensemble des études et des expériences effectuées par Hydro-Québec et par ses partenaires dans le domaine de l'environnement.

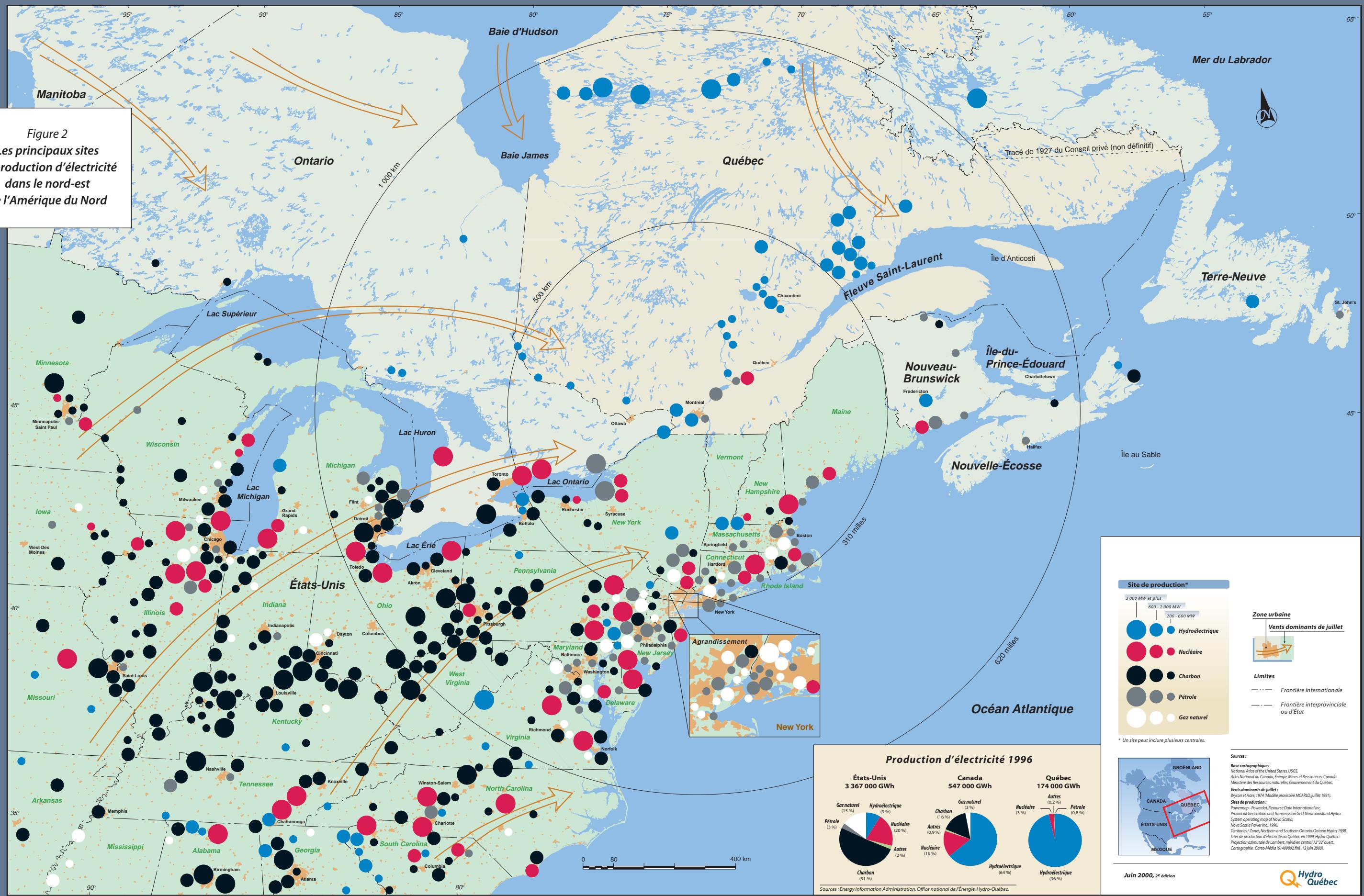
Enfin, une bibliographie fournit, par ordre alphabétique, la liste des documents de référence sur lesquels s'appuie notre bilan.

1

Hydro-Québec et l'environnement



Figure 2
Les principaux sites
de production d'électricité
dans le nord-est
de l'Amérique du Nord



Hydro-Québec et l'environnement

Ce premier chapitre vise à illustrer le rôle important et souvent novateur qu'Hydro-Québec a joué dans le domaine de l'environnement. À cette fin, il est utile de mentionner certains faits, souvent méconnus, qui caractérisent Hydro-Québec. En ce qui concerne la puissance installée et la production d'électricité, Hydro-Québec figure parmi les dix plus importantes entreprises au monde et elle occupe le premier rang mondial pour ce qui est de la production hydroélectrique. Cette situation s'explique en grande partie par les caractères naturels du territoire québécois, qui comprend d'immenses bassins hydrographiques mais qui est dépourvu de combustibles fossiles. Il était logique pour Hydro-Québec de développer ce potentiel hydroélectrique considérable, cette source d'énergie renouvelable, non polluante, pour répondre aux besoins en énergie de la population québécoise. Cette situation a également permis au Québec d'éviter l'émission de gaz à effet de serre et d'autres polluants liés aux centrales thermiques (voir la figure 2).

À la différence des pays européens et des États-Unis, qui ont développé la quasi-totalité de leur potentiel hydroélectrique dans la première moitié du XX^e siècle, Hydro-Québec a entrepris de développer son potentiel dans la seconde moitié du siècle, une période qui a coïncidé, comme on sait, avec la sensibilisation aux questions d'environnement. Il était donc normal qu'Hydro-Québec mette l'accent sur la protection et la mise en valeur de l'environnement dans la réalisation et l'exploitation de ses ouvrages hydroélectriques. On tiendra compte de ce contexte à la lecture du présent chapitre.



Hydro-Québec a commencé à s'intéresser spécifiquement à l'environnement au début des années 1970, à peu près au moment où elle a amorcé la construction des grands aménagements hydroélectriques du Moyen Nord québécois. Depuis ce temps, pour s'assurer que la conception, la construction et l'exploitation de ses ouvrages hydroélectriques se fassent le plus possible dans le respect de l'environnement, Hydro-Québec a continué de développer ses compétences en matière d'environnement, qu'il s'agisse du milieu naturel ou du milieu humain. En 2000, la puissance installée de son parc d'équipement, constituée à 93 % d'hydroélectricité, atteint 31 512 MW, et 153 spécialistes de l'environnement répartis dans les différentes unités de l'entreprise épaulent les gestionnaires qui répondent de la gestion des impacts sur l'environnement (voir le tableau 1). Une équipe multidisciplinaire de spécialistes de l'environnement aussi nombreuse au sein même d'une entreprise constitue un fait unique en Amérique du Nord (Hydro-Québec, 1999).

À la suite d'un incendie de forêt, la végétation se réinstalle rapidement.

Tableau 1 – Hydro-Québec en quelques chiffres en 2000

Puissance installée totale (MW)¹	31 512
Centrales hydroélectriques	29 246
Centrale nucléaire	675
Autres centrales thermiques	1 591
Ventes totales (TWh)	190
Exportations	37
Réseau de transport (km)	32 283
Réseau de distribution (km)	106 448
Nombre d'abonnements	3 528 825
Nombre d'employés	19 416
Chiffre d'affaires (M\$)	11 429

1. Hydro-Québec dispose également de la majeure partie de la production de la centrale des Churchill Falls, d'une puissance nominale de 5 428 MW.

Les études sur l'environnement menées aux fins des projets d'aménagements hydroélectriques en milieu nordique ont joué un rôle déterminant dans la création de la direction – Environnement en 1972 et dans l'évolution rapide de cette unité. Par ailleurs, alors qu'une grande partie des activités ont concerné des études d'impact, Hydro-Québec a également développé un souci de l'environnement qui s'est étendu à l'ensemble de ses activités.

L'entreprise a adopté en 1981 un code de l'environnement régissant les activités de chantier et d'exploitation, puis, en 1984, une politique de l'environnement. Elle inscrit le développement durable comme un objectif dans son plan de développement de 1989.

Dans sa politique de l'environnement initiale, Hydro-Québec visait à affirmer sa responsabilité en matière de protection et de mise en valeur des ressources naturelles qu'elle utilise et à fournir des balises aux gestionnaires qui assument cette responsabilité. L'adoption de cette politique a valu à Hydro-Québec d'être considérée comme un précurseur par Environnement Canada (Canada, Environnement Canada, 1991). En 1998, l'entreprise a adopté une nouvelle politique de l'environnement, qui s'est voulue conforme à la norme ISO 14001. Cette politique préconise l'utilisation judicieuse des ressources dans une optique de développement durable et précise les orientations de l'entreprise relativement à la santé et à la sécurité du public ainsi qu'aux travaux de recherche nécessaires à l'application de sa politique.

Dès 1973, Hydro-Québec a mis sur pied un centre de documentation et d'information spécialisé en environnement. En 1999, ce centre regroupait près de 19 000 rapports, articles scientifiques et autres publications. Rédigés par ou pour Hydro-Québec, près de la moitié de ces documents concernent des études et des travaux de recherche sur l'environnement relatifs à des projets de production et de transport d'énergie et au parc d'équipement de l'entreprise. Tous ces documents sont consignés dans un catalogue informatisé facile à consulter.

En 1985, Hydro-Québec s'est adjoint un comité consultatif en environnement (CCE) formé de membres provenant de l'extérieur de l'entreprise. À l'origine, ce comité a reçu le mandat de conseiller l'entreprise sur ses orientations stratégiques et de lui faire des recommandations sur des dossiers concernant l'environnement ; depuis quelques années, son mandat a été élargi aux relations avec les collectivités.

C'est en 1985 également qu'Hydro-Québec a lancé le programme de mise en valeur de l'environnement associé à la construction de ses ouvrages. Consistant à accorder des crédits pour des réalisations régionales, le programme s'est transformé en 1993 en une politique de mise en valeur intégrée qui comprend, outre la mise en valeur de l'environnement, l'aide au développement régional et au développement des collectivités autochtones. Ces actions se situent au-delà des mesures d'atténuation et des programmes d'optimisation des retombées économiques mis en œuvre au moment de la réalisation des projets. De 1985 à 1998, Hydro-Québec a ainsi versé près de 63 millions de dollars aux fins de 745 réalisations de toutes sortes, concernant par exemple la construction d'aménagements pour la faune, la création d'espaces verts, le traitement des eaux usées et la restauration du patrimoine historique.

L'entreprise a adopté en 1994 un programme d'audits d'environnement qui vise principalement à vérifier le respect des dispositions légales et de ses propres règles de même qu'à relever les situations à risque et à déterminer des mesures correctives.

L'année 1996 a marqué l'adoption de directives générales sur le suivi environnemental associé aux projets. Conformes à la politique de l'environnement de l'entreprise, ces directives s'ajoutent

aux directives concernant l'évaluation des impacts sur l'environnement menée dans le cadre des projets. Un des principaux buts visés consiste à rendre chaque unité engagée dans la réalisation d'un projet, de la planification à l'exploitation, responsable de la mise en œuvre de la partie du programme de suivi environnemental qui la concerne.

En 1997, Hydro-Québec a adhéré au programme Engagement et responsabilité en environnement (ERE) de l'Association canadienne de l'électricité (ACE). Au titre de ce programme, l'entreprise établit chaque année un bilan de ses résultats. Au cours de la même année sont mises en branle des mesures concernant l'adoption, d'ici 2002, d'un système de gestion de l'environnement conforme à la norme ISO 14001.

En 1999, dans le cadre de son *Plan stratégique 2000-2004*, Hydro-Québec réaffirmait les trois conditions qui doivent être réunies en vue de la réalisation de ses projets :

- Ils devront être rentables à la lumière des conditions du marché.
- Ils devront être acceptables du point de vue environnemental, conformément aux principes du développement durable.
- Ils devront être accueillis favorablement par les communautés locales.

En 2000, la directive corporative « Acceptabilité environnementale et accueil favorable des nouveaux projets, travaux de réhabilitation et activités d'exploitation et de maintenance » était approuvée.

Enfin, depuis plusieurs années, Hydro-Québec joue un rôle actif dans plusieurs organismes et comités internationaux voués à la protection de l'environnement et à la promotion de l'hydroélectricité et des autres formes d'énergie renouvelable dans un contexte de développement durable. Citons notamment l'Agence internationale de l'énergie, la World Commission on Dams et l'International Association for Impact Assessment. Le savoir acquis par Hydro-Québec depuis 30 ans fait que la compétence de l'entreprise est reconnue au sein de ces organismes.

Figure 3
Le Québec nordique



1.1

Hydro-Québec et les études environnementales en milieu nordique

En 1971, le gouvernement du Québec prend la décision d'exploiter le potentiel hydroélectrique du bassin versant de la baie James (*Loi du développement de la région de la Baie James*, Assemblée nationale du Québec, juillet 1971). Si les grands aménagements hydroélectriques réalisés au cours des années 1950 et 1960, comme ceux de la rivière Bersimis, du complexe Manic-Outardes ou des chutes Churchill, ont été construits avant que les notions de protection de l'environnement soient développées, il ne pouvait plus en être ainsi au début des années 1970. L'environnement allait même devenir un des aspects les plus importants de tous les projets d'aménagement des rivières de la Baie-James, comme il le sera d'ailleurs pour tous les autres projets qu'entreprendra Hydro-Québec par la suite (voir la figure 3).

1.1.1

Les projets des bassins versants de la baie James et de la baie d'Hudson

On ne peut parler des études sur l'environnement concernant le complexe La Grande sans parler de la *Convention de la Baie James et du Nord québécois* (CBJNQ), signée en 1975 par les gouvernements du Canada et du Québec, Hydro-Québec, la Société d'énergie de la Baie James (SEBJ), la Société de développement de la Baie James (SDBJ) ainsi que les Cris de la Baie-James, représentés par le Grand Conseil des Cris du Québec, et les Inuits du Québec, représentés par la Northern Quebec Inuit Association.

Le chapitre 8 de la CBJNQ définit clairement le complexe La Grande (1975), alors en construction, ainsi que les mesures destinées à en atténuer les incidences sur l'environnement et sur le milieu humain. Ce chapitre expose la raison d'être de certains travaux correcteurs dans les réservoirs ou dans les zones de dérivation, comme le déboisement et la régularisation de l'écoulement des eaux.

Les signataires de la CBJNQ ont convenu de la possibilité d'autres aménagements hydroélectriques dans les limites du territoire concerné, notamment les complexes Grande-Baleine et Nottaway-Broadback-Rupert (NBR), qui devraient aussi être assujettis aux régimes de protection de l'environnement établis aux chapitres 22 et 23 de la CBJNQ.

On trouvera dans la section 2.11 portant sur le milieu humain plus de détails au sujet de cet accord et des accords subséquents. Le lecteur intéressé pourra également consulter le texte de Georges Beauchemin, du Secrétariat aux affaires autochtones du gouvernement du Québec, intitulé « *L'univers méconnu de la Convention de la Baie James et du Nord québécois* », publié en 1992 dans le numéro 97 de la revue *Forces*.

C'est à la SEBJ, constituée en décembre 1971 et plus tard devenue filiale d'Hydro-Québec, qu'a été confié le mandat de développer le potentiel hydroélectrique des rivières du versant québécois de la baie James. Trois projets ont alors été mis à l'étude, soit ceux des complexes La Grande, Grande-Baleine et NBR.

Le complexe La Grande

Dès juillet 1971, un groupe d'étude fédéral-provincial est formé pour évaluer les incidences sur l'environnement que pourrait avoir le développement du potentiel hydroélectrique de la région de la Baie-James. On connaissait peu de choses de la région sur le plan écologique. Tous les scientifiques ayant étudié la Baie-James ou l'environnement nordique participent aux travaux. Au cours des années 1970, la région québécoise de la Baie-James devient le principal terrain de recherches écologiques au Canada.

En 1973, des organismes fédéraux et provinciaux ainsi que la SDBJ signent l'*Entente biophysique* établissant le partage des responsabilités et des coûts des diverses études.

Pour sa part, la SEBJ concentre ses efforts sur l'étude écologique globale des étendues d'eau du territoire visé par le projet. Après l'expiration de l'entente, en 1979, la SEBJ poursuivra les études et les inventaires, notamment dans le cadre du réseau de suivi environnemental (RSE) mis sur pied en 1977. On trouvera en 2.4 une description de ce suivi, qui se poursuit encore aujourd'hui.

En ce qui concerne le complexe La Grande (1975), la CBJNQ prévoit la création de deux organismes chargés de veiller à la protection de l'environnement (milieux naturel et humain) et constitués de représentants désignés par la SEBJ et les nations autochtones :

- la Société des travaux de correction du complexe La Grande (SOTRAC), organisme chargé d'étudier, de planifier et d'exécuter des travaux et des programmes de correction en vue d'atténuer les incidences négatives sur les activités de la population crie, particulièrement sur la chasse, la pêche et le piégeage ;
- le Groupe d'étude conjoint Caniapiscau-Koksoak (GECCK), chargé d'étudier les incidences sur la région de Caniapiscau-Koksoak et de proposer des mesures d'atténuation ; les études du GECCK ont surtout concerné les effets de la dérivation Caniapiscau sur la population de saumons du bassin de la Koksoak, une ressource importante pour les Inuits de Kuujjuaq, alors appelé Fort Chimo.

Enfin, la CBJNQ est venue renforcer le rôle du Comité des experts de l'environnement de la SEBJ et a permis aux Cris comme aux Inuits d'y nommer un représentant. Cet organisme consultatif s'est vu confier le mandat de formuler des recommandations à l'intention de la direction de la SEBJ en matière de protection de l'environnement.

La CBJNQ a permis de réaliser le complexe La Grande (1975) et a défini des obligations particulières en matière d'acceptabilité, de mesures d'atténuation et de travaux correcteurs destinés à mieux intégrer le complexe au milieu d'accueil. À ce titre, elle a contribué considérablement à la prise de conscience à l'égard de l'environnement au Québec et au Canada. De plus, en situant dans un cadre juridique particulier l'obligation pour le promoteur de faire des études d'impact évaluées et examinées au vu et au su du public par des commissions où siègent des autochtones et des représentants des gouvernements du Québec et du Canada, la CBJNQ prépara la voie aux amendements à la *Loi québécoise de la qualité de l'environnement* régissant les études d'impact.

Étant donné l'importance du complexe La Grande et le fait qu'il est le seul des trois complexes en projet

décris dans la CBJNQ à avoir été réalisé, on oublie parfois les études sur l'environnement menées relativement aux deux autres projets. Concomitamment au programme d'études sur l'environnement mis en œuvre dans le cadre du complexe La Grande, que nous décrivons au chapitre 2, Hydro-Québec a lancé deux autres grands programmes d'études sur l'environnement concernant les bassins hydrographiques de la Grande rivière de la Baleine et de la Petite rivière de la Baleine, situés plus au nord (projet Grande-Baleine), de même que les bassins des rivières Nottaway, Broadback et Rupert, situés plus au sud (projet NBR).

Le projet Grande-Baleine

En matière d'environnement, après les études effectuées dans la zone du complexe La Grande, ce sont les études menées aux fins du projet Grande-Baleine pendant près de 20 ans, soit de 1971 à 1982 puis de 1988 à 1993, qui ont été les plus exhaustives. Ces études ont couvert tous les aspects du milieu naturel et, à un moindre égard, ceux du milieu humain de l'immense territoire situé au nord du complexe La Grande. Elles ont donné lieu à la rédaction de plus de 1 000 rapports et articles scientifiques entre 1971 et 1992. La synthèse des études a fait l'objet d'un avant-projet présenté en août 1993 aux gouvernements québécois et canadien afin d'obtenir l'autorisation de réaliser le projet, finalement mis de côté en 1994.

Parmi les études réalisées dans le cadre du projet Grande-Baleine, mentionnons trois programmes majeurs qui ont permis de faire avancer les connaissances, soit les programmes concernant le caribou, l'utilisation du territoire et le développement économique en milieu isolé.

Les études sur le caribou, faites en collaboration avec le ministère du Québec chargé de la gestion de la faune, ont permis de mieux connaître la relation entre ce cervidé et son milieu, ses migrations, ses lieux de mise bas et la façon dont il occupe son immense territoire selon les saisons. Ces études ont révélé par exemple que le caribou utilise les grands plans d'eau gelés pour accéder avec une dépense minimale d'énergie aux lichens des pessières à cladonie limitrophes, ce qui a permis aux spécialistes d'Hydro-Québec de prévoir l'utilisation par cet animal des réservoirs du complexe La Grande.

Entreprises au début des années 1970, les études sur le milieu humain relatives au projet Grande-Baleine étaient avant-gardistes. À l'époque, les études d'impact sur l'environnement s'intéressaient très peu à la réalité socioéconomique des populations ; elles se limitaient presque aux phénomènes physiques et biologiques. Dans le cas du complexe La Grande, les efforts ont surtout porté sur les mesures d'atténuation et de compensation relatives aux activités traditionnelles de chasse, de pêche et de piégeage. Pour mieux évaluer les incidences du projet Grande-Baleine, il était essentiel de bien faire la distinction entre, d'une part, les changements survenus dans l'utilisation du territoire par les Cris à la suite des modifications apportées par le complexe La Grande et, d'autre part, les conséquences de la mise en œuvre de la CBJNQ. Aussi un effort considérable a-t-il été fait en ce sens par une équipe multidisciplinaire de spécialistes d'Hydro-Québec, auxquels se sont joints des spécialistes provenant de partenaires, de firmes d'experts-conseils et d'universités.

Malgré une entente de principe signée en 1993 par la population inuite de la région, les études sur le milieu humain concernant le projet Grande-Baleine n'ont pas débouché sur des ententes finales avec les collectivités concernées ; elles ont toutefois ouvert la voie à une approche fondée sur la concertation. Seule une telle approche peut faire en sorte que la réalisation d'un projet améliore la situation socioéconomique des populations touchées.

Le projet Nottaway-Broadback-Rupert (NBR)

Le projet NBR a également donné lieu à des études importantes dans le domaine de l'environnement. Commencée en 1966, l'étude des bassins des trois rivières s'est poursuivie de façon presque continue jusqu'en 1994. Comme pour les études relatives au projet Grande-Baleine, elles ont couvert de nombreux aspects du milieu naturel et du milieu humain, et ont donné lieu à la réalisation de plus de 1 000 ouvrages de référence.

1.1.2 Les projets des bassins versants de la baie d'Ungava

De 1975 à 1982, Hydro-Québec a mené de nombreuses études sur l'environnement dans l'Ungava afin de connaître les principales composantes des régions écologiques et du milieu socioéconomique qui structurent ce vaste territoire nordique. Ces études ont visé également à dégager les principales questions d'environnement que pose le développement du potentiel hydroélectrique des rivières Arnaud, aux Feuilles, Koksoak-Caniapiscau-aux Mélèzes (KCM), à la Baleine et George, qui se déversent dans la baie d'Ungava. Ajoutons que le bassin de la rivière Caniapiscau, dont le cours supérieur devait être dérivé dans le bassin de la Grande Rivière en 1984, a fait l'objet d'études intensives sur l'environnement depuis 1973 dans le cadre de la réalisation du complexe La Grande.

1.1.3 Les projets des bassins versants de la Côte-Nord

De 1975 à 1982, année où les dernières turbines entrées en service aux aménagements de la Manicouagan et de la rivière aux Outardes ont commencé à tourner, Hydro-Québec a étudié le potentiel hydroélectrique de plusieurs bassins hydrographiques de la Côte-Nord (la région du Québec située sur la rive nord du Saint-Laurent, entre l'embouchure du Saguenay et la frontière du Labrador). Concurremment aux études techniques, des études sur l'environnement ont été menées dans les bassins les plus intéressants. Au début des années 1980, avec la réduction prévue de la croissance de la demande d'électricité et la crise du pétrole, Hydro-Québec a provisoirement abandonné ces études. Certaines d'entre elles ont été reprises depuis la fin des années 1980.

Comme les projets concernaient plusieurs rivières à saumons, Hydro-Québec a lancé un vaste programme d'études destinées à évaluer le potentiel salmonicole des rivières de la Côte-Nord. Ce programme, réalisé en

collaboration avec le ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche du Québec, visait à fournir une connaissance globale et détaillée des lieux fréquentés ou susceptibles d'être fréquentés par le saumon. Une fois ce potentiel connu, il pourrait être comparé au potentiel hydroélectrique. Une meilleure connaissance de la valeur économique et sociale de ces deux ressources importantes permet de faire un choix éclairé quant aux bassins pouvant être aménagés avec un minimum de contraintes pour le saumon et d'obtenir des données pour en améliorer le potentiel, le cas échéant.

Après sept années d'études (1983-1989), l'*Atlas de l'habitat du saumon atlantique* a vu le jour. Il couvre plus précisément la Côte-Nord et une partie du bassin du Saguenay. Grâce à la photo-interprétation et aux enquêtes sur le terrain, cinquante rivières ont été caractérisées en tout ou en partie quant à leur qualité et à leur productivité comme habitats du saumon. Cet atlas, qui contient également des données sur l'exploitation du saumon, constitue un outil fort utile pour les gestionnaires du saumon, pour les spécialistes concernés par les aménagements de toute nature et même pour les exploitants de la ressource. Ce sont les travaux menés à cette époque qui ont été à la base de l'étude d'impact qui a permis d'évaluer l'effet d'une réduction de débit sur la population de saumons de la rivière Moisie dans le cadre du projet de la Sainte-Marguerite-3.

Le complexe Manic-Outardes

En 1975, les aménagements hydroélectriques de la rivière Manicouagan et de la rivière aux Outardes, commencés en 1959 sur la Côte-Nord, étaient sur le point d'être terminés. Seuls les réservoirs Manic 3 et Outardes 2 n'avaient pas encore été mis en eau. Bien que ces projets n'aient été soumis à aucune obligation de protection de l'environnement, Hydro-Québec a pris l'initiative d'évaluer les incidences possibles des réservoirs sur la faune aquatique. C'est ainsi que des frayères pour le touladi ont pu être aménagées dans les deux réservoirs avant la mise en eau. De plus, Hydro-Québec a ensemençé le réservoir Outardes 2 d'éperlans arc-en-ciel et de ouananiches, et a construit dans un des tributaires une échelle à poissons pour permettre aux ouananiches d'accéder à de nouvelles frayères. Des lieux de nidification destinés à la sauvagine ont également été aménagés dans le réservoir Outardes 2. Ce réservoir est devenu un champ d'études sur l'évolution des populations de poissons et des communautés végétales riveraines.

Le projet de la Romaine

De 1975 à 1980, Hydro-Québec a poursuivi des études sur l'environnement dans le bassin de la Romaine, une rivière qui se jette dans le golfe du Saint-Laurent. Au cours de ces six années, Hydro-Québec et ses partenaires ont rédigé près de 200 rapports sur les principaux éléments de l'environnement dans la région.

L'aménagement de la Sainte-Marguerite-3

Depuis 1985, Hydro-Québec mène d'importantes études sur le milieu naturel et sur le milieu humain dans les bassins des rivières Sainte-Marguerite et Moisie, sur la Côte-Nord. Il est bon de souligner ici un aspect particulier de ces études. Comme le projet prévoyait la dérivation de deux affluents de la Moisie, une des grandes rivières à saumons du Québec, Hydro-Québec a mis en œuvre un imposant et audacieux programme d'études sur la biologie et le comportement du saumon afin d'évaluer les conséquences d'une réduction de débit sur la population de saumons de la Moisie. Le programme, supervisé par un comité scientifique indépendant formé de spécialistes du saumon, a permis notamment de créer un modèle hydrodynamique et biologique de l'habitat du saumon de la Moisie. Ce modèle, dont la valeur a été reconnue par la communauté scientifique et par un comité de spécialistes fédéral-provincial, représente un apport majeur pour la connaissance du comportement du saumon et des facteurs écologiques liés à son habitat en rivière ainsi que pour l'évaluation des effets d'une réduction de débit sur cet habitat.

En février 1994, après des audiences publiques et une étude du projet par les gouvernements fédéral et provincial, Hydro-Québec a obtenu l'autorisation de construire une centrale de 882 MW sur la Sainte-Marguerite, mais sans dériver aucun affluent de la Moisie. La dérivation en projet devait être étudiée par un comité fédéral-provincial chargé d'examiner les incidences sur le saumon et sur la pêche. En décembre 1996, ce comité remettait son rapport aux deux gouvernements ; en voici un extrait :

« ... le comité est d'avis que le cumul de connaissances sur la biologie du saumon de la rivière Moisie au cours des dix dernières années, et en particulier les deux dernières, a atteint un niveau qui pourrait être difficilement bonifié à court terme, voire même à moyen terme. En effet, la très grande variabilité autant des éléments naturels que les changements prévisibles à l'hydroélectricité fait que les modifications

qui pourraient résulter d'une telle dérivation ne sont probablement pas suffisamment importantes pour se distinguer de celles provenant de la nature même. Le comité est donc d'avis que la poursuite des travaux à ce stade-ci n'apporterait que très peu d'éléments nouveaux susceptibles d'influencer toute décision environnementale relative au projet de dérivation des rivières Carheil et aux Pékans.

« Advenant toutefois que le détournement des eaux du bassin de la rivière Moisie fasse l'objet d'une autorisation ultérieure par les gouvernements, le comité est d'avis que les recommandations de suivi environnemental, décrites à la section 3.5 du présent rapport, devraient être prises en considération. » (Comité fédéral-provincial sur la biologie du saumon de la rivière Moisie, 1996.)

À la suite de ce rapport positif, Hydro-Québec a présenté une nouvelle demande au gouvernement québécois pour obtenir l'autorisation de réaliser la dérivation. Aucune décision n'a été prise jusqu'à maintenant. Par ailleurs, la centrale de la Sainte-Marguerite-3 devrait entrer en service en 2001.

Parmi les autres activités novatrices effectuées dans le cadre de ce projet, on peut souligner :

- la mise sur pied d'un comité scientifique conjoint Hydro-Québec—Conseil Attikamek-Montagnais ;
- la signature en 1994 de l'entente Uashat Mak Mani-Utenam entre Hydro-Québec et la bande des Montagnais d'Uashat-Maliotenam ;
- la création de la SOTRAC (Sainte-Marguerite).

L'aménagement du Lac-Robertson

En 1991, le gouvernement du Québec autorisait Hydro-Québec à construire la centrale hydroélectrique du Lac-Robertson, sur la Basse-Côte-Nord, dans le but de remplacer les centrales thermiques au diesel qui approvisionnaient les villages isolés de la région, des centrales beaucoup plus polluantes que la centrale hydroélectrique.

Grâce aux connaissances acquises pendant 20 ans sur le milieu nordique, Hydro-Québec a mis en marche la centrale de 21 MW en 1995 dans le respect du principe du développement durable. La préoccupation d'Hydro-Québec a été de réduire le plus possible les impacts

négatifs du projet et de maximiser les retombées économiques dans cette région isolée. L'entreprise a notamment signé une entente avec les communautés locales au sujet du suivi environnemental.

1.1.4 Le projet de l'Ashuapmushuan

C'est au début des années 1970 qu'Hydro-Québec a mené ses premières études sur l'environnement dans le bassin versant de l'Ashuapmushuan, un des tributaires importants du lac Saint-Jean. Abandonnées après quelques années puis reprises en 1988, ces études, qui ont porté sur les principaux aspects du milieu naturel et du milieu humain, ont surtout contribué à mieux connaître la population de ouananiches du lac Saint-Jean et de ses principaux tributaires, l'utilisation du territoire par les autochtones et le développement économique régional. Le projet a été mis de côté en 1993.

1.1.5 Le réseau de transport d'électricité

Pour transporter l'électricité des centrales du nord vers les centres urbains du sud, Hydro-Québec a construit plus de 30 000 km de lignes électriques à haute tension (plus de 120 kV). Une grande partie de ce kilométrage se situe en zone inhabitée. Le choix des tracés, la construction et l'entretien des lignes selon la politique de l'environnement et les dispositions des lois ont nécessité un grand nombre d'études sur l'environnement. Hydro-Québec a conçu une méthode d'établissement des tracés qui a fait école. Cette méthode permet d'intégrer les préoccupations d'environnement à toutes les étapes de l'étude d'un projet (Hydro-Québec et Dessau, 1996).

Hydro-Québec a également mené des recherches importantes sur la protection et l'amélioration de l'habitat des cervidés et du milieu agricole, sur la maîtrise intégrée de la végétation ainsi que sur la détermination et l'évaluation des incidences concernant le paysage. Hydro-Québec a mis sur pied en 1987 un plan d'action international visant à étudier l'effet des champs électrique et magnétique des lignes de transport d'énergie électrique sur l'environnement et la santé en milieux agricole et urbain.

1.2

Les ententes avec les autochtones

Au cours du dernier quart de siècle, Hydro-Québec a signé de nombreuses conventions avec différentes nations autochtones. En fait, elle a été la première entreprise d'électricité en Amérique du Nord à signer de telles conventions.

C'est en négociant ces ententes qu'elle a pu concilier ses objectifs avec les intérêts des communautés locales. En dépit de divergences occasionnelles, ces négociations se sont déroulées dans la compréhension et le respect mutuels.

En travaillant avec les communautés autochtones, Hydro-Québec a dû relever deux défis majeurs. Dans un premier temps, elle devait chercher à réduire l'impact de ses projets et de ses activités sur les habitudes de vie traditionnelles, ce qui ne pouvait se faire sans une série de consultations préalables.

Les valeurs et le mode de vie des autochtones de tout le nord du Québec ont changé rapidement au cours des quarante dernières années. Les communautés nomades, qui vivaient alors de chasse et de pêche, sont devenues sédentaires et se sont jointes à l'économie monétaire de leur région.

Depuis la CBJNQ, Hydro-Québec a pris conscience que ses projets auraient un impact majeur sur les habitudes de vie des autochtones de même que sur les structures sociales et économiques de leur communauté. Dès les premières conventions, elle a reconnu cet état de fait et recherché les mesures appropriées pour contrebalancer ou, à tout le moins, limiter les conséquences de cet impact.

Le moyen de communication par excellence a été la SOTRAC, une société conjointe à but non lucratif, spécialisée dans la réalisation de travaux correcteurs. La SOTRAC est d'abord et avant tout un organisme mis sur pied dans l'intérêt des communautés directement

concernées par les projets. Son mandat consiste principalement à réduire les impacts négatifs d'un projet, à favoriser la poursuite de l'utilisation des secteurs directement touchés et à promouvoir la pratique d'activités traditionnelles par tous les membres de ces communautés.

En plus de veiller à l'application de mesures de correction, la SOTRAC est un forum d'échange et un lieu de discussion pour débattre de tout sujet litigieux durant la construction d'un projet. Enfin, elle assure aux parties un dialogue continu qui favorise l'atteinte des buts et des objectifs visés dans la CBJNQ.

Hydro-Québec devait également s'assurer que la conception tout comme l'exécution et la mise en œuvre de ses projets et de ses activités conduisent les nations autochtones à participer à l'économie du Québec. À cette fin, toutes les ententes précisent des méthodes et des moyens pour stimuler le développement économique régional. Elles favorisent les entreprises commerciales autochtones dans les appels d'offres relatifs aux contrats de construction, d'entretien, de réparation et de prestation de services divers. L'attribution des contrats est par ailleurs définie de façon à ce qu'une partie des travaux soit exécutée par les fournisseurs autochtones.

De plus, Hydro-Québec a mené des campagnes d'information auprès des communautés autochtones afin de leur transmettre des renseignements qui les mettaient au fait de ses pratiques d'affaires et de ses procédures administratives. Elle a également favorisé les coentreprises pour que les firmes autochtones puissent acquérir de l'expertise dans de nouveaux champs d'activité.

Il est arrivé que certains effets négatifs d'un projet persistent même lorsque celui-ci avait été mené à terme. C'est pourquoi, dans les plus récentes conventions, on a créé des comités paritaires pour s'assurer de l'efficacité de la mise en œuvre de la convention, pour revoir cette mise en œuvre et pour constituer un forum permanent en vue de régler d'éventuels conflits ou différends.

1.3

Les ressources humaines

Pour réaliser toutes ses activités, la fonction Environnement d'Hydro-Québec a dû rapidement occuper une place importante, tant sur le plan des ressources humaines que sur celui des ressources financières.

De 1982 à 1990, l'effectif annuel de la fonction Environnement s'est élevé à plus de 200 personnes. Si l'on ajoute les ressources humaines externes, l'effectif annuel moyen atteint presque 300 années-personnes (Hydro-Québec, 1990 et 1994). L'effectif de la fonction Environnement a toujours été composé surtout de spécialistes des diverses disciplines de l'environnement. En 2000, l'effectif était de 150 personnes par suite de la réduction du nombre de nouveaux projets.

Pour réaliser ses études en environnement, Hydro-Québec fait également appel à des entreprises spécialisées avec lesquelles elle a souvent développé des compétences très poussées dans des domaines pointus comme la modélisation des habitats, la cartographie par images satellites et l'archéologie en milieu nordique.

Hydro-Québec soutient trois chaires universitaires de recherche dans le domaine de l'environnement :

- la Chaire de recherche en environnement Hydro-Québec—CRSNG—UQAM (recherche sur le mercure et l'effet de serre) ;
- la Chaire industrielle CRSNG en bioprocédé d'assainissement des sols contaminés de l'École polytechnique de Montréal ;
- la Chaire en paysage et environnement de l'Université de Montréal.

Hydro-Québec participe aussi à plusieurs programmes et études conjointement avec des partenaires des secteurs public et privé :

- divers ministères québécois et canadiens, dont le ministère de l'Environnement du Québec (MENV), le ministère des Ressources naturelles du Québec, Environnement Canada, Pêches et Océans Canada ainsi que la Défense nationale ;
- des organismes de défense de l'environnement tels que la Fédération québécoise de la faune (FQF), la Fédération québécoise pour le saumon atlantique (FQSA) et Canards Illimités Canada ;
- des universités, notamment l'Université du Québec, l'Université McGill, l'Université de Sherbrooke, l'Université de Montréal et l'University of British Columbia ;
- des centres de recherche tels que le Centre d'études nordiques (CEN), le Groupe interuniversitaire de recherches océanographiques du Québec (GIROQ) et le Groupe d'études inuit et circumpolaires (GÉTIC), tous de l'Université Laval ;
- des entreprises telles que Bell Canada, Ontario Hydro, Électricité de France, Électrabel (Belgique), Vattenfall (Suède) ;
- des organisations internationales telles que l'Union internationale des producteurs et distributeurs d'énergie électrique (UNIPEDE), l'International Hydropower Association (IHA) et la Commission internationale des grands barrages (CIGB) ;
- des organismes tels que l'Administration régionale crie, les conseils de bande de Chisasibi, d'Eastmain, de Whapmagoostui, de Wemindji et de Mistissini, la Société Eeyou de la Baie-James, la SOTRAC (Sainte-Marguerite), la Société Opimiscow-SOTRAC ainsi que le Comité saumon Bersimis.

1.4

Les publications scientifiques

Les études effectuées par Hydro-Québec et par ses partenaires ont donné lieu à la rédaction de près de 8 000 rapports et de centaines d'articles scientifiques dans toutes les disciplines de l'environnement (milieu naturel et milieu humain), et à la création de plusieurs banques de données, notamment sur les réservoirs, les poissons, le mercure, les sites archéologiques et les collectivités isolées. Par son ampleur, par la diversité et la qualité des données, cette contribution aux sciences de l'environnement et à la connaissance du milieu nordique est probablement unique en Amérique du Nord, sinon dans le monde. Malheureusement, la quasi-totalité des rapports scientifiques et une partie des articles scientifiques produits par Hydro-Québec n'ont été publiés qu'en français, de sorte qu'ils sont peu connus de la communauté scientifique anglophone. Par ailleurs, depuis quelques années, la participation active de gestionnaires et de spécialistes de l'environnement d'Hydro-Québec à des comités internationaux sur la protection de l'environnement contribue à faire connaître la valeur et l'importance des études menées par l'entreprise et ses partenaires depuis 30 ans.

1.5

Les ressources financières

Depuis la création de la fonction Environnement en 1972, Hydro-Québec a dépensé plus d'un milliard de dollars dans le domaine de l'environnement. Nous énumérons ci-dessous une partie des activités de protection et de mise en valeur de l'environnement et des travaux de recherche en environnement menés au cours de ces années, en précisant les sommes engagées (voir le tableau 2).

Si l'on regroupe les sommes consacrées à l'environnement par Hydro-Québec selon les catégories de dépenses en environnement de Statistique Canada, le montant annuel total a varié de 61,4 M\$ à 127 M\$ de 1990 à 1994, pour une moyenne annuelle de 96 M\$ (Canada, Statistique Canada, 1995 ; Hydro-Québec, 1996).

réservoirs, poissons, mercure, sites archéologiques, collectivités isolées...

Tableau 2
Aperçu des activités de protection et de mise en valeur de l'environnement de 1972 à 1999

Activités	Valeur (M\$)
Études d'impact et évaluations environnementales (mesures d'atténuation et mesures de compensation non comprises) (1974-1995)	297
Plan d'action sur les champs électrique et magnétique (1986-1995)	20
Réseau de suivi environnemental du complexe La Grande (<i>en cours depuis 1977</i>)	23
Recherche et développement des connaissances (1974-1996)	130
Plan d'action sur le mercure et les gaz à effet de serre (1988-1999)	20
Programme de mise en valeur de l'environnement (1985-1999)	66
Études et mesures environnementales au complexe La Grande (sommes versées aux autochtones non comprises) (1972-1999)	250
Plan d'action sur les BPC (1985-1995)	130
Programme d'élimination des BPC (1995-1998)	24

2

Les enseignements de 30 années d'études
environnementales en milieu nordique



Les enseignements de 30 années d'études environnementales en milieu nordique

Ce chapitre s'appuie sur l'ensemble des études relatives à l'environnement réalisées par Hydro-Québec, par sa filiale la SEBJ et par ses partenaires, mais plus particulièrement sur les données recueillies dans le cadre du suivi environnemental consacré au complexe La Grande.

Pour faciliter la compréhension du texte, nous décrivons d'abord très sommairement la région de la Baie-James et le complexe La Grande ainsi que les principales mesures de protection de l'environnement mises en place pendant la construction de ce complexe. Nous esquissons ensuite les grandes lignes du programme de suivi environnemental. Cela permettra d'évoquer les modifications physiques apportées aux milieux aquatiques, les travaux correcteurs exécutés pendant la période de construction pour prévenir des modifications à ces milieux ou en réduire l'ampleur ainsi que les effets chimiques et biologiques liés aux modifications. Enfin, nous abordons, séparément, le milieu terrestre et le milieu humain.

2.1

La région de la Baie-James

Au Québec, la région de la Baie-James s'étend grossièrement du 49^e au 55^e parallèle de latitude nord et couvre plus de 400 000 km², soit l'équivalent du territoire de l'Allemagne ou des deux tiers de la France.



La taïga.

La taïga après un vaste feu.

Partie intégrante du Bouclier canadien, la région de la Baie-James forme une vaste plate-forme caractérisée par des formations géologiques très complexes qui remontent au précambrien, il y a quelque 2,5 milliards d'années.

Pendant le quaternaire, les avancées répétées des glaciers ont érodé le socle rocheux. La dernière glaciation, d'une durée approximative de 85 000 ans, s'est terminée il y a environ 5 000 ans. Les traces en sont encore évidentes : affleurements rocheux sur les hautes terres et dépôts de till (débris de roche entraînés par les glaciers) dans les dépressions et sur le flanc des collines.



D'ouest en est se succèdent une plaine côtière argileuse large de 150 km et parsemée de tourbières, puis un plateau central moutonné, criblé de lacs, et enfin une zone au relief plus accidenté. Il y a près de 8 000 ans, la mer de Tyrrell recouvrait la plaine côtière jusqu'à la cote de 290 m. Cette mer constituait un bassin de sédimentation dans lequel se sont mis en place d'importants dépôts d'argile silteuse et de sable fin.

Le climat

À l'austérité et à l'immensité du territoire s'ajoute la rigueur d'un climat froid de type continental.

L'hiver commence à la fin d'octobre et se termine au début de mai. La température minimale moyenne est d'environ - 23 °C en janvier. Le mercure peut descendre à - 50 °C au plus fort de la saison froide. Le vent accentue la morsure du froid, qui est d'ailleurs plus gênant que la neige. Les précipitations sont moins importantes qu'à Montréal : 765 mm de pluie ou de neige en moyenne par an, comparativement à 1 050 mm. Par ailleurs, l'été n'est pas froid : en juillet, la température moyenne se maintient aux environs de 14 °C, avec des pointes occasionnelles à 34 °C. Sous ces latitudes nordiques, les soirées d'été sont longues, douces et lumineuses.

L'hydrographie

Le système hydrographique du versant québécois de la baie James est constitué de quelques grandes rivières, pauvres en affluents, raccordées presque directement aux lacs du plateau intermédiaire.

Les rivières sont alimentées par les pluies et par les neiges. À la forte crue du printemps, engendrée par la fonte des neiges, fait suite l'étiage d'été, plus ou moins prononcé selon les années. Quant à la crue d'automne, d'origine pluviale, elle entraîne un gonflement des eaux qui commence à se résorber dès novembre.

Les poissons

L'ichtyofaune compte 27 espèces. Le nombre d'espèces diminue du sud au nord et d'ouest en est. Il n'y a pas de saumon dans les rivières de la région de la Baie-James. Les espèces les plus abondantes sont le meunier rouge, le meunier noir, le grand corégone, le cisco de lac, le grand brochet, le touladi, le doré jaune, l'omble de fontaine et la ouananiche. Cette dernière ne fréquentait naguère que le réseau de la Caniapiscau.

Depuis la dérivation de la partie supérieure de ce réseau dans celui de la Grande Rivière, on la capture en aval de certaines centrales de la Grande Rivière.

Dans l'ensemble, les poissons ont une croissance plus lente que dans le sud du Québec, mais ils peuvent atteindre des tailles comparables en raison de leur plus grande longévité. Leur fécondité est généralement faible, leur maturité, tardive, et leurs cycles de reproduction sont espacés.

La végétation

La région est occupée par la taïga, une forêt clairsemée parsemée de tourbières, abondantes dans la plaine côtière. La forêt se compose principalement d'épinettes noires, de pins gris, de mélèzes et de trembles. Le diamètre des arbres n'atteint que de 10 cm à 15 cm, ce qui ne permet pas une exploitation industrielle dans sa partie septentrionale. Ici et là, on observe des brûlis, vestiges d'incendies allumés par la foudre à la faveur des longues sécheresses d'été et nourris par la cladonie, une variété de lichen qui recouvre le sol. Quelques feuillus poussent dans les rares endroits protégés du vent et exposés au soleil.

La faune terrestre

Bien que la densité des populations animales soit généralement plus faible que dans le sud du Québec en raison de la rigueur du climat, la diversité des espèces est grande. On a dénombré 39 espèces de mammifères dans la région, dont l'original, le caribou, le castor, le rat musqué, le lynx, la loutre, le renard roux, l'ours noir, le vison, le lièvre d'Amérique, l'écureuil roux et la martre. Les trois premières espèces ont fait l'objet des inventaires les plus complets, étant donné leur intérêt sur le plan économique ou sur le plan des loisirs.

Les oiseaux

Les côtes de la baie James offrent un large éventail de milieux propices aux oiseaux migrateurs (îles, battures, marécages côtiers, tourbières). Par contre, l'intérieur des terres compte peu de milieux favorables à la sauvagine. Parmi les espèces caractéristiques de la côte se trouvent les oies (bernache du Canada, oie des neiges), les canards barboteurs (canard malard, canard noir), les canards plongeurs (morillon, garrot commun, becs-scies), les canards de mer (eider commun, macreuses) et les oiseaux de rivage (bécasseaux, pluviers, etc.).

Les populations humaines

Malgré le climat rigoureux, la présence humaine est très ancienne dans la région de la Baie-James, qui comprend en tout ou en partie les bassins versants de six grandes rivières. D'après les fouilles archéologiques faites dans les zones touchées par le complexe La Grande, elle remonterait à environ 4 000 ans. Plus de 12 000 Amérindiens cris, habitant 8 villages dispersés dans la région ainsi que le village de Whapmagoostui, situé juste à l'extérieur de la limite nord, habitent la région. Quelques Inuits vivent aussi à la limite nord de la région, mais la majorité des Inuits vivent au-delà du 55^e parallèle.

La population non autochtone se chiffre à plus de 10 000 habitants, regroupés principalement dans les villes minières du sud. Radisson est le seul village non autochtone permanent dans le nord de la région. Depuis l'ouverture au public de la route Matagami-Radisson, la région est également fréquentée par des touristes, des chasseurs et des pêcheurs non autochtones (voir la figure 4).

2.2

Le complexe La Grande

La zone qui alimente le complexe hydroélectrique La Grande englobe le bassin versant de la Grande Rivière et la partie supérieure du bassin versant de la rivière Caniapiscau à l'est (dérivation Lafarge) et des rivières Eastmain et Opinaca au sud (dérivation EOL, maintenant appelée dérivation Boyd-Sakami), ce qui représente une superficie de près de 177 000 km². La réalisation du complexe, en deux phases, a comporté la construction de huit centrales et de huit réservoirs (SEBJ, 1996).

La première phase des travaux, qui a commencé en 1973 pour se terminer en 1985, a donné lieu à la construction des centrales La Grande-2 (Robert-Bourassa*), La Grande-3 et La Grande-4. Chacune de ces centrales est dotée d'un réservoir, auquel

il faut ajouter les réservoirs des rivières dérivées, soit la Caniapiscau, l'Eastmain et l'Opinaca. Le réservoir Opinaca, créé par la dérivation EOL, fournit à la centrale Robert-Bourassa un débit additionnel moyen annuel de 835 m³/s. Quant au réservoir Caniapiscau, qui constitue le réservoir de tête du complexe La Grande, il joue un rôle de régularisation interannuelle par l'apport d'un débit annuel moyen d'environ 795 m³/s. La puissance installée des trois centrales est de 10 282 MW, leur production annuelle, de 64,6 TWh, et leur facteur d'utilisation se situe entre 57 % et 63 %. Les réservoirs créés en phase 1 ont une superficie de 11 335 km², et leur marnage interannuel varie de 4 m à 13 m.

Les dérivations EOL et Lafarge ont permis de doubler le potentiel énergétique de la Grande Rivière. La dérivation EOL a eu pour effet de réduire de 90 % le débit de l'Eastmain, et la dérivation Lafarge, de 48 % le débit de la Caniapiscau à l'embouchure de ces rivières. Pour sa part, la rivière Koksoak — un véritable fleuve alimenté en partie par la Caniapiscau — a vu son débit réduit de 35 % à son embouchure dans la baie d'Ungava. Grâce à ces apports importants, le débit annuel moyen de la Grande Rivière à son embouchure est passé de 1 700 m³/s à 3 400 m³/s, et le débit hivernal moyen a été multiplié par plus de 10, passant de 500 m³/s à plus de 5 000 m³/s.

La deuxième phase des travaux a débuté en 1987 ; contrairement à la première phase, elle a entraîné beaucoup moins de modifications physiques. Cinq centrales se sont ajoutées sur le parcours des eaux déjà défini par les ouvrages de la première phase, soit les centrales La Grande-1, La Grande-2-A, Lafarge-1, Lafarge-2 et Brisay. Ces centrales ont augmenté de 4 954 MW la puissance installée du complexe et de 18,3 TWh la production annuelle, avec un facteur d'utilisation voisin de 60 %.

Trois nouveaux réservoirs ont également été construits, soit les réservoirs La Grande 1 (70 km²), Lafarge 1 (1 288 km²) et Lafarge 2 (260 km²). D'une superficie globale de 1 618 km², ces réservoirs ont un marnage variant de 1,5 m à 8 m (SEBJ, 1996).

* La centrale, le barrage et le réservoir La Grande-2 sont devenus la centrale, le barrage et le réservoir Robert-Bourassa en 1996.

En 1999, le complexe La Grande avait une puissance installée de 15 244 MW et une production annuelle de 80,7 TWh. Le bassin versant de la Grande Rivière ainsi aménagé couvre 176 800 km². La superficie totale des réservoirs atteint 12 953 km². Si l'on tient

compte des étendues d'eau antérieures au complexe, l'espace terrestre ennoyé représente environ 6 % de la superficie du bassin versant de la Grande Rivière (voir le tableau 3).

Tableau 3 – *Complexe La Grande en 2000*

PHASE 1	Réservoir niveau max. (m)	Réservoir niveau min. (m)	Superficie niveau max. (km ²)	Réserve utile (hm ³)	Type de centrale	Nombre de groupes turbines-alternateurs	Type de turbine	Puissance installée (MW)	Énergie annuelle (TWh)	Débit d'équipement (m ³ /s)	Chute nette nominale (m)	Facteur d'utilisation (%)	Année de mise en service
<i>Robert-Bourassa (La Grande-2)</i>	175,3	167,6	2 835	19 365	S	16	F	5 328	35,2	4 300	137,2	57	1979-1981
<i>La Grande-3</i>	256,0	243,8	2 428	25 200	ES	12	F	2 304	12,3	3 260	79,2	62	1982-1984
<i>La Grande-4</i>	377,0	366,0	765	7 160	ES	9	F	2 650	14,6	2 520	116,7	61	1984-1986
<i>EOL (Opinaca)</i>	215,8	211,8	1 040	3 395									1980
<i>Caniapiscau</i>	535,5	522,6	4 275	39 070									1984
Total partiel			11 343	94 190		37		10 282	62,1				
PHASE 2													
<i>La Grande-1</i>	32,0	30,5	70	98	ES	12	H	1 368	7,5	5 950	27,5	57	1994-1995
<i>La Grande-2-A</i>	*	*	*	*	S	6	F	1 998	2,2	1 620	138,5	57	1991-1992
<i>Lafarge-1</i>	439,0	431,0	1 288	6 857	ES	6	F	840	4,5	1 610	57,3	60	1993-1994
<i>Lafarge-2</i>	481,1	479,6	260	390	ES	2	K	310	1,8	1 200	27,4	69	1996
<i>Brisay</i>	**	**	**	**	ES	2	K	446	2,3	130	37,5	70	1993
Total partiel			1 618	7 345		28		4 962	18,3				
TOTAL			12 961	101 535		65		15 244	80,4				

Notes : * Le réservoir Robert-Bourassa (La Grande 2) fut construit en phase 1.

** Le réservoir Caniapiscau fut construit en phase 1.

Type de centrale
S Souterraine
ES En surface

Type de turbine
F Francis
H Hélice
K Kaplan

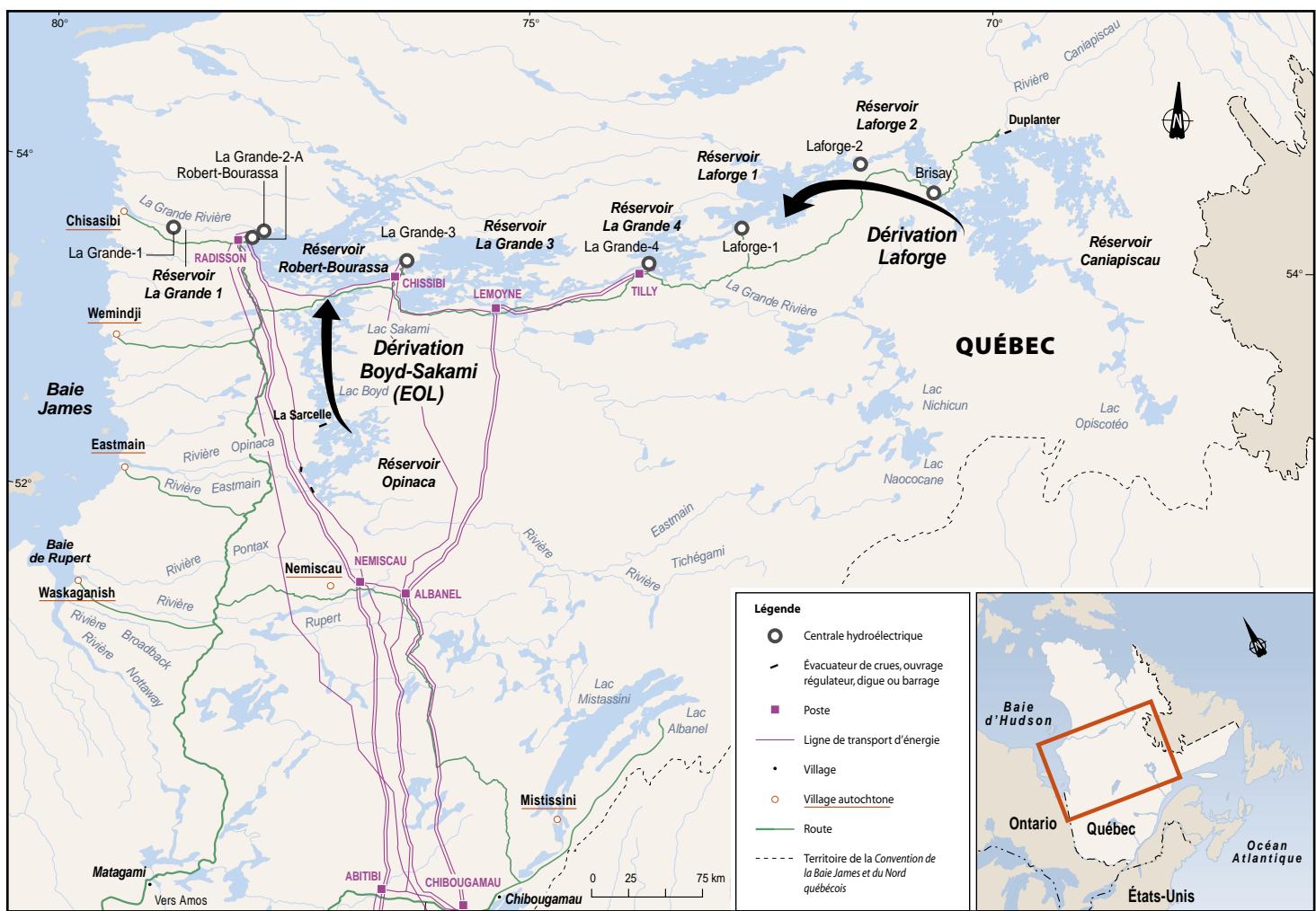
Pour acheminer l'électricité vers les grands centres de consommation du sud du Québec, sept lignes de transport d'énergie électrique ont été construites, soit six lignes à 735 kV et une ligne à 450 kV à courant continu. Totalisant plus de 10 000 km de longueur, ces lignes desservent principalement la population du Québec et permettent d'exporter l'électricité excédentaire aux États-Unis.

La réalisation du complexe La Grande a nécessité la construction de sept aéroports et de 1 300 km de routes, asphaltées sur plus de 50 % de leur longueur (voir la figure 4).



*Traversée de cours d'eau par deux lignes à 735 kV.
Notez la protection végétale des rives.*

Figure 4 – Le complexe La Grande



2.3

La protection de l'environnement pendant la construction

Construire un aménagement de l'ampleur du complexe La Grande — une tâche qui a exigé plus de 20 ans — ne peut se faire sans modifier le milieu naturel et le milieu humain concernés. Il était essentiel de définir dès le début les grands principes relatifs à la protection de l'environnement qu'il fallait appliquer pour la conception, la construction et l'utilisation des routes et des installations de chantier. Sept activités ont été retenues : le choix et l'exploitation des sources de matériaux naturels (carrières et sablières), la conception et la construction des routes, la construction des campements et des villages, l'épuration et l'évacuation des eaux usées, l'alimentation en eau potable et le traitement de cette eau, l'élimination des déchets solides et liquides ainsi que la construction des parcs de carburant (SEBJ, 1987).

Les directives élaborées pour ces sept activités ont visé d'abord à définir et à préciser les objectifs, les principes et les moyens que la SEBJ privilégiait pour guider les concepteurs et les constructeurs au chapitre de la protection de l'environnement. Les directives ont été intégrées aux documents d'appel d'offres, ce qui a rendu toute entreprise participant aux travaux responsable, par contrat, de leur application et, par le fait même, de la protection de l'environnement.

Afin d'assurer une surveillance efficace des travaux sous l'angle de l'environnement, un responsable de la protection de l'environnement a été incorporé à l'équipe de gestion de chaque chantier. Ce responsable assurait une liaison étroite avec le personnel de l'unité Environnement du siège social. Au cours de la deuxième phase des travaux, les responsables de la protection de l'environnement ont également veillé au respect des lois et des politiques gouvernementales relatives à l'environnement ainsi que du *Code de l'environnement* d'Hydro-Québec.

À la fin des travaux, les chantiers ont été soigneusement nettoyés, les terrains, nivelés, les pentes trop fortes, consolidées et les sols, ameublis pour faciliter la restauration du couvert végétal. Par ailleurs, Hydro-Québec achève, en collaboration avec l'Administration régionale cri (ARC) et les communautés criées, le nettoyage de toutes les aires utilisées. Des ensemencements

aériens de graminées et de légumineuses ont été effectués, et 11 millions d'arbustes et d'arbres ont été plantés.

2.4

Les études liées au suivi environnemental

Le plus important programme de suivi mis en oeuvre par Hydro-Québec porte sur le complexe La Grande. Une grande partie de ce programme concerne le milieu aquatique des réservoirs et les zones de dérivation. Pour connaître l'évolution des nouveaux systèmes aquatiques, un réseau de suivi environnemental (RSE) a été mis sur pied en 1977. Les bases de ce réseau d'une envergure sans précédent ont été définies par une quinzaine de scientifiques de réputation internationale, venus d'un peu partout dans le monde.

Les objectifs ont été définis comme suit :

- étudier, selon une approche scientifique dont la valeur soit reconnue, les changements physiques, chimiques et biologiques concernant les réservoirs et les milieux aquatiques touchés ;
- utiliser les informations recueillies en vue de rationaliser les aménagements correctifs et la gestion des réservoirs ;
- profiter de cette expérience pour améliorer les méthodes de prévision des impacts.

Il fut jugé nécessaire de commencer les observations deux ans avant la date prévue de la formation ou de la transformation des grands systèmes aquatiques. Pour s'assurer d'obtenir les informations recherchées, il fallait faire un choix judicieux des lieux d'observation, des paramètres mesurés et de la fréquence des échantillonnages. Trois critères ont orienté le choix des lieux retenus : la représentativité du milieu, l'unicité du milieu et la possibilité d'intégrer l'ensemble des changements.

Au total, 27 stations permanentes d'échantillonnage mesurant une vingtaine de paramètres ont été installées, certaines dans des lieux témoins, non touchés par les travaux. Les principaux paramètres étudiés ont concerné la qualité de l'eau, le phytoplancton, le zooplancton, le benthos, les poissons et la

concentration de mercure dans la chair des poissons. Pour illustrer l'ampleur de ce dispositif de surveillance, citons l'un des scientifiques qui a participé à sa conception, Normand G. Benson, du Fish and Wildlife Service des États-Unis :

« Je n'avais jamais vu un programme d'analyse environnementale aussi complet que celui que la SEBJ s'apprêtait à réaliser. J'avais pourtant étudié en détail les réservoirs de la rivière Missouri aux États-Unis et je connaissais très bien les études réalisées sur les réservoirs de la Tennessee Valley Authority. » (*Forces*, 1992)

En plus du RSE, qui visait essentiellement les réservoirs et les zones de dérivation, le programme a consisté à observer l'évolution de la baie James, des estuaires et du milieu côtier ainsi que les effets des travaux sur les habitats riverains et sur les populations de lagopèdes, de sauvagine, de caribous, de castors, d'originaux et de lièvres. En ce qui a trait au milieu humain, le suivi a porté sur l'utilisation du territoire aux fins de l'exploitation des ressources fauniques, sur les retombées économiques et sur les mesures d'atténuation mises en œuvre dans la zone du complexe La Grande.

À compter de 1985, Hydro-Québec a modifié le programme pour tenir compte des connaissances acquises. Après des tests mathématiques reconnus ayant permis de vérifier que les modifications ne réduisaient pas la valeur des interprétations, certains paramètres concernant la qualité de l'eau ainsi que le plancton et

le benthos ont été abandonnés. D'autres, comme le rendement de la pêche, la teneur en mercure et la situation économique des collectivités isolées, ont été conservés et précisés, pour une meilleure connaissance de l'évolution à long terme des milieux.

Pour la deuxième phase des travaux de construction du complexe La Grande, qui a commencé en 1987, Hydro-Québec a conçu un programme de suivi environnemental particulier afin de répondre aux obligations inscrites dans les certificats d'autorisation de construction des six nouvelles centrales et des trois nouveaux réservoirs. Ce programme de suivi de la phase 2 a été harmonisé pour éviter le dédoublement d'études et optimiser les connaissances acquises.

Depuis 1993, un comité formé de spécialistes d'Hydro-Québec, de la SEBJ et du gouvernement du Québec veille à l'harmonisation des programmes de suivi environnemental des milieux aquatiques et riverains du complexe La Grande.

Le programme de suivi environnemental du complexe La Grande se poursuit toujours aujourd'hui (voir le tableau 4). La zone du complexe demeure ainsi un immense laboratoire naturel qui permet d'observer l'évolution du milieu. Ce sont les données et les enseignements de ce programme qui nous permettront dans les prochains chapitres de cerner la transformation des lieux et les effets de cette transformation sur le milieu biologique.

Tableau 4 – Suivi environnemental au complexe La Grande (phases 1 et 2)

Milieu naturel	Milieu humain
<p>Faune terrestre et ses habitats</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mesures d'atténuation • Sauvagine • Castor • Caribou <p>Réseau de suivi environnemental (RSE)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Qualité de l'eau et production biologique • Populations de poissons • Rendements de pêche • Teneur en mercure • Parasites des poissons • Estuaires et habitats côtiers 	<p>Mode de vie et économie régionale</p> <ul style="list-style-type: none"> • Banque de données statistiques • Bilan des impacts humains • Impacts : <ul style="list-style-type: none"> - sociaux - culturels - économiques • Retombées économiques • Étude de cas similaires <p>Utilisation du territoire</p> <ul style="list-style-type: none"> • Evolution des terrains de piégeage • Exploitation des ressources fauniques par les travailleurs et par les populations du sud • Ouverture du territoire par les accès routiers

2.5

L'évolution physique, chimique et biologique des réservoirs

La création d'un réservoir vient transformer cours d'eau, lacs, tourbières et milieux terrestres en une vaste étendue d'eau dont le niveau varie désormais selon les besoins en énergie. Par ailleurs, les modifications qui touchent les affluents des réservoirs ne dépassent pas les limites physiques de ces derniers.

Les réservoirs créés par Hydro-Québec sont généralement de deux types : des réservoirs comme le réservoir Robert-Bourassa (La Grande 2) ou le réservoir Manic 3, qui transforment des fonds de vallées en étendues d'eau, ou des réservoirs comme le réservoir Caniapiscau et le réservoir Manicouagan, qui donnent de l'extension aux grands lacs préexistants et jouent un rôle de régularisation interannuelle des complexes hydroélectriques. Les retenues ainsi créées diffèrent des lacs naturels par le fait qu'elles stockent l'eau des crues printanières et automnales pour les libérer surtout au cours de l'hiver. Un lac naturel élimine progressivement l'apport des crues, et son niveau baisse beaucoup moins pendant l'hiver.

L'importance des modifications physiques consécutives à la mise en eau dépend de la géomorphologie des lieux. Les zones constituées d'argile, de sable silteux et de sable et gravier sont sensibles à l'érosion, qui peut être activée pendant la montée des eaux. Ce phénomène, associé à la submersion du milieu terrestre, contribue à accroître la turbidité. La durée de la période de remplissage (avec ou sans couverture de glace) et le temps de séjour des eaux peuvent également influer sur l'importance du processus. Ultérieurement, au cours de l'exploitation, les berges abruptes constituées des matériaux décrits plus haut peuvent être érodées sous l'effet du marnage et des vagues. Par ailleurs, le lessivage des sols ennoyés entraîne une action chimique qui influe directement sur la qualité de l'eau. De façon générale, comme nous le verrons plus en détail ci-après, ces phénomènes s'estompent au bout de quelques années.

À l'exception de la construction des digues destinées à confiner localement les réservoirs, la plupart des travaux correctifs effectués avant la mise en eau servent essentiellement à améliorer la qualité biologique du nouvel écosystème (déboisement et

dégagement de l'embouchure des tributaires, reconstitution d'habitats riverains, etc.) ou à faciliter l'accès et les conditions d'utilisation des lieux (rampes d'accès, aires de pêche au filet, couloirs de navigation, élimination des débris ligneux, etc.). Par ailleurs, dans le cas du réservoir La Grande 1, d'une superficie de 70 km², la totalité de la zone forestière comprise entre le niveau naturel de la Grande Rivière et le niveau de 33,0 m, soit 1 m au-dessus du niveau maximal de retenue du réservoir, a été déboisée. Conformément à la *Convention de Chisasibi*, le déboisement, qui a duré cinq ans (de 1989 à 1993), a été confié à la Compagnie de Construction et de développement Crie limitée.

Visant à renseigner sur l'évolution du nouveau milieu aquatique, le suivi s'est intéressé en priorité à la qualité de l'eau en tant que milieu support et au poisson en tant que principale ressource. Le suivi a également porté sur le phytoplancton, sur le zooplancton et sur les organismes benthiques, car Hydro-Québec désirait vérifier si le poisson souffrirait d'une déficience le long de la chaîne alimentaire.

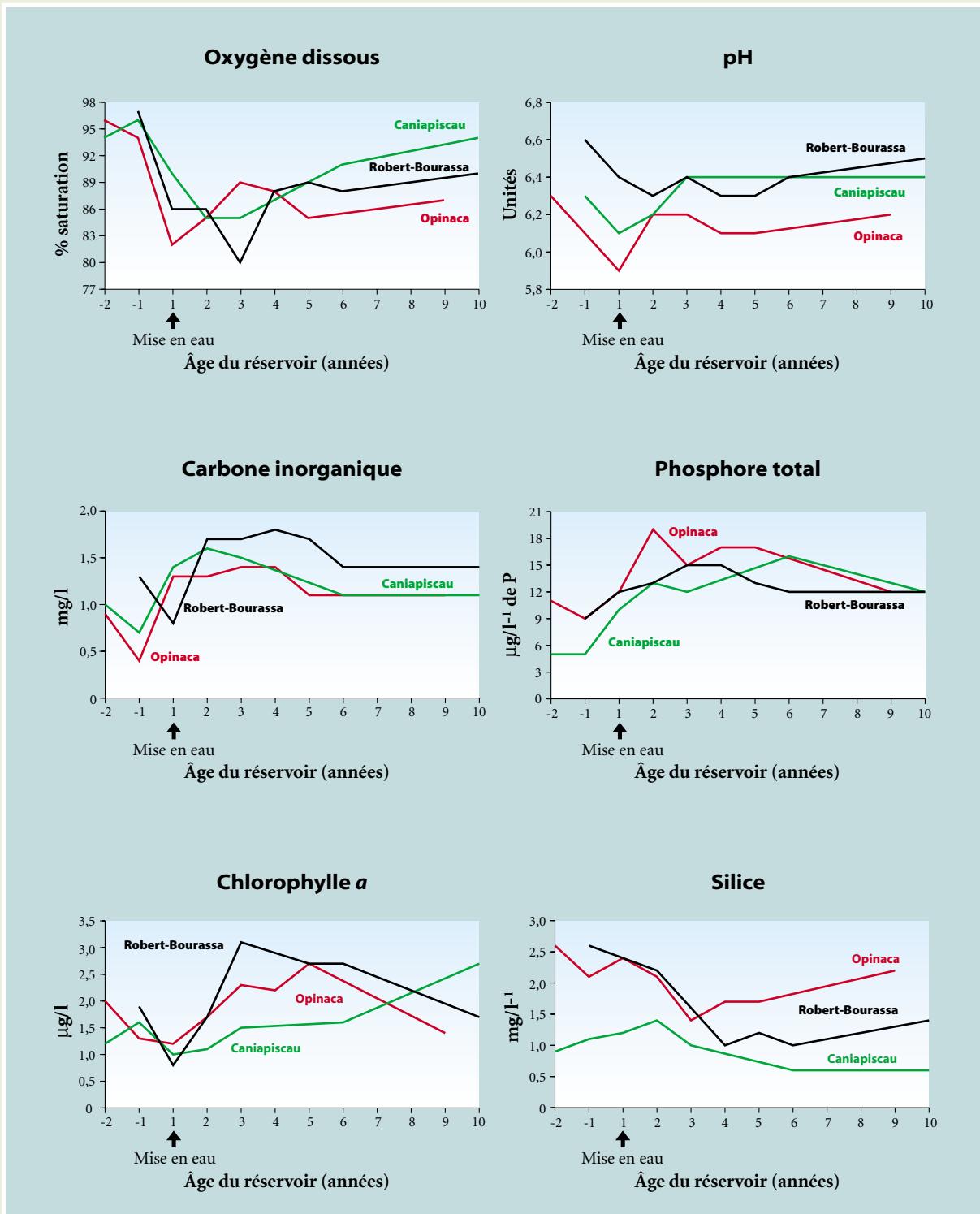
2.5.1

La qualité de l'eau

Au chapitre de la qualité de l'eau, le suivi a pris en compte 26 paramètres physico-chimiques. Seuls les paramètres les plus représentatifs de l'évolution du milieu sont examinés ici, soit le pourcentage de saturation en oxygène, le pH, le carbone inorganique total, le phosphore total, la chlorophylle *a* et la silice. Ces paramètres sont facilement mesurables et ils constituent de bons indicateurs de la productivité biologique.

La figure 5 montre l'évolution des valeurs dans la zone photique des réservoirs Robert-Bourassa, Opinaca et Caniapiscau pendant la période d'eau libre. La zone photique est la tranche des eaux où la production biologique maximale est la plus importante ; elle correspond généralement à une profondeur de 10 m dans les réservoirs étudiés. On remarque en premier lieu que les modifications observées dans cette zone ont été généralement faibles et qu'elles sont toujours demeurées amplement à l'intérieur de la fourchette des valeurs favorables à une bonne productivité biologique. Les légères variations observées d'un réservoir à l'autre peuvent s'expliquer par les particularités de chacun : la superficie de terrain ennoyée, la densité et la nature de la végétation ennoyée, la durée de la période de remplissage, la configuration, la profondeur moyenne et le temps de séjour des eaux.

Figure 5 – Évolution des principaux paramètres liés à la décomposition des matières organiques ennoyées dans la zone photique des réservoirs du complexe La Grande (période sans couverture de glace)



L'évolution de la qualité de l'eau s'explique surtout par les trois phénomènes suivants :

- la submersion de la végétation et des sols forestiers, qui entraîne la mise en solution dans l'eau des sels minéraux et des éléments nutritifs présents dans les sols ; l'action des vagues sur les sols forestiers pendant la mise en eau accélère le processus. Ce phénomène, qui se produit au début de la mise en eau, explique en partie l'augmentation rapide de la concentration de phosphore total et la diminution du pH ;
- le mélange des eaux, diverses en qualité, provenant des rivières et des lacs de la zone ennoyée ;
- la décomposition de la végétation et de l'humus des sols inondés par un ensemble de micro-organismes tels que des bactéries ; en décomposant ces matières organiques, les micro-organismes consomment de l'oxygène dissous et libèrent du CO₂, ce qui fait diminuer le pH ; ce phénomène s'accompagne d'une libération de minéraux et d'éléments nutritifs tels que le phosphore.

Les modifications les plus importantes concernant la valeur des paramètres physico-chimiques ont été enregistrées à la fin de l'hiver dans les zones profondes. Pendant toute la période où une couverture de glace est présente, soit généralement de décembre à juin, les teneurs en oxygène dissous des zones profondes diminuent progressivement sous l'action des organismes de décomposition, car la glace empêche les apports en oxygène de l'atmosphère. Par ailleurs, ce phénomène de courte durée est très restreint par rapport au volume d'un réservoir et il est rapidement annulé par le mélange printanier des eaux. Les petites zones de faible teneur en oxygène ont très peu d'incidence sur la qualité générale de l'eau du réservoir.

Dans les réservoirs Opinaca et Robert-Bourassa, la modification des caractères physico-chimiques a rapidement atteint un point culminant, en l'occurrence deux ou trois ans après le début de la mise en eau. Après neuf ou dix ans, les principaux paramètres avaient retrouvé les valeurs qu'ils avaient avant les travaux. Au réservoir Caniapiscau, les valeurs maximales ont été atteintes entre la sixième et la dixième année pour ce qui concerne le phosphore total et

la silice. Le retour à des valeurs représentatives des conditions naturelles, dans ce cas, était presque complet après 14 ans.

Il semble que la mise en eau beaucoup plus progressive de ce réservoir, qui s'est échelonnée sur trois ans au lieu d'une période variant de six mois à un an pour les autres réservoirs, ait contribué à prolonger la période nécessaire à un retour aux conditions initiales.

La courte durée des modifications est en grande partie due au fait que, contrairement à ce que l'on croyait, seulement une faible partie de la matière organique ennoyée (sols forestiers et végétation) est facilement et rapidement décomposable dans les eaux froides des réservoirs. On a pu observer dans des réservoirs vieux de 60 ans que les branches, les troncs et les racines des arbres ainsi que l'humus profond des sols étaient demeurés intacts après toutes ces années (Van Coillie et coll., 1983).

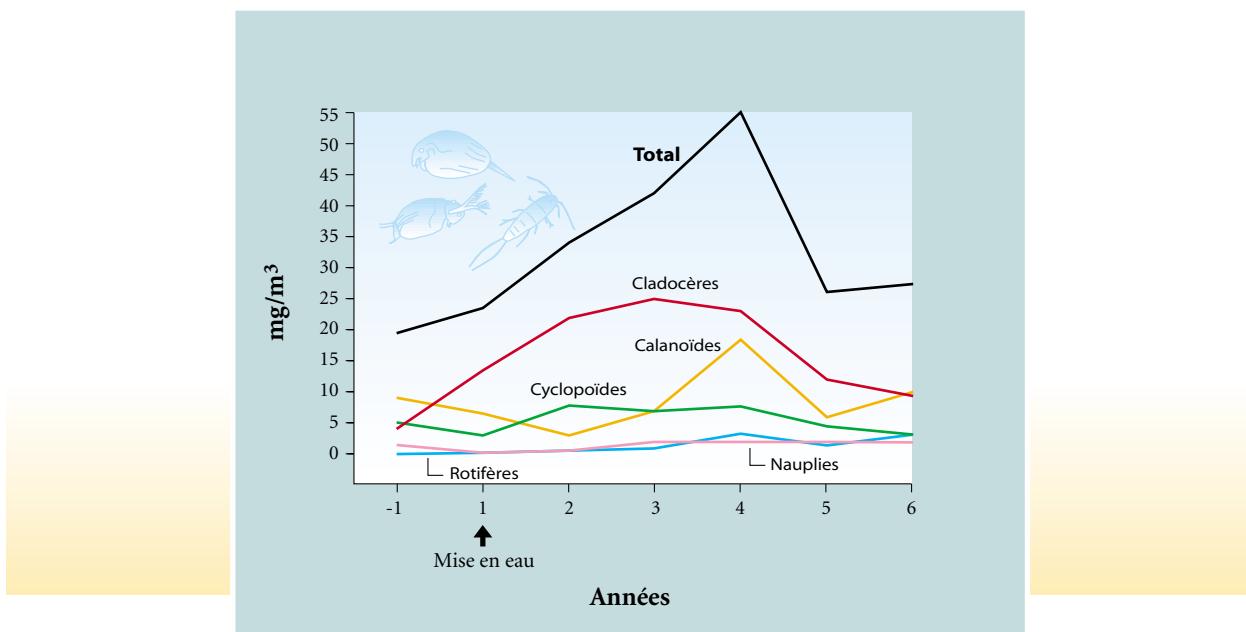
La surveillance des réservoirs du complexe La Grande indique clairement qu'il suffit d'une période de 10 à 15 ans pour que les caractères physico-chimiques de l'eau redeviennent semblables à ceux de l'eau des lacs témoins (Schetagne, 1994).

2.5.2 Le phytoplancton

L'évolution des populations phytoplanctoniques a été suivie à l'aide de mesures de la teneur des eaux en chlorophylle *a*, pigment responsable de la photosynthèse des organismes végétaux en suspension dans l'eau. La teneur en chlorophylle *a* est un bon indicateur de la biomasse de ces organismes.

L'augmentation des teneurs en éléments nutritifs, particulièrement en phosphore, observée dans tous les réservoirs s'est traduite par une augmentation des teneurs en chlorophylle *a* par un facteur de l'ordre de 3. Les teneurs en chlorophylle *a* ont suivi la même évolution que les paramètres de la qualité de l'eau. Elles ont augmenté rapidement à partir du moment de la mise en eau pour diminuer par la suite et se stabiliser à des niveaux comparables aux niveaux naturels après une dizaine d'années dans le cas des réservoirs Opinaca et Robert-Bourassa, et après une quinzaine d'années dans le cas du réservoir Caniapiscau.

Figure 6 – Évolution de la biomasse zooplanctonique du réservoir Robert-Bourassa



2.5.3 Le zooplancton

L'abondance et la biomasse des organismes zooplanctoniques ont nettement augmenté dans tous les réservoirs du complexe La Grande par suite de l'enrichissement de l'eau et de la disponibilité des matières organiques issues de la décomposition de la matière végétale ennoyée. La biomasse zooplanctonique a suivi la même évolution que la biomasse phytoplanctonique avec un décalage d'environ un an. Les rotifères ont été les grands responsables de l'augmentation des densités, alors que les cladocères, organismes beaucoup plus gros, ont été responsables de l'augmentation des biomasses (voir la figure 6).

Le temps de séjour des eaux est le facteur qui a le plus influé sur l'abondance des organismes zooplanctoniques. En milieu fluvial, le temps de séjour des eaux est trop bref pour permettre à ces organismes

de réaliser la totalité de leur cycle vital. Lorsque ceux-ci se retrouvent dans une rivière, c'est qu'ils proviennent presque toujours d'un lac faisant partie du réseau de cette rivière. C'est également l'une des raisons pouvant expliquer que la biomasse zooplanctonique a atteint son maximum deux fois plus rapidement dans le réservoir Caniapiscau, créé par l'agrandissement de lacs, que dans le réservoir Robert-Bourassa, créé par le barrage d'une rivière.

2.5.4 Le benthos

Les organismes benthiques ont dû s'adapter aux grandes transformations physiques liées à la création des réservoirs. Après une légère diminution de la diversité de ces organismes due à la raréfaction des espèces peu mobiles ou mieux adaptées aux eaux courantes, il y a eu une occupation rapide des nouveaux milieux aquatiques par des espèces lacustres. La présence de

nombreux supports fournis par les végétaux ennoyés a considérablement augmenté les surfaces disponibles pour la quête de nourriture.

En outre, l'examen du contenu stomacal des poissons et le suivi des populations de poissons ont révélé que la diversité et la quantité des organismes benthiques étaient suffisantes pour entraîner des hausses importantes des taux de croissance et des facteurs de condition (indice d'embonpoint) des espèces de poissons se nourrissant de benthos, comme le grand corégone, et de leurs prédateurs, comme le brochet.

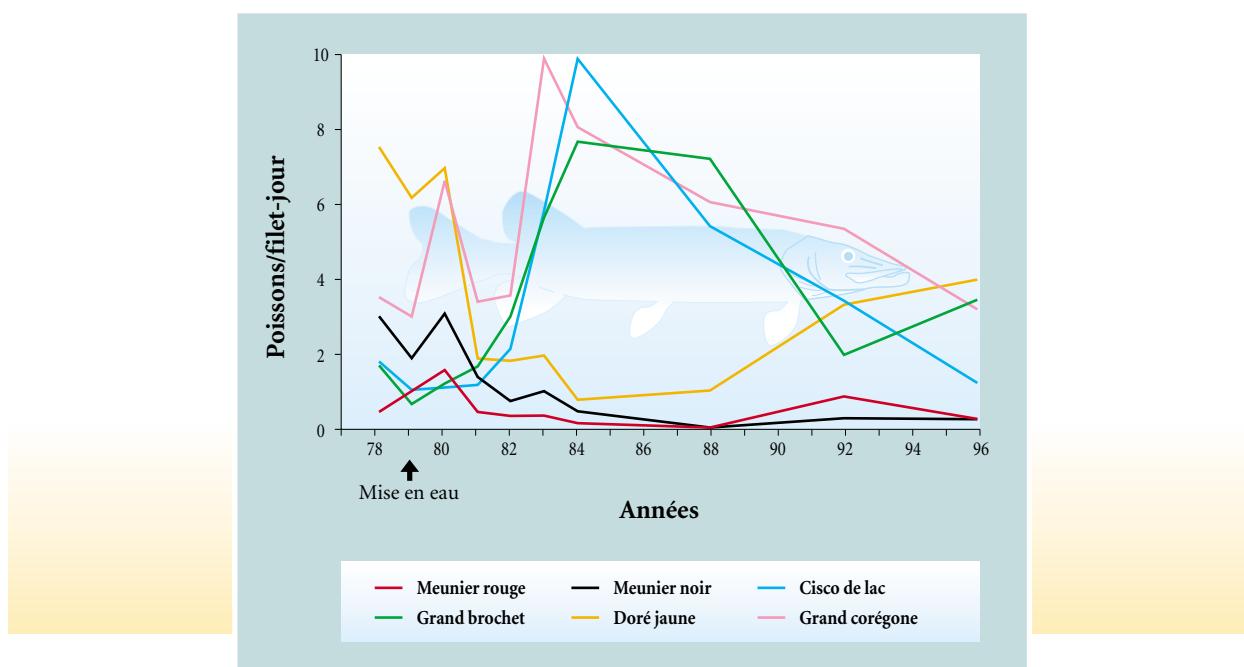
2.5.5 Les poissons

Le suivi des communautés de poissons a été effectué au moyen de 27 stations permanentes de pêche expérimentale réparties dans la zone du complexe, dont 5 stations témoins, et ce, de façon presque continue depuis 1977. La capture des poissons s'est faite à l'aide de filets maillants multifilaments de 47,5 m de longueur sur 2,4 m de hauteur. La durée des périodes de pêche a été d'environ 48 heures (de 1977 à 1982) ou de 24 heures (de 1983 à 1994) une fois par mois,

de juin à octobre dans la partie ouest de la zone du complexe et de juin à septembre dans la partie est (réservoir Caniapiscau et rivière Caniapiscau). Depuis 1995, la période de pêche est de 48 heures en juillet et en août. De 1977 à 1999, le suivi de l'évolution des communautés de poissons dans les milieux modifiés par le complexe La Grande a entraîné la capture et l'analyse de plus de 90 000 poissons.

À l'exception du réservoir Caniapiscau, l'évolution des populations de poissons a été sensiblement la même dans tous les réservoirs du complexe La Grande. À titre d'exemple, la figure 7 montre l'évolution des rendements de pêche numériques moyens pour les principales espèces capturées aux stations du réservoir Opinaca. La première année, on assiste à une baisse des rendements causée par la dispersion des populations dans un plus grand volume d'eau. Cette baisse est rapidement suivie, les années subséquentes, d'une augmentation des rendements qui résulte de l'enrichissement général des eaux. Après une quinzaine d'années, les rendements redeviennent comparables à ceux que l'on observe dans les milieux naturels non perturbés.

Figure 7 – Évolution du rendement de pêche par espèce dans le réservoir Opinaca



Dans les réservoirs Opinaca et Robert-Bourassa, ce sont le grand brochet et le grand corégone qui ont le plus contribué à l'augmentation du rendement de pêche après la mise en eau. Depuis plusieurs années, ce sont ces deux espèces ainsi que le doré qui dominent parmi les espèces de poissons qui peuplent les réservoirs. Le meunier rouge et le meunier noir, qui figuraient parmi les espèces les plus abondantes avec le doré et le grand corégone, sont devenus rares, les prises étant de 2 à 15 fois moins nombreuses qu'avant la mise en eau. L'esturgeon jaune, le touladi, le ménomini rond et l'omble de fontaine, qui constituaient déjà des espèces marginales, sont devenus rares ; ils sont souvent absents des prises depuis quelques années.

L'examen des structures d'âge des populations de grands corégones, de ciscos de lac et de grands brochets des réservoirs Opinaca et Robert-Bourassa révèle un bon recrutement au cours des dernières années pour chacune de ces espèces ainsi qu'une bonne durée de vie. Les poissons ont une longévité comparable à celle de leurs congénères des lacs naturels voisins. Dans le cas du doré, le recrutement, faible au début, particulièrement au réservoir Robert-Bourassa, s'est accru à partir de la huitième année. Après une dizaine d'années, les captures ont révélé un bon recrutement dans tous les réservoirs où le doré était présent en conditions naturelles.

Au réservoir Caniapiscau, on n'a pas observé de baisse marquée dans le nombre global de prises la première année ni d'augmentation rapide des densités de population après quelques années. On a plutôt noté une augmentation progressive des prises, comme dans le cas des éléments nutritifs. Ce phénomène propre au réservoir Caniapiscau s'explique par la plus longue durée de la période de remplissage et par la température plus froide de l'eau.

En 1991, dans le réservoir Caniapiscau, le rendement de pêche global était de 24 poissons/filet-jour, comparativement à 19,5 poissons/filet-jour avant la mise en eau et à 14,8 poissons/filet-jour dans les lacs témoins. Depuis 1995, le rendement de pêche global est redevenu à peu près ce qu'il était avant la mise en eau. L'évolution du rendement global est due en grande partie à l'espèce la plus abondante, le grand corégone. Le grand brochet, qui est absent de plusieurs lacs naturels de la région, ne semble pas progresser aussi bien dans le réservoir Caniapiscau que dans les autres réservoirs.

Dans tous les réservoirs, le touladi s'adapte difficilement aux nouvelles conditions. Sa croissance est rapide, comme celle des autres espèces, mais la rareté des jeunes spécimens semble indiquer un problème de recrutement. Comme ce poisson fraie à l'automne en eau généralement peu profonde et que l'incubation des œufs se fait en hiver, période qui correspond à l'accroissement de la demande d'électricité, la baisse du niveau d'eau des réservoirs qui en résulte pourrait expliquer le phénomène.

Toutes les espèces de poissons des réservoirs ont atteint un taux de croissance et un coefficient de condition supérieurs à ce que l'on observe dans les lacs témoins. Treize ans après la mise en eau, le coefficient de condition moyen de l'ensemble des espèces était supérieur ou égal au niveau observé avant la mise en eau.

2.6

L'évolution physique, chimique et biologique des zones à débit modifié

Pour produire le plus d'énergie possible au moindre coût, on augmente le débit des rivières en dérivant vers celles-ci des eaux provenant de bassins versants voisins. Une dérivation crée deux nouveaux milieux, radicalement différents l'un de l'autre. Le débit des tronçons de rivière situés en aval du point de barrage est considérablement réduit — car il est restreint à l'apport des tributaires —, tandis que les voies de dérivation connaissent un fort accroissement de débit. Par ailleurs, en période d'exploitation, le débit est régularisé en aval des centrales selon les modalités de conduite des ouvrages.

2.6.1 Les rivières à débit réduit

Dans les tronçons à débit réduit des rivières dont une partie des eaux a été dérivée, on observe une baisse du niveau d'eau, l'exondation des rives, une réduction de la superficie du plan d'eau et du volume d'eau, une réduction de l'amplitude des fluctuations annuelles du niveau d'eau et une augmentation du temps de renouvellement des eaux. D'une façon générale, ces changements augmentent la stabilité du milieu. Par ailleurs, les modifications hydrologiques entraînent souvent des phénomènes d'érosion, de sédimentation et de turbidité, particulièrement aux conflents, où les tributaires doivent s'adapter au nouveau niveau de la rivière.

L'importance et la durée de ces phénomènes varient selon la géomorphologie du lit et des berges.

Les tronçons à débit réduit de l'Eastmain, de l'Opinaca, de la Caniapiscau et de la Koksoak diffèrent sur le plan des caractères géomorphologiques et hydrologiques, ce qui a influencé leur évolution à la suite de la réduction de débit.

L'Eastmain et l'Opinaca

Les débits de l'Eastmain et de l'Opinaca ont chuté respectivement de 90 % et de 87 % à l'embouchure. Le niveau d'eau a baissé de 1m à 4 m sur les 160 km de l'Eastmain et sur les 110 km de l'Opinaca. La pente de ces rivières étant faible, la baisse des eaux s'est traduite par l'exondation de surfaces totalisant 36 km². De plus, les lits exondés étaient surtout constitués de matériaux fins comme de l'argile et des sables silteux. Une érosion par ruissellement et par ravinement, entre autres, s'est rapidement produite, ce qui a entraîné une augmentation rapide de la turbidité.

Afin d'atténuer les impacts énumérés ci-dessus, cinq travaux correctifs ont été réalisés sur les tronçons à débit réduit de l'Eastmain et de l'Opinaca. Ces travaux ont comporté la construction de deux seuils sur l'Eastmain et de deux seuils et d'un épi en enrochement sur l'Opinaca. Les travaux, en plus de freiner les phénomènes d'érosion, ont permis de reconstituer les étendues d'eau sur une distance de 90 km, ce qui représente environ le tiers de la partie exondée des deux rivières.

De plus, un des seuils a permis de rétablir le niveau naturel de la Petite rivière Opinaca, un affluent de l'Opinaca, sur une quinzaine de kilomètres.

Depuis les coupures, la qualité de l'eau dans les tronçons à débit réduit est surtout déterminée par celle des petits affluents, qui traversent des dépôts d'origine marine moins résistants à l'action de l'eau, en partie recouverts par des tourbières. Ces cours d'eau amènent des eaux au pH neutre et plus riches en minéraux, en matières organiques et en éléments nutritifs que les eaux coulant en amont des points de coupure qui, elles, traversent des dépôts glaciaires.

De plus, l'érosion des rives exondées, qui a augmenté la concentration des matières organiques, a également augmenté, par ricochet, la teneur en minéraux. Le temps de séjour, grandement accru après la chute du débit et la construction de digues et de seuils déversants destinés à relever les niveaux d'eau, a également favorisé le processus de mise en solution des minéraux et des éléments nutritifs.

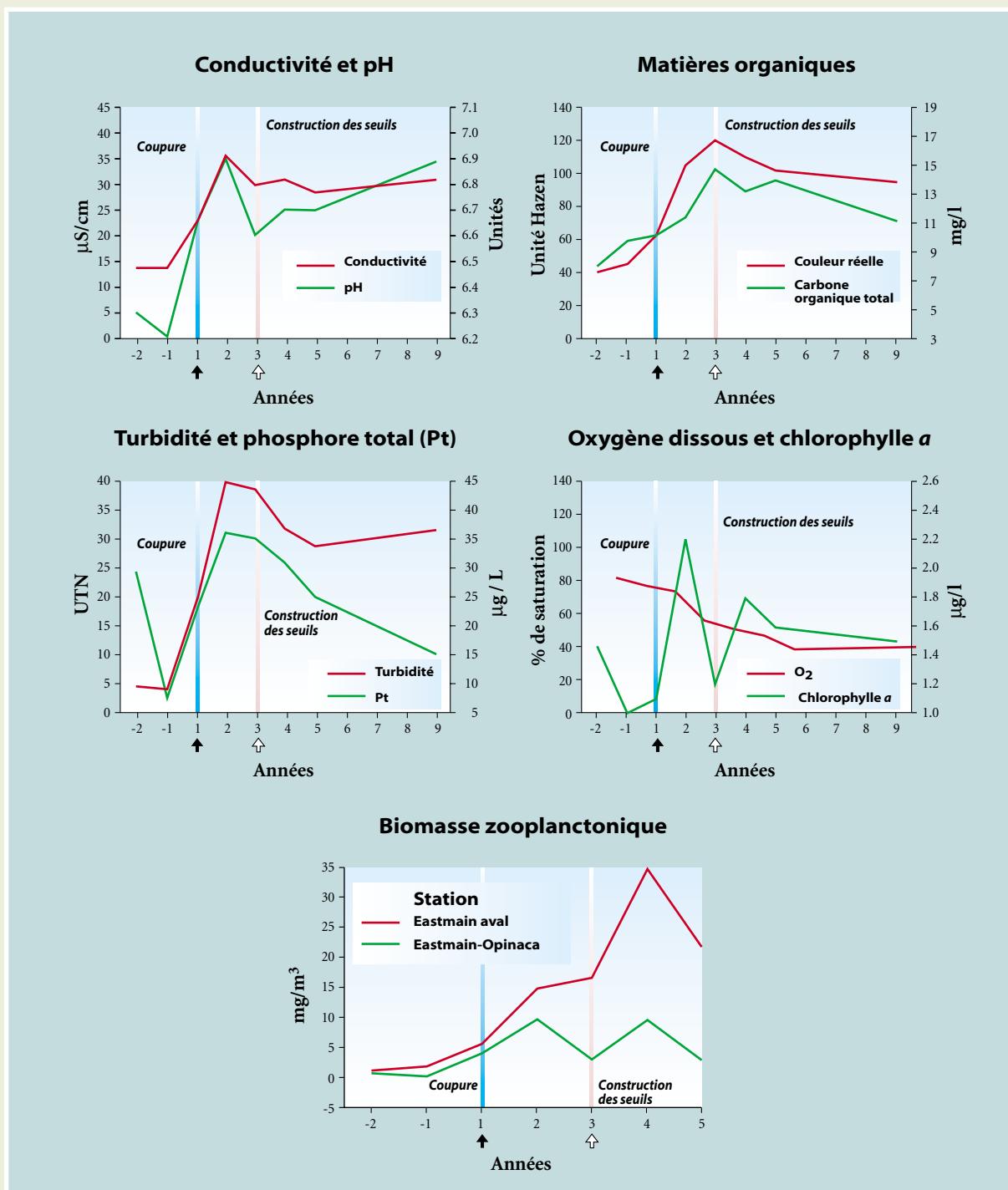
L'enrichissement des eaux a favorisé, à son tour, la production biologique, et ce, malgré l'augmentation de la turbidité. En effet, dans le nouveau milieu, qui s'apparente davantage à celui d'un ensemble de petits lacs allongés aux eaux calmes entrecoupés de courtes zones de rapides, les biomasses phytoplanctoniques, zooplanctoniques et benthiques ont augmenté considérablement (voir la figure 8).



Seuil n° 8 sur la rivière Opinaca.
Notez les plantations à droite
et les traces d'un incendie récent
à gauche.

Figure 8

Évolution des principaux paramètres de la qualité de l'eau à la station Eastmain-Opinaca dans le tronçon à débit réduit de la rivière Eastmain



Dans l'Eastmain, les rendements de pêche ont rapidement augmenté par suite de la plus grande densité de population due à la diminution du volume d'eau. Les rendements ont diminué ultérieurement et ont varié selon les stations, tout en demeurant supérieurs aux valeurs initiales, c'est-à-dire antérieures à la baisse des débits. Après douze ans, les principales espèces, dont l'esturgeon jaune, le doré jaune et le grand brochet, donnaient encore de tels rendements. Le rendement a diminué au contraire dans le cas du grand corégone.

Après seize ans, dans les zones lentes, l'abondance relative et le nombre de prises étaient plusieurs fois plus élevés qu'en conditions naturelles pour le cisco et le doré. À l'inverse, l'esturgeon jaune a vu son abondance décroître légèrement ; sa taille moyenne a continué d'augmenter, ce qui fait croire à un faible recrutement. Le rétrécissement de la zone d'habitat et la pêche pratiquée par les autochtones pourraient expliquer cette décroissance. Les populations de grands corégones, de meuniers noirs et de meuniers rouges fournissent des rendements de pêche stables, comparables aux rendements observés en conditions naturelles. Dans les zones lotiques, pour ce qui est des principales espèces, l'abondance et les rendements de pêche ont peu changé : ils demeurent comparables à ce qu'ils étaient avant l'existence des aménagements (Doyon et Belzile, 1998).

La Caniapiscau

Les 457 km de la Caniapiscau et les 136 km de la Koksoak situés en aval des ouvrages de coupure se trouvent respectivement privés des apports de 40 % et de 30 % de leur bassin versant. Cela se traduit par une réduction de débit de 48 % pour la Caniapiscau à sa confluence avec la Koksoak et de 35 % à l'embouchure de celle-ci dans la baie d'Ungava. Ces cours d'eau coulent dans des vallées encaissées, aux berges généralement rocheuses, peu vulnérables à l'érosion. Il va de soi que leur régime sédimentaire est demeuré à toutes fins utiles inchangé. De plus, sur environ les deux tiers de la Caniapiscau, des seuils naturels contrôlent très efficacement le niveau des eaux dans les tronçons lents et réduisent conséquemment l'ampleur des baisses de niveau qui, selon les endroits, varient de 0,5 m à 2 m.

Ce grand tronçon fluvial, toujours imposant malgré la diminution de son débit, est resté à peu près inchangé sur le plan chimique et biologique. On a noté une baisse de la biomasse phytoplanctonique, laquelle provenait presque essentiellement des eaux des grands lacs du cours supérieur avant la dérivation vers la

Grande Rivière. Les densités et les biomasses zooplanctoniques et benthiques sont demeurées ce qu'elles étaient avant la coupure.

Dans la Caniapiscau, la communauté de poissons diffère quelque peu de celle du bassin de la Grande Rivière. Dix espèces sont présentes. Les six plus importantes sont dans l'ordre le meunier rouge, le grand corégone, le touladi, le meunier noir, l'omble de fontaine et la ouananiche. Le grand brochet est rare. L'esturgeon jaune et le doré jaune sont absents. En 1987, six ans après la coupure, les captures, toutes espèces confondues, avaient plus que doublé par rapport aux conditions naturelles. Depuis, elles ont baissé progressivement et sont maintenant semblables à ce qu'elles étaient avant la coupure.

2.6.2

Les zones de dérivation

Les rivières et les lacs alimentés par les eaux dérivées voient leur débit et leur niveau augmenter. Tout comme pour les réservoirs ou les rivières à débit réduit, l'importance des modifications physiques qui en découlent varient selon le débit et la géomorphologie.

La dérivation Eastmain-Opinaca-La Grande (EOL)

Au complexe La Grande, les eaux dérivées des bassins supérieurs de l'Eastmain et de l'Opinaca coulent du réservoir Opinaca vers les lacs Boyd et Sakami, avant d'atteindre le réservoir Robert-Bourassa quelque 150 km en aval des points de coupure. Les lacs Boyd et Sakami ont vu leur niveau augmenter d'environ 2 m avant la mise en service de la centrale Robert-Bourassa. Par la suite, le niveau de ces lacs a fluctué en fonction des apports naturels et des modalités de conduite des ouvrages de régulation. L'effluent du lac Boyd est devenu une grande rivière dont le débit atteint 2 000 m³/s en juin. Pour mieux contrôler ces deux secteurs, prévenir les phénomènes d'érosion et éviter ou réduire la submersion des zones les plus productives, Hydro-Québec a effectué des travaux correcteurs.

Plusieurs phénomènes ayant des effets contraires sur la qualité de l'eau ont marqué le parcours des eaux dérivées : les apports du réservoir Opinaca, l'oxygénéation des eaux dans les zones de rapides ainsi que l'érosion des rives argileuses des lacs et des tronçons étroits de la rivière Boyd. Les effets conjugués de ces phénomènes ont fait en sorte que les caractères physico-chimiques des eaux sont

demeurés relativement stables, à l'exception des caractères liés à l'érosion et aux éléments nutritifs. La turbidité a légèrement augmenté pendant quatre ans, alors que la teneur en phosphore a doublé temporairement, pour revenir aux valeurs initiales après une dizaine d'années.

La hausse des teneurs en éléments nutritifs s'est également traduite par une augmentation de la biomasse phytoplanctonique sur le parcours des eaux dérivées. De la troisième à la cinquième année après la dérivation, les teneurs en chlorophylle *a* ont été deux fois plus élevées que celles du lac Sakami avant la dérivation et légèrement plus élevées que celles du réservoir Opinaca.

La biomasse zooplanctonique a subi une légère baisse en raison du temps plus court de renouvellement des eaux. Aujourd'hui, la biomasse planctonique est comparable à celle d'un lac naturel.

Dans la zone à débit augmenté de la dérivation EOL, les peuplements de poissons étaient dominés par le doré jaune (26 %), le grand corégone (25 %) ainsi que le meunier rouge et le meunier noir (12 % et 14 %) en conditions naturelles. Douze ans après la dérivation, le grand corégone et le meunier noir ne représentaient plus respectivement que 6 % et 2 % des captures. Ils font place au doré jaune, qui atteint 45 % des prises, au meunier rouge (26 %) et au grand brochet (16 %) (Deslandes et coll., 1994). En 1996, le doré jaune était de loin l'espèce la plus abondante, avec 58 % des captures (Doyon et Belzile, 1998). L'examen des structures d'âge démontre un bon recrutement pour les principales espèces.

La dérivation Lafarge

Sur l'autre trajet de dérivation, long de 250 km, qui va du réservoir Caniapiscau au réservoir La Grande 4 en passant par les réservoirs Lafarge 2 et Lafarge 1, les risques d'érosion étaient très faibles. Dans ce cas, les travaux correctifs ont visé à éviter ou à limiter la submersion des lieux les plus productifs. Un grand nombre de digues ont donc été construites dans la partie inférieure du parcours, ce qui a permis de réduire de 290 km² les superficies ennoyées. Compte tenu de la stabilité du milieu, la zone n'a fait l'objet d'un suivi que depuis la mise en eau du réservoir Lafarge 1 en 1993. Par comparaison avec ce qui s'est passé sur le parcours des eaux de la dérivation EOL, beaucoup plus sensible à l'érosion, le milieu aquatique de la zone de

dérivation Lafarge et la faune qui le fréquente sont restés sensiblement les mêmes.

La Grande Rivière (débit augmenté et régularisé)

En aval d'une centrale, le débit du cours d'eau est dit régularisé ; il varie selon le régime d'exploitation de la centrale. En hiver, lorsque la demande d'énergie atteint un sommet, les débits moyens sont plus importants qu'en conditions naturelles. Au printemps et en été, les débits mensuels moyens sont généralement plus faibles et plus constants qu'à l'état naturel, car au Québec la consommation d'électricité est réduite.

Par contre, les variations rapides des niveaux d'eau sont plus fréquentes qu'à l'état naturel, car les débits turbinés peuvent varier de façon horaire, quotidienne et hebdomadaire pour répondre à la demande énergétique. Les eaux turbinées sont plus froides en été et plus chaudes en hiver. La qualité de l'eau reflète celle du réservoir situé en amont, sauf pour les paramètres influencés par la turbulence dans les zones de rapides. La turbulence entraîne une oxygénation des eaux, une expulsion de CO₂ et un redressement du pH. L'érosion des berges peut faire augmenter la turbidité. Le débit et la température de l'eau plus élevés qu'à l'état naturel ont pour effet de réduire l'étendue, l'épaisseur et la persistance de la glace, et créent souvent des zones d'eau libre. L'affaissement de la glace peut arracher et écraser la végétation riveraine selon la pente de la rive. En été, les zones exondées sont soumises à l'érosion. Ces phénomènes sont davantage marqués dans les lieux où dominent les matériaux fins. Le retour à un état d'équilibre s'effectue à mesure que les rives se stabilisent.

Au complexe La Grande, depuis la mise en service de la centrale au fil de l'eau La Grande-1 en 1995, le tronçon de la Grande Rivière compris entre le kilomètre 37 et le kilomètre 112 est devenu le réservoir La Grande 1. Le débit annuel moyen du tronçon de 37 km situé en aval de la centrale, déjà doublé par l'apport des deux dérivations, varie en fonction des modalités d'exploitation de la centrale. Même si ce tronçon présentait dans l'ensemble des berges plus stables que celles du tronçon ennoyé par le réservoir La Grande 1, plusieurs travaux correctifs y ont été effectués pour prévenir ou réduire les effets du débit régularisé. Mentionnons, notamment, des travaux de stabilisation sur les rives sud et nord en aval de la centrale ainsi qu'au droit du village cri de Chisasibi entre les kilomètres 12 et 15 sur la rive sud.

Le rendement de pêche global dans le tronçon à débit augmenté et régularisé situé en aval de la centrale Robert-Bourassa a varié considérablement. Pendant la mise en eau du réservoir Robert-Bourassa, la réduction du débit et conséquemment du volume d'eau en aval de la centrale s'est traduite par une plus grande densité de poissons, ce qui a fait augmenter les rendements de pêche de façon spectaculaire.

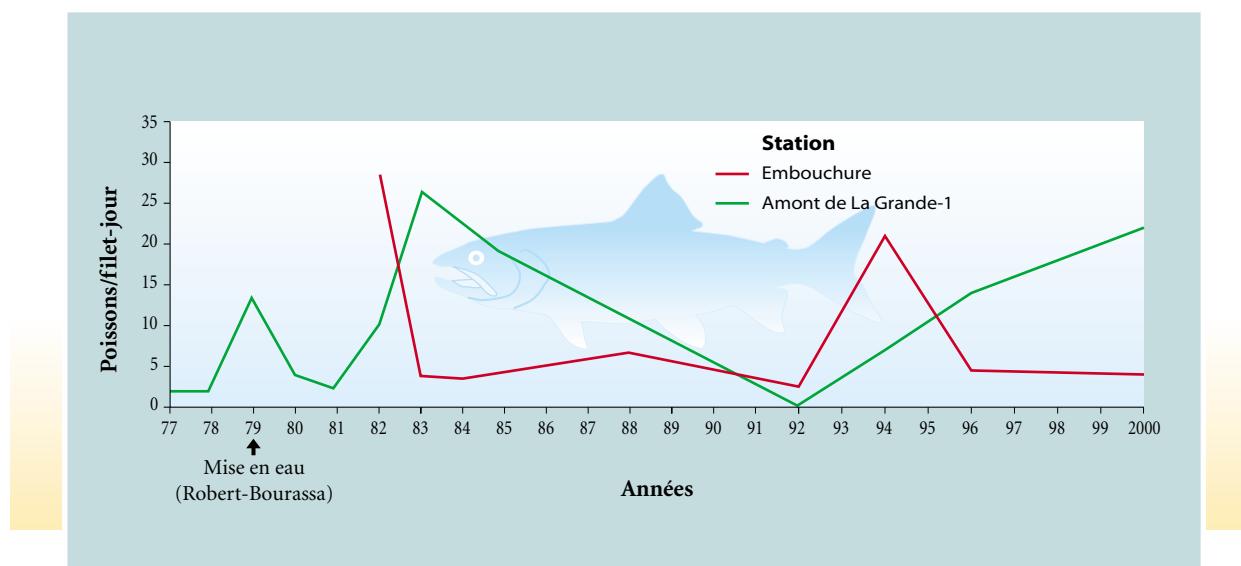
La figure 9 montre que le nombre de captures a diminué par la suite, avant de remonter brusquement en 1983. Depuis, le nombre de prises a diminué constamment pour revenir, en 1992, au niveau d'avant la mise en eau du réservoir Robert-Bourassa. Le meunier rouge est demeuré l'espèce dominante, avec plus de 50 % des captures.

Après la mise en service de la centrale La Grande-1 en 1995, les pêches effectuées en aval et en amont de cette centrale ont révélé une évolution du peuplement de poissons. Le rendement de pêche dans le bief amont de la centrale La Grande-1 s'est accru considérablement, en raison d'une augmentation marquée des prises de meuniers rouges et d'augmentations, moindres, des prises de grands corégones et de grands brochets.

Le grand corégone et le grand brochet étaient représentés par un bon nombre de sujets âgés de deux ans, ce qui indique un succès de reproduction accru à l'été qui a suivi la mise en eau. Dans la Grande Rivière, en aval de la centrale La Grande-1, le meunier rouge, le ménomini rond et l'omble de fontaine sont maintenant les principales espèces capturées en juillet et en août (Doyon et Belzile, 1998).

En 1990, une étude sur l'entraînement des poissons a été réalisée à la centrale Robert-Bourassa. L'étude a révélé que ce sont surtout de jeunes ciscos de l'année (20 mm à 50 mm de longueur), une espèce pélagique, ainsi que des individus de 1 an (90 mm à 130 mm de longueur) qui dévalent par les prises d'eau de la centrale. Une étude similaire a été faite à la centrale Brisay en 1997. Il est à noter que, contrairement au réservoir Robert-Bourassa, le cisco de lac est absent du secteur de la centrale Brisay. On y trouve par contre une population de corégones nains, dont le comportement pélagique s'apparente à celui du cisco. Les résultats obtenus indiquent que les poissons en dévalaison sont surtout représentés par de jeunes corégones de l'année et qu'ils dévalent à partir du début d'août.

Figure 9 – Évolution du rendement de pêche (toutes espèces confondues) dans la Grande Rivière



2.7

L'évolution physique, chimique et biologique des zones estuariennes et de la côte nord-est de la baie James

Dans le texte qui suit, nous entendons par *estuaire* le tronçon inférieur d'un cours d'eau situé entre le premier obstacle infranchissable par la marée et l'embouchure, peu importe la salinité observée. La zone côtière comprend les eaux qui s'écoulent le long des rivages marins et les littoraux soumis à la marée. L'estuaire est un lieu où forces marines et forces fluviales s'affrontent ; le débit d'eau douce est donc un facteur qui influe de façon déterminante sur les phénomènes physiques comme la circulation des eaux et la salinité. Si le débit d'eau douce est beaucoup plus faible que le débit de marée, le mélange de l'eau douce et de l'eau salée s'effectuera dans l'enceinte estuarienne. Par contre, si le débit d'eau douce est beaucoup plus grand que le débit de marée, le mélange des deux masses d'eau se fera à l'extérieur de l'estuaire. Parce qu'elles sont moins denses, les eaux douces et les eaux légèrement salées s'étalent au-dessus des eaux salées ; ce mode de diffusion entraîne la formation de ce que l'on appelle un *panache*. Pour un même débit, un panache s'étale sur une plus grande surface sous la glace qu'en eau libre.

Parmi les estuaires influencés par le complexe La Grande, ceux de l'Eastmain et de la Koksoak ont subi des réductions respectives de leur débit naturel de 90 % et de 35 %. Quant au débit annuel moyen de l'estuaire de la Grande Rivière, il a doublé (de 1 700 m³/s à 3 400 m³/s) ; bien que le débit hivernal ait été multiplié par 10, le débit de l'estuaire se trouve régularisé par le régime d'exploitation des ouvrages.

2.7.1

L'estuaire de l'Eastmain

Depuis la réduction du débit fluvial, l'estuaire de l'Eastmain est davantage gouverné par les forces marines. La marée se propage sur l'ensemble des 27 km du tronçon. Le courant s'inverse à chaque cycle de marée, et l'eau salée pénètre, avec une salinité décroissante, sur 10 km à 12 km l'été et sur 13 km à 15 km sous la glace. Le courant net vers l'aval ne réussit plus à expulser les sédiments fins en suspension dans l'eau vers la baie James, et l'estuaire est devenu une zone de dépôt sédimentaire, alors qu'il était en voie d'érosion à l'état naturel.

En raison de l'augmentation du temps de séjour des eaux, de l'enrichissement en éléments nutritifs et de la chute des vitesses d'écoulement, la productivité planctonique a augmenté, tandis que le nouveau régime sédimentaire et l'intrusion saline ont favorisé l'apport du phytoplancton et le développement d'une faune benthique plus abondante et plus diversifiée (Messier, Ingram et Roy, 1986).

Plus productif, l'estuaire offre des conditions propices à la croissance de tous les poissons. L'intrusion saline ne touche que la moitié aval de l'estuaire, et les zones de fraie et d'hivernage existent encore pour les poissons, y compris pour le cisco de lac et le grand corégone. Le principal effet de la réduction du débit fluvial a été un rajustement de la répartition spatiale des populations de poissons en raison de l'intrusion saline sur les 10 ou 12 premiers kilomètres à partir de l'embouchure. Les espèces marines (le chabot à quatre cornes surtout) se sont introduites davantage dans la rivière, et les espèces d'eau douce (le meunier rouge et le doré jaune surtout) ont aussi été refoulées vers l'amont.



L'estuaire de l'Eastmain et la baie James. Au premier plan, la rivière à la Pêche, un tributaire de l'Eastmain.



L'embouchure de la Grande Rivière. Au premier plan, des îlots deltaïques dans la baie James.

2.7.2

L'estuaire de la Koksoak

Étant donné l'ampleur des marées, parmi les plus importantes au monde, la réduction du débit d'eau douce a eu très peu d'influence sur les caractères physiques, chimiques et biologiques de l'estuaire de la Koksoak. Compte tenu des espaces et des volumes en cause, la légère augmentation de l'intrusion saline n'a eu aucun effet observable sur les populations de poissons. Le Groupe d'étude conjoint Caniapiscau-Koksoak (GECCK), qui a effectué un suivi pendant plus de dix ans, dont cinq ans avant la coupure, « n'a pu identifier de répercussions mesurables sur les poissons en relation avec le détournement de la rivière Caniapiscau ». (GECCK, 1985)

2.7.3

L'estuaire de la Grande Rivière et la côte nord-est de la baie James

L'estuaire de la Grande Rivière passe maintenant des débits fluviaux en moyenne deux fois plus élevés qu'à l'état naturel. Pour des débits de $1\ 700\ m^3/s$ à $1\ 800\ m^3/s$, l'eau salée ne pénètre pas dans l'estuaire, et le courant ne s'inverse pas. Ces conditions sont toujours rencontrées en hiver et elles le sont généralement en été depuis 1985. Le taux d'érosion des berges sensibles de l'estuaire, soit de son embouchure jusqu'à la centrale La Grande-1 établie au kilomètre 37 de la rivière, a beaucoup fluctué au cours des ans. Ainsi, en conditions naturelles, soit avant la création du réservoir Robert-Bourassa en 1978, le taux annuel d'érosion était de $57\ 000\ m^3$. De 1978 à 1991, ce taux a augmenté de 49 %, mais il était redevenu comparable aux conditions naturelles entre 1991 et 1993, et ce, avant la mise en

service de la centrale La Grande-1. Pour la période 1997-1999, il était de $38\ 100\ m^3$. Il est possible que ce taux augmente de nouveau compte tenu de la sensibilité des berges et des modalités d'exploitation des centrales.

L'augmentation du courant fluvial se traduit par une reprise de l'érosion des rives et des fonds sableux du delta interne (les 10 premiers kilomètres à partir de l'embouchure) de l'estuaire et par une accélération de l'extension du delta externe (5 km au large de l'embouchure) vers l'ouest.

L'aménagement de la Grande Rivière n'a pas entraîné de modifications des conditions estivales de température et de salinité des eaux côtières, compte tenu des variations spatio-temporelles et même interannuelles de ces paramètres dues à la marée et aux phénomènes météorologiques.

Les modifications physiques sont beaucoup plus marquées en hiver que pendant le reste de l'année. Le débit hivernal peut dépasser $5\ 000\ m^3/s$, ce qui représente plus de dix fois le débit initial, de sorte que le tronçon estuaire est couvert en février d'une glace fragile de l'embouchure jusqu'au kilomètre 20. Par ailleurs, l'épaisseur de la glace de rive de la côte est de la baie James, quoique variable dans le temps et l'espace, n'a guère été influencée par la forte augmentation du débit hivernal issu de la Grande Rivière.

On distingue deux types de glace dans la baie James : la glace de rive, qui occupe une largeur de 15 km à 25 km sur la côte nord-est et, au large, la banquise dérivante, constituée de glaçons flottants et d'étendues d'eau libre. Rappelons qu'en présence d'une couverture

de glace, le panache occupe toujours une plus grande superficie qu'en eau libre. À l'état naturel, le panache hivernal était entièrement confiné sous la glace de rive. À un débit turbiné de 4 000 m³/s ou plus, le panache hivernal occupe une superficie trois fois plus grande qu'avant l'aménagement en présence de grandes étendues d'eau libre dans la baie James (Messier et Anctil, 1996) ou de quatre à cinq fois plus grande si les étendues d'eau libre sont rares.

Toute augmentation de la superficie du panache se traduit par une baisse de la salinité des eaux côtières dans les six mètres supérieurs de la colonne d'eau au nord et au sud de la Grande Rivière. Avant l'aménagement, on observait une faible salinité côtière au moment de la crue printanière. Les pointes de crue survenaient généralement la troisième ou la quatrième semaine de mai et atteignaient de 4 000 m³/s à 6 000 m³/s, alors que la glace de rive était toujours présente. L'augmentation des débits fluviaux en hiver ne crée pas de nouvelles conditions de faible salinité dans les eaux côtières, mais de telles conditions persistent pendant des périodes beaucoup plus longues depuis la construction des aménagements.

La communauté de poissons de l'estuaire de la Grande Rivière est composée de résidants (meunier rouge, ménomini rond et individus appartenant aux espèces migratrices) et de migrants annuels (grand corégone, cisco de lac et omble de fontaine). L'estuaire abrite les mêmes populations et offre des conditions favorables pour la fraie et l'hivernage à toutes les espèces présentes, malgré les modifications majeures apportées au régime hydrologique de la Grande Rivière. Depuis quinze ans, le séjour des migrants dans la baie James s'effectue comme à l'état naturel, et le retour en rivière se produit aux mêmes dates. Les études sur le déplacement des espèces migratrices dans la baie James confirment que celles-ci ne dépassent pas les limites du panache estival de la rivière. Il est possible, sans qu'on l'ait observé précisément, que les zones d'hivernage et de concentration de la fraie se soient déplacées vers l'aval par suite de l'augmentation du débit en hiver. Les salmonidés qui hivernent dans la Grande Rivière ou à son embouchure ne rencontrent pas des conditions plus difficiles que ceux qui se réfugient dans les autres tributaires de la côte nord-est de la baie James, comme en font foi les données sur la croissance, l'embonpoint ou le recrutement. Pour mieux évaluer les effets des modifications de salinité sur l'écosystème côtier influencé par le panache, les herbiers submergés de zostère marine représentaient un très bon indicateur

et ils ont fait l'objet d'un suivi intensif depuis 1980. Ces herbiers, qui poussent dans les nombreuses baies peu profondes situées le long de la côte, fournissent un support à des organismes variés vivant sur les feuilles, dans les sédiments et à la surface des sédiments. Ils servent notamment d'abris aux jeunes chabosseaux à quatre cornes, espèce dominante de la communauté de poissons côtière (Dignard et coll., 1991 ; Lalumière et coll., 1994).

La croissance de la zostère est influencée par une combinaison de facteurs physiques locaux, comme la pente, la transparence de l'eau, l'exposition à l'action érosive des vagues et des glaces ou des facteurs climatiques comme l'ensoleillement. Des variations interannuelles (à la hausse ou à la baisse) de densité et de biomasse sont donc courantes et normales. De telles variations pourraient également être attribuables aux soubresauts du soulèvement du continent qui, à la baie James, se poursuit au rythme moyen de 1 cm à 1,5 cm par année.

Jusqu'à maintenant, rien n'indique que la salinité côtière existant depuis l'exploitation du complexe La Grande ait influé sur la répartition, la densité et la biomasse des herbiers de zostère marine. En été, les conditions de salinité n'ont pas été modifiées par rapport à l'état naturel. En hiver, la plante peut survivre à des salinités inférieures à 1 % comme l'indiquent les résultats du suivi à une station située près de l'embouchure de la Grande Rivière (Julien et coll., 1996).

2.8

La question du mercure

On connaît depuis longtemps les effets sur la santé d'une grave intoxication au mercure. Ces effets ont été décrits lors de l'étude d'événements tels que l'épidémie de la baie de Minamata au Japon, reliée à des rejets industriels de méthylmercure qui ont contaminé des poissons et des fruits de mer, et l'intoxication survenue en Iraq, à la suite de la consommation de grains traités avec un fongicide à base de méthylmercure (Nishimura et Kumagai, 1983 ; Marsh et coll., 1987). Par contre, les effets d'une exposition prolongée au mercure provenant de la consommation de poissons à teneurs élevées en mercure étaient jusqu'à récemment inconnus.

Au début de la construction des aménagements hydro-électriques du complexe La Grande, le phénomène d'augmentation temporaire des teneurs en mercure

des poissons des réservoirs était également inconnu. Vers la fin des années 1970, des études réalisées aux États-Unis et au Manitoba indiquaient des concentrations élevées de mercure dans les poissons de réservoirs récents. Dans le cadre de la réalisation du complexe La Grande, Hydro-Québec a donc entrepris des études en vue de déterminer les facteurs reliés à ce phénomène complexe.

Il a fallu plus de 20 ans de suivi de l'environnement par Hydro-Québec, dont l'analyse de dizaines de milliers de poissons, et plus de 10 ans d'études par plusieurs équipes de recherche universitaires, ainsi que par les équipes du Service canadien de la faune (Environnement Canada), de l'Institut des eaux douces (Pêches et Océans Canada) et d'Hydro-Québec pour arriver à mieux saisir le problème du mercure (Lucotte et coll., 1999).

L'étude des risques pour la santé des consommateurs de poissons, en l'occurrence les Cris, a été réalisée en application de la *Convention sur le mercure*, signée en 1986 par le gouvernement du Québec, les Cris du Québec, la Société d'énergie de la Baie James et Hydro-Québec. Le volet santé relevait du Conseil cri de la santé et des services sociaux de la Baie James (Dumont et coll., 1998).

Le texte qui suit résume les connaissances acquises après des années de recherches intensives.

2.8.1 Le mercure dans le milieu naturel

Le mercure est un métal lourd très répandu dans l'environnement, autant en milieu nordique éloigné qu'en milieu urbain ou industriel. Les principales sources naturelles de mercure sont les roches et la croûte terrestre, les volcans, les incendies de forêt et l'évaporation océanique. Le mercure provient également de sources anthropiques, principalement des émissions liées à la combustion des produits pétroliers et du charbon, à l'incinération des déchets, au raffinage des métaux, à certains procédés industriels (usines de chlore-alcali) ou à des activités minières. Le mercure inorganique se volatilise facilement et passe dans l'atmosphère, où il peut parcourir des milliers de kilomètres avant d'être oxydé et de retomber sur le sol ou dans l'eau avec les précipitations. À l'échelle de la planète, il est généralement admis que les émissions de mercure d'origine naturelle et les émissions de mercure d'origine

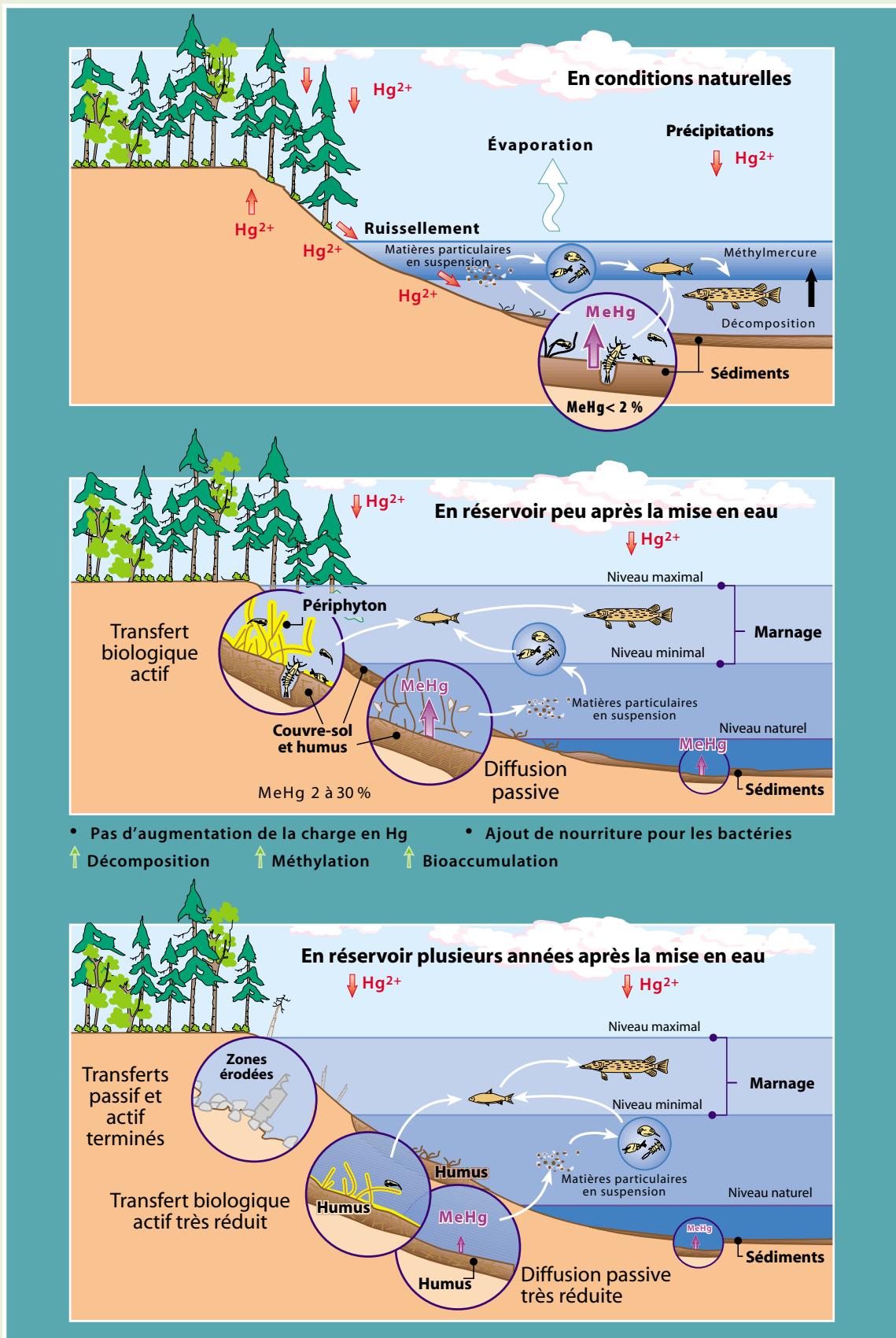
humaine sont à peu près équivalentes, soit approximativement 4 000 tonnes par année (Nriagu, 1989).

Dans l'environnement, on trouve le mercure sous forme métallique (Hg^0), inorganique (Hg^{2+}) ou organique, le méthylmercure (CH_3Hg^+) correspondant à cette dernière forme. C'est surtout sous forme métallique ou inorganique que le mercure est libéré dans le milieu. C'est également à partir des formes inorganiques du mercure, en grande partie d'origine humaine, que provient le méthylmercure présent dans les écosystèmes terrestres et aquatiques du Nord du Québec. En effet, les concentrations de mercure total dans les sédiments de surface des lacs naturels ont augmenté progressivement depuis 1940 et elles atteindraient aujourd'hui en moyenne 2,3 fois les niveaux pré-industriels (Lucotte et coll., 1995). C'est par l'action de micro-organismes que s'effectue le processus de méthylation. Ce processus bactérien de méthylation se produit surtout dans les milieux aquatiques, où il est étroitement associé aux processus naturels de décomposition organique. Le méthylmercure n'est cependant pas stable dans le milieu aquatique, où il peut subir à son tour une dégradation en mercure inorganique. Enfin, une certaine quantité retourne dans l'atmosphère par volatilisation (voir la figure 10).

La teneur en mercure des sédiments de surface des lacs naturels non touchés par du mercure provenant de sources ponctuelles varie généralement de 0,005 mg/kg à 0,5 mg/kg (Johansson et coll., 1995 ; Verta et coll., 1990 ; Lucotte et coll., 1995). La proportion de méthylmercure dans les sédiments est généralement inférieure à 2 %, et les teneurs en méthylmercure excèdent rarement 0,008 mg/kg. Ces teneurs sont cependant beaucoup moins élevées que celles des sédiments de surface du Saint-Laurent, en milieu industrialisé, qui atteignent 4,8 mg/kg (Jarry et coll., 1985).

Le méthylmercure est hydrophobe et il se lie facilement aux particules minérales et organiques en suspension dans l'eau, au plancton ainsi qu'au périphyton et aux insectes qui vivent à l'interface eau-sédiments. Par amplification biologique, la teneur en mercure augmente à chaque niveau trophique de la chaîne alimentaire. Les poissons piscivores accumulent ainsi davantage de méthylmercure que les poissons insectivores ou planctonivores. Les teneurs varient en fonction de la taille, de l'âge et du taux de croissance des

Figure 10 – Le cycle naturel du mercure



poissons. On estime généralement que dans la chair des poissons d'eau douce, le mercure est surtout présent sous forme de méthylmercure et que la proportion de méthylmercure augmente avec le niveau trophique, passant d'environ 80-90 % chez les poissons non piscivores à environ 90-99 % chez les poissons piscivores (Laarman et coll., 1976 ; Lasorsa et Allen-Gil, 1995).

Au Canada, la norme concernant la mise en marché des produits de la pêche a été fixée à 0,5 mg/kg par l'administration fédérale (Santé et Bien-être Canada, 1985). Depuis le début des années 1970, de nombreuses pêches commerciales ont été interrompues dans le nord-ouest du Québec ainsi que dans la vallée du Saint-Laurent et des Grands Lacs à cause des trop fortes teneurs en mercure chez des espèces piscivores comme le doré et le grand brochet. Aux États-Unis et dans plusieurs pays européens, la norme est moins restrictive, et la commercialisation du poisson est permise jusqu'à une concentration de 1 mg/kg dans la chair.

2.8.2 Le mercure au complexe La Grande

La mise en eau d'un réservoir entraîne une élévation du niveau d'eau et la submersion d'une grande quantité de matières organiques terrestres (végétation et horizons organiques de surface des sols). Au cours des premières années d'existence du réservoir, ces matières organiques sont soumises à une décomposition bactérienne accélérée, qui favorise la méthylation du mercure. La production de méthylmercure est régie en grande partie

par la quantité et la nature des matières organiques ennoyées ainsi que par des facteurs biotiques et abiotiques tels que l'activité bactérienne et les caractères physico-chimiques de l'eau (pH, oxygène dissous, potentiel d'oxydoréduction, etc.) (Lucotte et coll., 1999 ; Johnston et coll., 1991 ; Schetagne et Verdon, 1999b ; Gilmour et Henry, 1991).

La biodisponibilité du mercure pour la faune aquatique des réservoirs s'accroît dans une proportion qui varie en fonction de nombreux facteurs : l'étendue d'espace terrestre ennoyé, la durée de mise en eau, le temps de séjour des eaux dans le réservoir, le volume d'eau, la proportion de sols ennoyés en eau peu profonde (où le biotransfert est maximal), la qualité de l'eau, le réseau alimentaire du milieu ennoyé, la dynamique des populations de poissons, etc. (Brouard et coll., 1990 ; Jones et coll., 1986 ; Doyon et coll., 1996).

Au complexe La Grande, le suivi en cours depuis 1978 indique que les teneurs maximales en mercure des poissons provenant des réservoirs sont de 3 à 6 fois plus élevées que celles des poissons vivant en milieu naturel. Les teneurs maximales sont atteintes au bout de 5 à 10 ans chez les espèces se nourrissant de plancton et d'insectes, et au bout de 10 à 15 ans chez les espèces piscivores (Verdon et coll., 1991 ; Chartrand et coll., 1994).

Par la suite, les teneurs diminuent progressivement pour redevenir semblables à celles que l'on observe chez les poissons des lacs naturels de la région (voir les figures 11 et 12) ; cela se produit au bout de 10 à 20 ans chez les espèces non piscivores et au bout de 20 à 30 ans chez les espèces piscivores (Schetagne et Verdon, 1999a).

Les observations faites à d'autres réservoirs, dans le Bouclier canadien et en Finlande, donnent également à penser que le retour à des teneurs en mercure comparables à celles des poissons des lacs naturels environnants survient de 20 à 30 ans après la mise en eau (Verdon et coll., 1991 ; Verta et coll., 1986).

Le suivi des teneurs en mercure des poissons du complexe La Grande révèle aussi que le mercure est exporté en aval des réservoirs, surtout par les particules en suspension dans l'eau, tels les débris organiques, par le plancton, par les insectes aquatiques et par les petits poissons (Messier et Roy, 1987 ; Brouard et coll., 1994 ; Montgomery et coll., 1996).



Étude sur les poissons.

Figure 11 – Évolution des teneurs en mercure des grands corégones dans les réservoirs du complexe La Grande

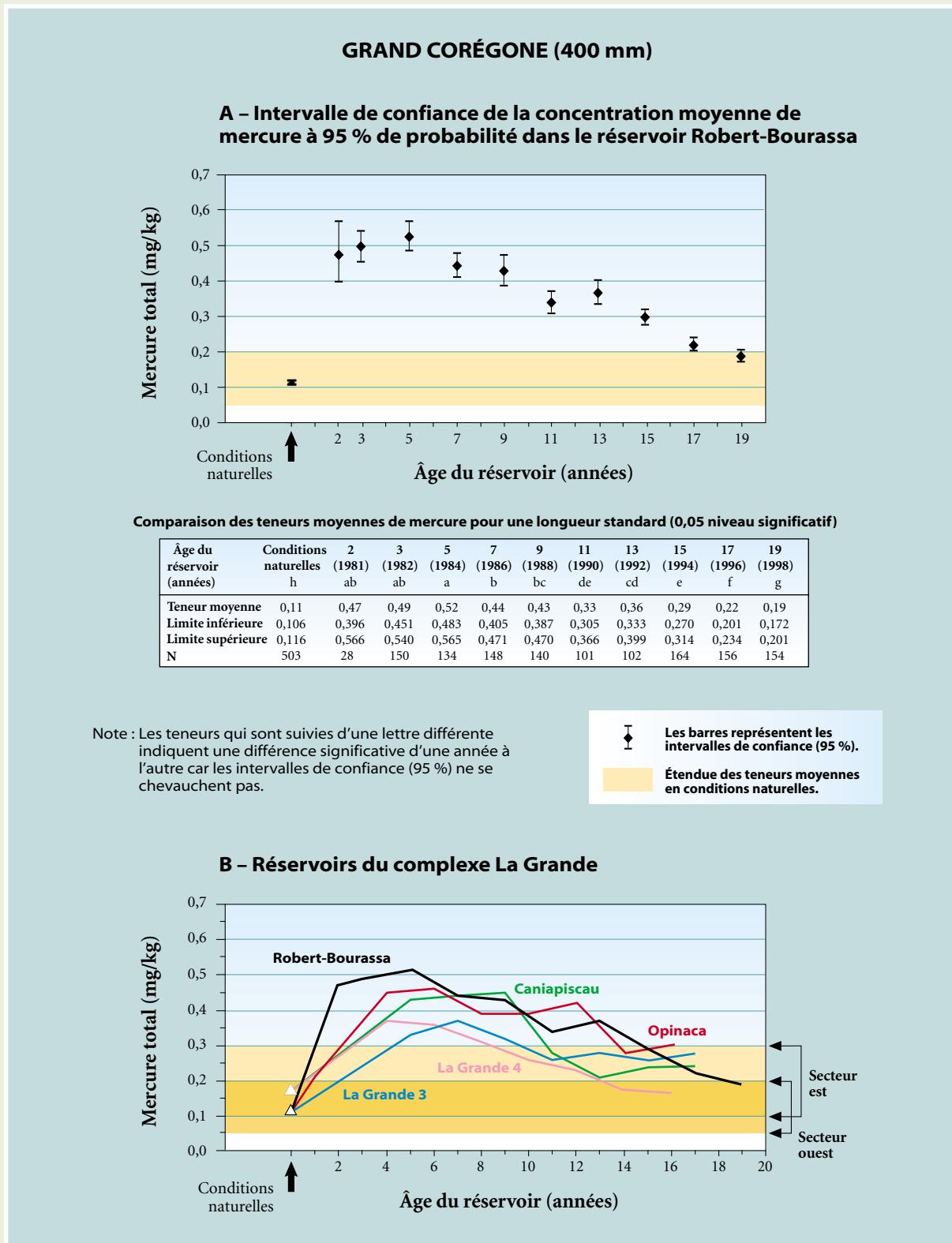
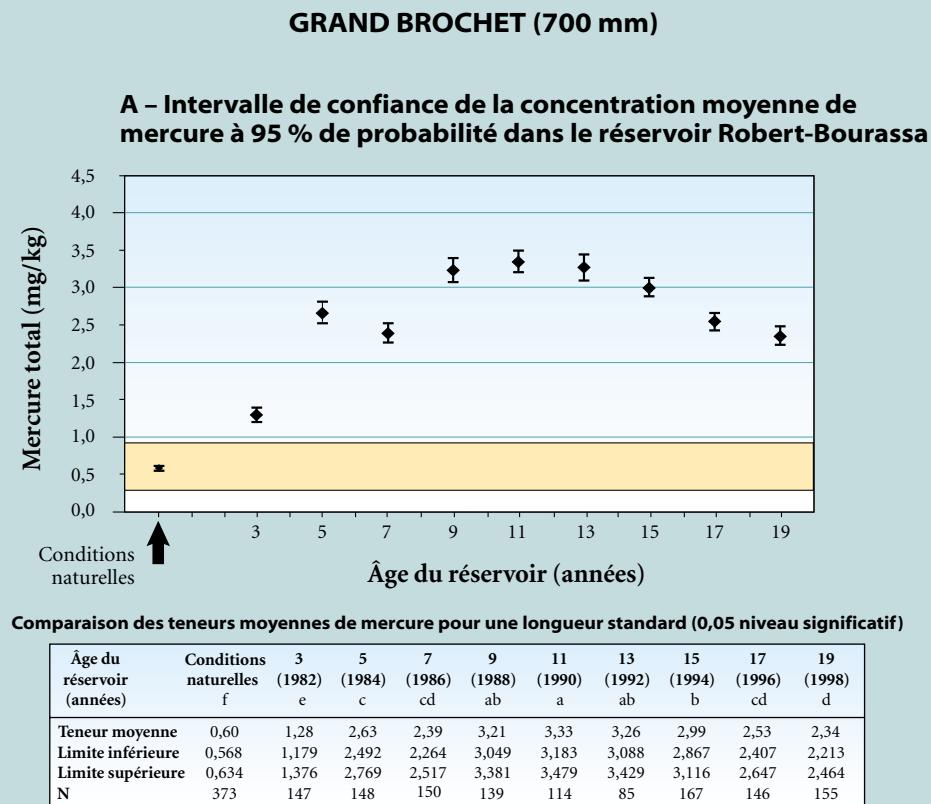


Figure 12 – Évolution des teneurs en mercure des grands brochets dans les réservoirs du complexe La Grande



Note : Les teneurs qui sont suivies d'une lettre différente indiquent une différence significative d'une année à l'autre car les intervalles de confiance (95 %) ne se chevauchent pas.

Les barres représentent les intervalles de confiance (95 %).
Etendue des teneurs moyennes en conditions naturelles.

B – Réservoirs du complexe La Grande

Âge du réservoir (années)	La Grande 3	Robert-Bourassa	Opinaca	Caniapiscau	La Grande 4	Desaulniers
0	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7
2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2
4	2,1	2,6	2,1	1,4	1,4	1,4
6	2,5	2,5	2,5	1,4	1,4	1,4
8	3,2	3,2	3,2	1,8	1,8	1,8
10	3,8	3,3	2,8	2,2	1,5	1,5
12	4,1	3,3	2,6	2,2	1,6	0,8
14	3,8	3,3	2,4	2,0	1,4	0,7
16	3,2	2,8	2,1	1,8	1,4	0,6
18	3,0	2,5	1,9	1,6	1,2	0,5
20	2,8	2,2	1,7	1,4	1,1	0,4

Les teneurs en mercure des poissons habituellement non piscivores peuvent parfois être plus élevées juste en aval d'une centrale qu'en amont de celle-ci. C'est ce que l'on a observé chez les grands corégones capturés en aval de la centrale Robert-Bourassa, qui ont des teneurs en mercure 2,5 fois plus élevées que celles des sujets capturés dans le réservoir (voir la figure 13). Dans ce cas, les individus de grande taille capturés en aval se nourrissaient principalement de petits poissons qui provenaient du réservoir après avoir franchi les turbines.

La création de réservoirs dans le bassin versant de la Grande Rivière a eu peu d'incidence sur la teneur en mercure des poissons de la côte est de la baie James. Une augmentation de cette teneur a été observée seulement dans la zone d'influence des eaux issues de la Grande Rivière, soit sur une distance de 10 km à 15 km de part et d'autre de l'embouchure (Schetagne et Verdon, 1999b).

2.8.3 Le mercure et la santé

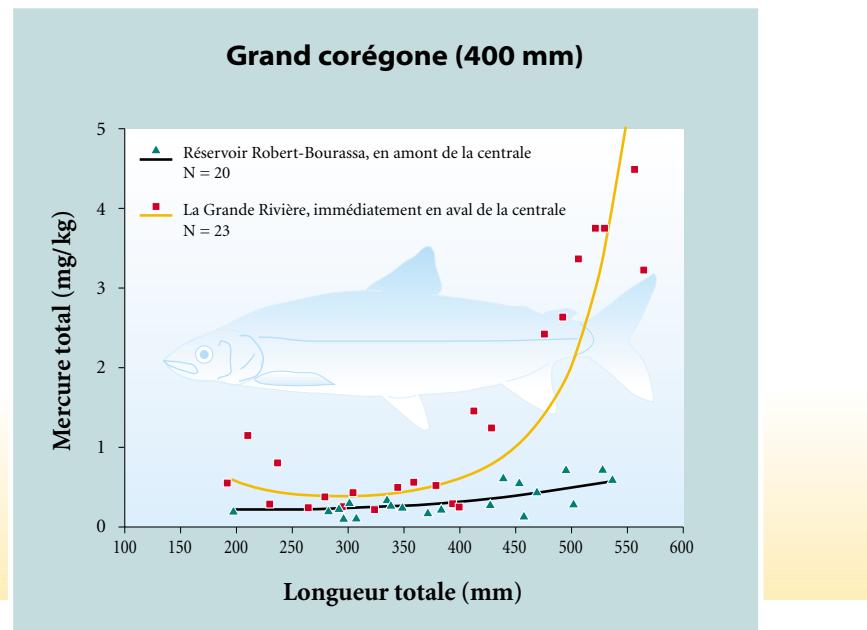
La présence du mercure dans l'environnement est préoccupante à cause de la toxicité potentielle de ce métal pour l'homme. À l'exception des cas d'exposition

industrielle, la principale source d'exposition humaine au mercure réside dans la consommation de poissons. C'est à la principale forme organique du mercure, le méthylmercure, que l'homme est le plus exposé. Par leur mode de vie orienté en grande partie vers les activités de chasse et de pêche, les Cris de la Baie-James sont généralement plus exposés au méthylmercure que la population québécoise en général.

C'est dans cet esprit que la *Convention sur le mercure* (1986) a été signée par le Grand Conseil des Cris (du Québec), Hydro-Québec, le gouvernement du Québec, la SEBJ et l'Administration régionale cri. Cette convention avait trois objectifs :

- déterminer la nature et la portée du problème causé par la présence de mercure dans l'environnement, en tenant particulièrement compte du bassin du complexe La Grande (1975) ;
- s'efforcer de réduire le plus possible tout risque pour la santé qui découle de la présence de mercure dans l'environnement ;
- atténuer les impacts négatifs actuels et éventuels sur les Cris, sur leur mode de vie et sur leurs activités d'exploitation, et prévoir des mesures de correction.

Figure 13
Relation entre le mercure et la longueur des grands corégones capturés en amont et en aval de la centrale Robert-Bourassa (1992)



Le méthylmercure dans l'organisme

Chez l'homme, le méthylmercure présent dans les aliments ingérés est presque entièrement absorbé par le tube digestif, d'où il se répartit de façon inégale dans les tissus du corps. C'est dans le cerveau et les cheveux que le mercure atteint les plus hautes teneurs. Une fois absorbé, le méthylmercure est progressivement transformé en mercure inorganique. C'est le résultat d'un cycle entéro-hépatique. Quand le méthylmercure présent dans le sang passe dans le foie, il est retourné à l'intestin par les voies biliaires. À chaque passage, le foie en transforme une partie en mercure inorganique. Ce dernier est très peu absorbé par l'intestin et passe donc dans les selles. L'activité microbienne intestinale peut accélérer le processus d'élimination en transformant aussi le méthylmercure en mercure inorganique. C'est ainsi que plus de 90 % de la dose ingérée sera éventuellement éliminée par voie fécale.

La demi-vie d'élimination de la charge corporelle a été mesurée chez plusieurs volontaires : elle est d'environ 70 jours. Cependant, la demi-vie du méthylmercure dans le sang est de l'ordre de 40 à 50 jours (Smith et Farris, 1996).

La concentration de méthylmercure dans un cheveu est proportionnelle à la concentration sanguine au moment de la formation du cheveu et reste inchangée en un point précis pendant toute la durée de vie du cheveu. Puisqu'un cheveu pousse d'environ 1 cm par mois, la concentration de mercure mesurée sur un centimètre de cheveu reflète la concentration moyenne au cours du mois correspondant. C'est la technique employée pour mesurer la concentration de mercure chez l'homme.

La toxicité du méthylmercure chez l'adulte et le fœtus

Ce sont principalement les études consacrées aux populations de la baie de Minamata au Japon (pollution industrielle) et de l'Iraq (grain contaminé), victimes d'intoxications aiguës, qui ont permis de quantifier et de caractériser la neurotoxicité du méthylmercure pour l'homme.

Quelques mois après le début de l'intoxication, le symptôme le plus précoce est l'apparition d'un engourdissement des extrémités et parfois du pourtour de la bouche. Ces symptômes apparaissent à des concentrations de méthylmercure comprises entre 250 mg/kg et 500 mg/kg (ppm). À des doses progressivement supérieures, on note l'apparition de plusieurs

troubles neurologiques, dont un manque de coordination, la constriction du champ visuel et l'incapacité d'élocution.

Les études menées en Iraq ont révélé que les enfants étaient plus atteints que leur mère. À des concentrations variant entre 160 mg/kg et 320 mg/kg dans les cheveux de la mère, les enfants souffraient d'un syndrome similaire à une paralysie cérébrale. À plus de 400 mg/kg, il y a eu plusieurs décès chez les enfants. Chez 33 couples mère-enfant étudiés où la concentration maximale dans les cheveux de la mère était inférieure à 10 mg/kg, aucune anomalie n'a été observée. Une analyse récente des données sur l'intoxication en Iraq situe le seuil toxique à 114 mg/kg dans les cheveux de la mère (Crump et coll., 1995).

Ces intoxications aiguës ne sont aucunement comparables au niveau d'exposition qui affecte les populations consommant une grande quantité de poissons, comme c'est le cas des Cris de la Baie-James.

Le seuil d'intervention

La dose journalière admissible est actuellement sujette à discussion dans la communauté scientifique. Deux études épidémiologiques récentes menées aux îles Seychelles et Féroé présentent des résultats contradictoires quant au seuil d'exposition à partir duquel le fœtus subit un risque.

Selon les résultats de l'étude des îles Seychelles, le NOAEL (*no-observable-adverse-effect level*, ou niveau d'exposition sans effet nocif observé) serait d'environ 25 mg/kg de mercure dans le cheveu de la mère (Crump et coll., 2000). Ce seuil se traduirait par une dose admissible d'environ 2,5 µg par kilogramme de poids corporel par jour. Par contre, selon les résultats de l'étude des îles Féroé, le NOAEL serait d'environ 1 mg/kg de mercure dans le cheveu de la mère (Grandjean, 2000), ce qui se traduirait par une dose admissible d'environ 0,1 µg par kilogramme de poids corporel par jour. Quant aux faibles doses liées à la consommation de poissons, il est difficile d'évaluer le risque pour le fœtus car il existe actuellement un débat scientifique concernant le seuil d'exposition à partir duquel le fœtus est soumis à un risque.

Dans le cas de l'étude des îles Féroé, il faut toutefois mentionner que l'exposition au mercure provenait surtout de la consommation de baleines dont la chair est également contaminée par de nombreux autres composés neurotoxiques. Par conséquent, on ne peut

directement appliquer les conclusions de cette étude aux populations exposées au mercure principalement par la consommation de poissons.

Le Conseil cri de la santé et des services sociaux de la Baie James, organisme géré et administré par les Cris, a défini comme seuils d'intervention des concentrations de mercure dans le cheveu de 30 mg/kg pour les adultes et de 15 mg/kg pour les femmes en âge de procréer (de 15 à 39 ans). Ces seuils tiennent compte de l'importance du poisson dans le régime alimentaire des Cris.

Comme il n'existe aucun traitement pour remédier aux effets d'une intoxication au mercure après leur apparition, la seule intervention possible consiste à cesser l'exposition en remplaçant l'aliment contaminé par un autre qui ne l'est pas ou qui l'est moins. Le processus naturel d'élimination du mercure par voie fécale permet un retour à une charge corporelle inférieure aux niveaux considérés comme dangereux.

2.8.4

Le niveau d'exposition chez les Cris de la Baie-James

Le poisson représente une source importante de nourriture pour les Cris de la Baie-James. Une étude effectuée au milieu des années 1970 révèle que le poisson représentait de 15 % à 20 % de la nourriture sauvage consommée par les Cris. À cette période, soit avant la mise en eau des réservoirs, on a découvert des teneurs élevées en mercure dans les poissons des plans d'eau situés au sud de la région de la Baie-James, liées à une source de pollution industrielle. Cette découverte a incité les Cris à modifier leurs stratégies de récolte et de consommation du poisson. Au début des années 1980, la découverte d'une importante augmentation des teneurs en mercure dans les poissons des réservoirs du complexe La Grande allait accroître les appréhensions des Cris.

Étant donné l'importance du poisson dans le régime alimentaire des Cris et les teneurs élevées en mercure de certaines espèces de poissons en milieu naturel et en réservoir, la problématique du mercure touche les neuf communautés cries de la Baie-James. Les familles qui s'adonnent régulièrement aux activités traditionnelles (environ 30 % de la population) sont les plus susceptibles d'être exposées à des teneurs élevées en méthylmercure et, particulièrement, celles qui exploitent les poissons piscivores des lacs et des réservoirs.

Dans le cadre de la *Convention sur le mercure (1986)*, le suivi du niveau d'exposition des Cris au mercure était sous la responsabilité du Conseil cri de la santé et des services sociaux de la Baie James (Dumont et coll., 1998).

Selon les résultats les plus récents, obtenus en 1993 et en 1994 auprès de 3 599 personnes provenant des 9 communautés cries, 5 adultes seulement — tous âgés de 50 ans et plus — avaient des concentrations supérieures à 30 mg/kg dans les cheveux, et aucune femme en âge de procréer n'avait de concentration supérieure au seuil d'intervention de 15 mg/kg (Dumont, 1995). Les résultats montrent que l'intoxication au mercure chez les Cris a diminué progressivement depuis 1984. En 1993-1994, la teneur moyenne était de 3,8 mg/kg dans l'ensemble de la population, et plus de 90 % des personnes avaient des concentrations inférieures ou égales à 7,1 mg/kg. Les concentrations ont également beaucoup diminué chez les mères et les nouveau-nés (Girard et Dumont, 1995 ; Dumont et coll., 1998).

Compte tenu des campagnes d'information visant à renseigner les Cris sur les teneurs plus élevées dans les poissons des réservoirs, l'exposition actuelle de la population au mercure provient en très grande partie de la consommation de poissons capturés dans des milieux qui n'ont pas été perturbés par l'aménagement du complexe La Grande. D'ailleurs, ce sont les Cris du village de Whapmagoostui, qui n'ont pas d'accès routier aux réservoirs du complexe La Grande, qui avaient la concentration de mercure dans les cheveux la plus élevée des neuf communautés cries de la Baie-James.

En 1995, le Conseil cri de la santé et des services sociaux de la Baie James a recommandé aux Cris de manger du poisson au moins deux fois par semaine, particulièrement des poissons non piscivores comme le cisco de lac, le grand corégone, l'omble de fontaine, l'esturgeon de lac et le meunier rouge (Comité de la Baie James sur le mercure, 1995). Cette recommandation était motivée par le fait que l'exposition au mercure est contrôlée chez les Cris, que le poisson est un aliment de qualité pouvant être obtenu à peu de frais et que la pêche est importante pour cette population, autant sur le plan social et culturel que sur le plan économique. Aujourd'hui, les sujets de taille propre à la consommation appartenant à ces espèces non piscivores peuvent désormais être consommés sans restriction par tous, même s'ils proviennent de milieux

modifiés faisant partie du complexe La Grande. Par ailleurs, en ce qui concerne certaines de ces espèces, dans le cas des sujets provenant de milieux bien déterminés situés juste en aval des centrales, une consommation modérée est recommandée pour les femmes en âge d'avoir des enfants. La consommation de poissons piscivores capturés dans les milieux modifiés est encore interdite à ces femmes, mais elle est permise, sous réserve de modération, à tous les autres consommateurs. Ces recommandations devraient être encore moins restrictives dans l'avenir, compte tenu de la diminution continue des teneurs en mercure des poissons des réservoirs et des autres milieux modifiés (Comité de la Baie James sur le mercure, 1998).

Dans le cadre de la *Convention sur le mercure* (1986), de 1986 à 1996, plusieurs projets de pêches communautaires ont été mis en œuvre dans les villages cris. Pour rendre ces pêches plus sécuritaires, des cartes précises indiquant les lieux de pêche, la taille et les espèces de poisson recommandés ont été fournies aux usagers (Tremblay et Langlois, 1996).

2.9

La question de l'effet de serre

La création d'un réservoir entraîne la mise en eau d'une importante surface terrestre. Une partie de la biomasse végétale ennoyée peut se décomposer plus ou moins rapidement selon la nature et les conditions physiques du milieu concerné. Cette décomposition favorise la formation de gaz à effet de serre (GES) tels que le méthane (CH_4), l'anhydride carbonique (CO_2) et le protoxyde d'azote (N_2O) (Duchemin et coll., 1995).

Les gaz à effet de serre émis par un réservoir proviennent également de la décomposition de la biomasse issue de la production primaire nette du réservoir, des matières organiques dissoutes ou particulières introduites dans le réservoir par les eaux de surface et de ruissellement des divers bassins versants qui l'alimentent ainsi que par la retombée de CO_2 atmosphérique dans les eaux de surface. Pour déterminer l'apport en gaz à effet de serre lié à la création d'un réservoir, il faut pouvoir déterminer le volume des émissions de gaz à effet de serre du bassin hydrographique dont fait partie le réservoir avant et après la submersion de la végétation.

Les études et les recherches intensives effectuées depuis 1993 par Hydro-Québec en collaboration étroite avec des centres de recherche universitaires ne permettent toujours pas de déterminer la production des différentes sources de gaz à effet de serre d'un bassin hydrographique ni de mettre en évidence l'évolution temporelle des émissions globales de gaz à effet de serre.

L'analyse des résultats expérimentaux obtenus au complexe La Grande révèle que le taux d'émission de gaz à effet de serre à l'interface atmosphère-eau du réservoir Laforge 1 au cours des cinq premières années (1993-1997) et du réservoir Robert-Bourassa au cours des 15^e, 16^e et 19^e années (1993, 1994 et 1997) après la mise en eau varie considérablement tant sur le plan spatial que sur le plan temporel, pour une moyenne globale de 1 900 mg CO_2 /m²-jour. Les variations annuelles sont cependant grandes (de 1 280 à 3 060 mg CO_2 /m²-jour) de même que les variations entre les sites de prélèvement (\pm 430 à 1 400 mg CO_2 /m²-jour) selon les années.

Étant donné que seule une petite partie de la matière végétale ennoyée se décompose sur une période de 10 à 15 ans dans un réservoir situé en milieu nordique (voir la section 2.5.1 sur la qualité de l'eau), on pourrait s'attendre à ce que les émissions de gaz à effet de serre baissent considérablement après plusieurs années. Or, on constate que des réservoirs beaucoup plus âgés, tels les réservoirs Manicouagan (28 ans) et Gouin (80 ans), émettent encore de 1 175 à 1 275 mg CO_2 /m²-jour, ce qui laisse supposer que la matière organique ennoyée représente une part beaucoup moins importante de la production totale de gaz à effet de serre d'un réservoir que ce que l'on pourrait croire de prime abord. Cette hypothèse est renforcée par le fait que les émissions de gaz à effet de serre des lacs de référence choisis pour les réservoirs Manicouagan et Gouin sont comparables ou supérieures à celles de ces derniers (Duchemin et coll., 1999 ; Chaire de recherche en environnement Hydro-Québec—CRSNG—UQAM, 1999).

Les études en cours sur les milieux de référence permettront de préciser l'apport des réservoirs hydroélectriques en gaz à effet de serre. Selon les données actuelles, qui peuvent être considérées comme prudentes, les centrales thermiques au gaz et au charbon émettent respectivement 14 fois et 28 fois plus de gaz à effet de serre par gigawattheure que les centrales hydroélectriques du complexe La Grande. Chaque gigawattheure d'origine hydraulique produit et vendu

au Québec prévient le rejet dans l'atmosphère de 500 à 700 tonnes de CO₂ (travaux en cours à la Chaire de recherche en environnement Hydro-Québec—CRSNG—UQAM).

2.10

Le milieu terrestre

À leur niveau maximal, les réservoirs du complexe La Grande couvrent près de 13 000 km². Si l'on ne tient pas compte des étendues d'eau préexistantes, les lieux terrestres ennoyés représentent près de 11 000 km². Un peu plus de 6 % de la surface terrestre du bassin versant aménagé de la Grande Rivière a été mise en eau. Les milieux ennoyés n'avaient pas tous la même valeur pour la faune. La pessière à lichen est importante pour le caribou en hiver. Les arbustaines et la végétation riveraine sont recherchées par l'orignal et par la petite faune, tels les lagopèdes. Les milieux humides sont fréquentés par la sauvagine. Une faible partie de ces milieux, très répandus dans la zone du complexe La Grande, ont été ennoyés. Sur le plan physique, il s'agit d'une transformation considérable ; sur le plan biologique, le calcul des pertes n'est pas aussi simple.

Le milieu aquatique a l'avantage d'être beaucoup plus stable que le milieu terrestre, ce qui explique en partie l'absence de grandes fluctuations chez les populations de poissons. Le milieu terrestre, sujet à des soubresauts tels que les aléas climatiques et les incendies de forêt, ne peut garantir une grande stabilité à la faune qu'il supporte. Aussi, l'efficacité du transfert énergétique par kilogramme de biomasse produit est-elle beaucoup plus grande chez les animaux à sang froid, comme le corégone et le brochet, qu'elle peut l'être chez les animaux à sang chaud, comme le caribou et la bernache.

Selon les études, dans les bassins versants de la Grande Rivière et de la Grande rivière de la Baleine, la biomasse est de trois à quatre fois plus importante en lac qu'en rivière et elle atteint environ 20 kg/ha en lac. Dans les réservoirs du complexe La Grande, la biomasse atteint 25 kg/ha au cours des premières années. Dans le cas de la faune terrestre, la biomasse disponible totale des principales espèces d'intérêt serait d'environ 1 kg/ha. Environ 60 % de cette biomasse provient d'herbivores migrateurs comme le caribou, la sauvagine et les lagopèdes, qui ne tiraient qu'une faible partie de leur énergie des lieux terrestres ennoyés. Les autres

40 % (produits localement) proviennent surtout d'herbivores comme le lièvre, le castor, le rat musqué, le porc-épic et les tétras. Les carnivores, au sommet de la chaîne alimentaire, ne représentent qu'une très petite part de la biomasse terrestre.

D'après la production de biomasse, la perte de milieux terrestres est largement compensée par l'extension du milieu aquatique. Il s'agit néanmoins d'une perte écologique qui touche particulièrement l'habitat des espèces sédentaires. La faune terrestre n'étant pas inféodée à son milieu comme la faune aquatique, il est beaucoup plus difficile de déterminer les pertes que le complexe La Grande a pu lui faire subir. Par ailleurs, le suivi effectué avant, pendant et après la construction du complexe a apporté plusieurs éclaircissements sur l'évolution de la végétation des nouvelles rives et sur le comportement de la faune terrestre en pareil cas.

2.10.1

L'évolution de la végétation riveraine

La végétation riveraine, c'est-à-dire la végétation du bord des eaux, est soumise à une alternance d'inondation et d'exondation. Bien que le développement et la zonation de la végétation riveraine obéissent à plusieurs facteurs, c'est d'abord l'écart entre le niveau des eaux au moment des crues printanières et au moment de l'étiage estival qui dicte la largeur de cette bande végétale. C'est la raison pour laquelle la végétation du bord des lacs est la plupart du temps moins large et moins diversifiée que celle que l'on trouve le long des rivières et des ruisseaux (Foramec, 1992).

Le pourtour des réservoirs et les lacs Boyd-Sakami (dérivation EOL)

Le suivi du complexe La Grande a montré que la croissance, la distribution et la zonation des végétaux du bord des réservoirs étaient régies par la durée d'inondation, l'amplitude des fluctuations de niveau d'eau, la valeur de la pente, le type de substrat et l'importance des agents érosifs (glace, vent, courant, vague, etc.) (SEB, Groupe Dryade et Foramec, 1985).

Cinq ans après la mise en eau des réservoirs du complexe La Grande, les rives exposées aux agents d'érosion étaient déboisées, et aucune espèce ne colonisait encore les surfaces érodées. Sur les rives plus abritées, les arbres étaient toujours debout, mais c'est seulement près de la cote maximale du plan d'eau

que quelques-uns montraient une certaine vitalité. Quelques espèces arbustives hautes (saules et aulnes) provenant du peuplement forestier pouvaient également s'y rencontrer. La composition végétale des rives tourbeuses en position très abritée se maintenait sur plusieurs mètres de largeur sous la cote maximale du plan d'eau, par suite du soulèvement de la tourbe ou de la plus grande tolérance de ces espèces aux submersions occasionnelles. Certaines herbacées de grande amplitude écologique profitaiient de l'érosion de la couche de matière organique et de la variabilité du niveau d'eau pour s'établir près de la cote maximale (SEBJ, Groupe Dryade et Foramec, 1985).

Dix ans après la mise en eau des réservoirs du complexe La Grande, le déboisement des rives par les agents naturels se poursuivait lentement, les saules des peuplements forestiers persistaient toujours et des colonies de carex et de graminées s'étaient établies près de la cote maximale des plans d'eau (Hydro-Québec, 1989). Les herbacées avaient profité du caractère découvert du milieu et de la baisse du niveau d'eau causée par la plus faible hydraulique des dernières années pour se propager.

Aujourd'hui, près de 20 ans après la mise en eau, on note la présence d'espèces annuelles sur la portion des berges fréquemment inondée à la place des herbacées, qui ne peuvent survivre au gel lorsqu'elles sont exondées pendant plus d'un hiver. À la limite des hautes eaux, une jeune arbustaire se développe dans les secteurs les plus favorables. De fait, une bonne partie de la végétation riveraine actuelle représente une situation temporaire : elle peut disparaître si le niveau des réservoirs revient à la cote maximale. Somme toute, la reconstitution naturelle de la végétation riveraine des réservoirs demeure faible et elle varie selon le type de substrat, l'hydraulique et les modalités d'exploitation des centrales.

Dans la dérivation Boyd-Sakami, le comportement de la végétation riveraine au cours des cinq premières années a été similaire à celui qui a été observé dans les réservoirs, puisque le niveau d'eau pendant cette période a varié comme celui d'un réservoir. Par la suite, une meilleure maîtrise des débits à l'ouvrage régulateur du réservoir Opinaca a permis à certaines espèces herbacées et arbustives de coloniser les rivages déboisés, près de la cote maximale des plans d'eau (Hydro-Québec, 1989). Aujourd'hui, après 20 ans, cette tendance s'est maintenue, et l'on note la présence d'une végétation riveraine plus développée que celle des berges des réservoirs.

Les berges des rivières à débit réduit

Sur les rivières à débit réduit du complexe La Grande (Eastmain, Opinaca et Caniapiscau), le processus de recolonisation végétale des surfaces exondées à pente faible a été relativement rapide dans le cas des platières constituées de matériaux fins : dès la première année, la diversité floristique avait augmenté de 23 % sur l'Opinaca et l'Eastmain. Les plantes aquatiques exondées ont régressé rapidement, alors que les espèces de la zone riveraine supérieure ont proliféré. Après huit ans, les espèces arbustives de l'étage riverain supérieur s'étaient considérablement développées sur l'ensemble de la rive, aux dépens des espèces pionnières des milieux humides. Les platières constituées de matériaux grossiers, à drainage rapide, ont connu une évolution semblable, mais beaucoup plus lente.



À la suite de la dérivation de la rivière Eastmain, la végétation riveraine colonise les zones exondées.

Les rives constituées de matériaux sableux et argileux ont dû être stabilisées par ensemencement d'espèces herbacées et plantation d'arbustes. Au total, 145 ha de rives exondées de l'Opinaca et de l'Eastmain ont été ensemencés et fertilisés. Après deux ou trois ans, le recouvrement des zones ensemencées était de 100 %, comparativement à 70 % pour les zones non ensemencées. En occupant tout l'espace disponible, la végétation a contré les phénomènes d'érosion fluviatile et éolienne. Le succès de la plantation d'arbustes et de plantes herbacées a été beaucoup moins marqué. Un fort pourcentage des 318 500 plants étaient morts après deux ans. Au bout de sept ans, les rives où des saules et des aulnes avaient été plantés ne présentaient pas un recouvrement supérieur à celui des rives n'ayant fait l'objet d'aucune plantation.

Aujourd'hui, presque toutes les rives exondées de l'Opinaca et de l'Eastmain sont entièrement couvertes de végétation. Une strate herbacée occupe l'étage inférieur, tandis que l'étage supérieur est entièrement occupé par une strate arbustive.

Les rives de la Caniapiscau, plus rocallieuses, sont colonisées beaucoup plus lentement que celles de l'Opinaca et de l'Eastmain, d'autant plus que des évacuations contrôlées effectuées la première et la deuxième année après la mise en eau du réservoir (1984-1985) ont retardé la colonisation naturelle. Trois ans après les évacuations, en amont du lac Cambrien (un élargissement de la rivière Caniapiscau), on notait sur les berges constituées de silt argileux un élargissement de la saulaie riveraine et un début de colonisation herbacée de l'étage inférieur. Huit ans plus tard, en septembre 1996, cette tendance se poursuivait, et la composition végétale s'était diversifiée, même sur les substrats grossiers. Une strate arborescente occupe l'étage supérieur.

Les rives exondées du lac Cambrien, comme celles de la rivière plus en aval, n'avaient pas l'importance des rives situées plus en amont ; par ailleurs, elles étaient couvertes de végétation sur au moins 50 % de leur surface, 15 ans après la réduction du débit. En outre, au lac Cambrien, on notait un élargissement marqué de l'écotone riverain à l'étage supérieur des anciennes rives, un mince cordon relativement stérile constitué par l'ancienne plage de sable plus bas, puis une végétation variée ayant déjà l'allure d'un écotone sur le nouvel étage inférieur (Denis et Hayeur, 1998).

De façon générale, les rives exondées des rivières à débit réduit du complexe La Grande se sont couvertes de végétation, ce qui a entraîné un élargissement des anciens écotones riverains. Cette extension compense en partie la perte d'écotones riverains due à la création des réservoirs.

2.10.2

Le comportement de la faune terrestre dans les milieux modifiés

Le suivi des milieux modifiés a permis de mieux comprendre l'incidence des aménagements du complexe La Grande sur les principales espèces terrestres, particulièrement les espèces non migratrices, qui fréquentaient ces milieux avant, pendant et après la construction du complexe.

La mise en eau et la présence des réservoirs

La création d'un réservoir entraîne le déplacement des espèces essentiellement terrestres et non migratrices qui fréquentaient les lieux mis en eau. Le lièvre d'Amérique, par exemple, qui se répartit presque uniformément dans la zone du complexe La Grande, a dû se déplacer et occuper un territoire plus restreint où la compétition intraspécifique et la prédateur ont établi un nouvel équilibre. Comme les indices de présence de



Recolonisation du lit asséché de la Caniapiscau.
À l'arrière-plan, le réservoir Caniapiscau.

ce petit mammifère révèlent une densité de population variant entre 0,6 ind./km et 2,1 ind./km selon la phase du cycle d'abondance (Somer, 1984 ; Groupe Roche Boréal, 1991), il est très difficile d'établir la perte réelle qu'a pu subir la population de lièvres du complexe La Grande. Plusieurs observations tendent à montrer que la perte est moins grande que ce que l'on avait anticipé, au départ, sur la base des surfaces terrestres perdues. Au début de la mise en eau du réservoir Robert-Bourassa, en novembre 1978, et pendant l'hiver qui a suivi, de nombreux lièvres circulaient sur la glace des réservoirs. Plusieurs îles des réservoirs ont ainsi été colonisées par ce rongeur. Des observations récentes révèlent que ces îles sont toujours abondamment fréquentées par le lièvre d'Amérique au cours de l'hiver.

Pour les espèces semi-aquatiques comme le castor et le rat musqué, la situation semble avoir été moins défavorable. Le suivi du castor, dont la présence est plus facile à observer au cours des inventaires aériens, a fourni plusieurs données sur le comportement de ce rongeur pendant et après la mise en eau.

Au printemps qui a suivi le début de la mise en eau du réservoir La Grande 3, les castors s'étaient déplacés progressivement en bordure des peuplements feuillus ennoyés. Ils avaient survécu à l'hiver sous leurs huttes et sous leurs amas de nourriture ; d'autres avaient parcouru jusqu'à 3,5 km pour coloniser un nouveau territoire (SEBJ et SOTRAC, 1983). Un couple d'adultes munis d'un émetteur radio au printemps de 1981 fut aperçu en compagnie d'un jeune de l'année au mois d'octobre suivant (SEBJ et SOTRAC, 1983). Les jeunes peuvent donc survivre à une mise en eau.

Le suivi de neuf castors munis d'émetteurs radio à l'occasion de la mise en eau du réservoir La Grande 4 a mené sensiblement aux mêmes observations (SEBJ et SOTRAC, 1984). Des castors adultes se sont déplacés avec la montée des eaux et ont construit plusieurs huttes, en ajoutant même des étages. Les castors n'ont pas tous quitté le réservoir ; certains ont migré vers les nouvelles rives. Les bétulaies et les tremblaies rendues disponibles par la mise en eau ont créé des milieux très favorables au castor dans certaines parties du réservoir.

Une étude des réservoirs Robert-Bourassa et Opinaca a été entreprise à l'automne de 1982, soit respectivement quatre ans et deux ans après les opérations de mise en eau. Cinq castors du réservoir Robert-Bourassa et sept

du réservoir Opinaca ont été munis d'émetteurs radio. Le suivi a permis de constater que le comportement des castors variait selon les saisons. À l'automne, on a trouvé des castors sur le pourtour des réservoirs, dans des peuplements de feuillus. Certains indices ont révélé que les lieux étaient fréquentés depuis plusieurs années. Une montée rapide du niveau d'eau pouvait entraîner une migration vers d'autres lieux, soit sur les bords du réservoir ou à l'extérieur de celui-ci. La baisse du niveau d'eau au cours de l'hiver a provoqué un déplacement des castors vers la zone de marnage, où ils ont exploité les espaces vides formés sous la glace. On a même observé le prolongement d'une hutte par un tunnel de plusieurs mètres de longueur qui permettait aux castors d'atteindre le niveau de l'eau en toute sécurité. Au printemps, dès la fonte de la glace, les castors quittaient le réservoir et s'établissaient dans des milieux aquatiques voisins. Cette migration s'effectuait généralement sur de courtes distances et avant la période de mise bas. Les castors séjournent dans ces milieux au cours des premiers mois de la saison estivale. Ces nombreux déplacements entraînent probablement une hausse du taux de mortalité dû à la prédation.

Sans permettre d'établir un taux de survie, les études démontrent qu'un certain nombre de castors survivent à la mise en eau d'un réservoir et qu'une partie d'entre eux parviennent même à utiliser la zone de marnage.

La zone de marnage des réservoirs

Cette zone (rives des nouvelles îles comprises) a longtemps été considérée comme un milieu stérile pour la faune en général. Dans les études d'impact menées au début des années 1980, ces nouvelles surfaces, dénudées et souvent jonchées de débris ligneux, étaient considérées comme des espaces perdus, sans intérêt pour la faune. Depuis le début des années 1990, plusieurs observations faites au cours d'inventaires aériens et terrestres sont venues atténuer cette évaluation négative. Les pistes observées dans la zone de marnage indiquent que plusieurs espèces animales, allant des insectes et autres invertébrés à l'ours noir et au caribou, fréquentent l'endroit ; il existerait donc ce qu'on pourrait appeler une *écologie du marnage* (Doucet et Giguère, 1991).

Une étude comparative de la diversité biologique des îles du réservoir La Grande 3, onze ans après la création de ce réservoir, et des îles de grands lacs naturels voisins a démontré qu'il n'existe aucune différence notable

entre les deux groupes d'îles (Crête et coll., 1997). La diversité, la richesse et la composition spécifiques étaient semblables. Par ailleurs, en comparant l'abondance et la richesse spécifiques des populations de petits mammifères et d'oiseaux des îles des réservoirs et des lacs voisins, on a constaté que l'isolement n'avait pas réduit la diversité biologique des îles, qui était légèrement supérieure à celle du continent (Crête et coll., 1995).

Depuis quelques années, on observe la présence de nombreux oiseaux de rivage et de canards à la limite du niveau des eaux, où fourmillent maints insectes aquatiques. Une étude récente menée sur les réservoirs Lafarge 1 (complexe La Grande) et Robertson (Côte-Nord), visant à évaluer l'usage des lieux par la sauvagine en comparaison avec des zones témoins situées hors des réservoirs, a fourni des résultats très intéressants. Cette étude révèle que la sauvagine fréquente les zones peu profondes ou en partie submergées des réservoirs, surtout lorsque ces zones sont occupées par un enchevêtrement d'arbustes morts et de débris ligneux. On a relevé 13 espèces de sauvagine dans la parcelle-échantillon de 25 km² du réservoir Lafarge 1 et 8 espèces dans les parcelles-échantillons du réservoir Robertson. Plusieurs couvées ont été observées aux deux réservoirs. L'étude a également permis de constater que la densité de population, tant des individus que des couvées, était plus élevée au réservoir Lafarge 1 que dans la zone témoin correspondante et qu'elle était semblable à celle de la zone témoin dans le cas du réservoir Robertson (Morneau, 1998).

En 1977, afin d'apprécier la valeur écologique du secteur du réservoir Lafarge 1, la Société Opimiscow-SOTRAC a effectué des aménagements pour la sauvagine. Hydro-Québec a réalisé un recensement en 1999 qui a révélé une augmentation de la fréquentation des lieux par la sauvagine (Morneau, 1999). Il est cependant trop tôt pour déterminer avec certitude la valeur des nouveaux aménagements fauniques.

Les études démontrent que l'on ne peut plus considérer la zone de marnage des réservoirs comme un lieu stérile, abandonné par la faune. Même si cette zone peut varier d'une année à l'autre et si elle ne présente pas toujours la même valeur pour les espèces qui la fréquentent, il est clair qu'elle constitue un habitat et qu'elle doit être évaluée comme tel.

Les berges des rivières à débit réduit

Le suivi de l'utilisation des rivières Opinaca et Eastmain par le castor a permis de constater une augmentation régulière des indices de présence après la réduction du débit. Le nombre de huttes occupées est passé de 9 à 32, en 7 ans, dans les tronçons qui ont fait l'objet d'un suivi. Ces observations montrent que le castor a tiré profit de la réduction du débit et de la présence d'une végétation arbustive sur les platières exondées.

Une reconnaissance effectuée en septembre 1996 sur les nouvelles platières de la Caniapiscau a permis de constater que les lieux étaient fréquentés par une faune variée. On a observé la présence d'excréments et de pistes diverses (bernaches, goélands, rongeurs, lièvres et renards), le tout entrecroisé de sentiers de caribous. Les nouvelles berges du lac Cambrien étaient également abondamment fréquentées par la faune. Au cours de la même reconnaissance, on a observé des milliers de canards noirs et de bernaches qui broutaient dans le nouvel écotone, tout le long des rives du lac. Un examen plus poussé des rives a révélé des pistes de goélands, de lièvres, de renards, de loups et de caribous (Denis et Hayeur, 1998).

L'ensemble des observations faites sur les berges des rivières à débit réduit montrent que ces milieux n'ont rien perdu de leur valeur écologique, mais qu'ils se sont plutôt enrichis.

2.10.3 L'incidence des aménagements hydroélectriques sur la faune migratrice

Pour les espèces migratrices, les nouvelles conditions de milieu ont été moins défavorables qu'elles ont pu l'être pour les espèces sédentaires. Les espèces migratrices qui pouvaient fréquenter les lieux terrestres ennoyés ne le faisaient que pendant une période précise de l'année et pour combler une partie seulement de leurs besoins en énergie. Par ailleurs, leur comportement de migrants faisait en sorte qu'elles avaient accès à tous les lieux modifiés. Pour évaluer les conséquences des aménagements hydroélectriques en milieu nordique sur l'habitat et l'évolution des populations des espèces migratrices les plus recherchées par les autochtones, Hydro-Québec a réalisé plusieurs études d'envergure en collaboration avec les pouvoirs publics compétents.

Nous présentons ici les résultats concernant la sauvagine et le caribou.

La sauvagine

La sauvagine est une ressource faunique d'intérêt international en vertu de son caractère migrateur ; elle comprend les oies, les bernaches et les canards. La sauvagine a fait l'objet de nombreuses études et inventaires dans le Québec septentrional. Ces travaux ont été réalisés afin d'assurer la gestion de la sauvagine par les pouvoirs publics, canadiens et américains, depuis 1949 ou afin d'évaluer l'incidence des aménagements hydroélectriques dans cette région depuis plus de 20 ans. Les études réalisées par le Service canadien de la faune et par Hydro-Québec représentent fort probablement la masse la plus volumineuse et la plus riche d'informations concernant la distribution des espèces de sauvagine nicheuses dans l'est de l'Amérique du Nord.

Quelque 90 % de la superficie du territoire québécois fait partie du Bouclier canadien, une plate-forme d'origine précambrienne dont la productivité biologique est reconnue comme très faible. Néanmoins, ce territoire, en vertu de son immensité, est important pour les populations de sauvagine qui migrent par le sud du Québec vers les États-Unis. Le Québec accueille un peu plus d'un million de couples reproducteurs sur l'ensemble de son territoire (1 600 000 km²). Cet effectif comprend une trentaine d'espèces. Il s'agit d'espèces qui fréquentent les milieux humides de préférence, y trouvant abri et nourriture, bien qu'elles construisent généralement leur nid en milieu terrestre.

Les réservoirs servant à la production d'électricité occupent environ 1,5 % du territoire québécois. Le complexe La Grande aurait touché environ 0,8 % de la superficie des lieux fréquentés par la sauvagine au cours de la reproduction estivale à l'intérieur des terres. Sur la base d'un simple calcul mathématique, on a estimé que de 7 000 à 9 000 couples reproducteurs auraient été déplacés par cet aménagement, en supposant que les rives des réservoirs n'aient aucune valeur pour la sauvagine à des fins de reproduction. Or, comme des études récentes l'ont révélé, les rives des réservoirs, lorsqu'elles sont faiblement inclinées et qu'elles sont enchevêtrées d'arbustes et de débris ligneux ou lorsqu'elles sont à demi submergées, créant ainsi de petits étangs et des zones humides, constituent un milieu favorable à la nidification pour la sauvagine. Aucun calcul précis n'a encore été fait en vue de déterminer l'importance de ce type de milieu à l'échelle

de l'ensemble des réservoirs. Cependant, il est évident que les nouvelles données remettent en question le calcul des pertes en habitat, qui supposait sans valeur pour la sauvagine les lieux modifiés par les aménagements hydroélectriques.

À titre d'exemple, mentionnons que les bancs d'emprunt situés en bordure des routes et des chemins d'accès étaient considérés après leur exploitation comme des lieux biologiquement stériles par les écologistes. Or, les mares d'eau formées au fond des excavations constituent au printemps les premiers points d'eau libérés de la couverture de glace, ce qui en fait des lieux de halte privilégiés pour la sauvagine au printemps, au moment où celle-ci migre vers le nord.

Si l'on ajoute à cela que le milieu riverain des rivières à débit réduit est devenu plus favorable à la sauvagine là où l'écotone s'est élargi, il faut encore réduire le chiffre des pertes en habitat et le nombre de couples de nicheurs déplacés qui avaient été estimés au départ.

Les études récentes illustrent la capacité d'adaptation de la faune aux transformations (d'origine naturelle ou humaine) de son habitat. Cette capacité est beaucoup plus grande que ce que l'on pourrait croire.

Il est évident que le nombre d'oiseaux touchés par les pertes d'habitat est minime par rapport à la population totale de sauvagine, bien qu'il soit pratiquement impossible de donner un chiffre précis. Le tableau de chasse du Québec méridional ne révèle aucune différence notable entre les périodes précédant (1976-1978) et suivant (1985-1987) la première phase des travaux du complexe La Grande quant au succès de la chasse à la sauvagine, toutes espèces confondues.

Depuis plus de 20 ans, Hydro-Québec a toujours cherché à améliorer l'habitat de la sauvagine. Depuis 1990, l'entreprise participe à des travaux conjoints de mise en valeur de l'habitat de la sauvagine avec la Fondation de la faune du Québec. Enfin, comme il a déjà été mentionné, Hydro-Québec a réalisé plusieurs aménagements destinés à la sauvagine dans le cadre de ses travaux, par exemple en bordure de la rivière Vincelotte, des réservoirs Opinaca et Lafarge 1 ainsi que de la baie James ; plusieurs de ces travaux ont été réalisés conjointement avec des maîtres piégeurs cris dans le cadre des activités des sociétés de travaux correcteurs.

Le caribou

Le caribou (ou renne) est un cervidé circumboréal dont les populations atteignent plusieurs millions d'individus en Laponie (dont 2,5 millions domestiqués), près de 2 millions dans les Territoires du Nord-Ouest et en Alaska et près de 1 million dans le Québec nordique et le Labrador. Cette dernière population était évaluée à quelques milliers d'individus au début des années 1950 (Audet, 1979 ; Hayeur et Doucet, 1992).

Les caribous du Québec nordique et du Labrador se déplacent sur un territoire de plus de 1 000 000 km², qui va de la mer du Labrador aux baies James et d'Hudson, et du 49^e au 60^e parallèle. Ces longs déplacements répondent à deux impératifs : la quête constante de nourriture, qui doit être assez abondante pour nourrir tous les individus, parfois extrêmement nombreux ; le retour à chaque printemps, du moins pour la grande majorité, aux lieux de mise bas habituels.

En été, le caribou se nourrit surtout de lichens, d'arbustes et de plantes herbacées. En hiver, les lichens, qu'il cueille parfois sur les arbres mais qu'il brote surtout au sol en grattant dans la neige, représentent sa principale source d'alimentation. Dans le Québec nordique et le Labrador, trois types de milieux procurent au caribou la plus grande partie de sa nourriture : la pessière à cladonie, la lande arbustive et la lande à lichens. La pessière à cladonie occupe le centre du Québec nordique et du Labrador, entre le 50^e et le 56^e parallèle. Dans ce type de pessière, les arbres couvrent de 25 % à 40 % du sol. La surface restante est surtout couverte par une épaisse couche de lichens lorsqu'elle n'est pas piétinée ou surbroutée par le caribou. La lande arbustive et la lande à lichens gagnent en importance avec la latitude et l'altitude, remplaçant les pessières.



Pistes de caribous utilisant une route non déneigée.

L'expérience semble enseigner au caribou qu'en hiver les associations végétales avec lichens bordant les rivières et les grandes nappes d'eau gelées représentent toujours des sources sûres d'alimentation. Ces étendues offrent une voie d'accès facile et sont fréquemment empruntées par le caribou. La présence d'un réseau complexe de rivières et de lacs gelés dans une immense zone couverte par des groupements végétaux à lichens permet au caribou d'atteindre ces lieux d'alimentation moyennant une dépense minimale d'énergie.

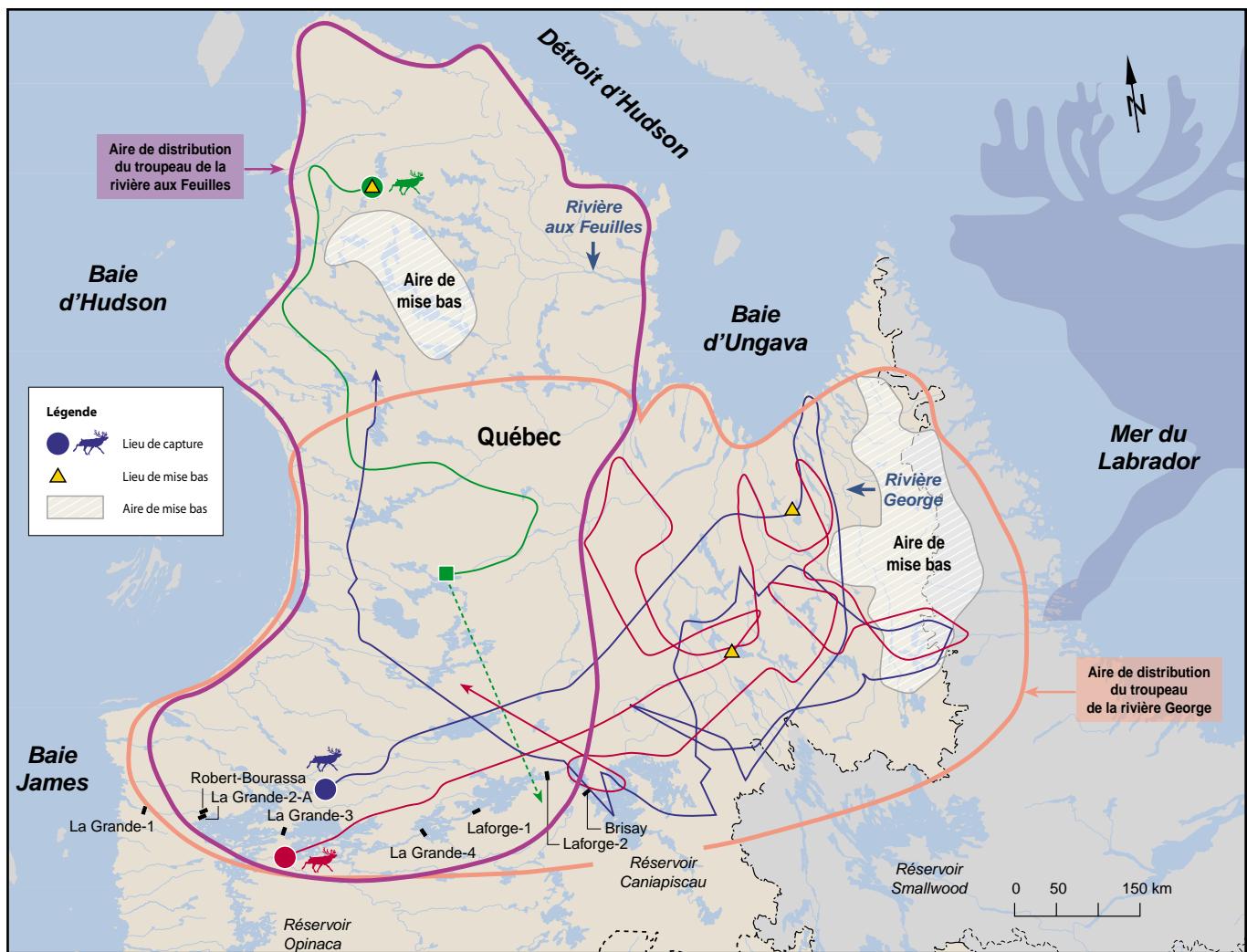
On distingue deux types de lieux de mise bas : les zones tourbeuses au sud et, plus au nord, les hauts plateaux toundriques. Ces lieux découverts permettent de voir loin, ce qui aide le caribou à mieux se protéger contre les prédateurs.

La mise en eau de surfaces totalisant 13 000 km² pour les besoins du complexe La Grande a entraîné une perte nette d'un peu plus de 1 % de l'aire de répartition (1 000 000 km²) du caribou dans le Québec nordique et le Labrador. Compte tenu de l'usage que fait le caribou de cet immense territoire (voir la figure 14), il est difficile, pour ne pas dire impossible, de traduire la perte de superficie en perte d'habitat et d'en apprécier l'incidence sur la population de caribous, d'autant plus que la population de caribous du Québec nordique et du Labrador a augmenté de façon spectaculaire entre 1970 et 1990, passant d'une centaine de milliers de bêtes à environ un million. Depuis, elle semble se maintenir dans cet ordre de grandeur, bien que des observations récentes laissent présager que la population serait en déclin.

Le suivi d'une petite population de caribous dans le secteur du réservoir Caniapiscau avant, pendant et après la construction du complexe La Grande a apporté des réponses aux questions que l'on pouvait se poser sur l'incidence de la mise en eau, sur l'affaissement des glaces causé par le marnage, sur la zone de mise bas située au sud du lac Caniapiscau qui était fréquentée par quelques centaines d'individus, sur les déplacements du caribou en hiver, sur la présence de routes et sur la chasse.

Les nombreux survols effectués au moment de la mise en eau des réservoirs n'ont jamais révélé la présence de grands mammifères en difficulté à cause de la mise en eau, que ce soit en présence ou en l'absence d'une couverture de glace.

Figure 14 – Trajets de trois caribous ayant fait l'objet d'un suivi télemétrique de mars 1991 à février 1992



En hiver, le niveau d'eau du réservoir Caniapiscau peut varier de plusieurs mètres. La baisse du niveau d'eau entraîne un affaissement de la glace périphérique. Toutefois, cet affaissement est minime pour l'ensemble des réservoirs du complexe La Grande, dont les rives sont en général très peu escarpées. On a observé que le caribou peut atteindre sans difficulté la quasi-totalité des rives des réservoirs (Doucet et coll., 1988).

En 1981 et en 1982, 42 femelles ont été munies d'un collier émetteur permettant de suivre leurs déplacements. De ces 42 femelles, 19 avaient eu leur petit aux abords du lac Caniapiscau, avant le début de la mise en eau. Seize de ces 19 femelles sont revenues dans le même secteur, soit à moins de 20 km de leur lieu de mise bas de l'année précédente. Les trois autres ont déplacé leur lieu de mise bas sur une distance d'environ 100 km (Paré et Huot, 1986). D'aucuns pourraient être tentés de conclure que la mise en eau a provoqué le déplacement d'environ 15 % des femelles. Pourtant, si l'on compare ces données avec celles que l'on a obtenues sur la zone de mise bas du lac Bienville, entre 1976 et 1979, on constate que, dans cette région inchangée, les femelles pouvaient mettre bas en des lieux distants de plus de 100 km d'une année à l'autre. La mise en eau ne saurait être la seule cause du déplacement du lieu de mise bas des trois femelles de la harde du lac Caniapiscau mentionnées ci-dessus (Hayeur et Doucet, 1992).

Les études menées sur les populations de caribous qui fréquentaient la région du lac Caniapiscau et du lac Bienville avant la mise en eau des réservoirs du complexe La Grande avaient révélé que les bêtes empruntaient ces grandes surfaces gelées pour atteindre les pessières et les landes limitrophes, en quête de lichens. On pouvait supposer que les futurs réservoirs joueraient également le rôle de voies de déplacement. Depuis les hivers de 1981 et de 1982, des dizaines de milliers de caribous fréquentent les réservoirs du complexe La Grande. Ces réservoirs sont devenus non seulement des voies d'accès, mais aussi de nouvelles zones d'alimentation en hiver pour le caribou, car leurs rives et leurs îles sont occupées en partie par des pessières à lichens. Ces pessières, avant la création des réservoirs, étaient trop éloignées des voies d'eau gelées pour être exploitées par le caribou. On trouve aussi, près des rives, des tourbières et des landes arbustives et à lichens pouvant servir de lieux de mise bas et d'alimentation.

L'importante étude de l'écogiste Bergerud et de ses collaborateurs (1984) au sujet de l'incidence du développement sur le caribou démontre hors de tout doute qu'une route, comme plusieurs autres infrastructures d'ailleurs, n'est pas un obstacle aux déplacements des caribous. De nombreuses observations faites pendant la construction du complexe La Grande ainsi qu'en période d'exploitation corroborent les conclusions de l'étude de Bergerud.

Bergerud mentionne que l'accessibilité qu'apporte une nouvelle route peut augmenter considérablement la récolte due à la chasse (de subsistance et sportive) et mettre en danger la survie d'un petit troupeau en l'absence de contrôle. Au Québec, comme la chasse par les non-autochtones est strictement réglementée et que l'effectif des troupeaux se maintenait aux environs d'un million de bêtes dans les années 1990, le problème se pose plutôt en sens inverse. Depuis une dizaine d'années, le ministère chargé de la gestion de la chasse tente d'augmenter la récolte annuelle afin de réduire l'effectif de la population de caribous, trop élevé pour la capacité du milieu, selon des spécialistes. C'est ainsi que le nombre de permis par chasseur est passé de un à deux et qu'une chasse d'hiver a été instaurée.

Il paraît difficile d'évaluer l'incidence du complexe La Grande sur la population de caribous, mais le suivi n'a révélé aucun effet défavorable. Hydro-Québec poursuit le programme de recherche lancé en 1985 sur l'écologie du caribou en collaboration avec le ministère chargé de la gestion de la faune au Québec. Hydro-Québec a réalisé à l'aide d'images satellites la cartographie numérique des principaux groupements végétaux qui couvrent presque toute l'aire de répartition du caribou. Depuis 1991, Hydro-Québec et le ministère chargé de l'environnement et de la faune ont mis en œuvre un important programme de suivi des déplacements des caribous par satellites à partir du système de collection de données Argos. Plusieurs bêtes munies de colliers émetteurs appartenant à différents troupeaux et différentes hardes sont ainsi suivies d'une façon permanente. Le programme permet de mieux comprendre les parcours de migration en fonction des habitats utilisés et apporte une aide précieuse à la gestion de cette importante ressource.

2.11

Le milieu humain

Les impacts sur le milieu humain ont constitué une préoccupation de premier ordre dès le début du complexe La Grande. Des études qui identifient les impacts potentiels sont effectuées tant pour les organismes cris que pour Hydro-Québec. Elles constituent sans doute des premières en ce qui a trait à la prévision des impacts des aménagements hydroélectriques sur des communautés nordiques (Salisbury et coll., 1972 ; Stewart, 1974 ; Feit et Penn, 1974 ; Langlois, 1974). Après la signature de la CBJNQ en 1975, la nature, voire la réalisation même, des études relatives au milieu humain dans la zone du complexe La Grande sera déterminée par les dispositions de cette convention et par les relations entre les organismes autochtones et Hydro-Québec.

La CBJNQ prévoit que l'évaluation des répercussions du complexe La Grande (1975) sur le mode de vie des Cris se fera au moyen d'un mécanisme d'échange continu, la Société des travaux de correction du complexe La Grande (SOTRAC), plutôt que par des études de prévision d'impacts. Cette société conjointe, Cris et SEBJ, a reçu comme mandat de voir à la réalisation des mesures d'atténuation des répercussions ainsi déterminées. Ce choix a été motivé par les difficultés pressenties de prévoir les impacts sur le milieu humain. La SEBJ ou Hydro-Québec n'avait donc plus à établir un programme d'études sur les conséquences de la construction du complexe La Grande sur le mode de vie des Cris. Cependant, la loi provinciale sur les biens culturels exigeait la protection du patrimoine historique et préhistorique. C'est pourquoi les études relatives au milieu humain ont, pendant plusieurs années, surtout consisté en recherches archéologiques concentrées dans les secteurs susceptibles d'être modifiés par les réservoirs, par les lignes de transport et par les autres infrastructures.

Aux fins du projet Grande-Baleine (soumis au nouveau règlement québécois régissant les études d'impact sur l'environnement à compter de 1979), il est devenu nécessaire, pour mieux évaluer les conséquences de ce projet, de bien comprendre et de distinguer les effets de la mise en œuvre du complexe La Grande, d'une part, et les effets de la CBJNQ, d'autre part, sur les autochtones du Nord québécois.

À partir de 1985, le programme de suivi environnemental du complexe La Grande, portant surtout sur le milieu naturel, a été modifié pour inclure des études sur l'économie et sur les répercussions sociales. La réalisation des études relatives aux impacts des aménagements sur les communautés cries a été sujette à l'état des relations entre les parties. Les études des répercussions sur le milieu humain requièrent la participation des communautés touchées, et peu de ces études ont pu être réalisées faute d'un accord entre Hydro-Québec et ces communautés. On a donc fondé les études du milieu humain effectuées pour Hydro-Québec sur les sources documentaires disponibles et sur des enquêtes auprès des résidants ou des utilisateurs non cris de la Baie-James.

Toutefois, en 2000, pour la première fois, on lançait une importante étude de suivi avec la collaboration des Cris qui utilisent la partie du complexe La Grande située à l'est de la centrale La Grande-4. Cette étude vise à préciser les impacts socioéconomiques de même que les impacts sur l'utilisation du territoire survenus à la suite de l'aménagement du complexe La Grande, et ce, avec la participation directe des Cris concernés.

La présente section décrit les connaissances disponibles concernant le patrimoine archéologique et la situation des collectivités autochtones avant la réalisation du complexe La Grande. Puis, après avoir présenté brièvement la CBJNQ et les conventions suivantes, elle dresse un bilan des conséquences de la réalisation du complexe. L'analyse se concentre davantage sur les conséquences de l'exploitation des ressources naturelles par les populations cries les plus touchées par les modifications physiques et biologiques liées à la construction du complexe. Enfin, on aborde l'utilisation à des fins de chasse et de pêche sportives du territoire desservi par les routes du complexe La Grande.

En matière d'archéologie, le bilan s'appuie sur les travaux réalisés entre 1972 et 1979 dans le cadre de l'*Entente biophysique*, qui liait le groupe de travail fédéral-provincial chargé d'évaluer de façon préliminaire les impacts sur l'environnement, le ministère fédéral de l'Environnement et la Société de développement de la Baie James (SDBJ). Le coût de ces travaux était partagé par le ministère des Affaires culturelles du Québec et la SDBJ. Depuis 1979, le coût des recherches archéologiques est pris en charge par Hydro-Québec.

En ce qui concerne les autres aspects du milieu humain, le texte s'appuie sur quatre synthèses. Celle de Richard Salisbury (1986), de l'Université McGill, porte sur le développement régional cri ; elle est la seule à avoir été publiée. Les autres ont été faites à la demande d'Hydro-Québec. Elles présentent des bilans des retombées économiques du complexe La Grande entre 1975 et 1992 (Thibodeau et Rioux, 1995), des données statistiques concernant les changements sociaux en milieux cri et inuit entre 1970 et 1990 (Simard, 1996) ainsi que des connaissances sur les impacts sociaux du complexe La Grande et des conventions nordiques en milieux cri et inuit entre 1970 et 1985 (Centre de recherche et d'analyse en sciences humaines, 1996). Bien que des centaines de documents aient été inventoriés et utilisés pour ces bilans, très peu des documents disponibles fournissent des informations sur les impacts des aménagements hydroélectriques tels qu'ils sont constatés ou perçus par les Cris. Ces quelques études ont été majoritairement effectuées par des organismes cris ou conjoints, telle la SOTRAC. Enfin, le texte s'appuie sur des études réalisées par Hydro-Québec sur la fréquentation de la Baie-James par les chasseurs et les pêcheurs non autochtones (Nobert et coll., 1992).

Néanmoins, il faut souligner qu'aucun autre projet hydroélectrique nordique n'a, à notre connaissance, fait l'objet d'un nombre aussi important d'études traitant des répercussions sur le milieu humain.

2.11.1 Le patrimoine archéologique

En 1972, le gouvernement du Québec a promulgué la *Loi sur les biens culturels*, démontrant ainsi pour la première fois une prise de conscience en ce qui a trait au patrimoine archéologique. Cette préoccupation s'est reflétée dans l'*Entente biophysique* signée en 1973 par les gouvernements fédéral et provincial et la SDBJ, car l'archéologie est le seul aspect du milieu humain qui est couvert par cette entente.

Des travaux archéologiques ont été réalisés à partir de 1972 et pendant toutes les années de construction du complexe La Grande. Les autochtones ont toujours participé aux relevés sur le terrain. Les travaux ont visé à repérer et à protéger les ressources archéologiques de la région ainsi qu'à recueillir le plus d'information possible sur les séquences préhistoriques et historiques d'occupation et d'utilisation du territoire par les populations autochtones.

Les travaux se sont déroulés en plusieurs étapes. Des reconnaissances et des inventaires systématiques ont d'abord été effectués dans tous les lieux susceptibles d'être touchés par la construction du complexe La Grande. Ces travaux ont permis de mettre au jour plus de 2 000 sites archéologiques, où ont été recueillis plus de 350 000 artefacts et des milliers d'ossements animaux, et où ont été relevées des traces d'habitation. Des mesures correctrices concrètes ont ensuite été mises en œuvre ; on a ainsi effectué des fouilles archéologiques de plusieurs sites représentatifs. Les artefacts recueillis au cours des fouilles ont fait l'objet d'analyses et de synthèses visant à reconstituer le mode de vie passé des populations autochtones.

Au fil des ans, Hydro-Québec a développé une méthode de travail par étapes : évaluation du potentiel archéologique et validation, inventaire, fouilles et analyse. Cette méthode est employée avec succès notamment dans le cadre de tous les projets en milieu nordique, et ce, toujours avec la participation des nations autochtones, plus particulièrement des communautés situées à proximité d'ouvrages projetés.



Fouille archéologique.

2.11.2

Le mode de vie des populations autochtones avant l'aménagement

L'analyse des données recueillies permet d'établir que les conditions propices à une présence humaine ont été atteintes il y a 6 500 à 5 500 ans et que le peuplement remonte à 3 500 ans. Pour la région de la Baie-James, jusqu'à l'an 450 de notre ère, on conclut à une occupation régulière des bassins supérieurs de la Grande Rivière et de la Caniapiscau par des chasseurs nomades venus de la région des Grands Lacs. Pendant la période qui suit, qui va jusqu'en 1650, le bassin inférieur de la Grande Rivière est dorénavant fréquenté, et l'occupation de la Caniapiscau se poursuit. On peut penser qu'une nouvelle vague d'immigration se produit en même temps que la population déjà présente s'accroît. Puis les sites montrent une continuité des modes de vie jusqu'à l'arrivée des Européens. Cette continuité suggère que les occupants sont les ancêtres des populations amérindiennes actuelles du Québec nordique et du Labrador (Cris, Naskapis, Innus/Montagnais), qui appartiennent tous à la même famille ethnolinguistique (Administration régionale cri, 1985 ; Cerane, 1993). Le territoire utilisé par les Inuits, situé plus au nord, est fréquenté depuis environ 3 500 ans par des nomades de cultures dites dorsétienne puis thuléenne, venus du nord-ouest par le sud de l'île de Baffin. Très tôt dans leur histoire, les Cris et les Inuits exploitent des ressources différentes, continentales dans le premier cas, marines dans le second cas.

Les fouilles révèlent que tous ces groupes échangeaient des produits entre eux ainsi qu'avec les populations amérindiennes vivant plus au sud. Le commerce des fourrures et, dans une moindre mesure, de l'huile de baleine qui s'amorce à la fin du XVIII^e siècle, avec la mise en place des comptoirs de traite de la Compagnie de la Baie d'Hudson, représente un tournant pour les populations autochtones du Nord du Québec. L'exploitation des ressources, axée jusqu'alors sur la subsistance, commence à s'imbriquer dans une économie de marché, même si les échanges s'effectueront pendant longtemps par voie de troc. Le piégeage des animaux à fourrure, en particulier, permet d'exploiter l'une des rares ressources commercialisables de la région, tout en contribuant à maintenir un mode de vie auquel les autochtones sont profondément attachés.

En 1898, puis en 1912, le gouvernement fédéral transfère au Québec tout le territoire que l'on nomme maintenant la Baie-James et le Nunavik, qui était compris dans ce que l'on appelait autrefois la « Terre de Rupert ». Il s'agit en fait des bassins versants des baies James, d'Hudson et d'Ungava. C'est ce territoire qui est régi aujourd'hui par la CBJNQ. Dans les faits toutefois, la Compagnie de la Baie d'Hudson — principale entreprise engagée dans la traite des fourrures — et le ministère des Affaires indiennes du Canada demeurent les principaux intervenants dans la région. Au cours des années 1930, une première intervention du gouvernement du Québec se solde par un changement important du mode d'exploitation des animaux à fourrure. Une surexploitation du castor, qui avait entraîné une famine dans la région de la Baie-James, incite le gouvernement québécois à subdiviser toute la région en réserves à castor et par la suite en terrains de piégeage. Pour chaque terrain (couvrant parfois des centaines de kilomètres carrés), un « maître de piégeage » est nommé responsable des castors, et des quotas de prises sont établis afin de garantir la pérennité de la ressource. La délimitation des terrains de piégeage tient généralement compte des liens existant entre les familles cries et les lieux que celles-ci exploitaient traditionnellement (Administration régionale cri, 1985).



Campement d'hiver cri, composé d'un bâtiment moderne et d'une tente conique recouverte de neige.

Les années 1950 marquent un autre tournant. La mise sur pied de grands programmes dans les secteurs de la santé, de l'éducation et des services sociaux entraîne la sédentarisation d'une proportion croissante de la population. C'est le début des villages. Dès qu'il s'enchaine, le processus de sédentarisation se répercute sur le mode de subsistance traditionnel, axé sur la chasse, la pêche et le piégeage. Dans les années 1960, de moins en moins de familles cries quittent le village à l'automne pour se rendre dans les territoires de chasse et de piégeage, car il devient de plus en plus coûteux de s'équiper et de noliser des avions, et de plus en plus difficile de trouver du crédit afin de financer ces activités. Le coût de la chasse augmente considérablement, alors que le prix des fourrures stagne ou diminue. La principale solution consiste à trouver du travail l'été au village ou en forêt afin que puissent être achetés les produits indispensables aux activités pratiquées sur les terrains de piégeage en hiver.

Les emplois accessibles aux Cris, en particulier aux habitants des villages de l'intérieur, sont précaires et mal rémunérés. Ceux qui ne parviennent pas à dénicher un emploi d'été doivent parfois renoncer à leur saison de chasse sur des territoires éloignés pour se contenter de chasser et de piéger plus près du village. Les terrains de piégeage les plus éloignés des villages, et auxquels il est plus coûteux d'accéder, commencent à être délaissés. Les chasseurs qui exploitent les terrains de piégeage éloignés, difficilement accessibles, se retrouvent en outre isolés de l'hôpital de Chisasibi et des dispensaires qui viennent d'être construits dans les villages. Cette situation entraîne une surexploitation des terrains de piégeage (ou des espaces communautaires) situés à faible distance des villages. Au même moment, l'introduction progressive de l'économie monétaire dans les villages accroît les besoins en liquidités des familles, rendant de plus en plus nécessaire le recours au marché du travail. Enfin, la sédentarisation expose la population à des influences culturelles extérieures qui empruntent plusieurs formes : école obligatoire, fréquentation des établissements scolaires du sud, minorités non amérindiennes (souvent constituées de fonctionnaires) occupant des emplois spécialisés dans les villages eux-mêmes, programmes publics, plus grande disponibilité des biens de consommation, téléphone, télévision (après 1976), etc.

En 1971, juste avant l'annonce du projet de la Baie-James, plus du tiers des 5 000 Cris de l'époque vivent en permanence dans les villages. Cinq des sept villages sont situés sur la côte est de la baie James. Le plus important était Fort George, qui comptait 1 500 habitants et était situé sur une île à l'embouchure de la Grande Rivière (SEBJ, 1987).

Un processus analogue se produit chez les Inuits. L'exploitation des ressources marines, qui n'exige pas des séjours de plusieurs mois à de grandes distances du village, favorise davantage la sédentarisation. À partir des années 1940 et 1950, par ailleurs, une partie des Inuits commencent à tirer des revenus substantiels (salaires et retombées indirectes) des bases militaires implantées sur deux sites qui deviendront des villages (Kuujjuaq et Kuujjuarapik, alors appelés Fort Chimo et Poste-de-la-Baleine). Les programmes de construction d'équipements et de logements ainsi que les emplois offerts dans le secteur des services publics engendrent également des revenus substantiels. Dès le milieu des années 1960, en outre, se met en place un réseau de coopératives dans les secteurs de l'artisanat, de la consommation, de la restauration et des loisirs, qui permet à un nombre important d'Inuits de s'initier à la gestion des entreprises et de leurs affaires. Comme chez les Cris cependant, les activités traditionnelles subissent des changements profonds ; bien qu'ils assurent une productivité accrue, les moyens de transport modernes rendent plus coûteux l'exercice des activités traditionnelles. Les revenus tirés du marché de la sculpture, par ailleurs, en viennent à dépasser ceux de la chasse et de la pêche.

Entre 1900 et 1972, la population inuite serait passée de 2 000 à 3 700 personnes, réparties dans 14 villages le long de la baie d'Hudson, du détroit d'Hudson et de la baie d'Ungava. Le village le plus populeux, Fort Chimo (Kuujjuaq), près de l'embouchure de la Koksoak (voir la figure 3), comptait près de 600 personnes en 1972 (SEBJ, 1987).

L'itinéraire des Naskapis est plus difficile à reconstituer. Gravitant autour de Kuujjuaq, puis de Fort Mackenzie (un dépôt), où le ministère des Affaires indiennes espérait qu'ils puissent subvenir à leurs besoins en chassant, les Naskapis sont déménagés en 1956 à

Schefferville, où se trouve déjà une communauté montagnaise. Il semble que les Naskapis aient connu, après leur départ de Kuujjuaq (où plusieurs avaient obtenu des emplois à la base militaire pendant la Seconde Guerre mondiale), une existence précaire que reflètent leurs multiples déplacements. Après l'implantation de la bande à Schefferville, ils n'ont bénéficié que d'un accès très limité au marché de l'emploi ; quelques-uns se sont cependant trouvé du travail à la société minière Iron Ore. La population naskapie comptait 325 personnes en 1970 (Sénécal et Égré, 1997).

2.11.3 Les conventions et les populations autochtones

La *Convention de la Baie James et du Nord québécois* (CBJNQ) est un facteur important de changement social et économique chez les Cris et les Inuits qui l'ont ratifiée. Les Naskapis ont signé quelques années plus tard une entente semblable : la *Convention du Nord-Est québécois* (CNEQ). La CBJNQ et la CNEQ touchent directement trois nations autochtones (au total 23 686 personnes en 2001) aujourd'hui réparties dans 25 villages (9 cris, 15 inuits et 1 naskapi) du

territoire de la Baie-James et du Nord du Québec (voir le tableau 5). Nous avons présenté très brièvement la CBJNQ au premier chapitre. Nous précisons ici quelques détails concernant ses principales dispositions.

Par la CBJNQ signée en 1975, le Canada et le Québec obtiennent la remise des droits et des titres territoriaux autochtones des Cris et des Inuits, et ces gouvernements leur accordent et leur reconnaissent des droits et des avantages prévus dans les trente chapitres de cette convention. Les Cris et les Inuits obtiennent une indemnité pécuniaire, des terres et des droits définis dans plusieurs domaines, tels l'administration locale et régionale, l'exploitation des ressources fauniques et la poursuite des activités traditionnelles, le développement économique, l'administration de la justice, la santé, les services sociaux, l'éducation et la protection de l'environnement. Les Naskapis du Québec obtiennent des droits semblables en vertu de la CNEQ. Rappelons qu'un seul des trente chapitres de la CBJNQ, le chapitre 8, intitulé « Dispositions techniques », traite des aménagements hydroélectriques projetés et des infrastructures annexes.



Maison cri du village de Chisasibi.

*Tableau 5
Populations autochtones du Québec nordique en 2001*

Nations	Communautés	Résidants	Non-résidants	Total
INUITS	Akulivik	462	10	472
	Aupaluk	150	4	154
	Chisasibi	96	14	110
	Inukjuak	1 130	84	1 214
	Ivujivik	254	10	264
	Kangiqlualujuaq	639	66	705
	Kangiqsujuaq	510	35	545
	Kangirsuk	415	52	467
	Kuujjuaq	1 436	121	1 557
	Kuujjuarapik	468	109	577
	Puvirnituq	1 231	111	1 342
	Quaqtaq	294	26	320
	Salluit	959	109	1 068
	Tasiujaq	214	9	223
	Umiujaq	327	43	370
TOTAL Population inuite		8 585	803	9 388
NASKAPIS		734	53	787
CRIS	Chisasibi	3 109	131	3 240
	Eastmain	544	26	570
	Mistissini	2 621	280	2 901
	Nemiscau	522	70	592
	Oujé-Bougoumou	511	106	617
	Waskaganish	1 640	481	2 121
	Waswanipi	1 138	426	1 564
	Wemindji	1 057	116	1 173
	Whapmagoostui	709	23	732
TOTAL Population crie		11 851	1 659	13 510
TOTAL GÉNÉRAL		21 170	2 515	23 685

Source : Ministère de la Santé et des Services sociaux,
registre des autochtones, 2001.

Un élément central de ces deux conventions est le régime des terres (voir la figure 15). Le territoire couvert par l'entente (1 066 000 km²), soit les deux tiers de tout le territoire québécois, est divisé en trois catégories de terres. Les terres de catégorie I (14 022 km²) sont réservées à l'usage exclusif des Cris, des Inuits et des Naskapis. Les villages sont situés sur les terres de catégorie I. Les terres de catégorie II (155 735 km²) sont contigües aux terres de catégorie I. Il s'agit de terres publiques où les autochtones signataires ont des droits exclusifs de chasse et de pêche, et participent à la gestion de ces terres. Les terres de catégorie III (896 242 km²) sont les terres publiques restantes, où les autochtones ont le droit d'exercer leurs activités d'exploitation en vertu du régime de chasse, de pêche et de piégeage prévu par la CBJNQ. Les bénéficiaires jouissent, sur la presque totalité de ces terres, de droits exclusifs d'exploitation de certaines espèces fauniques et de piégeage.

Afin de favoriser la pratique de la chasse, de la pêche et du piégeage, la CBJNQ instaure le Programme de sécurité du revenu relatif aux trappeurs et chasseurs cris, qui est destiné à fournir une garantie de revenu aux familles ou aux personnes qui se consacrent à ces activités. La CBJNQ instaure un programme différent pour venir en aide aux chasseurs et aux pêcheurs inuits.

Parmi les autres dispositions de la CBJNQ, on peut souligner la description précise et détaillée des aménagements hydroélectriques prévus et autorisés de même que l'instauration d'un régime de protection de l'environnement, qui détermineront les études environnementales à effectuer ultérieurement.

Selon la CBJNQ, le complexe La Grande (1975) peut être construit tel qu'il est décrit sans faire l'objet d'une évaluation environnementale. Cependant, toute modification substantielle au complexe La Grande (1975) de même que les complexes NBR et Grande-Baleine seront soumis au régime de protection de l'environnement défini par la CBJNQ. Toutefois, Hydro-Québec doit mettre en œuvre des mesures d'atténuation pour réduire les effets négatifs sur les activités de chasse, de pêche et de piégeage des Cris, et elle peut décider de procéder à l'évaluation des impacts sociologiques. Les Cris et les Inuits sont représentés au comité ou à la commission responsable des évaluations environnementales. Ainsi, pour l'évaluation de projets situés au sud du 55^e parallèle, le comité d'évaluation est

composé, en parts égales, de représentants du Canada, du Québec et de l'Administration régionale cri. La CBJNQ définit de façon précise le contenu d'un rapport des répercussions sur l'environnement et sur le milieu social.

Dans les années qui ont suivi la signature de la CBJNQ, les parties ont conclu d'autres conventions (voir les tableaux 6 et 7), parce qu'Hydro-Québec, les Cris et les Inuits ont convenu d'apporter certaines modifications au complexe La Grande (1975) ou d'amender d'autres dispositions de la CBJNQ :

- La *Convention de Chisasibi* a permis le déménagement du village cri établi sur l'île de Fort George à un nouvel emplacement appelé Chisasibi sur la rive de la Grande Rivière. Ce déménagement a été fait à la demande des Cris. La Convention en prévoit les modalités, et le gouvernement du Canada et la SEBJ y ont alloué 50 millions de dollars en remplacement d'engagements et d'obligations initialement prévus pour le village de Fort George. La *Convention de Chisasibi* permettait aussi le déplacement de la centrale La Grande-1 en un point situé en aval de ce qui était prévu par la CBJNQ.
- La *Convention du Lac Sakami* (1979) prévoit des indemnités et des mesures de correction ainsi que d'autres avantages pour la communauté cri de Wemindji par suite du relèvement du lac Sakami à un niveau supérieur à celui qui est prévu par la CBJNQ. Les mesures de correction seront effectuées par Sakami-Eeyou.
- La *Convention La Grande* (1986) prévoit des indemnités, des mesures de correction et des mesures d'atténuation concernant une partie des aménagements de la phase 2 du complexe La Grande (centrales La Grande-1, La Grande-2-A et Brisay, la ligne Radisson-Nicolet-des Cantons), des avantages communautaires (raccordement de cinq villages au réseau électrique provincial), des mesures d'ordre économique (formation et emploi de Cris pour l'exploitation des centrales) et d'autres mesures en faveur des Cris de la Baie-James. Cette convention prévoit aussi la création de la Société Eeyou de la Baie James en remplacement de la SOTRAC afin d'assurer une structure plus efficace pour régir les relations entre Hydro-Québec et les Cris de la Baie-James et d'administrer les fonds nécessaires

Figure 15
Aménagements hydroélectriques et communautés autochtones du Québec nordique



à la réalisation des travaux de correction et d'atténuation. Par cet accord, Hydro-Québec s'engage, en plus, à exécuter un ensemble de travaux : construire une route pour faciliter l'accès à la rive nord de la Grande Rivière, doter Chisasibi d'une prise d'eau fiable, faciliter l'utilisation des infrastructures d'Hydro-Québec par les Cris, etc.

- La *Convention sur le mercure* (1986) instaure un programme sur le mercure visant à réduire les risques pour la santé et à élaborer des mesures de correction destinées à permettre aux Cris de poursuivre leurs activités d'exploitation des ressources fauniques et de conserver leur mode de vie. Ce programme est mis en œuvre par le Comité de la Baie James sur le mercure, qui comprend sept membres représentant les différentes parties intéressées, dont le gouvernement du Québec.
- La *Convention Kuujjuaq* (1988) prévoit des indemnités et des mesures de correction visant à remplir les obligations prévues par la CBJNQ en ce qui a trait à la dérivation de la Caniapiscau. Les Inuits, en échange, donnent quittance à Hydro-Québec

relativement aux conséquences de la dérivation de la rivière Caniapiscau, exception faite des conséquences éventuelles de la production de méthylmercure au nord du 55^e parallèle attribuable au complexe La Grande (1975) ou à tout autre aménagement hydroélectrique. Cette convention prévoit la création de Kuujjuamiut inc., un organisme responsable, entre autres choses, de l'identification et de la réalisation des mesures d'atténuation.

- La *Convention Opimiscow-La Grande* (1992) prévoit des indemnités, des mesures pour mettre en valeur le milieu modifié à la suite de la réalisation du projet ainsi que des mesures de correction supplémentaires concernant une partie des aménagements de la phase 2 du complexe La Grande (centrales Lafarge-1 et Lafarge-2, lignes Lemoyne-Tilly et La Grande-2-A—Radisson, 12^e ligne à 735 kV, compensateurs série). Cet accord prévoit la création de la Société Opimiscow-SOTRAC, où siègent en nombre égal des représentants des Cris et d'Hydro-Québec. Cette société gère le fonds des travaux correcteurs et s'assure de leur mise en œuvre.

Tableau 6
Ententes entre Hydro-Québec et les Cris, les Inuits et les Naskapis

Ententes	Année	Projets	Nations autochtones
<i>Convention de la Baie James et du Nord québécois</i>	1975	Complexe La Grande	Cris et Inuits
<i>Convention du Nord-Est québécois</i>	1978	Complexe La Grande	Naskapis
<i>Convention de Chisasibi</i>	1978	Complexe La Grande	Cris
<i>Convention du Lac Sakami</i>	1979	Complexe La Grande	Cris
<i>Convention La Grande (1986)</i>	1986	Complexe La Grande	Cris
<i>Convention sur le mercure (1986) C.Q.—H.-Q.</i>	1986	Complexe La Grande	Cris
<i>Convention Kuujjuaq (1988)</i>	1988	Complexe La Grande	Inuits
<i>Convention Opimiscow-La Grande (1992)</i>	1993	Complexe La Grande	Cris



Au début de 1974, les Cris et les Inuits du Québec, le gouvernement du Québec, d'autres représentants du Québec et le gouvernement du Canada entamaient les négociations. En novembre de la même année, les parties arrivaient à une entente de principe qui devait conduire à la signature d'un accord historique, la Convention de la Baie James et du Nord québécois.

Tableau 7

Indemnités et coûts des mesures d'atténuation prévus par les conventions entre Hydro-Québec, les gouvernements du Canada et du Québec et les Cris, les Naskapis et les Inuits du Québec

Convention de la Baie James et du Nord québécois (en millions de dollars)							
	Indemnités			Mesures d'atténuation			Total
	Canada	Québec	Hydro-Québec	Canada	Québec	Hydro-Québec	
Inuits du Québec	13,8	48,8	30,4	–	–	–	93,0
Cris du Québec	20,7	72,7	45,4	–	–	30,0	168,8
Convention du Nord-Est québécois (en millions de dollars)							
	Indemnités			Mesures d'atténuation			Total
	Canada	Québec	Hydro-Québec	Canada	Québec	Hydro-Québec	
Naskapis	1,585	5,065	3,0	–	–	–	9,650
Cris	0,0375	0,1135	–	–	–	–	0,151
Inuits	0,0375	0,1135	–	–	–	–	0,151
Conventions subséquentes (en millions de dollars)							
Conventions	Indemnités			Mesures d'atténuation (travaux, études, infrastructures)			Total
	Canada	Québec	Hydro-Québec	Canada	Québec	Hydro-Québec	
Cris							
Chisasibi (1978)	–	–	–	10,0	–	40,0	50,0
Lac Sakami	–	–	8,0	–	–	17,5	25,5
La Grande (1986)	–	–	97,0	–	–	15,0	112,0
Mercure (1986)	–	–	–	–	4,4	12,4	16,8
Opimiscow (1992)	–	–	50,9*	–	–	25,0	75,9
Inuits							
Kuujjuaq (1988)	–	–	34,5	–	–	14,0	48,5
TOTAL	36,160	126,792	269,2	10,0	4,4	153,9	600,452

* Cinquante millions de dollars (dollars de 1992) sur une période de 50 ans et 900 000 \$ pour les coûts des négociations et l'organisation de la Société Opimiscow-SOTRAC.

2.11.4 L'incidence du complexe La Grande sur l'exploitation des ressources fauniques

Le complexe La Grande est situé en presque totalité sur des terrains de piégeage cris. La construction et l'exploitation du complexe La Grande ont une incidence certaine sur l'exploitation faunique pratiquée par les Cris. La création des réservoirs, la modification du débit de cours d'eau, la création d'infrastructures routières et de transport d'énergie ont modifié les conditions de l'exploitation des ressources fauniques. Les informations disponibles permettent de cerner l'étendue géographique de ces modifications, d'en

esquisser les répercussions sur les utilisateurs cris et de prendre connaissance des mesures de correction mises en œuvre.

La superficie touchée des terrains de piégeage

Depuis les années 1930, à la suite d'une intervention gouvernementale, l'ensemble du territoire fréquenté par les Cris est divisé en terrains de piégeage. Chaque terrain relève d'un maître de piégeage chargé d'y gérer l'exploitation des castors. Selon les dernières évaluations (limites de 1989), le nombre de terrains s'élèverait à 286 et l'ensemble des terrains des 9 communautés cries couvrirait 368 823 km² (voir le tableau 8).

*Tableau 8
Les terrains de piégeage cris et le complexe La Grande**

Communautés	Terrains de piégeage						Rivières à débit réduit** (km)
	Superficie totale (km ²)	Superficie ennoyée (km ²)	Pourcentage touché (%)	Nombre total	Nombre touché	Pourcentage touché (%)	
Chisasibi	82 082	8 179	9,9	40	26	65,0	199
Eastmain	15 668	916	5,8	15	4	26,7	274
Mistissini	121 372	2 262	1,9	75	1	1,3	0
Nemiscau	15 502	0	0	15	0	0	0
Oujé-Bougoumou	10 714	0	0	14	0	0	0
Waskaganish	29 203	0	0	34	0	0	0
Waswanipi	32 250	0	0	52	0	0	0
Wemindji	28 373	1 877	6,6	20	10	50,0	38
Whapmagoostui	33 659	0	0	21	0	0	0
Total	368 823	13 234	3,6	286	41	14,3	511

* La superficie est précise à ± 15 km² et la longueur, à ± 125 m, selon les documents sources à l'échelle de 1 : 250 000. Les valeurs incluent les chevauchements entre les terrains de piégeage de deux communautés. Ces données sont en cours de validation à Hydro-Québec (avril 2001).

** Longueur de rivière à débit réduit traversant les terrains de piégeage.

L'évaluation des superficies touchées par les différentes composantes du complexe La Grande est un indicateur quantitatif des modifications. Cependant, ce dernier ne fait pas état de la qualité originale ou modifiée des habitats fauniques et, par conséquent, de leur intérêt pour les Cris. Ainsi, un réservoir ennoie à la fois des rivières et des écotones riverains, qui sont des milieux d'intérêt pour les chasseurs, les pêcheurs ou les piégeurs, ainsi que des sommets dénudés, qu'ils utilisent peu ou pas. De même, la superficie des routes peut être considérée comme une perte d'habitat, mais ces routes procurent un accès plus rapide et économique aux ressources fauniques.

Les réservoirs du complexe La Grande ont ennoyé 13 234 km², ce qui représente 3,6 % de la superficie totale des terrains de piégeage cris. Toutefois, il est important de rappeler que les communautés cries ont été touchées de manière fort inégale.

Chisasibi est la communauté la plus affectée puisque 26 de ses 40 terrains sont touchés par la création des réservoirs, ce qui représente plus de 8 000 km². De plus, dans cette communauté, certaines personnes ou familles ont été beaucoup plus affectées que les autres. En effet, cinq terrains de piégeage ont vu 80 % de leur superficie ennoyée par divers réservoirs.

L'ennoiement par les réservoirs a touché dans une moindre mesure les communautés de Wemindji, d'Eastmain et de Mistissini, et a épargné les cinq autres communautés. La communauté d'Eastmain, quant à elle, a été touchée par la dérivation des rivières Eastmain et Opinaca.

Cependant, ces données, exprimées en kilomètres carrés et linéaires, ne reflètent pas la richesse biologique du territoire modifié ni l'attachement patrimonial dont il fait l'objet.

Le mode d'exploitation des ressources

Abstraction faite de la question du mercure, abordée plus haut, la construction et la mise en œuvre du complexe La Grande ont perturbé et modifié considérablement le mode d'exploitation des ressources par les Cris. Par ailleurs, le réseau routier, les travaux correcteurs et les nombreuses mesures d'atténuation et de mise en valeur ont atténué l'incidence de l'aménagement sur les ressources exploitées et ont facilité considérablement l'accès à ces ressources. Les modifications au mode d'exploitation des ressources ont surtout touché, dans

un ordre décroissant, les communautés de Chisasibi, d'Eastmain, de Wemindji et de Mistissini.

La communauté de Fort George a été reliée au réseau routier lors de son réétablissement à Chisasibi. Les discussions entre les Cris et les gouvernements du Québec et du Canada ont permis la construction de routes vers les communautés de Wemindji, d'Eastmain et de Waskaganish. Ces routes, combinées au réseau routier associé aux aménagements hydroélectriques, permettent un accès plus souple et fréquent aux terrains de piégeage éloignés des communautés.

Le nouveau réseau routier a eu un effet majeur sur le mode d'exploitation des ressources. Le camion, le tout terrain et la motoneige sont plus pratiques et plus économiques que l'avion pour se rendre à l'intérieur des terres. Les routes d'hiver et les chemins forestiers ainsi que les réservoirs sont devenus des voies privilégiées pour se rendre dans les territoires de pêche, de chasse et de piégeage. Alors que les lieux les plus favorables à l'exploitation des ressources déterminaient autrefois l'emplacement des campements, c'est maintenant aussi la proximité des routes et des réservoirs qui le détermine. L'amélioration des moyens de transport a permis une meilleure répartition géographique des activités.

Les travaux correcteurs et les mesures d'atténuation ont visé la disponibilité des ressources fauniques (amélioration des habitats dans les milieux touchés et non touchés) ainsi que l'amélioration des conditions d'accès et d'exploitation de la faune par les Cris. Ainsi, diverses mesures, tels l'établissement de cartes de navigabilité, le déboisement sélectif et l'aménagement d'aires d'accostage et de pistes de motoneige, ont facilité la fréquentation des réservoirs en été ou en hiver (en particulier le réservoir Robert-Bourassa) comme voies d'accès aux terrains de piégeage attenants ou situés aux environs.

Les réservoirs constituent de nouveaux milieux de déplacement et d'utilisation pour les Cris. Les informations disponibles ne concernent que les réservoirs Robert-Bourassa et Caniapiscau pendant leurs premières années d'existence. La mise en eau du réservoir Robert-Bourassa débute en 1979 et celle de Caniapiscau, en 1984. Les Cris de Chisasibi semblent s'être rapidement familiarisés avec le réservoir Robert-Bourassa, accessible par la route. Des aménagements correcteurs comme des rampes de mise à l'eau et des

aires d'accostage y avaient déjà été installés. À la demande des utilisateurs cris, d'autres aménagements similaires et des couloirs de navigation ont été réalisés par la suite (SEBJ, 1987). Il semble que d'importantes activités de pêche y aient été effectuées par les Cris de Chisasibi jusqu'au milieu des années 1980, alors que ces activités deviennent presque négligeables en raison des risques causés par l'exposition au mercure (Weinstein et Penn, 1987). Aucune étude n'est disponible pour les réservoirs La Grande 3 et La Grande 4. On sait toutefois que peu de mesures de correction ont porté sur ces réservoirs.

En ce qui concerne le réservoir Caniapiscau, la route qui dessert ce secteur a facilité son utilisation par les Cris de Chisasibi. La chasse au caribou y a connu un essor important depuis le début des années 1980, alors que cette ressource était de plus en plus abondante. Il en est de même pour la chasse à l'oie, qui est de plus en plus présente à l'intérieur des terres. Les difficultés que les utilisateurs cris de cette région ont connues concernaient le déplacement sur les réservoirs (Berkes et Cuciurean, 1987). L'ouverture toute l'année de la route à l'est du réservoir La Grande 4 ainsi que la mise en œuvre de certaines mesures de correction lors de la réalisation des projets Lafarge-1 et Lafarge-2 ont sans doute contribué à atténuer ces difficultés. Le réseau routier semble avoir permis à un nombre important de Cris de diverses communautés, dont Chisasibi et Mistissini, de chasser à l'intérieur des terres, loin des villages.

La modification du débit des rivières touchées par le complexe La Grande a eu comme impact de rendre plus difficiles les conditions de déplacement et de pratique des activités, particulièrement de la pêche (SEBJ, 1987 ; SEBJ, 1996). Les nouvelles conditions hydrologiques de la Grande Rivière en aval de la centrale La Grande-1 (débit moyen doublé et absence ou mince couverture de glace en hiver avec un débit décuplé) ont rendu beaucoup plus difficile la pêche dans l'estuaire. Elles ont également rendu impossible l'accès en motoneige aux ressources fauniques côtières, à partir de l'embouchure. Aménagées à titre de mesures correctrices, des routes établies pendant la construction du complexe et un pont à l'emplacement de la centrale La Grande-1 facilitent toutefois l'exploitation des ressources des deux rives de l'estuaire et de la côte, tant au nord qu'au sud de la rivière. La réduction de 90 % du débit moyen à l'embouchure de la rivière Eastmain

et celle de son tributaire l'Opinaca (87 %), en aval du réservoir Opinaca, a sérieusement modifié les activités des Cris d'Eastmain et, dans une moindre mesure, celles des Cris de Wemindji dans ces secteurs. Des travaux correcteurs ont été exécutés dans certains tronçons de l'Eastmain et de l'Opinaca (construction de seuils, plantations, etc.), où l'abaissement de niveau et l'érosion étaient plus importants. Ces mesures ont permis à la faune aquatique et riveraine de se maintenir et même à certaines espèces de poisson d'accroître légèrement leurs effectifs.

Dans la partie est du complexe La Grande, le débit à l'embouchure de la rivière Vincelotte a été diminué de 67 % à la phase 1 du complexe La Grande, et il a été complètement coupé à la phase 2. D'importants travaux correcteurs ont été effectués sur cette rivière par la Société Optimiscow-SOTRAC afin d'améliorer la productivité des habitats fauniques et les conditions d'exploitation des ressources par les Cris (routes, seuils, portages, aires d'intérêt pour la sauvagine, plantations, etc.) (Chee-Bee Cree Construction, 1997 ; SEBJ, 1996).

Cependant, on ne dispose pas de données sur l'utilisation de ces rivières par les communautés concernées après la mise en œuvre des mesures de correction.

Les Inuits de Kuujjuaq ont été touchés par la réduction du débit de la Caniapiscau et de la Koksoak. La baisse d'environ 0,3 m du niveau des eaux au droit de Kuujjuaq a accru les difficultés de navigation à marée basse en amont de ce village, ce qui aurait entraîné divers problèmes pour les chasseurs et les pêcheurs qui empruntaient la rivière pour se déplacer ou pour en exploiter les ressources. Les montants versés (48,5 millions de dollars) dans le cadre de la Convention Kuujjuaq visaient notamment à dédommager les Inuits pour ces inconvénients et à atténuer les impacts. Les différents fonds prévus par cette convention et la réalisation des travaux correcteurs sont sous la responsabilité de l'organisme conjoint Kuujjuamiut inc.

Chez les Naskapis, l'exploitation des ressources fauniques, qui concerne surtout la chasse au caribou, ne semble pas avoir été touchée. La population de caribous s'est accrue fortement au cours des 20 dernières années et elle occupe une aire de plus en plus étendue, sans égard à la présence des aménagements hydroélectriques.

La chasse et la pêche sportives

La chasse et la pêche sportives sont pratiquées depuis l'ouverture de la route en 1986 aux populations non autochtones, principalement dans la partie sud de la région de la Baie-James et, de plus en plus, à l'est des installations Robert-Bourassa.

Le nombre de chasseurs et de pêcheurs non autochtones s'étant rapidement accru, Hydro-Québec a mis sur pied (conjointement avec le ministère de l'Environnement et de la Faune du Québec) un programme de suivi visant notamment à évaluer l'incidence du phénomène sur les populations animales. Ainsi, on a enregistré en 1991 près de 11 000 véhicules à l'entrée de la route de la Baie-James et près de 27 000 visiteurs (Nobert et coll., 1992).

Le personnel d'exploitation d'Hydro-Québec (ou de ses sous-traitants), qui habite la région de façon plus ou moins continue et qui compte plusieurs centaines de personnes, pratique également la pêche (dans 44 % des cas) et la chasse (dans 10 % des cas), et ce, uniquement sur des terres de catégorie III.

La chasse et la pêche sportives pratiquées par les non-autochtones peuvent constituer une source de conflits avec les Cris sur un territoire immense qu'il est difficile de surveiller. Par ailleurs, ces activités représentent une importante source de développement économique. Plusieurs pourvoiries de chasse et de pêche se sont installées dans cette région.

Malgré des connaissances incomplètes sur l'évolution de certaines espèces, le ministère de l'Environnement et de la Faune estimait en 1991 que l'état des ressources halieutiques, dans l'ensemble de la Baie-James, ne soulevait pas de problème particulier.

Au début des années 1990, l'exploitation récréative de la faune semble se conformer dans l'ensemble au régime de chasse et de pêche de la CBJNQ en ce qui concerne les droits exclusifs détenus par les Cris sur certaines parties du territoire ou certaines espèces. Les quelques accrocs recensés (on estime qu'ils représentent 0,08 % des captures) sont surtout attribuables à des pêcheurs sportifs de l'extérieur de la région et semblent surtout résulter d'un manque d'information. Les pêcheurs et chasseurs sportifs rapportent par ailleurs peu de conflits avec des Cris lors de leurs rencontres fortuites ; 90 % d'entre eux décrivent ces rencontres comme plutôt agréables (Nobert et coll., 1992).

Les routes construites pour le complexe La Grande ne desservent pas les communautés inuites et naskapiennes ni les territoires qu'elles exploitent. La présence de chasseurs ou de pêcheurs dans ces territoires n'est donc pas attribuable au complexe La Grande.

2.11.5

Les changements économiques et sociaux des populations autochtones

Les répercussions du complexe La Grande sur les activités de subsistance ont touché principalement certaines communautés cries (positivement ou négativement). Toutefois, beaucoup de changements économiques et sociaux survenus depuis les années 1970 dans les villages sont dus à la mise en œuvre de la CBJNQ et de la CNEQ plutôt qu'au complexe La Grande. Comme c'est le cas des répercussions sur la chasse, la pêche et le piégeage, les informations disponibles permettent de cerner certains aspects des changements économiques et sociaux survenus dans les communautés concernées, mais elles ne permettent pas de les expliquer.

Le désenclavement de certaines communautés cries

Depuis 1970, quatre communautés cries, qui étaient isolées auparavant, ont été reliées au réseau routier construit pour la réalisation du complexe La Grande. Le désenclavement de Fort George s'est produit au début des années 1970 avec la construction d'une route entre la côte de la baie James et le lieu des travaux de l'aménagement hydroélectrique de La Grande-2. Par la suite, cette route a été reliée à la route Radisson-Matagami.

Pour les trois autres communautés (Eastmain, Wemindji et Waskaganish), ce désenclavement est le résultat des discussions avec les gouvernements du Canada et du Québec prévues par la CBJNQ. Les routes qui relient Eastmain et Wemindji ont été terminées en 1995, alors que celle de Waskaganish pourrait être terminée en 2001. L'ouverture de la route permanente de Wemindji a été l'objet d'un suivi des répercussions économiques et sociales réalisé par le Conseil de la Nation de Wemindji et Hydro-Québec (Roche, 1997). Ce désenclavement est somme toute positif. Il comporte des impacts positifs d'un point de vue socioculturel et économique, puisqu'il favorise les échanges avec les autres communautés et les centres urbains ; il a également permis une diminution

du coût de certains biens de consommation. Mais il comporte aussi des impacts négatifs attribuables à l'accentuation de certains problèmes sociaux, notamment chez les jeunes.

Par ailleurs, la CBJNQ a permis l'établissement des villages de Waswanipi et de Nemiscau à leurs emplacements actuels. Plus récemment, on a construit le village d'Oujé-Bougoumou près de Chibougamau.

Les changements économiques chez les Cris

Chez les Cris, les sources des changements économiques sont multiples et l'importance relative de ces changements est variable. Les modifications économiques amenées par la CBJNQ sont sans doute les plus importantes, en raison des salaires payés par les nombreux organismes cris qu'elle instaure et des prestations du Programme de sécurité du revenu (PSR) relatif aux trappeurs et aux chasseurs cris. De plus, les salaires versés à des employés et les contrats obtenus par des entreprises cries constituent une autre source de changement économique.

Les conséquences sur les activités de subsistance pratiquées en forêt doivent être situées dans le contexte du PSR créé en application de la CBJNQ (1975). Le PSR — un programme administré par le

gouvernement du Québec — vise à préserver le mode de vie traditionnel des Cris en venant en aide, sur le plan financier notamment, aux familles ou aux personnes qui chassent ou piègent de façon relativement continue selon certaines dispositions, notamment au moins 120 jours par année. L'Office de sécurité du revenu a été instauré en 1979 et gère ce programme. Le nombre d'unités de prestataires du programme s'est maintenu à environ 1 200 au cours des années 1980 et 1990, ce qui correspond à plus du tiers de la population cri de l'époque (voir le tableau 9). Les revenus procurés par le PSR et la création d'un réseau routier ont favorisé l'usage de véhicules motorisés.

Un fait semble acquis : les activités traditionnelles n'ont plus, sur le plan du revenu, l'importance qu'elles avaient. Même si le revenu des chasseurs a plus que triplé de 1971 à 1981, la part du revenu provenant des activités traditionnelles est passée de 61 % à 43 %, tandis que la part des salaires passait de 23 % à 52 % (Salisbury, 1986). Cet écart s'est encore creusé au cours des 15 dernières années. Simard (1996) estime qu'en 1990 le revenu annuel moyen d'une famille de cinq personnes se livrant avant tout aux activités de subsistance était de 28 000 \$, tandis que celui d'une famille équivalente vivant surtout de salaires s'élevait à 47 800 \$.

*Tableau 9
Évolution des prestations du Programme de sécurité du revenu des chasseurs et piégeurs cris de 1976 à 1998*

Année	Nombre de prestataires	Nombre d'unités	Paiement moyen par unité (\$)	Total (\$)
1976-1977	4 046	979	4 719	4 619 901
1980-1981	3 043	874	6 880	6 013 120
1984-1985	3 710	1 205	9 491	11 436 655
1988-1989	3 372	1 217	9 979	12 144 443
1992-1993	2 994	1 225	12 146	14 878 850
1996-1997	2 595	1 190	11 749	13 981 310
1997-1998	2 696	1 264	11 889	15 027 696

Source : Office de la sécurité du revenu des chasseurs et piégeurs cris.

Cette forte croissance de la masse salariale, signe d'une progression de l'emploi, constitue sans doute l'une des retombées les plus importantes de la CBJNQ et, dans une moindre mesure, de la construction du complexe La Grande. Les emplois étaient autrefois précaires et saisonniers. Une proportion importante des emplois sont maintenant permanents et beaucoup mieux rémunérés. Offerts le plus souvent par l'un ou l'autre des nombreux organismes créés dans le sillage de la CBJNQ (ou par les conseils de bande), les emplois sont concentrés avant tout dans le secteur des services publics, que la décentralisation a permis de développer aux niveaux local et régional (Simard, 1996).

L'accroissement extrêmement rapide de la population, qui a plus que doublé entre 1971 et 1998 par suite d'une forte augmentation de l'espérance de vie et d'une forte diminution de la mortalité infantile, est venu amplifier les besoins en logements et en équipements collectifs. La croissance des services publics et du secteur de la construction dans les villages, enfin, a entraîné le développement d'activités commerciales. Ce facteur, combiné aux retombées économiques des contrats accordés par la SEBJ et par Hydro-Québec, a favorisé l'essor des entreprises cries.

La phase 2 du complexe La Grande (1987-1997) a représenté pour les villages cris, principalement Chisasibi, des retombées salariales (emplois sur les chantiers) de 27 millions de dollars représentant 147 120 jours-personnes de travail, soit plus de 670 emplois.

La création et le développement des entreprises cries entre la phase 1 et la phase 2 du complexe La Grande ont fortement contribué à accroître le montant des contrats accordés par Hydro-Québec et ses filiales à des entreprises cries durant la construction de la phase 2 (480 millions de dollars entre 1989 et 1998) par rapport à la phase 1 (3,8 millions). De plus, alors que les contrats accordés au cours de la phase 1 ont surtout porté sur des travaux de déboisement, ceux de la phase 2 ont été beaucoup plus diversifiés : construction, entretien ou réfection de routes, de digues, de barrages et de bâtiments, fourniture de services, etc. Les travaux de correction des impacts effectués par des sociétés gérées en totalité ou en partie par des Cris (SOTRAC, Eeyou et Opimiscow) ont également constitué une source importante de retombées dans les villages cris (Thibodeau et Rioux, 1995) (voir le tableau 10).

Tableau 10

Retombées économiques des contrats accordés par Hydro-Québec et ses filiales aux Cris, aux Inuits et aux Naskapis de 1989 à 1998

Année	Cris (\$)	Inuits (\$)	Naskapis (\$)	Total (\$)
1989	39 949 130	1 407 826	-	41 356 956
1990	43 358 890	1 684 266	-	45 043 156
1991	46 428 971	13 728 934	1 791 549	61 949 454
1992	45 464 884	18 833 595	3 699 421	67 997 900
1993	36 802 640	15 985 614	2 714 226	55 502 480
1994	53 155 664	13 855 775	2 381 972	69 393 411
1995	36 191 558	17 726 168	2 381 972	56 299 698
1996	9 077 533	10 214 101	347 100	19 638 734
1997	22 425 675	9 605 405	2 274 821	34 305 901
1998	16 803 503	18 332 652	1 454 114	36 590 269
TOTAL	349 658 448	121 374 336	17 045 175	488 077 959

Enfin, la construction du complexe La Grande a également entraîné, au cœur du territoire utilisé par les Cris, la construction d'un nouveau village, Radisson, en partie habité par les travailleurs qui assurent l'exploitation du complexe.

Les communautés inuites

La population inuite s'élève à 9 389 habitants en 2001 et elle est essentiellement répartie dans 15 villages situés sur les côtes de la baie d'Hudson, du détroit d'Hudson et de la baie d'Ungava. Quelques dizaines d'Inuits habitent Chisasibi.

La CBJNQ a eu dans les villages inuits des conséquences économiques, sociales et culturelles semblables, à plusieurs égards, à celles qui ont été observées dans les villages cris. Toutefois, les répercussions liées directement au complexe La Grande sont minimes chez cette nation compte tenu des grandes distances qui existent entre le complexe La Grande et les villages inuits. Les Inuits ont également bénéficié de programmes gouvernementaux de reconstruction ou de rénovation urbaines. Une partie de l'indemnité (34,5 millions de dollars) versée à la communauté de Kuujuaq en guise de compensation pour la réduction du débit de la Koksoak a été utilisée pour la construction d'équipements collectifs. Plusieurs entreprises inuites ont ainsi été constituées et ont obtenu de nombreux contrats d'Hydro-Québec et de ses filiales. Les retombées économiques ont totalisé plus de 120 millions de 1989 à 1998 (voir le tableau 10).

La communauté naskapie

La Convention du Nord-Est québécois, et plus particulièrement le Programme de sécurité du revenu qu'elle a instauré, ont permis aux Naskapis, dont la population s'élève à 787 personnes en 2001, de soutenir la pratique de leurs activités traditionnelles (chasse au caribou, fabrication de produits artisanaux, etc.).

La création du village de Kawawachikamach en 1983, à 15 km au nord-est de Schefferville, a comblé un vieux rêve des Naskapis d'avoir leur propre village. Pour les Naskapis, les retombées économiques liées aux contrats accordés par Hydro-Québec et par ses filiales se sont élevées à environ 17 millions de dollars entre 1991 et 1998 (voir le tableau 10).

2.11.6

La perception de l'incidence des aménagements et des conventions chez les Cris

Alors que seulement une petite fraction des territoires de chasse ont été touchés par les réservoirs, la facilité d'accès accrue à ces territoires a permis à un plus grand nombre de chasseurs de les fréquenter et de constater les transformations physiques. Une grande partie de la population crie, en particulier les personnes âgées, a une perception négative des conséquences de la construction du complexe La Grande et de la mise en œuvre de la CBJNQ. Cette perception persiste même si l'ampleur des modifications physiques ne se reflète pas nécessairement dans l'incidence sur les populations animales, même si les études révèlent souvent que les répercussions sur la faune et sur l'exploitation des ressources ne sont pas toujours aussi marquées que ce que l'on prévoyait et même s'il y a dans certains cas amélioration.

Certaines dispositions des conventions, notamment la création de nouveaux villages (Chisasibi et Nemiscau), le déplacement consécutif de populations et la dépendance à l'égard des programmes de l'État, ont sans doute accentué cette perception. À titre de comparaison, on peut penser aux familles déplacées lors de la construction de l'aéroport de Mirabel. Pour bien des personnes, il sera toujours difficile de distinguer les répercussions directement liées à l'aménagement du complexe, celles qui sont liées à la mise en place de la Convention et celles qui sont liées à la modernité (par exemple la télévision).

2.11.7

Les retombées économiques pour le Québec

Depuis plus de 50 ans, l'essor du secteur hydroélectrique au Québec a été un facteur de développement qui a entraîné des retombées économiques considérables dans les régions où l'on a construit des aménagements. La construction du complexe La Grande a entraîné de fortes retombées économiques en Abitibi-Témiscamingue et au Saguenay—Lac-Saint-Jean, soit près de 700 millions de dollars en salaires et près de 300 millions en achats de biens et services (voir le tableau 11).

Tableau 11 – Retombées économiques régionales liées au complexe La Grande de 1975 à 1992

Retombées économiques en Abitibi-Témiscamingue		
	Phase 1 1975 à 1981	Phase 2 1987 à 1992
Salaires sur les chantiers		
Total des retombées salariales	(M\$ de 1981)	(M\$ courants)
Moyenne annuelle des salaires	320	40
	46	8
Achats de biens et services	(M\$ de 1978)	(M\$ courants)
Total des achats de biens et services	135	30
Moyenne annuelle des salaires	9,5	2,5 à 3
Autres rémunérations annuelles	9,5	2,5 à 3

Retombées économiques au Saguenay—Lac-Saint-Jean		
	Phase 1 1975 à 1981	Phase 2 1987 à 1992
Salaires sur les chantiers		
Total des retombées salariales	(M\$ de 1981)	(M\$ courants)
Moyenne annuelle des salaires	278	38
	40	7,6
Achats de biens et services	(M\$ de 1978)	(M\$ courants)
Total des achats de biens et services	n. d.	100
Moyenne annuelle des salaires	n. d.	7,5 à 10
Autres rémunérations annuelles	n. d.	7,5 à 10

Sources : Phase 1 : Association des employeurs de la Baie James.
 Phase 2 : Compilations particulières de la SEBJ.

Les retombées économiques liées au secteur hydroélectrique ne se limitent pas aux régions qui accueillent les aménagements. Presque tout ce qui est nécessaire à la construction des ouvrages hydroélectriques est fabriqué au Québec, particulièrement dans les régions centrales et métropolitaines. Il s'agit d'une situation très avantageuse pour le Québec par rapport à l'électricité de source nucléaire ou thermique, dont les retombées économiques iraient surtout hors du Québec (Groupe SECOR, 1992).

En outre, les coûts de l'hydroélectricité au Québec sont parmi les moins élevés au monde, ce qui, en plus de profiter à tous les Québécois, favorise la présence d'industries énergivores comme les alumineries et les papeteries. Enfin, comme les ouvrages hydroélectriques peuvent facilement durer plus de 50 ans et que leur coût de construction est entièrement amorti pendant cette période, les générations à venir peuvent bénéficier d'une production à très faible coût. Il s'agit d'un autre avantage majeur qui doit être pris en compte dans la comparaison des différentes sources d'électricité.

2.12

Les mesures d'atténuation, de compensation et de mise en valeur

Depuis la construction du complexe La Grande, Hydro-Québec a travaillé à mettre au point un nombre considérable de mesures destinées à corriger, à atténuer ou à compenser les impacts de la construction et de l'exploitation des ouvrages hydroélectriques. Ces mesures ont porté sur tous les aspects de l'environnement, donc à la fois sur le milieu naturel et sur le milieu humain.

Hydro-Québec distingue trois types de mesures, que nous décrivons brièvement ici.

Les **mesures d'atténuation** visent à éliminer les effets négatifs liés à un projet ou à les réduire à un niveau acceptable pour l'environnement. Ces mesures s'appliquent essentiellement dans la zone directement influencée par un ouvrage et concernent les modifications physiques ainsi que les répercussions de ces modifications sur les milieux naturel et humain (par exemple la présence d'un réservoir, une modification de débit, la perte de zones d'habitat faunique et de terrains de piégeage ou l'accès au territoire). Les mesures adoptées consistent le plus souvent en la construction de seuils, l'instauration de débits

réservés, l'ensemencement, la construction de routes, l'aménagement de sentiers, etc.

Les **mesures de compensation** visent à compenser les effets négatifs de la réalisation d'un projet qui ne peuvent être éliminés par des mesures d'atténuation sur le lieu des travaux ; pour être efficaces, elles doivent être mises en œuvre après l'évaluation du résultat des mesures d'atténuation.

Les **mesures de mise en valeur** visent à améliorer l'état d'un milieu naturel ou une situation sociale qui ne sont pas directement touchés par la réalisation d'un projet ; elles peuvent avoir pour objet une réalité extérieure à la zone d'étude d'un projet.

Chaque projet comporte son propre train de mesures. Des mesures de compensation ou de mise en valeur dans le cadre d'un projet peuvent devenir des mesures d'atténuation dans le cadre d'un autre projet. Étant donné le nombre considérable de mesures mises en œuvre par Hydro-Québec depuis 30 ans, la liste de mesures qui suit ne tient pas compte de ces considérations et se limite à fournir des exemples des groupes de mesures qui sont les plus souvent employées. Ces exemples sont tirés des rapports suivants : SEBJ, 1985 ; SEBJ, 1994 ; Sbeghen, 1994 ; Lessard, 1995 ; Chee-Bee Cree Construction, 1998 ; Verdon, 1999 ; IEA et SWG, 1999.

*milieu aquatique
milieu terrestre
utilisation du territoire et exploitation de la faune
paysage
santé et bien-être des populations*

Mesures relatives au milieu aquatique

- Ouvrages (crêtes déversantes, vannes de fond) et modalités d'exploitation des centrales destinés à assurer le maintien d'un débit résiduel.
- Gestion des populations de poissons en vue de diminuer l'abondance de certaines espèces au profit d'autres (pêche intensive et sélective, gestion des niveaux d'eau).
- Capture et transfert de poissons.
- Aménagement de frayères.
- Création d'abris pour les poissons.
- Ensemencement en poissons.
- Incubation (œufs de poissons).
- Systèmes de comptage de poissons.
- Passes à poissons permettant les migrations.
- Dispositifs de répulsion des poissons (répulsifs acoustiques, électriques et stroboscopiques) en amont et en aval des centrales.
- Construction de seuils destinés à assurer le maintien d'un niveau d'eau.
- Construction de déflecteurs destinés à améliorer l'habitat des poissons.
- Endiguement de baies en vue de soustraire certaines zones d'un réservoir aux effets du marnage.
- Piégeage intensif du castor avant la mise en eau.
- Déplacement de castors avant la mise en eau.
- Création d'étangs pour la sauvagine.

Mesures relatives au milieu terrestre

- Lutte contre l'érosion au moyen d'enrochement, de gabions, d'ensemencement en plantes herbacées et de plantation d'arbustes.
- Amélioration de l'habitat faunique par différents moyens :
 - maîtrise de la végétation ;
 - ensemencement en plantes herbacées et plantation d'arbustes ;
 - déboisement sélectif ;
 - création d'îlots ;
 - installation de plates-formes permettant aux balbuzards de construire des nids.



*Coupe de rajeunissement
(déboisement sélectif)
face au village de Chisasibi.
À l'arrière-plan, la baie James.*

Mesures relatives à l'utilisation du territoire et à l'exploitation de la faune

- Récupération de ressources avant la mise en eau (castors, matière ligneuse).
- Récupération et élimination des débris ligneux flottants.
- Aménagement de rampes pour faciliter l'accès aux eaux.
- Aménagement d'aires d'accostage pour hydravions et canots.
- Aménagement d'aires de pêche au filet (déboisement sélectif avant la mise en eau).
- Aménagement de chenaux de navigation.
- Établissement de cartes de navigabilité.
- Aménagement de sentiers de portage et de dispositifs de halage pour embarcations.
- Construction de routes permanentes et de routes d'hiver.
- Construction de campements et d'entrepôts destinés aux exploitants de la faune.
- Pose de panneaux de signalisation et d'information.
- Aménagement de pistes de motoneige et d'autoneige.
- Suivi de l'exploitation des espèces animales.
- Stabilisation des berges (enrochement, gabions).



Rampe de mise à l'eau pour embarcations près de Chisasibi.



Mesure d'atténuation liée au projet Laforge-1 : ouvrage facilitant le portage de canots.

Mesures relatives au paysage

- Déboisement sélectif.
- Remise à l'état naturel des lieux perturbés par les activités de construction (plantation et ensemencement).
- Réalisation d'aménagements paysagers.
- Construction de belvédères, aménagement de haltes d'interprétation de la nature.

Mesures relatives à la santé et au bien-être des populations

- Inventaires et fouilles archéologiques.
- Sites commémoratifs pour les sépultures.
- Diffusion d'information sur la question du mercure.
- Moyens visant à faciliter l'accès à des lacs dont les poissons ont des teneurs en mercure peu élevées.
- Mise en place de systèmes de radiocommunication.
- Adoption d'une politique d'attribution de contrats privilégiant les entreprises autochtones.
- Mise en œuvre de programmes de formation de la main-d'œuvre.



*Village de Chisasibi
au milieu des années
1980.*

3

L'incidence des aménagements hydroélectriques :
réflexions, conclusions et enseignements



L'incidence des aménagements hydroélectriques : réflexions, conclusions et enseignements

Nous avons vu au chapitre 2 les principales connaissances acquises depuis 30 ans quant à l'incidence des aménagements hydroélectriques sur le milieu naturel et sur le milieu humain. Même si ce chapitre a surtout considéré les résultats du suivi environnemental effectué au complexe La Grande, beaucoup d'autres études menées par Hydro-Québec et ses partenaires ont contribué au développement des connaissances mentionnées. Plusieurs des données obtenues par ces études, que ce soit celles des projets Grande-Baleine, Manic-Outardes, Robertson ou Sainte-Marguerite-3, sont venues corroborer les informations recueillies au complexe La Grande. L'évolution de la qualité de l'eau et du taux de méthylmercure dans la chair des poissons, par exemple, est la même dans tous les réservoirs étudiés. Le mode d'exploitation des ressources naturelles par les autochtones suit généralement la même évolution.



Vue de l'aval de l'aménagement hydroélectrique La Grande-1.

Hydro-Québec a beaucoup appris depuis 30 ans sur la façon de réaliser ses projets en respectant le plus possible l'environnement, sur les travaux correctifs, sur les mesures d'atténuation et de compensation, sur la maximisation des retombées économiques, etc.

Actuellement, il est possible de dégager des conclusions et des enseignements fondés sur des faits qui, compte tenu de leur valeur scientifique, peuvent orienter les futurs projets d'aménagements hydroélectriques dans des milieux comparables. Ce chapitre présente les principales conclusions qui découlent des études de recherche et de suivi concernant les milieux naturel et humain pour ensuite dégager des enseignements et formuler des recommandations en ce qui touche la réalisation des études relatives à l'environnement dans le cadre des projets hydroélectriques.

3.1

Principales conclusions concernant le milieu naturel

Le milieu aquatique

Dans le Nord québécois, peu importe son étendue, un réservoir de centrale hydroélectrique constitue un écosystème dont la productivité biologique se compare avantageusement à celle d'un lac naturel ou d'un écosystème terrestre d'égale superficie. Au cours des cinq premières années de son existence, un réservoir possède une qualité d'eau légèrement inférieure à celle d'un lac naturel, mais néanmoins favorable au milieu biologique ; d'ailleurs, la productivité biologique augmente pendant ces années. Après dix ans, la qualité de l'eau d'un réservoir se compare à celle des lacs naturels voisins. La composition des peuplements de poissons évolue au profit des espèces lacustres, et les rendements de pêche sont généralement un peu plus élevés que dans les lacs naturels voisins. Ces résultats ont également été observés dans d'autres réservoirs au Canada, en Finlande et en Suède.

En ce qui concerne les rivières à débit modifié, qu'il s'agisse d'une réduction ou d'une augmentation de débit, la qualité de l'eau change peu et demeure toujours favorable à la production primaire et à la faune en général.

La qualité de l'eau et la productivité biologique dans des milieux comparables à ceux que nous avons étudiés ne doivent plus être considérées comme des sujets de préoccupation majeurs, nécessitant des études intensives. Dans certains cas, si des doutes justifiés existent, la détermination de l'état de référence et le suivi devraient se limiter aux paramètres les plus utiles en matière de qualité de l'eau et de productivité biologique.

Les phénomènes d'érosion et de sédimentation doivent être évalués avec le plus de précision possible, tout comme les mesures correctives nécessaires.

Les modifications de débit, de température et de salinité dans les estuaires de la baie James et dans le milieu côtier influencé par le panache d'eau douce n'ont aucune incidence observable sur la faune

aquatique qui fréquente assidûment les lieux, cette faune étant bien adaptée aux changements qui se produisent.

Le mercure

Le mercure existe à l'état naturel, mais environ 50 % des émissions de mercure observées aujourd'hui sont d'origine humaine : elles proviennent surtout de la combustion de produits fossiles comme le charbon, d'activités industrielles et minières, et de l'incinération de déchets. Le Québec produit relativement peu de ces émissions, mais il reçoit du mercure émis hors de ses frontières et transporté par voie atmosphérique. La mise en eau des réservoirs et la décomposition organique qui s'ensuit favorisent la méthylation du mercure et sa bioaccumulation dans la chaîne alimentaire. L'ampleur du phénomène dépend de l'importance de la décomposition organique. Les teneurs maximales en mercure des poissons de réservoir sont de trois à six fois supérieures aux teneurs des poissons de lac naturel et elles sont atteintes après une période variant entre cinq et dix ans selon que les espèces se nourrissent ou non de poissons. Les teneurs reviennent à leur niveau initial après une période de 20 à 30 ans. On a noté la même évolution dans d'autres réservoirs au Canada, aux États-Unis et en Finlande. Aucune observation ne laisse supposer que les poissons et les espèces animales piscivores sont affectées par ces teneurs.

Le mercure et la santé

L'exposition au mercure n'est pas nécessairement liée à la création des réservoirs. Il existe un risque pour la santé chez les grands consommateurs de poissons, indépendamment du lieu de provenance des poissons. Toutefois, ce risque peut être maîtrisé lorsqu'il est bien compris par les autorités et par les consommateurs. Le Conseil cri de la santé et des services sociaux de la Baie James a mis sur pied un programme d'information en application de la *Convention sur le mercure*. Ce programme a montré qu'il est possible de réduire considérablement l'exposition au mercure avant qu'elle n'atteigne le seuil d'intervention, en évitant certaines espèces et certains lieux de pêche, et ce, sans trop réduire la consommation de poisson, un élément essentiel du régime alimentaire. La valeur scientifique et sociale de cet enseignement est majeure et justifie à elle seule l'effort humain et financier fourni par l'ensemble des acteurs concernés depuis 20 ans.

Le milieu terrestre

La transformation d'un milieu terrestre en milieu aquatique constitue une modification majeure. La perte d'un milieu terrestre entraîne le déplacement ou la mort des animaux sédentaires qui occupaient ce milieu. Par ailleurs, les milieux riverains perdus par ennoiement sont remplacés en partie par les milieux riverains qui se forment sur les rives exondées des rivières à débit réduit. La diversité biologique des îles des réservoirs est comparable à celle des îles des lacs naturels ; même la zone de marnage des réservoirs est fréquentée par une faune variée. Les aménagements étudiés n'ont pas nui aux espèces migratrices d'intérêt : les populations de ces espèces ont même augmenté au point qu'il a fallu accroître la chasse, notamment celle au caribou. La nouvelle masse d'eau constitue un milieu beaucoup plus stable et productif que l'espace terrestre perdu. D'après la production de biomasse, la perte de milieu terrestre est largement compensée par le gain de milieu aquatique.

3.2

Principales conclusions concernant le milieu humain

Au début des années 1950, bien avant le lancement du projet La Grande, l'avènement du travail salarié et des programmes de l'État dans les secteurs de la santé, de l'éducation et des services sociaux, ainsi que les coûts élevés associés au transport sur le territoire ont déclenché un processus de sédentarisation chez les populations autochtones. Cette sédentarisation s'est répercutee sur le mode de vie traditionnel, axé sur la chasse, la pêche et le piégeage : de moins en moins de familles ont passé l'hiver en forêt, et les populations animales vivant à proximité des villages ont été surexploitées.

À compter de 1972, pendant une période d'environ 20 ans, la construction du complexe La Grande et, dans une plus large mesure, les dispositions des conventions — surtout celles signées avec les Cris — sont venues accentuer l'évolution en cours. La combinaison d'un grand nombre de facteurs liés au complexe

La Grande (mise en eau d'une fraction du territoire de piégeage, établissement de routes, constitution d'entreprises autochtones, travail salarié, etc.) et aux conventions (autonomie gouvernementale, régime des terres, programmes d'aide aux chasseurs, indemnités, création et modernisation de villages, etc.) ont contribué à accélérer l'évolution des sociétés autochtones concernées, surtout chez les Cris, à un point tel qu'elles ont fini par s'apparenter de plus en plus à la société industrialisée du sud. Selon plusieurs experts, cette évolution, qui a beaucoup de points communs avec ce que l'on a observé par suite d'autres travaux hydroélectriques et routiers nordiques au Canada et en Scandinavie, a globalement profité aux autochtones, notamment aux Cris, sur plusieurs plans.

Bien entendu, la modernisation rapide des sociétés autochtones s'accompagne de perturbations. En outre, depuis les années 1990, le chômage a fortement augmenté à mesure que ralentissaient la croissance du secteur tertiaire et les activités de construction faisant suite à la mise en œuvre de la CBJNQ, ce qui a contribué à aggraver les problèmes sociaux. Compte tenu de l'éloignement, de l'augmentation des populations et de la faible diversité des ressources, peu de secteurs économiques peuvent soutenir un développement durable. Pour cette raison, l'avenir du territoire dépendra en bonne partie de la volonté de concertation des différents acteurs.

Ces remarques s'appliquent surtout à la partie septentrionale du territoire. Il faut également mentionner les efforts considérables qui ont été faits en vue de favoriser les retombées économiques régionales, dont les emplois, dans les régions de l'Abitibi-Témiscamingue, du Saguenay—Lac-Saint-Jean et de la Côte-Nord.

3.3

Enseignements et recommandations tirés des études sur l'environnement

Le besoin de cibler

Le suivi environnemental révèle que l'évaluation des impacts en phase initiale des projets est presque toujours exagérée. Cette constatation, toutefois, concerne davantage le milieu naturel que le milieu humain, qui ne reçoit pas toujours une attention suffisante dans les études d'impact sur l'environnement.

Par ailleurs, les études relatives à l'environnement portent sur un trop grand nombre d'éléments dont l'intérêt n'est pas suffisamment précisé et reconnu par l'ensemble des intéressés. Elles relèvent d'exigences légales dont l'interprétation et l'application ne sont pas toujours claires. Il en est également ainsi des mesures visant à atténuer les effets défavorables ou à amplifier les effets favorables de la réalisation d'un projet.

Nous croyons que le choix et la pertinence des éléments à considérer dans les études sur l'environnement doivent être établis au départ en s'appuyant sur la plus large expérience possible. L'analyse à cet égard doit prendre en compte tous les résultats des études de suivi antérieures afin de permettre un choix judicieux des éléments à retenir et l'élimination des éléments inutiles. En effet, les effets négatifs qui sont clairement connus peuvent être tenus pour acquis sans qu'il soit nécessaire d'en refaire la constatation par des études longues et coûteuses. Il importe plutôt de mettre l'accent sur les mesures d'atténuation et les mesures de compensation.

Les mesures destinées à rendre un projet plus acceptable et plus profitable doivent être comprises dans leur sens le plus général et elles doivent intervenir à toutes les étapes d'un projet. Certaines mesures d'atténuation doivent être définies au moment de la planification et de la conception du projet, afin d'éliminer ou de réduire au minimum les effets négatifs prévus. Par la suite, les mesures de compensation et de mise en valeur servent à éliminer ou à réduire les effets négatifs résiduels et à améliorer l'état des milieux naturel et social. Pour certaines mesures, il est souvent préférable d'attendre les résultats du suivi environnemental avant la mise en œuvre.

Le tout doit être fait en partenariat avec le milieu.

La nécessité d'utiliser les enseignements du passé

Pour des milieux nordiques comparables à ceux que nous avons étudiés au Québec, les données du suivi environnemental et les modèles mathématiques établis sur la base de ces données sont maintenant suffisamment fiables pour permettre de prévoir l'évolution de la qualité de l'eau et des communautés de poissons ainsi que la libération et la bioaccumulation de méthylmercure à la suite de la création de réservoirs et de modifications apportées au régime hydrologique. Pour ces éléments, il n'est plus nécessaire d'effectuer des centaines de prélèvements sur de longues périodes. Quelques contrôles avant et après la construction des ouvrages suffisent pour vérifier la justesse des prévisions.

Les études doivent porter sur les habitats des espèces auxquelles on accorde une valeur particulière. Les inventaires doivent être limités à l'essentiel et ne servir qu'à préciser l'importance de ces habitats. Il importe d'étudier en priorité les ressources naturelles ayant une valeur pour les usagers et de mettre à profit au maximum les connaissances traditionnelles des autochtones relativement à leur milieu ainsi que leur savoir-faire. Les études doivent servir à mettre au point des mesures d'atténuation ou des mesures de compensation, et non uniquement à établir un quelconque impact qui sera difficilement quantifiable, qui fera rarement l'unanimité parmi les intéressés et qui risque d'entraîner d'autres études longues, coûteuses et peu convaincantes.

En matière de suivi physique et biologique de l'évolution d'un milieu modifié, tout ce qui ne peut être ni vérifié ni mesuré selon une méthode scientifique reconnue devrait être rejeté. Le même principe devrait s'appliquer en ce qui concerne le choix et la mise en œuvre des mesures d'atténuation et des mesures de compensation.

Les travaux en collaboration

Les études environnementales vont parfois au-delà des besoins directs liés à un projet donné. Bien que de telles études soient utiles et contribuent à l'avancement des connaissances, elles alourdissent considérablement les conditions de réalisation du projet sur le plan des coûts et de l'échéancier.

Les travaux de cette nature doivent être reconnus pour ce qu'ils sont par tous les intervenants et leurs coûts, partagés équitablement entre les pouvoirs publics concernés. Il faut également s'assurer que ces travaux contribuent à améliorer l'efficacité de l'évaluation des projets.

La perception des enjeux

Les éléments de l'environnement très complexes et difficiles à étudier parce qu'ils réagissent à un grand nombre de facteurs deviennent souvent des enjeux majeurs dans les études sur l'environnement. Ce type d'enjeux fait rarement l'unanimité dans la communauté scientifique et devrait relever davantage de la recherche à long terme que des études d'impact. Souvent, le promoteur n'a pas le choix : il doit mener des études longues et coûteuses, sans aucune assurance que les résultats seront jugés satisfaisants. Ces études drainent des fonds considérables, qui seraient beaucoup mieux utilisés aux fins de mesures d'atténuation et de mesures de compensation destinées à améliorer le bien-être des populations.

Il faut que tous les intéressés reconnaissent dès le départ qu'une étude d'impact sur l'environnement doit mener à une prise de décision qui répond à des exigences de temps, d'espace et de coût. Il faut éviter de repartir chaque fois à zéro. De plus, les efforts consacrés aux études environnementales doivent être équivalents pour tous les types de projets ayant des répercussions sur les ressources naturelles.

Hydro-Québec a fait face à plusieurs enjeux dans le cadre des études sur l'environnement menées aux fins de faire autoriser ses projets. Souvent, parmi ces enjeux, s'entremêlent des perceptions, des hypothèses non vérifiées et des faits, si bien qu'il devient difficile de cerner l'importance réelle des enjeux. Parmi eux, mentionnons le climat, la biodiversité, le mercure et la santé, les gaz à effet de serre, les effets cumulatifs et la plupart des questions qui touchent les collectivités locales. Les effets possibles liés à ces questions n'ont pas tous la même importance, pourtant ils ont tous soulevé plus ou moins les mêmes réactions, décrites ci-dessous.

- **Le climat**

Au moment du lancement du projet La Grande, plusieurs auteurs avaient prédit que le climat de l'hémisphère nord serait modifié par la création des réservoirs. Il a fallu plusieurs années d'études pour démontrer que les réservoirs, comme les grands lacs naturels, influent seulement sur le climat limitrophe, soit une zone qui dépasse rarement plus d'une vingtaine de kilomètres pour un lac de la taille du lac Saint-Jean, dont la superficie atteint environ 1 000 km² (Météoglobe Canada, 1991).

En 1990, des scientifiques prédisaient que la régulation de l'écoulement des eaux douces due aux aménagements hydroélectriques aurait des répercussions notables sur le climat nord-atlantique (Misak, 1993). Heureusement, cette prédition alarmiste fut démentie. D'autres scientifiques ont conclu que, même si la régulation des eaux douces s'étendait à tous les cours d'eau des bassins versants de la baie d'Hudson et de la baie James, il n'y aurait aucune raison de relier ce phénomène à des changements dans le climat nord-atlantique et que, s'il y avait une répercussion, elle serait impossible à déceler (Leblond et coll., 1996).

Aujourd'hui, les données scientifiques concernant l'effet de la présence des réservoirs sur le climat sont suffisamment précises et fiables pour que ce phénomène ne soit plus considéré comme un enjeu dans un milieu nordique comparable à celui du Québec.

- **La biodiversité**

Bien que cela n'ait pas été le cas au complexe La Grande, l'incidence des aménagements hydroélectriques sur la biodiversité constitue un autre sujet controversé. Il est facile pour certains auteurs de présenter la diversité biologique comme un état stable qu'aucun aménagement ne devrait modifier, et ce, sans même proposer des moyens pratiques de mesurer les changements ou de maintenir la diversité. Elevée ainsi au rang de concept, la biodiversité devient un outil puissant entre les mains de quiconque s'oppose à un projet.

Hydro-Québec aborde la biodiversité en évaluant plutôt les effets de ses aménagements sur l'habitat des espèces vulnérables et des espèces ayant une valeur économique, afin de déterminer si ces effets peuvent avoir des conséquences notables sur la diversité biologique d'une zone donnée. Les études révèlent qu'aucune espèce n'a été mise en danger par les aménagements construits et que les nouveaux milieux se comparent très bien avec les milieux voisins qui n'ont pas été touchés par les aménagements (voir la section sur le milieu terrestre).

On doit viser une approche concertée dès le début des études sur l'environnement. Les espèces à cibler doivent être clairement identifiées au préalable, de même que l'ampleur et les limites des études exigées du promoteur.

- **Le mercure et la santé**

Il a fallu plus de 20 ans d'études pour mieux comprendre le problème du mercure et montrer que ce problème existe aussi dans les lacs naturels et qu'il était même préférable pour la santé de manger du poisson à faible teneur en mercure en quantité mesurée que de ne pas en manger du tout.

Les études doivent continuer de considérer tout ce qui peut constituer un risque pour la santé. Par ailleurs, les études, les actions et les activités qui s'ensuivent doivent relever de la responsabilité de tous les intéressés et non seulement du promoteur. À cet égard, l'exemple de la *Convention sur le mercure* est à suivre.

- **Les gaz à effet de serre**

Les études révèlent que beaucoup d'écosystèmes naturels, par exemple les écosystèmes de lacs et de marécages, sont à l'origine d'importantes émissions de gaz à effet de serre. On exagère les émissions des réservoirs quand on fait abstraction des émissions que produiraient les milieux naturels présents avant la mise en eau.

Pour pouvoir déterminer le volume net d'émissions de gaz à effet de serre d'un réservoir, il faut connaître les volumes d'émissions du bassin versant avant et après la création du réservoir. Le volume brut d'émissions d'un réservoir atteint son maximum deux ans après l'ennoiement, puis diminue pendant environ dix ans. Ce volume semble ensuite se stabiliser à un niveau comparable à celui des lacs naturels.

Au complexe La Grande, nous estimons le volume brut d'émissions de gaz à effet de serre à 33 tonnes d'équivalent CO₂ par térawattheure (sur la base des données recueillies à la fin de 1999). Ainsi, les émissions du complexe sont 14 fois moins élevées que celles de centrales au gaz et 28 fois moins élevées que celles de centrales au charbon produisant la même énergie.

Afin de permettre une quantification précise du volume net d'émissions de gaz à effet de serre émis par les réservoirs sur une longue période, Hydro-Québec a entrepris un programme de recherche additionnel d'une durée de cinq ans (2000-2004) portant sur l'ensemble du bassin versant du complexe La Grande. On comparera les différents modes de production d'électricité à l'aide d'une analyse fondée sur le cycle de vie, donc une analyse qui tient compte des émissions dues à la construction et à l'exploitation des ouvrages, notamment les émissions des réservoirs, ainsi qu'à l'extraction et au transport des combustibles. Cette méthode fait ressortir l'avantage de l'hydroélectricité, car les émissions dues à l'extraction et au traitement des combustibles fossiles sont beaucoup plus considérables, par unité d'énergie produite, que les émissions des réservoirs.

3.4

Conclusion

Nous avons tenté de cerner l'ampleur et la diversité des activités d'Hydro-Québec dans le domaine complexe de l'environnement. Les études réalisées et les informations acquises représentent une contribution scientifique majeure à la connaissance du milieu naturel et du milieu humain des régions nordiques. En effet, que saurions-nous aujourd'hui du Québec nordique si la décision de développer son potentiel hydroélectrique n'avait pas été prise en 1971 ?

Hydro-Québec est fière d'avoir contribué à mettre au point des méthodes d'analyse et des mesures de protection et de mise en valeur de l'environnement qui sont à la base des pratiques actuelles. L'entreprise

estime être en mesure de prévoir avec un degré de précision fort acceptable l'impact de ses projets en milieu nordique et surtout, le cas échéant, de réaliser ses projets avec un minimum d'effets nuisibles et un maximum d'effets favorables sur l'environnement.

Depuis 30 ans, Hydro-Québec a acquis un savoir considérable en matière d'environnement. Ce savoir, obtenu grâce à la compétence de son personnel et de ses partenaires, au prix d'énormes investissements, est destiné à servir à tous ceux qui doivent juger les projets d'aménagements hydroélectriques. À cet égard, un effort particulier devrait être fait pour diffuser ces enseignements en langue anglaise.

Nous espérons que les enseignements et les recommandations présentés ici sauront retenir l'attention et susciter une nécessaire réflexion.



Air Creebec,
une entreprise cri
établie à l'aéroport
La Grande.

4

Bibliographie

- Ouvrages cités
- Autres ouvrages de référence par domaines

Ouvrages cités

ADMINISTRATION RÉGIONALE CRIE. 1985. *La synthèse archéologique et ethnohistorique du complexe La Grande*. Rapport préparé pour la Société d'énergie de la Baie James (SEBJ). Montréal, SEBJ. 632 p.

AUDET, R. 1979. « Histoire du caribou du Québec-Labrador et évolution des populations ». *Recherche amérindienne au Québec*, vol. 9, p. 17-27. Montréal, Édition des Actualités.

BEAUCHEMIN, G. 1992. « L'univers méconnu de la Convention de la Baie James et du Nord québécois » *In Forces*, n° 97 (printemps 1992), p. 14-28. Montréal, Société d'édition de la revue Forces.

BERGERUD, A.T., JAKIMCHUK, R.D., et CARRUTHERS, D.R. 1984. « The Buffalo of the North: Caribou (*Rangifer tarandus*) and Human Developments ». *Arctic*, vol. 37, p. 7-22. Calgary, Arctic Institute of North America.

BERKES, F., et CUCIUREAN, R. 1987. *Chisasibi Community Land Use in the Lower La Grande Sector and the Laforge-Caniapiscau Sector and the Definition of Remedial Measures*. Rapport préparé pour le Chisasibi Band Council. 37 p.

BROUARD, D., DEMERS, C., LALUMIÈRE, R., SCHETAGNE, R., et VERDON, R. 1990. *Rapport synthèse : Évolution des teneurs en mercure des poissons du complexe hydroélectrique La Grande, Québec (1978-1989)*. Rapport préparé par le Groupe Environnement Shooner pour Hydro-Québec. Montréal, Hydro-Québec. 100 p.

BROUARD, D., DOYON, J.-F., et SCHETAGNE, R. 1994. « Amplification of mercury concentration in lake whitefish (*Coregonus clupeaformis*) downstream from the La Grande 2 reservoir. James Bay, Québec ». *In Watras*, C.J., Huckabee, J.W., et l' International Conference on Mercury as a Global Pollutant (1992), Monterey, Calif. (éd.), *Mercury pollution: integration and synthesis*, p. 369-380. Florida, Lewis Publishers, Boca Raton.

CANADA, ENVIRONNEMENT CANADA. 1991. *Aperçu des politiques environnementales adoptées par l'industrie canadienne*. Ottawa, Environnement Canada. 32 p.

CANADA, STATISTIQUE CANADA. 1995. *Enquête sur les dépenses de protection de l'environnement*, n° 4-2200-6. Ottawa, Statistique Canada.

CENTRE DE RECHERCHE ET D'ANALYSE EN SCIENCE HUMAINE (ssDcc). 1992-1996. *Bilan des connaissances sur les impacts humains du complexe hydroélectrique La Grande et des conventions du Québec nordique*. Rapport préparé pour Hydro-Québec. Montréal, Hydro-Québec. 4 vol.

CERANE. 1993. Projet Laforge-2. *Interventions archéologiques 1982-1992*. Montréal, Société d'énergie de la Baie James. 84 p.

CHAIRE DE RECHERCHE EN ENVIRONNEMENT HYDRO-QUÉBEC, CONSEIL DE RECHERCHE EN SCIENCES NATURELLES ET GÉNIE (CRSNG) et UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À MONTRÉAL (UQAM). 1999. *Production de gaz à effet de serre par les réservoirs hydroélectriques. Analyse et synthèse des données pour les années 1993 à 1999*. Montréal, Chaire de recherche en environnement Hydro-Québec—CRSNG—UQAM. 89 p.

CHAMBERLAND, A., BÉLANGER, C., et GAGNON, L. 1996. « L'hydroélectricité face aux autres options. Émissions atmosphériques ». *Écodécision*, n° 19, p. 56-60. Montréal, Société Environnement et Politique (La Société royale du Canada).

CHARTRAND, N., SCHETAGNE, R., et VERDON, R. 1994. *Enseignements tirés du suivi environnemental au complexe La Grande*. Compte rendu du 18^e congrès de la Commission internationale des grands barrages (CIGB). Paris, CIGB. p. 165-190.

CHEE-BEE CREE CONSTRUCTION. 1998. *Overview Report Remedial Measures 1993-1997*. Société Opimiscow-SOTRAC. 40 p.

COMITÉ DE LA BAIE JAMES SUR LE MERCURE. 1998. *Rapport synthèse. Évolution des teneurs en mercure dans les poissons du complexe La Grande. Volume 2 : Caractérisation régionale des teneurs pour les utilisateurs cris de la Baie James*. Montréal, Comité de la Baie James sur le mercure. 40 p.

COMITÉ DE LA BAIE JAMES SUR LE MERCURE. 1995. *Mercure : questions et réponses*. Montréal, Comité de la Baie James sur le mercure. 24 p.

COMITÉ FÉDÉRAL-PROVINCIAL SUR LA BIOLOGIE DU SAUMON DE LA RIVIÈRE MOISIE. 1996. *Projet d'aménagement hydroélectrique du complexe Sainte-Marguerite-3, rivière Sainte-Marguerite, Québec. Deuxième rapport annuel aux gouvernements*. Montréal, Hydro-Québec. 17 p. et annexes.

CRÈTE, M., DROLET, B., HUOT, J., FORTIN, M.-J., et DOUCET, G.J. 1995. « Chronoséquence après feu de la diversité de mammifères et d'oiseaux au nord de la forêt boréale québécoise ». *Journal canadien de la recherche forestière*, vol. 25, p. 1509-1518. Ottawa, Conseil national de recherche du Canada.

- CRÈTE, M., HUOT, J., FORTIN, M.-J., et DOUCET, J. 1997. « Comparison of plant and animal diversity on new reservoir islands and established lake islands in northern boreal forest of Québec ». *The Canadian Field Naturalist*, vol. 111, p. 407-416. Ottawa, The Ottawa Field-Naturalists' Club.
- CRUMP, K., VIREN, J., SILVERS, A., CLEWELL III, H., GEARHART, J., et SHIPP, A. 1995. « Reanalysis of dose-response data from the Iraqi methylmercury poisoning episode ». *Risk Analysis*, vol. 15, p. 523-532.
- CRUMP, K.S., VAN LANDINGHAM, C., SHAMLAYE, C., COX, C., DAVIDSON, P.W., MYERS, G.J., et CLARKSON, T.W. 2000. « Benchmark concentrations for methylmercury obtained from the Seychelles child development study ». *Environmental Health Perspectives* 108 (3). p. 257-263.
- DENIS, R., et HAYEUR, G. 1998. *Bilan du suivi environnemental de la portion de la rivière Caniapiscau et Koksoak située à l'aval des ouvrages de dérivation*. Montréal, Hydro-Québec. 36 p. et annexe.
- DESLANDES, J.-C., GUÉNETTE, S., et FORTIN, R. 1994. *Évolution des communautés de poissons de milieux affectés par l'aménagement du complexe La Grande, phase 1 (1977-1992)*. Rapport préparé par l'Université du Québec à Montréal (UQAM) pour Hydro-Québec. Montréal, Hydro-Québec. 89 p. et carte.
- DIGNARD, N., LALUMIÈRE, R., REED, A., et JULIEN, M. 1991. *Les habitats côtiers du nord-est de la baie James*. Publications hors série n° 70. Ottawa, Service canadien de la faune, Environnement Canada. 30 p.
- DOUCET, G.J., MESSIER, D., JULIEN, M., et HAYEUR, G. 1988. « Compatibility between reservoir downstream flow regime and caribou ecology in northern Québec ». In Alaska Department of Fish and Game. *Proceedings of the Third North American Caribou Workshop. Wildlife Technical Bulletin* N° 8, p. 173-184.
- DOUCET, J., et GIGUÈRE, M. 1991. *Étude de la biodiversité faunique dans les zones riveraines des réservoirs du complexe La Grande. Rapport de terrain : septembre 1991*. Montréal, Hydro-Québec. 9 p. et annexes.
- DOUCET, J., NOISEUX, F., et COUTURIER, S. 1992. *Suivi des caribous et des loups sur les réservoirs du complexe La Grande par télémétrie satellite*. Affiche présentée à la 48th Northeast Wildlife Conference, Norfolk, Vermont.
- DOYON, J.-F., et BELZILE, L. 1998. *Réseau de suivi environnemental du complexe La Grande (1977-1996). Suivi des communautés de poissons et étude spéciale sur le doré (secteur ouest du territoire)*. Rapport préparé par le Groupe-conseil Genivar pour Hydro-Québec. Montréal, Hydro-Québec. 145 p. et annexes.
- DOYON, J.-F., TREMBLAY, A., et PROULX, M. 1996. *Régime alimentaire des poissons du complexe La Grande et teneurs en mercure dans leurs proies (1993-1994)*. Montréal, Hydro-Québec. 105 p., annexes et carte.
- DUCHEMIN, E., CANUEL, R., LUCOTTE, M., et FERLAND, P. 1999. *Étude sur la production et l'émission de gaz à effet de serre par les réservoirs hydroélectriques d'Hydro-Québec et des lacs naturels*. Volet 2. Rapport scientifique. Montréal, UQAM et Chaire de recherche en environnement Hydro-Québec—CRSNG—UQAM. 47 p.
- DUCHEMIN, E., LUCOTTE, M., CANUEL, R., et CHAMBERLAND, A. 1995. « Production of the greenhouse gases CH₄ and CO₂ by hydroelectric reservoirs of the boreal region ». *Global Biogeochemical Cycles*, vol. 9, p. 529-540. Washington, DC, American Geophysical Union.
- DUMONT, C. 1995. *Exposition au mercure méthylique ; activités du programme en 1993 et 1994*. Montréal, Conseil cri de la santé et des services sociaux de la Baie James. 31 p. et annexes.
- DUMONT, C., GIRARD, M., BELLAVANCE, F., et NOËL, F. 1998. « Mercury levels in the Cree population of James Bay, Quebec, from 1988 to 1993/1994 ». *Canadian Medical Association Journal*, vol. 158, p. 1439-1445. Ottawa, Canadian Medical Association.
- FEIT, H., et PENN, A. F. 1974. *The Northward Diversion of the Eastmain and Opinaca Rivers as Proposed: An Assessment of Impacts on the Native Community at Eastmain Village*. Montréal, Grand Council of the Crees (of Quebec). 62 p.
- FORAMEC. 1992. *Complexe Grande-Baleine. Avant-projet Phase II. Étude de la végétation riveraine et aquatique*. Rapport préparé pour Hydro-Québec. Québec, Foramec. 104 p.
- FORCES. 1992. *Baie James : un programme d'analyse environnemental sans précédent ; entrevue de Norman G. Benson par Jean-Marc Carpentier*, n° 97 (printemps 1992), p. 80-84. Montréal, Société d'édition de la revue Forces.
- GILMOUR, C.C., et HENRY, E.A. 1991. « Mercury methylation in aquatic systems affected by acid deposition ». *Environmental Pollution*, vol. 71, p. 131-169.

- GIRARD, M., et DUMONT, C. 1995. « Exposure of James Bay Crees to methylmercury during pregnancy for the years 1983-1991 ». *Water, Air and Soil Pollution*, vol. 80, p. 13-19. Dordrecht, D. Reidel Pub. Co.
- GRANDJEAN, P., WEIHE, P., et WHITE, R.F. 2000. « Delayed neurotoxicity due to developmental exposure to methylmercury ». Présenté au 25th International Conference on Heavy Metals in the Environment, 6 au 10 août 2000. University of Michigan, Ann Arbor, Michigan. Disponible à <http://www.sph.umich.edu/eih/heavymetals/TechnicalProgram.html> (présentation n° 1162).
- GROUPE D'ÉTUDE CONJOINT CANIAPISCAU-KOKSOAK (GECCK). 1985. *Recommandations concernant le détournement de la rivière Caniapiscau*. Rapport préparé pour la Société d'énergie de la Baie James (SEBJ). Montréal, SEBJ. Non paginé.
- GROUPE ROCHE BORÉAL. 1991. *Aménagement hydroélectrique d'Eastmain 1. Étude d'impact sur l'environnement. Avant-projet. Rapport sectoriel n° 17 : petite faune et grande faune*. Rapport préparé pour Hydro-Québec. Montréal, Hydro-Québec. 14 p.
- GROUPE SECOR. 1992. *Le potentiel de développement économique régional des filières électriques*. Rapport préparé pour Hydro-Québec. Montréal, Hydro-Québec. 146 p. et annexes.
- HAYEUR, G., et DOUCET, J. 1992. « Le caribou et le complexe La Grande ». In Chartrand, N., et Thérien, N. (réd.), *Les enseignements de la phase I du complexe La Grande*, p. 137-148. Document préparé à la suite du 59^e Congrès de l'Association canadienne-française pour l'avancement des sciences (ACFAS), 22-23 mai 1991, Sherbrooke. Montréal, Hydro-Québec. 219 p.
- HYDRO-QUÉBEC. 1999. *Rapport de performance environnementale 1998*. Montréal, Hydro-Québec. 63 p.
- HYDRO-QUÉBEC. 1996. *Rapport de performance environnementale 1995*. Montréal, Hydro-Québec. 64 p.
- HYDRO-QUÉBEC. 1994. *Plan d'affaires 1995 de la vice-présidence Environnement*. Montréal, Hydro-Québec. 83 p.
- HYDRO-QUÉBEC. 1990. « Hydro-Québec et l'environnement ». *Plan de développement d'Hydro-Québec 1990-1992, Horizon 1999*. Montréal, Hydro-Québec. 60 p. et annexes.
- HYDRO-QUÉBEC. 1989. *Suivi des travaux d'atténuation sur les milieux riverains, Complexe La Grande : rapport 1989*. Montréal, Hydro-Québec. 89 p.
- HYDRO-QUÉBEC et DESSAU. 1996. *Méthode d'évaluation environnementale — lignes et postes*. Montréal, Hydro-Québec. 112 p.
- HYDRO-QUÉBEC et LAVALIN ENVIRONNEMENT. 1989. *Études des effets environnementaux cumulatifs du programme d'équipement. Phase 2 : Analyse de douze enjeux environnementaux. Rapport synthèse de la première étape. Préliminaire*. Montréal, Lavalin Environnement. 49 p.
- INTERNATIONAL ENERGY AGENCY (IEA) et SUBTASK III/6 WORKING GROUP (SWG). 1999. *Hydropower and the Environment: Efficiency of Mitigating Measures*. Hydropower Technology and Programs. 29 p.
- JARRY, V., ROSS, P., CHAMPOUX, L., SLOTERDIJK, H., MUDROCH, A., COUILLARD, Y., et LAVOIE, F. 1985. « Répartition spatiale des contaminants dans les sédiments du lac Saint-Louis (fleuve Saint-Laurent) ». *Water Pollution Research Journal of Canada*, vol. 20, p. 75-99. Toronto, University of Toronto, Institute for Environmental Studies.
- JOHANSSON, K., ANDERSSON, A., et ANDERSSON, T. 1995. « Regional accumulation pattern of heavy metals in lake sediments and forest soils in Sweden ». *The Science of the Total Environment*, vol. 160/161, p. 373-380. Amsterdam, Elsevier Pub. Co.
- JOHNSTON, T.A., BODALY, R.A., et MATHIAS, J.A. 1991. « Predicting fish mercury levels from physical characteristics of boreal reservoirs ». *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, vol. 48, p. 1468-1475. Ottawa, Conseil national de recherches du Canada.
- JONES, M.L., CUNNINGHAM, G.L., MARMOREK, D.R., WREN, C., et DEGRAAF, D. 1986. *Mercury Release in Hydroelectric Reservoirs*. Montréal, Association canadienne de l'électricité. 156 p.
- JULIEN, M., FOURNIER, J.J., LALUMIÈRE, R., et LEMIEUX, C. 1996. « The La Grande hydroelectric project and eelgrass monitoring in coastal James Bay ». In Leclerc, M., Capra, H., Valentin, S., et Association internationale de recherches hydrauliques (réd.), *Ecohydraulics 2000: Proceedings of the Second International Symposium on Habitat Hydraulics*, Québec, June 1996, p. A99-A110. Québec, INRS-Eau.

- LAARMAN, P., WILLFORD, W.A., et OLSON, J.R. 1976. « Retention of mercury in the muscle of yellow perch (*Perca flavescens*) and rockbass (*Ambloplites represtris*) ». *Transactions of the American Fisheries Society*, vol. 2, p. 296-300.
- LALUMIÈRE, R., MESSIER, D., FOURNIER, J.J., et MCROY, C.P. 1994. « Eelgrass meadows in a low arctic environment, the northeast coast of James Bay, Québec ». *Aquatic Botany*, vol. 47, p. 303-315. Amsterdam (New York), Elsevier Scientific Pub. Co.
- LANGLOIS, A.P. 1974. « Implications sociales et écologiques des aménagements hydroélectriques futurs/Social and ecological implications of future hydroelectric projects ». In *World Energy Conference IX*, pp. 1-21.
- LASORSA, B., et ALLEN-GIL, S. 1995. « The methylmercury to total mercury ratio in selected marine, freshwater and terrestrial organisms ». *Water, Air and Soil Pollution*, vol. 80, p. 905-913.
- LEBLOND, P.H., LAZIER, J.R., et WEAVER, A.J. 1996. « Can regulation of freshwater runoff in Hudson Bay affect the climate of the North Atlantic ». *Arctic*. September 1996, p. 348-355. Calgary, Arctic Institute of North America.
- LESSARD, M. 1995. *Réservoir Outardes-2 : bilan des aménagements écologiques*. Rapport préparé pour Hydro-Québec. 82 p. et annexes.
- LUCOTTE, M., MUCCI, A., HILLAIRE-MARCEL, C., PICHE, P., et GRONDIN, A. 1995. « Anthropogenic mercury enrichment in remote lakes of northern Québec (Canada) ». *Water, Air and Soil Pollution*, vol. 80, p. 467-476. Dordrecht, D. Reidel Pub. Co.
- LUCOTTE, M., SCHETAGNE, R., THERIEN, N., LANGLOIS, C., TREMBLAY, A., et HYDRO-QUEBEC, HYDRAULIQUE ET ENVIRONNEMENT. 1999. *Mercury in the Biogeochemical Cycle: Natural Environments and Hydroelectric Reservoirs of Northern Québec (Canada)*. Environmental Science Series. Berlin, Springer-Verlag. 334 p.
- MARSH, D.O., CLARKSON, T.W., COX, C., MYERS, G.J., AMIN-ZAKI, L., et AL-TIKRITI, S. 1987. « Fetal methylmercury poisoning relationship between concentration in single strands of maternal hair and child effects ». *Archives of Neurology*, vol. 44, p. 1017-1022.
- MESSIER, D., et ANCTIL, F. 1996. « On under-ice river plumes in James and Hudson Bays ». In Leclerc, M. et coll. (réd.), *Ecohydraulics 2000: Proceedings of the Second International Symposium on Habitat Hydraulics*, Québec, June 1996, p. A447-A458. Québec, INRS-Eau.
- MESSIER, D., INGRAM, R.G., et ROY, D. 1986. « Physical and biological modifications in response to La Grande hydroelectric Complex ». In Martini, I.P. (réd.), *Canadian Inland Seas*, Elsevier Oceanography Series 44, p. 278-284. New York, Elsevier Science Pub. Co.
- MESSIER, D., et ROY, D. 1987. « Concentration en mercure chez les poissons au complexe hydroélectrique de La Grande Rivière (Québec) ». *Le Naturaliste canadien*, vol. 114, p. 357-368. Québec, Presses de l'Université Laval.
- MÉTÉOGLOBE CANADA. 1991. *Complexe Grande-Baleine. Avant-projet Phase II. Impact sur le climat*. Rapport préparé pour Hydro-Québec. Montréal, Hydro-Québec. 160 p.
- MISAK, L. A. 1993. *Climate variability and change with respect to hydroelectric development in northern Québec. Great Whale Environmental Assessment. Paper 1*. Montréal, Great Whale Review Support Office. 102 p.
- MONTGOMERY, S., LUCOTTE, M., et RHEAULT, J. 1996. *Total mercury and methylmercury accumulation in suspended particular matter and plankton of a flooded system of northern Québec*. Affiche présentée à la 4^e Conférence Internationale Mercury as a Global Pollutant, août 1996, Hambourg, Allemagne.
- MORNEAU, F. 1999. *Programme de suivi environnemental du complexe La Grande. Utilisation des aménagements correcteurs par la sauvagine sur la rivière Vincelotte et dans le secteur W-1 du réservoir Laforge 1 en 1999*. Rapport préparé pour Hydro-Québec. Montréal, Hydro-Québec. 29 p. et annexes.
- MORNEAU, F. 1998. *Utilisation des réservoirs par la sauvagine pour la reproduction (Laforge-1 et Robertson)*. Rapport préparé pour Hydro-Québec. Montréal, Hydro-Québec. 27 p. et annexes.
- NISHIMURA, H., et KUMAGAI, M. 1983. « Mercury pollution of fishes in Minimata Bay and surrounding water: analysis of pathway of mercury ». *Water, Air and Soil Pollution*, vol. 20, p. 401-411. Dordrecht, D. Reidel Pub. Co.
- NOBERT, M., BEAUDET, S., VANDAL, D., et ROY, L. 1992. « La fréquentation des routes de la Baie James à des fins de chasse et pêche récréatives ». In Chartrand, N., et Thérien, N. (réd.), *Les enseignements de la phase 1 du complexe La Grande*, p. 190-200. Document préparé à la suite du 59^e Congrès de l'Association canadienne-française pour l'avancement des sciences (ACFAS), 22-23 mai 1991, Sherbrooke. Montréal, Hydro-Québec. 219 p.

NRIAGU, J. O. 1989. « A global assessment of natural sources of atmospheric trace metal ». *Nature*, vol. 338, p. 47-49. London, Macmillan Journals.

OFFICE DE LA SÉCURITÉ DU REVENU DES CHASSEURS ET PIÉGEURS CRIS. 1999. *Rapport annuel 1997-1998*. Texte publié en langues française, anglaise et crié. 41 p.

PARÉ, M., et HUOT, J. 1986. *Surveillance écologique du complexe La Grande : synthèse des études sur le caribou de la région de Caniapiscau*. Rapport préparé par l'Université Laval pour la Société d'énergie de la Baie James (SEBJ). Montréal, SEBJ. 86 p.

PERREAUXT, R., et NAULT, R. 1984. *Complexe hydroélectrique de La Grande Rivière. Écologie du lièvre d'Amérique (Lepus americanus)*. Vol 1. *Synthèse bibliographique*. Rapport préparé par la Société multidisciplinaire d'études et de recherche de Montréal (SOMER) pour Hydro-Québec et la Société d'énergie de la Baie James (SEBJ). Montréal, SEBJ. 106 p.

ROCHE ASSOCIÉS LTÉE. 1997. *Étude des impacts socio-économiques de la route permanente de Wemindji*. Rapport final préparé pour Hydro-Québec et la Cree Nation of Wemindji. 109 p.

SALISBURY, R.F. 1986. *A Homeland for the Cree-Regional Development in James Bay 1971-1981*. Montréal, McGill-Queen's University Press. 172 p.

SALISBURY, R.F., FILION, F.G., RAWJI, F., STEWART, D., SDBJ et HYDRO-QUÉBEC. 1972. *Le développement et la Baie James : L'impact socio-économique du projet hydroélectrique*. Rapport préparé pour la Société de développement de la Baie James. Montréal. 195 p.

SANTÉ ET BIEN-ÊTRE CANADA. 1985. *Lignes directrices sur les contaminants chimiques du poisson et des produits du poisson au Canada*. Loi des aliments et drogues. Ottawa, Santé et Bien-être Canada.

SBEGHEN, J. 1994. *Revue synthèse sur les mesures d'atténuation et de compensation*. Rapport préparé pour le Comité de la Baie James sur le mercure. Montréal, Hydro-Québec. 28 p.

SCHETAGNE, R. 1994. « Water quality modification after impoundment of some large northern reservoirs ». *Archiv für Hydrobiologie*. Numéros spéciaux, vol. 40, p. 223-229.

SCHETAGNE, R., et VERDON, R. 1999a. « Post-impoundment evolution of fish mercury levels at the La Grande complex. Québec, Canada (from 1978 to 1996) ». In Lucotte et coll. (réd.). 1999. *Mercury in the Biogeochemical Cycle: Natural Environments and Hydroelectric Reservoirs of Northern Québec (Canada)*, p. 235-238. Environmental Science Series. Berlin, Springer-Verlag. 334 p.

SCHETAGNE, R., et VERDON, R. 1999b. « Mercury in fish of natural lakes of northern Québec ». In Lucotte et coll. (réd.). 1999. *Mercury in the Biogeochemical Cycle: Natural Environments and Hydroelectric Reservoirs of Northern Québec (Canada)*, p. 115-130. Environmental Science Series. Berlin, Springer-Verlag. 334 p.

SÉNÉCAL, P., et ÉGRÉ, D. 1997. *Les impacts humains du complexe hydroélectrique La Grande et des conventions nordiques sur les communautés autochtones*. Montréal, Hydro-Québec. 41 p.

SIMARD, J.-J., et GROUPE D'ÉTUDES INUIT ET CIRCUMPOLAIRES (GÉTIC). 1996. *Tendances nordiques. Les changements sociaux 1970-1990 chez les Cris et les Inuits du Québec. Une enquête statistique exploratoire*. Sainte-Foy, Université Laval, Groupe d'études inuit et circumpolaires. 2 vol.

SMITH, J.C., et FARRIS, F. 1996. « Methylmercury pharmacokinetics in man: a reevaluation ». *Toxicology and Applied Pharmacology*, vol. 137, p. 245-252.

SOCIÉTÉ D'ÉNERGIE DE LA BAIE JAMES (SEBJ). 1996. *Le complexe hydroélectrique de La Grande Rivière. Réalisation de la deuxième phase*. Montréal, SEBJ. 427 p. et annexes.

SOCIÉTÉ D'ÉNERGIE DE LA BAIE JAMES (SEBJ). 1994. *Complexe La Grande-Phase II : Enjeux environnementaux et aménagements correcteurs. Faits saillants*. Montréal, SEBJ. Non paginé.

SOCIÉTÉ D'ÉNERGIE DE LA BAIE JAMES (SEBJ). 1987. *Le défi environnement au complexe hydroélectrique La Grande Rivière*. Montréal, SEBJ. 199 p. et carte.

SOCIÉTÉ D'ÉNERGIE DE LA BAIE JAMES (SEBJ). 1985. *Manuel d'exploitation - Complexe La Grande - Phase I : Consignes relatives à la protection de l'environnement*. Montréal, SEBJ. 127 p. et annexes.

SOCIÉTÉ D'ÉNERGIE DE LA BAIE JAMES (SEBJ), GROUPE DRYADE et FORAMEC. 1985. *Surveillance écologique du complexe La Grande. Synthèse des études sur les zones riveraines*. Montréal, SEBJ. 214 p.

SOCIÉTÉ D'ÉNERGIE DE LA BAIE JAMES (SEBJ) et SOCIÉTÉ DES TRAVAUX DE CORRECTION DU COMPLEXE LA GRANDE (SOTRAC). 1984. *Complexe hydroélectrique de La Grande Rivière. Comportement du castor durant la mise en eau du réservoir La Grande* 4. Montréal, SEBJ. 19 p.

SOCIÉTÉ D'ÉNERGIE DE LA BAIE JAMES (SEBJ) et SOCIÉTÉ DES TRAVAUX DE CORRECTION DU COMPLEXE LA GRANDE (SOTRAC). 1983. *Complexe hydroélectrique de La Grande Rivière. Le castor dans la région de La Grande 3 et son comportement durant la mise en eau du réservoir*. Montréal, SEBJ. 188 p.

STEWART, Donald. 1974. *Urbanization in the James Bay Region: The Impact of Establishing Construction Camps and the Permanent Town of Radisson on Fort George and its Cree and Inuit Population*. Montréal, McGill University. Programme in the Anthropology of Development. 40 p.

THIBODEAU, J.C., et RIOUX, P. 1995. *Retombées économiques de La Grande*. Montréal, INRS-Urbanisation. 40 p. et annexes.

TREMBLAY, A., et LANGLOIS, C. 1996. *Mesures d'atténuation réalisées avec les communautés cries de la Baie James de 1989 à 1995 dans le cadre de la Convention sur le mercure*. Rapport préparé pour le Comité de la Baie James sur le mercure. Montréal, Comité de la Baie James sur le mercure. 41 p.

VAN COILLIE, R., VISSE, S.A., CAMPBELL, P.G.C., et JONES, H.G. 1983. « Évolution de la dégradation de bois de conifères immersés durant plus d'un demi-siècle dans un réservoir ». *Annales de limnologie*, vol. 19. p. 129-134. Paris, Masson.

VERDON, R. 1999. *Bilan des aménagements réalisés par Hydro-Québec pour l'ichtyofaune*. Rapport préparé pour Hydro-Québec. Montréal, Hydro-Québec. 29 p.

VERDON, R., BROUARD, D., DEMERS, C., LALUMIERE, R., LAPERLE, M., et SCHETAGNE, R. 1991. « Mercury evolution (1978-1988) in fishes of La Grande hydroelectric complex, Québec, Canada ». *Water, Air and Soil Pollution*, vol. 56, p. 405-417. Dordrecht, D. Reidel Pub. Co.

VERTA, M., MANNIO, J., LIVONEN, P., HIRVI, J.P., JÄRVINEN, O., et PIEPPONEN, S. 1990. « Trace metals in Finnish headwater lakes; effects of acidification and airborn load ». In Kaupp, P., Kenthamies, K., et Anttila, P. (réd.), *Acidification in Finland*, p. 883-908. Heidelberg, Germany, Springer-Verlag.

VERTA, M., REKOLAINEN, S., et KINNUNEN, K. 1986. « Causes of increase fish mercury levels in Finnish reservoirs ». *Publications of the Water Research Institute of Finland*, vol. 65, p. 44-71. Helsinki, National Board of Waters.

WEINSTEIN, M., et PENN, A. 1987. *Mercury and the Chisasibi Fishery*. Rapport préparé pour l'Administration régionale crie.

Autres ouvrages de référence par domaines

1

Milieux estuaire et côtier

BENOÎT, R., REED, A., JULIEN, M., et LALUMIÈRE, R. 1996. « Habitat mapping and wildfowl (Anatidae) surveys on the north-east coast of James Bay, Québec ». *Gibier et Faune Sauvage*, vol. 13, p. 177-189.

CARON, O., et ROY, D. 1980. « Coupure de La Grande Rivière ; période critique pour la faune aquatique en aval du barrage de LG 2 ». *Eau du Québec*, vol. 13, p. 23-28. Montréal, Association québécoise des techniques de l'eau.

D'ANGLEJAN, B. 1982. « Patterns of recent sedimentation in the Eastmain estuary, prior to river cut-off ». *Le Naturaliste canadien*, vol. 109, p. 362-374. Québec, Presses de l'Université Laval.

D'ANGLEJAN, B., et BASMADJIAN, J. 1987. « Change in sedimentation following river diversion in the Eastmain estuary (James Bay), Canada ». *Journal of Coastal Research*, vol. 3, p. 347-468. Fort Lauderdale, Coastal Education and Research Foundation.

DIGNARD, N., LALUMIÈRE, R., et JULIEN, M. 1995. « *Gentiana nivalis L. (Gentianaceae)* new to Québec ». *Rhodora*, vol. 97, p. 375-379.

DIGNARD, N., LALUMIÈRE, R., REED, A., et JULIEN, M. 1991. *Habitats of the northeast coast of James Bay*. Occasional Paper № 70. Ottawa, Service canadien de la faune, Environnement Canada. 30 p.

DODSON, J.J., LAMBERT, Y., et BERNATCHEZ, L. 1985. « Comparative migratory and reproductive strategies of the sympatric anadromous coregonine species of James Bay ». In Rankin, M.A. (réd.), *Migration: mechanisms and adaptive significance*, p. 296-315. Contribution to Marine Science, Supplement 27.

FREEMAN, N.G., ROFF, J.C., et PETT, R.J. 1982. « Physical, chemical and biological features of river plume under an ice cover in James and Hudson Bays ». *Le Naturaliste canadien*, vol. 109, p. 745-764. Québec, Presses de l'Université Laval.

GRENON, J.-F. 1982. « The macrobenthic fauna of the Eastmain River estuary (James Bay, Québec), before diversion ». *Le Naturaliste canadien*, vol. 109, p. 793-802. Québec, Presses de l'Université Laval.

INGRAM, R.G. 1982. « Mean and tidal circulation of the Eastmain River (James Bay) ». *Le Naturaliste canadien*, vol. 109, p. 733-743. Québec, Presses de l'Université Laval.

INGRAM, R.G., D'ANGLEJAN, B.F., LEPAGE, S., et MESSIER, D. 1986. « Changes in current regime and turbidity in response to a freshwater pulse in the Eastmain Estuary ». *Estuaries*, vol. 9, p. 320-325. Columbia, SC, Estuarine Research Federation.

INGRAM, R.G., LEGENDRE, L., SIMARD, Y., et LEPAGE, S. 1985. « Phytoplankton response to freshwater runoff: the diversion of the Eastmain River, James Bay ». *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, vol. 42, p. 1216-1221. Ottawa, Conseil national de recherches du Canada.

JULIEN, M., FOURNIER, J.-J., LALUMIÈRE, R., et LEMIEUX, C. 1996. « The La Grande hydroelectric project and eelgrass monitoring in coastal James Bay ». In Leclerc, M., et coll. (réd.), *Ecohydraulics 2000: proceedings of the Second International Symposium on Habitat Hydraulics*, Québec, June 1996, p. A99-A110. Québec, INRS-Eau.

LALUMIÈRE, R., MESSIER, D., FOURNIER, J.-J., et MC ROY, C.P. 1994. « Eelgrass meadows in a low Arctic environment, the north-east coast of James Bay, Québec ». *Aquatic Botany*, vol. 47, p. 303-315. Amsterdam (New York), Elsevier Scientific Pub. Co.

LAMBERT, Y., et DODSON, J.J. 1990. « Influence of freshwater migration on the reproductive patterns of anadromous populations of cisco (*Coregonus artedii*) and lake whitefish (*C. clupeaformis*) ». *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, vol. 47, p. 335-345. Ottawa, Conseil national de recherches du Canada.

LAMBERT, Y., et DODSON, J.J. 1982. « Structure et rôle des facteurs physiques dans le maintien des communautés estuariennes de poissons de la baie James ». *Le Naturaliste canadien*, vol. 109, p. 815-823. Québec, Presses de l'Université Laval.

- LEPAGE, S., et INGRAM, R.G. 1988. « Estuarine response to a freshwater pulse ». *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, vol. 26, p. 657-667. London, Academic Press Limited, Estuarine and Brackish-water Sciences Association.
- LEPAGE, S., et INGRAM, R.G. 1986. « Salinity intrusion in the Eastmain River estuary following a major reduction of freshwater input ». *Journal of Geophysical Research*, vol. 91, p. 909-915.
- MESSIER, D. 1985. « Modifications physiques dans l'estuaire de la rivière Koksoak à la suite de la coupure de la rivière Caniapiscau ». In Jacobs, P., et Chatagnier, H. (réd.), *Proceedings of the Kavik Environment Conference*, p. 261-280. Administration régionale Kavik.
- MESSIER, D., et ANCTIL, F. 1996. « On under-ice river plumes in James and Hudson Bays ». In Leclerc, M. et coll. (réd.), *Ecohydraulics 2000: Proceedings of the Second International Symposium on Habitat Hydraulics*, Québec, June 1996, p. A447-A458. Québec, INRS-Eau.
- MESSIER, D., INGRAM, R.G., et ROY, D. 1986. « Physical and biological modifications in response to La Grande hydroelectric Complex ». In Martini, I.P. (réd.), *Canadian Inland Seas*, Elsevier Oceanography Series 44, p. 403-424. New York, Elsevier Science Pub. Co.
- MESSIER, D., LEPAGE, S., et DE MARGERIE, S. 1989. « Influence du couvert de glace sur l'étendue du panache de La Grande Rivière (baie James) ». *Arctic*, vol. 42, p. 278-284. Calgary, Arctic Institute of North America.
- MORIN, R., et DODSON, J.J. 1986. « The ecology of fishes in James Bay, Hudson Bay and Hudson Strait ». In Martini, I.P. (réd.), *Canadian Inland Seas*, Elsevier Oceanography Series 44, p. 295-325. New York, Elsevier Science Pub. Co.
- MORIN, R., DODSON, J.J., et POWER, G. 1982. « Life history variations of anadromous cisco (*Coregonus artedii*), lake whitefish (*C. clupeaformis*), and round whitefish (*Prosopium cylindraceum*) populations of eastern James-Hudson Bay ». *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, vol. 39, p. 958-967. Ottawa, Conseil national de recherches du Canada.
- MORIN, R., DODSON, J.J., et POWER, G. 1981. « The migrations of anadromous cisco (*Coregonus artedii*) and lake whitefish (*C. clupeaformis*) in estuaries of eastern James Bay ». *Canadian Journal of Zoology*, vol. 59, p. 1600-1607. Ottawa, Conseil national de recherches du Canada.
- MORIN, R., DODSON, J.J., et POWER, G. 1980. « Estuarine fish communities of the eastern James-Hudson Bay coast ». *Environmental Biology of Fishes*, vol. 5, p. 135-141. The Hague, Dr. W. Junk Publishers.
- OCHMAN, S., et DODSON, J.J. 1982. « Composition and structure of the larval and juvenile fish community of the Eastmain river and estuary, James Bay ». *Le Naturaliste canadien*, vol. 109, p. 803-813. Québec, Presses de l'Université Laval.
- QUELLET, Y., et DUPUIS, P. 1986. « Effets de la coupure de la rivière Eastmain (Baie James) sur son régime hydrodynamique estuaire ». *Le Naturaliste canadien*, vol. 113, p. 369-381. Québec, Presses de l'Université Laval.
- QUELLET, Y., et ROPARS, Y. 1980. « Modèle mathématique de la rivière Koksoak ». *Revue canadienne de génie civil*, vol. 7, p. 477-491. Ottawa, Conseil national de recherches du Canada.
- REED, A., BENOÎT, R., LALUMIÈRE, R., et JULIEN, M. 1996. *Duck Use of the Coastal Habitats of Northeastern James Bay*. Occasional Paper N° 90. Ottawa, Service canadien de la faune, Environnement Canada. 47 p.
- REED, A., BENOÎT, R., LALUMIÈRE, R., et JULIEN, M. 1996. « Utilisation des habitats côtiers du nord-est de la baie James par les bernaches ». Publication hors-série n° 92. Service canadien de la faune, Environnement Canada. 37 p.
- ROY, D. 1982. « Répercussions de la coupure de la Grande Rivière à l'aval de LG 2 ». *Le Naturaliste canadien*, vol. 109, p. 883-891. Québec, Presses de l'Université Laval.

Réservoirs et rivières

DENIS, R., et LÉVESQUE, G. 1988. « Suivi de l'évolution géomorphologique des berges et du lit de la rivière Eastmain, à l'aval des ouvrages de dérivation (1980-1984) ». Comptes rendus du 16^e Congrès de la Commission internationale des grands barrages (CIGB). San Francisco. p. 611-631. Paris, CIGB.

DESLANDES, J.-C., VERDON, R., ROY, D., et FORTIN, R. 1995. « Changes in lake whitefish (*Coregonus clupeaformis*) populations affected by the construction of the La Grande hydroelectric complex (Phase 1), James Bay, Québec ». *Archiv für Hydrobiologie, Special Issues Advances in Limnology*, vol. 46, p. 473-482.

DESLANDES, J.-C., GUÉNETTE, S., PRAIRIE, Y., ROY, D., VERDON, R., et FORTIN, R. 1995. « Changes in fish population affected by the construction of the La Grande complex (Phase 1), James Bay region, Québec ». *Canadian Journal of Zoology*, vol. 73, p. 1860-1877. Ottawa, Conseil national de recherches du Canada.

DOYON, J.-F., BERNATCHEZ, L., GENDRON, M., VERDON, R., et FORTIN, R. 1998. « Comparison of normal and dwarf populations of lake whitefish (*Coregonus clupeaformis*) with reference to hydroelectric reservoir in northern Quebec ». *Archiv für Hydrobiologie, Special Issues Advances in Limnology*, vol. 50, p. 97-108.

DUCHEMIN, E., LUCOTTE, M., CANUEL, R., et CHAMBERLAND, A. 1995. « Production of the greenhouse gases CH₄ and CO₂ by hydroelectric reservoirs of the boreal region ». *Global Biogeochemical Cycles*, vol. 9, p. 529-540. Washington, DC, American Geophysical Union.

DUMONT, P., et FORTIN, R. 1978. « Quelques aspects de la biologie du grand corégone *Coregonus clupeaformis* des lacs Hélène et Nathalie, territoire de la Baie-James ». *Canadian Journal of Zoology*, vol. 56, p. 1402-1411. Ottawa, Conseil national de recherches du Canada.

MAGNIN, E. 1977. *Écologie des eaux douces du territoire de la Baie-James*. Montréal, Société d'énergie de la Baie James (SEBJ). 454 p.

MESSIER, D., et ROY, D. 1987. « Effets de la coupure des rivières Eastmain-Opinaca et Caniapiscau en aval des ouvrages de dérivation », In Nicholaichuk, W., Quinn, F. (réd.) *Proceedings of the Symposium on Interbasin Transfer of Water: Impacts and Research Needs for Canada*, p. 367-384. Saskatoon, Canadian Water Resources Association and National Hydrology Research Centre.

MÉTHOT, G., et PINEL-ALLOUL, B. 1987. « Fluctuations du zooplancton dans le réservoir LG-2 (Baie James, Québec) : relation avec la qualité physico-chimique et trophique des eaux ». *Le Naturaliste canadien*, vol. 114, p. 369-379. Ottawa, Conseil national de recherches du Canada.

MORRISON, K.A., et THÉRIEN, N. 1996. « Release of organic carbon, Kjeldahl nitrogen and total phosphorus from flooded vegetation ». *Water Quality Research Journal of Canada*, vol. 31, p. 305-318. Canada, Canadian Association on Water Quality.

MORRISON, K.A., et THÉRIEN, N. 1987. « Importance de la considération des effets convectifs par les modèles prévisionnels de la dynamique du plancton ». *Le Naturaliste canadien*, vol. 114, p. 381-388. Ottawa, Conseil national de recherches du Canada.

MORRISON, K.A., THÉRIEN, N., et MARCOS, B. 1987. « A comparison of six models for nutrient limitations on phytoplankton growth ». *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, vol. 44, p. 1278-1288. Ottawa, Conseil national de recherches du Canada.

PINEL-ALLOUL, B. 1991. « Annual variations of the phytoplankton community during impoundment of Canadian subarctic reservoirs ». *Verhandlungen Internationale Vereinigung für Limnologie*, vol. 24, p. 1282-1287. Theoretsche und angewandte limnologie. Stuttgart, E.E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung.

PINEL-ALLOUL, B., et MÉTHOT, G. 1984. « Étude préliminaire des effets de la mise en eau du réservoir LG-2 (territoire de la Baie-James, Québec) sur le seston grossier et le zooplancton des rivières et des lacs inondés ». *Internationale Revue gesamten. Für Hydrobiologie*, vol. 69, p. 57-78. Berlin, Wiley-VCH Verlag.

ROY, D. 1989. « Physical and biological factors affecting the distribution and abundance of fishes in rivers flowing into James Bay and Hudson Bay ». In Dodge, D.P. (réd.), *Proceedings of the International Large River Symposium*. Canadian Special Publication of Fisheries and Aquatic Sciences N° 106, p. 159-171. Ottawa, Dept. of Fisheries and Oceans.

ROY, D., et MESSIER, D. 1989. « A review of the effects of water transfers in the La Grande hydroelectric complex (Québec, Canada) ». *Regulated Rivers*, vol. 4, p. 299-316. Chichester, England, Wiley Co.

ROY, D., et MESSIER, D. 1987. « Répercussions du transfert des eaux des rivières Eastmain-Opinaca et Caniapiscau dans La Grande Rivière (Québec) ». In Nicholaichuk, W., Quinn, F. (éd.), *Proceedings of the Symposium on Interbasin Transfer of Water: Impacts and Research Needs for Canada*, p. 169-183. Saskatoon, Canadian Water Resources Association and National Hydrology Research Centre.

THÉRIEN, N., et MORRISON, K.A. 1985. « Modèle prévisionnel de la qualité des eaux du réservoir hydroélectrique LG-2 : considération des zones hydrauliques actives et stagnantes ». *Revue Internationale des Sciences de l'Eau*, vol. 1, p. 11-20. Québec, Sciences et Techniques de l'eau.

THÉRIEN, N., et MORRISON, K.A. 1984. « The evolution of water quality in large hydroelectric reservoirs: a model of active and stagnant zones ». In Veziroglu, T.N. (éd.), *The Biosphere, Problems and Solutions: Proceedings of the Miami International Symposium on the Biosphere, 23-24 April 1984, Miami Beach, Florida, U.S.A*, Studies in Environmental Science 25, p. 287-296. Amsterdam (New York), Elsevier Scientific Pub. Co.

THÉRIEN, N., MORRISON, K., DE BROISSIA, M., et MARCOS, B. 1982. « A simulation model of plankton dynamics in reservoirs of the La Grande River complex ». *Le Naturaliste canadien*, vol. 109, p. 869-881. Québec, Presses de l'Université Laval.

3

Mercure

BROUARD, D., DOYON, J.-F., et SCHETAGNE, R. 1994. « Amplification of mercury concentration in lake whitefish (*Coregonus clupeaformis*) downstream from the La Grande 2 reservoir, James Bay, Québec ». In Watras, C.J., Huckabee, J.W. and International Conference on Mercury as a Global Pollutant (1992, Monterey, Calif.) (éd.), *Mercury Pollution: Integration and Synthesis*, p. 369-380. Florida, Lewis Publishers, Boca Raton.

CABANA, G., TREMBLAY, A., KALFF, J., et RASMUSSEN, J.B. 1994. « Pelagic foodchain structure in Ontario Lakes: a determinant of mercury levels in lake trout (*Salvelinus namaycush*) ». *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, vol. 51, p. 381-389. Ottawa, Conseil national de recherches du Canada.

CHEVALIER, G., DUMONT, C., LANGLOIS, C., et PENN, A. 1997. « Mercury in northern Québec: role of the Mercury Agreement and status of research and monitoring ». *Water, Air and Soil Pollution*, vol. 97, p. 53-61. Dordrecht, D. Reidel Pub. Co.

CLARKSON, T. 1998. « Methylmercury and fish consumption: weighing the risks ». *Canadian Medical Association Journal*, vol. 158, p. 1465-1466. Ottawa, Canadian Medical Association.

DESGRANGES, J.L., RODRIGUE, J., TARDIF, B., et LAPERLE, M. 1998. « Mercury accumulation and biomagnification in Ospreys (*Pandion haliaetus*) in James Bay and Hudson Bay Regions of Québec ». *Archives of Environmental Contamination and Toxicology*, vol. 35, p. 330-341. New York, Springer Verlag.

DMYTRIW, R., MUCCI, A., LUCOTTE, M., et PICHET, P. 1995. « The partitioning of mercury in the solid components of dry and flooded forest soils and sediments from a hydroelectric reservoir, Québec (Canada) ». *Water, Air and Soil Pollution*, vol. 80, p. 1099-1103. Dordrecht, D. Reidel Pub. Co.

DOYON, J.-F., SCHETAGNE, R., et VERDON, R. 1998. Different mercury bioaccumulation rates between sympatric populations of dwarf and normal lake whitefish (*Coregonus clupeaformis*) in the La Grande complex watershed, James Bay, Québec ». *Biogeochemistry*, vol. 40, p. 203-216. Dordrecht, M. Nijhoff and Dr. W. Junk Publishers.

KIDD, K.A., HESSLEIN, R.H., FUDGE, R.J.P., et HALLARD, K.A. 1995. « The influence of trophic level as measured by $\delta^{15}\text{N}$ on mercury concentrations in freshwater organisms ». *Water, Air and Soil Pollution*, vol. 80, p. 1011-1015. Dordrecht, D. Reidel Pub. Co.

KIM, J. P. 1995. « Methylmercury in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) from lakes Okareka, Okaro, Rotomahana, Rotorua and Tarawera, North Island, New Zealand ». *The Science of the Total Environment*, vol. 164, p. 1011-1015. Amsterdam, Elsevier Pub. Co.

- GRONDIN, A., LUCOTTE, M., MUCCI, A., et FORTIN, B. 1995. « Mercury and lead profiles and burdens in soils of Quebec (Canada) before and after flooding ». *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, vol. 52, p. 2493-2506. Ottawa, Conseil national de recherches du Canada.
- LANGLOIS, C., et LANGIS, R. 1995. « Presence of airborne contaminants in the wildlife of Northern Québec ». *The Science of the Total Environment*, vol. 160/161, p. 391-402. Amsterdam, Elsevier Pub. Co.
- LANGLOIS, C., LANGIS, R., et PÉRUSSE, M. 1995. « Mercury contamination in northwest Québec environment and wildlife ». *Water, Air and Soil Pollution*, vol. 80, p. 1021-1024. Dordrecht, D. Reidel Pub. Co.
- LOUCHOUARN, P., LUCOTTE, M., MUCCI, A., et PICHE, P. 1993. « Geochemistry of mercury in two hydroelectric reservoirs in Québec, Canada ». *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, vol. 50, p. 269-281. Ottawa, Conseil national de recherches du Canada.
- LUCOTTE, M., MUCCI, A., HILLAIRE-MARCEL, C., PICHE, P., et GRONDIN, A. 1995. « Anthropogenic mercury enrichment in remote lakes of northern Québec (Canada) ». *Water, Air and Soil Pollution*, vol. 80, p. 467-476. Dordrecht, D. Reidel Pub. Co.
- LUCOTTE, M., SCHETAGNE, R., THERIEN, N., LANGLOIS, C., TREMBLAY, A., et HYDRO-QUÉBEC. 1999. *Mercury in the Biogeochemical Cycle: Natural Environments and Hydroelectric Reservoirs of Northern Québec (Canada)*. Environmental Science Series. Berlin, Springer-Verlag. 334 p.
- MESSIER, D., et ROY, D. 1987. « Concentrations en mercure chez les poissons au complexe hydroélectrique de La Grande Rivière ». *Le Naturaliste canadien*, vol. 114, p. 357-368. Québec, Presses de l'Université Laval.
- MONTGOMERY, S., MUCCI, A., et LUCOTTE, M. 1996. « The application of in situ dialysis samplers for close interval investigations of total dissolved mercury in interstitial waters ». *Water, Air and Soil Pollution*, vol. 87, p. 219-229.
- MONTGOMERY, S., MUCCI, A., LUCOTTE, M., et PICHE, P. 1995. « Total dissolved mercury in the water column of several natural and artificial aquatic systems of northern Quebec (Canada) ». *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, vol. 52, p. 2483-2492. Ottawa, Conseil national de recherches du Canada.
- MORRISON, K.A., et THÉRIEN, N. 1995. « Changes in mercury levels in lake whitefish (*Coregonus clupeaformis*) and northern pike (*Esox lucius*) in the LG-2 reservoir since flooding ». *Water, Air and Soil Pollution*, vol. 80, p. 819-828. Dordrecht, D. Reidel Pub. Co.
- MORRISON, K.A., et THÉRIEN, N. 1995. « Fluxes of mercury through biota in the LG-2 reservoir after flooding ». *Water, Air and Soil Pollution*, vol. 80, p. 573-576. Dordrecht, D. Reidel Pub. Co.
- MORRISON, K.A., et THÉRIEN, N. 1994. « Mercury release and transformation from flooded vegetation and soils: experimental evaluation and simulation modelling ». In Watras, C.J., Huckabee, J.W. (éd.) *Mercury Pollution; Integration and Synthesis*, p. 355-365. Florida, Lewis Publishers, Boca Raton.
- MORRISON, K.A., et THÉRIEN, N. 1991. « Experimental evaluation of mercury release from flooded vegetation and soils ». *Water, Air and Soil Pollution*, vol. 56, p. 607-619. Dordrecht, D. Reidel Pub. Co.
- MUCCI, A., LUCOTTE, M., MONTGOMERY, S., PLOURDE, Y., PICHE, P., et VAN TRA, H. 1995. « Mercury remobilization from flooded soils in a hydroelectric reservoir of northern Québec, Robert-Bourassa: results of a soil resuspension experiment ». *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, vol. 52, p. 2507-2517. Ottawa, Conseil national de recherches du Canada.
- ORGANISATION MONDIALE DE LA SANTÉ (OMS). 1990. *Environmental Health Criteria 101; Methylmercury*. Genève, OMS. 144 p.
- PLOURDE, Y., LUCOTTE, M., et PICHE, P. 1997. « Contribution of suspended particulate matter and zooplankton to MeHg contamination of the food chain in mid-northern Québec (Canada) reservoirs ». *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, vol. 54, p. 821-831. Ottawa, Conseil national de recherches du Canada.
- TREMBLAY, A., et LUCOTTE, M. 1997. « Accumulation of total mercury and methylmercury in insect larvae of hydroelectric reservoirs ». *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, vol. 54, p. 832-841. Ottawa, Conseil national de recherches du Canada.

- TREMBLAY, A., CLOUTIER, L., et LUCOTTE, M. 1998. « Total mercury and methylmercury fluxes via emerging insects in recently flooded hydroelectric reservoirs and a natural lake ». *The Science of the Total Environment*, vol. 219, p. 209-221.
- TREMBLAY, A., LUCOTTE, M., MEILI, M., CLOUTIER, L., et PICHE, P. 1996. « Total mercury and methylmercury contents of insects from boreal lakes: ecological, spatial and temporal patterns ». *Water Quality Research Journal of Canada*, vol. 31, p. 851-873. Canada, Canadian Association on Water Quality.
- TREMBLAY, A., LUCOTTE, M., et RHEAULT, I. 1996. « Methylmercury in a benthic food web of two hydroelectric reservoirs and a natural lake ». *Water, Air and Soil Pollution*, vol. 91, p. 255-269. Dordrecht, D. Reidel Pub. Co.
- TREMBLAY, A., LUCOTTE, M., et ROWAN, D. 1995. « Different factors related to mercury concentration in sediments and zooplankton of 73 Canadian lakes ». *Water, Air and Soil Pollution*, vol. 80, p. 961-970. Dordrecht, D. Reidel Pub. Co.
- TREMBLAY, A., LUCOTTE, M., et SCHETAGNE, R. 1998. « Total mercury and methylmercury accumulation in zooplankton of hydroelectric reservoirs in northern Québec (Canada) ». *The Science of the Total Environment*, vol. 213, p. 307-315. Amsterdam, Elsevier Pub. Co.
- TREMBLAY, G., LEGENDRE, P., DOYON, J.-F., VERDON, R., et SCHETAGNE, R. 1998. « The use of polynomial regression analysis with indicator variables for interpretation of mercury in fish data ». *Biogeochemistry*, vol. 40, p. 189-201. Dordrecht, D. Reidel Pub. Co.
- VERDON, R., BROUARD, D., DEMERS, C., LALUMIÈRE, R., LAPERLE, M., et SCHETAGNE, R. 1991. « Mercury evolution (1978-1988) in fishes of the La Grande hydroelectric complex, Québec, Canada ». *Water, Air and Soil Pollution*, vol. 56, p. 405-417.

4

Milieu terrestre

- BIDER, J.R. 1976. « The distribution and abundance of terrestrial vertebrates of the James and Hudson Bay regions of Quebec ». *Cahiers de géographie du Québec*, vol. 20, p. 393-408.
- BRODEUR, S., MORNEAU, F., DÉCARIE, R., NEGRO, J.J., ET BIRD, D.M. 1994. « Breeding density and brood size of Rough-legged Hawks in northwestern Québec ». *Journal of Raptor Research*, vol. 28, p. 259-262.
- BRODEUR, S., MORNEAU, F., NEGRO, J.J., DÉCARIE, R., et DESGRANGES, J.-L. 1995. « Southern extension to the breeding range of the Gyrfalcon (*Falco rusticolus*) in eastern North America ». *Arctic*, vol. 48, p. 94-95.
- COUTURIER, S., BRUNELLE, J., VANDAL, D., et ST-MARTIN, G. 1988. « Changes in the population dynamics of the George River caribou herd, 1967-1987 ». *Arctic*, vol. 43, p. 9-20. Calgary, Arctic Institute of North America.
- CRÊTE, M., et DOUCET, G.J. 1998. « Persistent suppression in dwarf birch after release from heavy summer browsing by caribou ». *Arctic and Alpine Research*, vol. 30, p. 126-132. Boulder, Institute of Arctic & Alpine Research, University of Colorado.
- CRÊTE, M., DROLET, B., HUOT, J., FORTIN, M.-J., et DOUCET, G.J. 1995. « Chronoséquence après feu de la diversité de mammifères et d'oiseaux au nord de la forêt boréale québécoise ». *Journal canadien de la recherche forestière*, vol. 25, p. 1509-1518. Ottawa, Conseil national de recherches du Canada.
- CRÊTE, M., HUOT, J., FORTIN, M.-J., et DOUCET, G.J. 1997. « Comparison of plant and animal diversity on new reservoir islands and established lake islands in the northern boreal forest of Québec ». *The Canadian Field-Naturalist*, vol. 111, p. 407-416. Ottawa, The Ottawa Field-Naturalists' Club.
- CRÊTE, M., et MANSEAU, M. 1996. « Natural regulation of cervidae along a 1000 km latitudinal gradient: change in trophic dominance ». *Evolutionary Ecology*, vol. 10, p. 51-62.
- DÉCARIE, R., MORNEAU, F., LAMBERT, D., CARRIÈRE, S., et SAVARD, J.-P. 1995. « Habitat use by brood-rearing waterfowl in subarctic Québec ». *Arctic*, vol. 48, p. 383-390. Calgary, Arctic Institute of North America.

- DOUCET, G.J., et BIDER, J.R. 1979. « Hydroelectric developments in northern Québec ». In Berger, T.R., et Simmons, N.M. (réd.) *Northern Resource Developments: Fish and Wildlife Implications. Transactions of the 44th North American Wildlife and Natural Resources Conference: March 24-28, 1979, Harbour Castle Hilton Hotel, Toronto, Ontario, Canada*, p. 225-234. Washington, D.C. Wildlife Management Institute.
- DUCRUC, J.-P., ZARNOVICAN, R., GERARDIN, V., et JURDANT, M. 1976. « Les régions écologiques du territoire de la Baie-James : caractéristiques dominantes de leur couvert végétal ». *Cahiers de géographie du Québec*, vol. 20, p. 365-392.
- GOUVERNEMENT DU QUÉBEC et MINISTÈRE DU LOISIR, DE LA CHASSE ET DE LA PÊCHE (MLCP). 1988. *Validation des sites potentiellement dangereux pour le caribou sur le territoire du Nouveau-Québec*. Rapport préparé par René Nault et Didier Le Henaff. Québec, MLCP. 119 p.
- GUERTIN, G., DOUCET, G.J., et WEARY, G.C. 1984. « Moose distribution and winter habitat on the Lower North Shore of the St. Lawrence River – Québec ». *Alces*, vol. 20, p. 27-45. Thunder Bay, Ont., North American Moose Conference and Workshop.
- MANSEAU, M., HUOT, J., et CRÈTE, M. 1996. « Effects of summer grazing by caribou on composition and productivity of vegetation: community and landscape level ». *Journal of Ecology*, vol. 84, p. 503-513. Oxford, Blackwell Scientific Publ.
- MESSIER, F., HUOT, H., LE HENAFF, D., et LUTTICH, S. 1988. « Demography of the George River caribou herd: evidence of population regulation by forage exploitation and range expansion ». *Arctic*, vol. 41, p. 279-287. Calgary, Arctic Institute of North America.
- MORNEAU, F., BRODEUR, S., DÉCARIE, R., CARRIÈRE, S., et BIRD, D.M. 1994. « Abundance and distribution of nesting Golden Eagles in Hudson Bay, Québec ». *Journal of Raptor Research*, vol. 28, p. 220-225.

5

Milieu humain

- BERKES, F. 1982. « Preliminary impacts of the James Bay hydroelectric project, Québec, on estuarine fish and fisheries ». *Arctic*, vol. 35, p. 524-530. Calgary, Arctic Institute of North America.
- BERKES, F. 1979. « An investigation of Cree Indian domestic fishery in northern Québec ». *Arctic*, vol. 32, p. 46-70. Calgary, Arctic Institute of North America.
- BERKES, F., et FARKAS, C.S. 1978. « Eastern James Bay Cree Indians; changing patterns of wild food use and nutrition ». *Ecology of Food and Nutrition*, vol. 7, p. 155-172. New York, Gordon and Breach.
- CONSEIL CANADIEN DE LA RECHERCHE SUR L'ÉVALUATION ENVIRONNEMENTALE (CCREE). 1985. *Évaluation des incidences environnementales : exposé sur la recherche – Social Impact Assessment: A Research Prospectus*. CCREE Publication 1-85. Hull, CCREE. 16 p.
- GOUVERNEMENT DU QUÉBEC. 1997. *Les Amérindiens et les Inuits du Québec : onze nations contemporaines*. Québec, Secrétariat aux affaires autochtones. 27 p.
- NIEZEN, R. 1993. « Power and dignity: the social consequences of hydroelectric development for the James Bay Cree ». *Canadian Revue of Sociology and Anthropology*, vol. 30, p. 510-529.
- SÉNÉCAL, P., et ÉGRÉ, D. 1998. « Les impacts du complexe hydroélectrique La Grande sur les communautés autochtones ». *Recherches amérindiennes au Québec*, vol. XXVIII, n° 1, p. 89-103.
- VINCENT, S., et BOWERS, G. (sous la direction de). 1985. *Baie James et Nord québécois : dix ans après*. Actes du Forum sur la Convention de la Baie James et du Nord québécois : dix ans après. Organisé par la Société de recherches amérindiennes au Québec. Montréal. 305 p.

Divers

CHARTRAND, N., et DEMERS, C. 1992. « Repercussions of hydroelectric developments in northern Québec, Canada: the case of the La Grande complex in James Bay ». In Broch, E., and Lysne, D.K. (réd.), *Hydropower '92: Proceedings of the 2nd International Conference on Hydropower, Lillehammer, Norway, 16-18 June 1992*, p. 253-259. Rotterdam, A.A. Balkema.

CHARTRAND, N., DOUCET, J., ÉGRÉ, D., HAYEUR, G., SCHETAGNE, R., et VERDON, R. 1992. « Lessons from environmental monitoring of the La Grande complex - phase 1 ». *Energy Exploration and Exploitation*, vol. 10, p. 183-198. London, Graham & Trotman.

CHARTRAND, N., SCHETAGNE, R., et VERDON, R. 1994. *Enseignements tirés du suivi environnemental au complexe La Grande*. Compte rendu du 18^e Congrès de la Commission internationale des grands barrages (CIGB). Paris. p. 165-190.

CHARTRAND, N., et THÉRIEN, N. (réd.) 1992. *Les enseignements de la phase 1 du complexe La Grande*. Document préparé à la suite du 59^e Congrès de l'Association canadienne-française pour l'avancement des sciences (ACFAS), Sherbrooke, 22-23 mai 1991. Montréal, Hydro-Québec. 219 p.

DEMERS, C., et CHARTRAND, N. 1992. « Lessons from 17 years of environmental monitoring at the La Grande Project, Québec, Canada ». In Broch, E., and Lysne, D.K. (réd.), *Hydropower '92: Proceedings of the 2nd International Conference on Hydropower, Lillehammer, Norway, 16-18 June 1992*, p. 273-280. Rotterdam, A.A. Balkema.

DENIS, R. 1996. *Environmental follow-up, monitoring and surveillance: an overview of two corporate guidelines at Hydro-Québec*. Proceedings of the 16th Annual Meeting of the International Association for Impact Assessment (IAIA). Estoril, Portugal. p. 337-341.

DENIS, R. 1995. *Le réseau de suivi environnemental d'Hydro-Québec au complexe La Grande*. Actes de l'Atelier d'orientation sur l'écozone du Bouclier boréal, région du Québec. Service canadien de la faune, Région du Québec, Environnement Canada, Réseau d'évaluation et de surveillance écologiques. Sainte-Foy. p. 34-46.

DENIS, R., GIGUÈRE, M., et CARPENTIER, J.-M. 1995. « Grands enseignements du suivi environnemental de la ligne à courant continu à 450 kV Radisson-Nicolet-Des Cantons ». In Doucet, G.J., Séguin, C., Giguère, M. (réd.): *Fifth International Symposium on environmental concerns in rights-of-way management*, p. 499-508. Montréal, Hydro-Québec.

DUBEAU, D. 1992. « Studying the cumulative environmental effects of Hydro-Québec's installation plan ». *Energy Exploration & Exploitation*, vol. 10, p. 175-182. London, Graham & Trotman.

GUERTIN, G., DEMERS, C., et PÉRUSSE, M. 1993. « La Grande Rivière: "In accord with its environment", a case study ». *Water Resources Development*, vol. 9, p. 387-409.

PETERSON, E.B., et CONSEIL CANADIEN DE LA RECHERCHE SUR L'ÉVALUATION ENVIRONNEMENTALE (CCREE). 1987. *Évaluation des impacts cumulatifs au Canada : proposition de programmes de mesures et de recherche*. Rapport préparé pour le CCREE. Hull, CCREE. 73 p.



www.hydroquebec.com/environnement

© Hydro-Québec
Reproduction à des fins non commerciales
autorisée avec mention de la source

Dépôt légal — 3^e trimestre 2001
Bibliothèque nationale du Canada
Bibliothèque nationale du Québec
ISBN 2-550-36963-7

Pour obtenir un exemplaire de cet
ouvrage, composez le **1 800 ÉNERGIE.**

Pour la version électronique :
www.hydroquebec.com/environnement

2001G291F

This publication is available in English.

