
Aménagement hydroélectrique de la Toulousteuc

Complément du rapport d'avant-projet

Réponses aux questions et aux commentaires
du ministère de l'Environnement du Québec

Aménagement hydroélectrique de la Toulnostouc

Complément du rapport d'avant-projet

Réponses aux questions et aux commentaires
du ministère de l'Environnement du Québec

Ce document complète le rapport d'avant-projet soumis en juin 2000 au ministre d'État des Ressources naturelles dans le cadre du processus de demande d'un décret autorisant la réalisation de l'aménagement hydroélectrique de la Toulmoustouc, conformément à la Loi sur Hydro-Québec.

Ce document est également soumis au ministre de l'Environnement du Québec et contient les renseignements complémentaires nécessaires à la demande d'un certificat d'autorisation du gouvernement du Québec, conformément aux articles 31.1 et 31.4 de la Loi sur la qualité de l'environnement.

Le présent document a été préparé par :

- le groupe – Production
- le groupe – Ingénierie, approvisionnement et construction

Avec la collaboration de :

- la direction principale – Communication
- la direction principale – Technologies de l'information

A

Aménagement hydroélectrique de la Toulnostouc

Complément du rapport d'avant-projet

Réponses aux questions et aux commentaires
du ministère de l'Environnement du Québec

Octobre 2000

Table des matières

Introduction	1
Questions sur l'étude d'impact	3
Questions et commentaires d'ordre général	5
Portrait général du milieu d'accueil	6
Question 1.....	6
Justification du projet et choix de la variante	7
Question 2.....	7
Question 3.....	10
Question 4.....	10
Description du projet	11
Question 5.....	11
Question 6.....	12
Question 7.....	12
Question 8.....	13
Question 9.....	13
Question 10.....	14
Question 11.....	14
Question 12.....	15
Relations avec le milieu d'accueil	16
Question 13.....	16
Méthodologie d'évaluation des impacts	17
Question 14.....	17
Question 15.....	18
Question 16.....	20
Section sur l'hydraulique et l'hydrologie	23
Question 17.....	23
Question 18.....	26
Sensibilité des rives à l'érosion	29
Question 19.....	29
Question 20.....	30
Question 21.....	30
Question 22.....	30
Question 23.....	31
Faune ichthyenne	33
Question 24.....	33
Question 25.....	33
Question 26.....	34
Question 27.....	36
Question 28.....	36
Question 29.....	38
Question 30.....	38
Question 31.....	38

Question 32.....	39
Question 33.....	40
Question 34.....	40
Question 35.....	41
Question 36.....	43
Question 37.....	43
Question 38.....	44
Question 39.....	45
Question 40.....	46
Question 41.....	46
Question 42.....	47
Question 43.....	48
Question 44.....	48
Question 45.....	50
Question 46.....	51
Question 47.....	52
Question 48.....	54
Question 49.....	56
Question 50.....	58
Question 51.....	59
Faune terrestre.....	60
Question 52.....	60
Question 53.....	62
Profil démographique et socioéconomique.....	63
Question 54.....	63
Utilisation du territoire.....	64
Question 55.....	64
Question 56.....	64
Question 57.....	65
Question 58.....	65
Archéologie.....	66
Question 59.....	66
Question 60.....	67
Paysage.....	68
Question 61.....	68
Question 62.....	68
Question 63.....	69
Corrections et commentaires sur l'étude d'impact.....	73
Question 1.....	75
Question 2.....	75
Question 3.....	77
Question 4.....	77
Question 5.....	79
Question 6.....	79
Question 7.....	81
Question 8.....	82
Question 9.....	83
Question 10.....	83
Question 11.....	83
Question 12.....	83
Question 13.....	86

Question 14.....	88
Question 15.....	89
Question 16.....	89
Question 17.....	89
Question 18.....	92
Question 19.....	92
Question 20.....	93
Question 21.....	93
Question 22.....	94
Question 23.....	94
Question 24.....	94
Question 25.....	100
Question 26.....	101
Question 27.....	101
Question 28.....	102
Question 29.....	102
Errata	103
Tableaux	
1 Valeur accordée aux composantes du milieu en cas de divergence d'opinion.....	18
2 Valeur accordée aux composantes du milieu.....	19
3 Impacts résiduels.....	20
4 Débits journaliers actuels classés au barrage du Lac-Sainte-Anne.....	24
5 Apports des bassins versants intermédiaires.....	28
6 Passage des poissons dans les turbines de la future centrale – Taux de mortalité estimés.....	42
7 Résultats de l'analyse de sensibilité du modèle pour le nouveau secteur du lac Sainte-Anne.....	57
8 Évaluation de l'impact – Ours noir – Phase de construction.....	61
9 Évaluation de l'impact – Ours noir– Phase d'exploitation.....	62
10 Apports des bassins versants intermédiaires.....	76
11 Niveau de l'eau pour un débit de 20 m ³ /s.....	77
12 Perte de superficie mouillée.....	79
13 Suggestion de consommation des ombles de fontaine dans le secteur à débit modifié du lac Sainte-Anne.....	84
14 Prévision des teneurs en mercure des ombles de fontaine piscivores dans le secteur à débit modifié du lac Sainte-Anne.....	85
15 Biomasse par unité d'effort (BUE) pour le secteur à débit modifié.....	89
16 Milieux humides pouvant être créés ou valorisés.....	90
17 Liste partielle des espèces d'oiseaux rapportées pour la région de la zone d'étude du projet de la centrale Toulnostouc durant la saison de reproduction.....	95
18 Abondance moyenne annuelle de la sauvagine nicheuse dans quatre quadrats inventoriés dans le cadre du plan conjoint sur le canard noir dans le voisinage de l'aire d'influence entre 1990 et 2000.....	95

Figures

1	Fluctuations annuelles du lac Sainte-Anne	25
2	Débits journaliers au barrage du Lac-Sainte-Anne de 1979 à 1999.....	25
3	Courbes de qualité de l'habitat.....	35
4	Tributaires et plans d'eau proposés pour l'aménagement des frayères à omble de fontaine (carte K-3 corrigée)	53
5	Distribution des longueurs de l'omble de fontaine dans le lac Sainte-Anne	55
6	Distribution des longueurs du meunier dans le lac Sainte-Anne.....	55
7	Débits d'infiltration à la digue sud-est du lac Sainte-Anne en fonction du niveau du réservoir	59
8	Profil transversal de certaines sections de la rivière Toulnostouc – Secteur à débit réduit (figure 7-6 modifiée).....	78
9	Graphiques de la figure 12-3	82
10	Emplacement des sites d'aménagement de milieux humides.....	91
11	Longueur des ombles de fontaine capturés dans les différents secteurs (figure 12-1 corrigée)	105
12	Accès au barrage du Lac-Saint-Anne - Variantes de remplacement des chemins ennoyés (carte 3-2 corrigée)	106

Annexes

- A Gestion des risques
- B Moyennes cumulées mensuelles des précipitations – Stations de Baie-Comeau et de Poste Montagnais
- C Archéologie
- D Zone d'étude proposée - Lignes à 315 kV et à 69 kV Toulnostouc-Micoua
- E Figure 3-3

Introduction

Le présent document comprend les réponses aux questions et aux commentaires adressés à Hydro-Québec par le ministère de l'Environnement dans le cadre de l'analyse de recevabilité de l'étude d'impact sur l'environnement pour le projet d'aménagement hydroélectrique de la Toulnostouc.

L'analyse de recevabilité de l'étude d'impact constitue une étape de la procédure d'évaluation et d'examen des impacts sur l'environnement. Elle vise à déterminer si l'étude d'impact contient les renseignements pertinents pour informer le public et par la suite, pour permettre au ministre de l'Environnement de se prononcer sur l'acceptabilité environnementale du projet.

La première partie de ce document complète l'information sur différents points du rapport d'avant-projet : le portrait général du milieu d'accueil, la justification du projet et le choix de la variante, la description du projet, les relations avec le milieu d'accueil, la méthodologie d'évaluation des impacts, l'hydraulique et l'hydrologie, la sensibilité des rives à l'érosion, la faune ichthyenne, la faune terrestre, le profil démographique et socioéconomique, l'utilisation du territoire, l'archéologie et le paysage. La deuxième partie du document comprend des commentaires et souligne des coquilles relevées dans le rapport. Enfin, on trouvera, à la fin du document, une section intitulée Errata, qui présente une liste d'inexactitudes et de coquilles qui se sont glissées dans l'étude d'impact.

Questions sur l'étude d'impact

Questions et commentaires d'ordre général

La directive du ministre demande que l'étude d'impact comporte une estimation des conséquences probables si un accident majeur se produit sur le barrage projeté et un plan d'urgence préliminaire. Or, ces éléments sont absents de l'étude d'impact. En conséquence, l'initiateur doit réaliser une étude d'ondes de submersion suite à la rupture du barrage afin de déterminer les impacts dans les zones habitées en aval. Cette étude doit aussi vérifier si cette rupture risque d'entraîner la rupture en cascade des autres barrages en aval. Suite à cette analyse, l'initiateur doit décrire sommairement les programmes de maintenance et de surveillance des ouvrages et présenter un plan préliminaire des mesures d'urgence pour les phases de construction et d'exploitation.

Réponse

L'information demandée se trouve à l'annexe A.

Portrait général du milieu d'accueil

Question 1

La zone d'influence délimitée à la page 1-1 de l'étude comprend les secteurs à débit réduit et modifié ainsi que la zone du futur réservoir. Cependant, la zone décrite dans l'étude d'impact devrait englober d'autres secteurs qui sont touchés par des travaux liés au projet. Ce sont la partie amont et aval de la digue sud-est et la partie existante du lac Sainte-Anne, car en augmentant le niveau d'eau minimal le projet risque d'avoir un effet sur l'érosion des berges et les populations de poissons du réservoir.

Réponse

Bien que nous n'en ayons pas fait des secteurs distincts de la zone d'influence, les zones comportant des composantes pertinentes à l'appréciation des impacts de la réfection de la digue sud-est et de l'augmentation du niveau minimal dans le lac Sainte-Anne ont été prises en compte et traitées dans l'étude d'impact. Ces deux zones sont comprises dans la zone régionale qui englobe le lac Sainte-Anne, tel que mentionné à la page 1-1 du rapport d'avant-projet. En ce qui concerne l'érosion des rives du lac Sainte-Anne, le sujet est présenté à la section 8.2.2. Quant aux populations de poissons, la question est traitée au chapitre 12, en particulier aux pages 12-2 à 12-9.

Justification du projet et choix de la variante

Question 2

La notion de rentabilité devra être précisée afin de comprendre les bases de calcul utilisées pour évaluer la rentabilité des variantes et les seuils de non-rentabilité. L'initiateur doit aussi fournir, pour chacune des variantes, le détail des coûts de construction pour les items suivants : les batardeaux, la dérivation provisoire, le barrage, la prise d'eau, la galerie d'amenée en précisant les volumes d'excavation, la centrale en incluant le coût des groupes, les lignes de transport temporaires et les chemins d'accès. Ces informations devraient permettre d'expliquer pourquoi le coût de la variante 1 s'élève à 252 millions de dollars, c'est-à-dire 7 millions de dollars de plus que la variante 4, alors que ce site bénéficie déjà d'importantes infrastructures (barrage et évacuateur de crues) et qu'il n'apparaît pas nécessaire d'y réaliser de dérivation provisoire.

Réponse

Dans l'analyse comparative de variantes étudiées en 1997, il s'agissait avant tout pour Hydro-Québec d'identifier la variante la plus acceptable sur les plans technique, économique et environnemental.

En ce qui concerne l'aménagement de la Toulnostouc, le tableau 3-1 du volume 1 du rapport d'avant-projet fait ressortir, en analysant le rapport coût-puissance des variantes étudiées, que la variante 5 est la meilleure variante sur le plan économique. Elle permet du même coup l'aménagement de la presque totalité du potentiel de la rivière, soit 175 des 190 m de chute brute entre le lac Sainte-Anne et le réservoir Manic 2. En plus d'être moins intéressante sur le plan économique, le choix d'une solution autre que la variante 5 représenterait également une perte d'opportunité pour Hydro-Québec, c'est-à-dire que l'entreprise se priverait d'aménager une partie du potentiel hydroélectrique d'une rivière à un coût avantageux.

En ce qui a trait aux coûts de construction détaillés pour chacune des variantes, la publication de ces données pourrait avoir des conséquences puisque Hydro-Québec procède à des appels d'offres auprès d'entrepreneurs pour la réalisation de ses travaux. Toutefois, pour permettre la comparaison des différentes variantes étudiées, les caractéristiques techniques qui supportent les estimations des variantes sont présentées ci-après :

Variante 5 (variante retenue parmi celles étudiées en 1997)

La variante 5 consiste à réaliser un aménagement hydroélectrique entre le réservoir Sainte-Anne et le réservoir Manic 2 de façon à exploiter la presque totalité du potentiel que recèle la hauteur de chute de 190 m. L'aménagement comprendrait :

- un barrage d'environ 80 m de hauteur qui serait construit à 14 km en aval du barrage du Lac-Sainte-Anne ;

- une digue qui fermerait une vallée secondaire ;
- un évacuateur de crues qui serait construit entre le barrage et la digue ;
- une dérivation provisoire réalisée à l'aide de deux batardeaux, dont celui d'aval intégré au barrage ;
- une prise d'eau (23 100 m³ d'excavation) qui serait située en rive gauche, d'où partirait une longue galerie de 10 km qui alimenterait la centrale ;
- une centrale souterraine (103 300 m³ d'excavation) équipée de deux groupes Francis fonctionnant à un débit de 150 m³/s sous une hauteur de chute nette de 157 m ;
- une galerie de fuite de 250 m et un canal de fuite en surface de 1 000 m.

Variante 1

La variante 1 consisterait à réaliser une centrale au barrage du Lac-Sainte-Anne. La centrale proposée serait située en rive droite et comprendrait :

- un canal d'amenée de 890 m (556 800 m³ d'excavation), qui suivrait le même tracé qu'un ancien cours d'eau qui se jetait dans la rivière Toulnostouc avant la création du réservoir (lac Sainte-Anne) ;
- une prise d'eau intégrée à la centrale ;
- une centrale extérieure (145 600 m³ d'excavation) située à 150 m de l'évacuateur existant, équipée de deux groupes Kaplan fonctionnant à un débit de 150 m³/s sous une hauteur de chute nette de 34,2 m ;
- un canal de fuite de 225 m (241 600 m³ d'excavation), qui restituerait l'eau turbinée dans la rivière Toulnostouc.

Variante 2

La variante 2 consisterait à réaliser une centrale qui comprendrait les éléments suivants :

- un barrage d'environ 46 m de hauteur qui serait construit à 14 km en aval du barrage du Lac-Sainte-Anne ;
- une digue en enrochement qui fermerait un bras secondaire ;
- un évacuateur de crues qui serait construit entre le barrage et la digue ;
- une prise d'eau qui serait située en rive gauche d'où partirait une galerie souterraine mesurant 3 800 m de longueur et qui alimenterait la centrale ;
- une centrale extérieure équipée de deux groupes Kaplan fonctionnant chacun à un débit de 150 m³/s sous une hauteur de chute nette de 54 m.

Variante 3

La variante 3 consisterait en la réalisation d'un aménagement hydroélectrique qui comprendrait :

- un barrage d'environ 80 m de hauteur, qui serait construit à 14 km en aval du barrage du Lac-Sainte-Anne ;
- une digue en enrochement qui fermerait un bras secondaire ;
- un évacuateur de crues qui serait construit entre le barrage et la digue ;
- une prise d'eau située en rive gauche, d'où partirait une galerie souterraine mesurant 3 800 m de longueur et qui alimenterait la centrale ;
- une centrale extérieure qui serait équipée de deux groupes Francis fonctionnant chacun à un débit de $150 \text{ m}^3/\text{s}$ sous une hauteur de chute nette de 88,8 m.

Variante 4

La variante 4 consisterait à réaliser un aménagement hydroélectrique qui se trouverait à la suite d'une série de rapides sur 1,6 km (incluant le rapide des Crans Serrés). Cet aménagement comprendrait :

- un barrage à crête déversante d'environ 10 m de hauteur dont le niveau du bief amont serait environ à la cote 205 m ;
- une centrale extérieure ($105\,400 \text{ m}^3$ d'excavation) qui présenterait les caractéristiques d'une centrale au fil de l'eau, dont les apports seraient régularisés par les débits soutirés au barrage du Lac-Sainte-Anne. La centrale serait équipée de deux groupes Kaplan fonctionnant chacun à un débit de $150 \text{ m}^3/\text{s}$ sous une hauteur de chute nette de 45,6 m ;
- une prise d'eau ($23\,100 \text{ m}^3$ d'excavation) située en rive gauche, qui serait intégrée au barrage et suivi de deux conduites forcées alimentant la centrale.

Par rapport aux coûts de base, la variante 1 coûterait effectivement 7 millions de dollars de plus que la variante 4. En effet, quoique la variante 1 possède certains éléments qui la favorisent (barrage et évacuateur existants ainsi que dérivation provisoire non requise), la variante 4 dispose aussi de ses propres avantages qui font plus que compenser ceux de la variante 1, notamment :

- une topographie plus favorable qui réduit de plus de 7 fois le volume des excavations nécessaire pour réaliser la variante 4 ($128\,500 \text{ m}^3$ par rapport à $944\,000 \text{ m}^3$ pour la variante 1) ;
- un barrage et un évacuateur neufs, contrairement à ceux de la variante 1 qui ont plus de 40 ans et pour lesquels il faudra faire prochainement des travaux de réfection.

Question 3

La directive demande que l'étude d'impact détermine les variantes réalisables pouvant répondre aux objectifs du projet, dont la variante qui apparaît a priori la plus favorable à la protection de l'environnement. Afin de répondre de façon satisfaisante à cette demande de la directive, l'initiateur devrait inclure dans son analyse une variante 4 modifiée qui serait située à l'emplacement de la variante 5 de façon à accroître la hauteur de chute de 30 m. Il nous apparaît que cette variante offre un potentiel intéressant (environ 200 MW), limite les impacts environnementaux par rapport à la variante retenue et, à première vue, offre un rapport coût-puissance très avantageux.

Réponse

Le coût de base de la variante 4 modifiée s'élèverait à 367 M \$ de 1997 pour une puissance installée de 178 MW. Le rapport coût-puissance de cette variante est de 2,1 ce qui est légèrement défavorable par rapport à la variante 4 initiale qui n'a pas été retenue.

La variante 4 modifiée se trouve défavorisée par rapport à la variante 4 initiale par la topographie qui amène à avoir une galerie d'amenée environ 4 fois plus longue (5,9 km par rapport à 1,45 km) afin de conserver en tout temps le couvert rocheux requis au-dessus de la galerie. Une telle galerie d'amenée a une incidence importante sur les coûts mais aussi sur la production. En effet, plus la galerie d'amenée est longue, plus les pertes de charge sont élevées (pertes additionnelles de 6 m pour la variante 4 modifiée). De ce fait, la puissance installée est de 178 MW et non de 200 MW tel qu'on le mentionne dans la question.

Par ailleurs, d'autres éléments défavorisent la variante 4 modifiée. Dans un premier temps, la plus forte hauteur de chute requiert de changer de type de turbine ; il faut utiliser des turbines Francis au lieu de turbines Kaplan et un tel changement de type de turbine a un impact important sur les caractéristiques physiques de la centrale et par conséquent sur ses coûts (calage et distance entre les groupes turbines-alternateurs). Enfin, la très longue galerie de la variante 4 modifiée fait en sorte qu'une cheminée d'équilibre devient nécessaire.

Question 4

Dans la même optique que la question précédente, une combinaison des variantes 1 et 4 (modifiée) devrait aussi être analysée, car une telle combinaison offre un potentiel d'environ 300 MW, minimise les impacts environnementaux et utilise les infrastructures existantes dont le barrage.

Réponse

La puissance installée de ces deux aménagements totaliserait 270 MW. Le coût total de ces deux variantes serait d'environ 619 millions de dollars de 1997 (excluant l'inflation et les intérêts). Le coût total de ces deux variantes donne un rapport coût-puissance de 2,3 encore plus défavorable que celui de la variante 4 modifiée seule. Cette situation s'explique par le fait que la variante 1 seule donne un rapport coût-puissance très désavantageux, qui la reléguait au départ au dernier rang des variantes étudiées.

Description du projet

Question 5

À la page 5-7, Hydro-Québec s'engage à assumer les coûts d'entretien de la route en fonction de l'utilisation qu'elle en fera sans vraiment expliquer le type d'utilisation. Préciser ce point, expliquer les travaux à effectuer et préciser si l'emprise moyenne des sections réaménagées est de plus de 35 m.

Réponse

L'entretien de la route du lac Sainte-Anne est présentement assuré par la corporation du même nom, qui dispose d'une guérite pour contrôler l'accès à cette route. Il est financé par les différents utilisateurs de la route (villégiateurs, Hydro-Québec, société forestière) en fonction de l'importance de leurs activités. À noter qu'à ce jour, la route n'est pas entretenue durant l'hiver.

Le projet d'aménagement de la Toulnostouc viendra modifier l'utilisation de la route du lac Sainte-Anne. Pendant la phase de construction, qui durera environ quatre ans et demi, la route du lac Sainte-Anne servira au transport du matériel des campements requis pour héberger les travailleurs, de l'équipement nécessaire à la construction des ouvrages, du carburant, de la nourriture pour le personnel du chantier et des équipements lourds (vannes, alternateurs, transformateurs, turbines, etc.). Cette route sera aussi utilisée par différents fournisseurs du chantier (ciment, bois, etc.) ainsi que par un grand nombre de travailleurs. Hydro-Québec assumera les coûts d'entretien de la route proportionnellement à l'utilisation qu'impliquent ses activités et négociera, au besoin, le partage des coûts avec d'autres utilisateurs.

Durant la phase d'exploitation, Hydro-Québec s'assurera d'avoir accès à la centrale pendant toute l'année. Cependant, la route sera alors beaucoup moins utilisée, car une équipe restreinte d'une dizaine de personnes sera suffisante pour assurer l'entretien et les opérations courantes liés à la centrale.

Tel qu'on l'indique à la page 3-25 du rapport d'avant-projet, les travaux à effectuer sur la route d'accès à la centrale sont les suivants :

- amélioration du chemin forestier existant sur une longueur de 90 km ;
- construction de 12 km de route (soit entre la future centrale et la route du lac Sainte-Anne, un peu en amont du pont situé au kilomètre 92).

La route à améliorer est la route du lac Sainte-Anne, et l'emprise moyenne des sections réaménagées sera inférieure à 35 m. Ces travaux consisteront principalement :

- à élargir la plate-forme et à faire une recharge (pour le transport de type réglementé) ainsi qu'à corriger l'alignement et le profil de la route pour permettre une vitesse de 70 km/h, sauf dans les zones accidentées ;
- à construire de nouveaux ponts sur les rivières aux Anglais, Mistassini et Franquelin, ainsi qu'à réparer et à allonger une cinquantaine de ponceaux.

Question 6

À la page 3-4, Hydro-Québec mentionne qu'il est possible que la centrale soit utilisée en gestion de pointe pendant l'été (juin à octobre) avec des plages de débit du même ordre que celles observées en période hivernale. Quelles sont les conditions et quelle est la fréquence prévue de cette gestion de pointe estivale ?

Réponse

La figure 3-10 montre des plages de débit de 120 m³/s et de 360 m³/s. Le débit de 360 m³/s correspond au débit maximal pouvant être turbiné par la centrale. Il importe de mentionner qu'à un tel débit, le rendement de la centrale présente une perte d'efficacité de plusieurs centiles. Hydro-Québec évite habituellement de diminuer le rendement de ses centrales en utilisant de façon optimale l'ensemble des moyens de production de son parc d'équipement. Par conséquent, les situations où le débit de la future centrale sera de 360 m³/s correspondront aux périodes de forte demande pendant lesquelles les autres équipements disponibles d'Hydro-Québec seront aussi fortement sollicités.

En hiver, les périodes de forte demande surviennent lors des grands froids qui peuvent durer de quelques jours à quelques semaines. En été, Hydro-Québec doit satisfaire à une demande moins forte mais aussi avec un parc d'équipement réduit étant donné les entretiens effectués sur les groupes de certaines centrales. La centrale de la Toulnostouc ne possédant que deux groupes, les entretiens de ceux-ci pourront se faire facilement à la fin de l'hiver et au début du printemps (avant l'arrivée des forts débits des crues printanières) et la centrale sera entièrement disponible pour répondre à la demande d'été dont les besoins peuvent varier d'une année à l'autre mais où les plus fortes pointes devraient être d'une fréquence comparable à celles de l'hiver.

Question 7

À la page 3-16, l'initiateur mentionne qu'un seul évacuateur d'une capacité de 3 500 m³/s sera construit afin de protéger le barrage de la Toulnostouc et la digue sud. Quel est le type de crue utilisé pour la conception de ces ouvrages ?

Réponse

Le type de crue utilisée pour la conception de l'évacuateur de crues est la crue maximale probable. Cette crue correspond à la plus forte crue susceptible de se produire, selon la période de l'année, en un point d'un cours d'eau, en supposant que soient combinées les pires conditions météorologiques et hydrologiques possibles dans la région.

Deux périodes de l'année sont plus précisément étudiées, soit celle de la crue printanière, qui tient compte de la fonte des neiges, et celle de l'été-automne, au cours de laquelle des orages importants sont susceptibles de se produire.

Question 8

À la page 3-41, Hydro-Québec présente la variation des crues de pointe. On y observe des variations très brusques allant de 120 à 360 m³/s. Afin d'atténuer ces fluctuations rapides de niveaux d'eau en aval, est-il possible d'atténuer les variations brusques et de réaliser des transitions plus progressives vers les pointes de puissance compte tenu de l'imposant parc d'équipement d'Hydro-Québec? Est-ce que cette gestion de pointe pourrait être limitée aux quelques journées de demandes extrêmes en hiver ?

Réponse

Il n'est pas possible d'atténuer les fluctuations rapides du niveau de l'eau en aval et de faire une transition progressive. En effet, d'une manière générale, dans une centrale hydroélectrique, un groupe est soit en arrêt, soit en marche et utilisé dans une plage de débit où le rendement demeure élevé. Dans le cas de la future centrale, le débit turbiné pour un groupe devrait normalement se situer entre 120 et 160 m³/s (avec un rendement optimal à 140 m³/s) afin de ne pas trop en affecter le rendement.

Comme on le mentionne dans la réponse à la question 6, les cas où le débit turbiné de la centrale pourrait fluctuer de 120 à 360 m³/s ne surviendront que pour répondre aux demandes plus élevées se produisant en hiver, mais aussi en été, et ceci pour des périodes de quelques jours à quelques semaines.

Pour les autres périodes beaucoup plus fréquentes où la demande est moins grande, le débit turbiné à la centrale devrait plutôt passer en moyenne de 140 à 280 m³/s lorsque le nombre de groupes en exploitation passe de 1 à 2.

Question 9

Le projet prévoit deux galeries d'accès au canal d'amenée augmentant ainsi le volume de déblais. Pourquoi Hydro-Québec doit-elle aménager une deuxième galerie ?

Réponse

Les deux galeries d'accès serviront à la construction de la galerie d'amenée, d'une longueur de l'ordre de 10 km. La construction de cette galerie se trouve sur le chemin critique de

réalisation du projet. En construisant deux galeries d'accès au lieu d'une seule, on créera deux fronts additionnels d'excavation qui permettront de creuser plus rapidement la galerie d'amenée.

Question 10

Selon l'étude d'impact, une des raisons motivant la réparation de la digue sud-est est le respect de l'entente entre Hydro-Québec et la compagnie hydroélectrique Manicouagan concernant la régularisation des apports dans la rivière Manicouagan. Quelle est la teneur de cette entente et est-ce que le présent projet a un effet sur celle-ci ?

Réponse

Le projet de réparation de la digue sud-est n'est pas lié à l'entente entre Hydro-Québec et La Compagnie Hydroélectrique Manicouagan (LCHM). Ce projet est nécessaire pour rétablir le niveau du lac Sainte-Anne à sa cote d'exploitation normale tout en respectant la sécurité des ouvrages. Actuellement, Hydro-Québec exploite le réservoir à un niveau plus bas tout en respectant intégralement son entente avec LCHM.

Hydro-Québec devra rétablir le niveau initial du réservoir pour assurer une meilleure régularisation des apports du lac Sainte-Anne et éviter des déversements d'eau aux centrales en aval (Manic-2, Manic-1 et Mc Cormick). De plus, tant que l'entente de compensation de 1964 entre Hydro-Québec et LCHM sera en vigueur (jusqu'en 2011), tous les déversements au site des premières chutes (Manic-1 et Mc Cormick) seront compensés par Hydro-Québec.

L'entente d'emménagement du lac Sainte-Anne prévoit le partage des frais entre Hydro-Québec et LCHM pour la régularisation apportée par la création du réservoir du lac Sainte-Anne jusqu'en 2008.

Question 11

L'initiateur de projet prévoit démanteler une partie des ouvrages du barrage Sainte-Anne. Est-ce que ces installations peuvent présenter une source de contamination de l'environnement (équipement de l'évacuateur de crues et des pertuis de fond, bâtiments, salle d'huile, etc.) ?

Réponse

Pour l'enlèvement des vannes de l'évacuateur, de l'ouvrage de pertuis de fond ainsi que des appareils de levage, il n'y a pas de précaution particulière à prendre, puisque le fonctionnement de ces équipements est mécanique et qu'il n'y a donc pas de quantités d'huile en cause. Par contre, les deux groupes électrogènes sur le barrage, qui assurent le fonctionnement de la grue portique, contiennent un petit réservoir de diesel qu'il faudra vidanger avant de déplacer les groupes. On devra aussi vidanger la conduite qui alimente ces groupes. De même, il faudra vider les deux réservoirs de diesel hors terre qui se trouvent derrière les bâtiments avant de les déplacer.

Question 12

Le mode d'exploitation de l'aménagement a été estimé à partir des données provenant de la période 1976-1998. La figure 3-8 illustre les niveaux modélisés dans la nouvelle portion du lac Sainte-Anne. Le promoteur présente les résultats de sa modélisation sans toutefois expliquer sa démarche mathématique. Quels sont les paramètres qui ont servi à construire le modèle ? Est-ce que le modèle tient compte des changements climatiques ? Est-ce que la courbe minimum est représentative du scénario suivant : année de faible précipitation combinée à une année de forte demande énergétique ?

Réponse

Le modèle d'optimisation utilise la programmation dynamique pour trouver une règle de gestion optimale à chaque réservoir du système hydrique analysé qui est fonction du niveau du réservoir et des apports d'eau. Les réservoirs et les centrales du complexe Manicouagan sont modélisés en détail, incluant les pertes de charge dans les turbines et le chargement optimal des groupes, les équipements disponibles à chaque jour et un taux de pannes d'équipement. L'utilisation des courbes de tarage permet le calcul exact de la hauteur de chute. Cette règle de gestion tient compte de la stochasticité des apports à travers l'utilisation des distributions journalières basées sur les données historiques. Elle est ensuite simulée avec les données d'apports journaliers observées à chaque site. Des statistiques sont produites à partir des résultats des simulations.

Pour ce qui est des changements climatiques, Environnement Canada ne prévoit pas de variation dans la région de la Côte-Nord du Québec. Ceci s'explique par le fait qu'elle se trouve au contact de la région atlantique, où l'on prévoit un refroidissement, et des régions centrales et nordiques, où l'on prévoit un réchauffement.

Les courbes minimum et maximum de la figure 3-8 du rapport d'avant-projet sont les courbes enveloppes de la série de débits journaliers simulés. Elles ne représentent donc pas une année en particulier.

Relations avec le milieu d'accueil

Question 13

À la page 5.11, il est mentionné que la communauté montagnaise de Betsiamites a donné son appui à près de 80% aux projets de dérivation partielle des rivières Sault aux Cochons, Portneuf et Manouane ainsi qu'au projet d'aménagement de la Toulnostouc. Quelles étaient les principales revendications des opposants au projet d'aménagement de la Toulnostouc ?

Réponse

L'appui donné à près de 80 % par la communauté montagnaise de Betsiamites pour la ratification de l'entente de partenariat, *Entente Pesamit (1999)*, couvrant entre autres le projet d'aménagement de la Toulnostouc, a été exprimé par scrutin secret au cours d'un référendum.

De plus, selon le document *Entente Pesamit (1999), Rapport sur le processus d'information menant au référendum* préparé par le Groupe Cleary en septembre 1999, lors de la période d'information de la communauté il n'y a pas eu de revendications spécifiques exprimées par des opposants relativement au projet d'aménagement de la Toulnostouc.

Méthodologie d'évaluation des impacts

Question 14

À la page 6-9, il est mentionné que la valorisation des composantes du milieu a été élaborée sur la base des connaissances scientifiques ainsi qu'à l'aide des données recueillies auprès de la population et des intervenants du milieu d'accueil. L'étude ne mentionne toutefois pas la méthodologie utilisée pour recueillir et traiter ces informations. Cette méthodologie devrait être expliquée afin d'apprécier la représentativité de ces informations.

Réponse

Les données sur la valorisation des composantes environnementales par la population et les intervenants du milieu d'accueil ont été recueillies des deux manières suivantes :

1. lors de tables d'information et d'échange (TIE), de rencontres de travail et de rencontres d'information. Dans la section 5.1.2 du rapport d'avant-projet, le calendrier des rencontres est présenté aux tableaux 5-1 (première étape) et 5-2 (deuxième étape) qui fournissent le lieu, la date et l'identité des groupes et organismes consultés ainsi que le nombre de participants. Les publics ainsi consultés comprenaient différents groupes et organismes environnementaux, récréotouristiques et socioéconomiques, dont les corps politiques élus, des associations de développement régional et de tourisme, de chasse et de pêche, de motoneige et de villégiature ;
2. par l'entremise de questionnaires adressés aux détenteurs d'un bail de villégiature et aux utilisateurs occasionnels connus dans la zone d'étude. Les renseignements concernant l'administration et les résultats de ces deux enquêtes sont présentées à l'annexe T du volume 2 du rapport d'avant-projet.

Les activités de consultation et d'acquisition de données auront donc permis de rejoindre des représentants des utilisateurs présents sur le territoire et de conférer aux données utilisées aux fins de l'étude toute la représentativité nécessaire à la réalisation d'un exercice de valorisation des composantes environnementales.

Les préoccupations évoquées par les différents participants à ces rencontres ont été compilées et regroupées sous diverses thématiques. La section 5.2 du rapport d'avant-projet fait état de ces préoccupations.

La valeur attribuée par le public aux différentes composantes environnementales (voir le tableau 6.2 et la section 6.2.2.1 du rapport d'avant-projet) représente donc une appréciation qualitative de l'importance de celles-ci en fonction du nombre de mentions pour une préoccupation donnée et du nombre de participants, de groupes et d'organismes ayant exprimé cette préoccupation.

Question 15

Il nous apparaît que le tableau 6-2 devrait être repris en utilisant toujours la plus haute valeur des deux colonnes comme étant la valeur retenue lorsqu'il existe une différence entre l'évaluation des spécialistes et du public. Cette différence devrait être considérée lors de l'évaluation des impacts.

Réponse

La méthode proposée est la même que celle utilisée dans les projets de dérivation partielle des rivières du Sault aux Cochons, Portneuf et Manouane.

Quand il y a divergence d'opinion entre les spécialistes et le public, le fait de retenir la plus haute valeur entraînerait généralement une surestimation de la valeur des composantes du milieu et des impacts qui en découlent. Selon la méthode suggérée par le MENV, il n'y aurait aucune valeur faible, ce qui introduirait un biais méthodologique dans l'évaluation des impacts (voir le tableau 1).

Tableau 1 – Valeur accordée aux composantes du milieu en cas de divergence d'opinion

Valorisation		Valeur (selon le rapport d'avant-projet)	Valeur (selon la méthode suggérée par le MENV)
Spécialistes	Public		
Forte	Moyenne	Forte	Forte
Moyenne	Forte	Forte	Forte
Faible	Forte	Moyenne	Forte
Forte	Faible	Moyenne	Forte
Faible	Moyenne	Faible	Moyenne
Moyenne	Faible	Faible	Moyenne

La méthode proposée par le Ministère entraînerait également un déséquilibre dans les valeurs attribuées aux différentes composantes du milieu, étant donné que seule la composante « Végétation terrestre » aurait une valeur faible (voir le tableau 2 ci-après). Huit éléments auraient une valeur moyenne, et dix, une valeur forte. À moins qu'il ne s'agisse d'un milieu exceptionnellement riche et fortement utilisé, les valeurs ainsi attribuées aux composantes semblent surestimées. Cette surestimation entraînerait à son tour une surestimation des impacts prévus du projet sur certaines composantes du milieu.

Tableau 2 – Valeur accordée aux composantes du milieu

Composante du milieu	Valeur (selon le rapport d'avant-projet)	Valeur (selon la méthode suggérée par le MENV)
Végétation terrestre	Faible	Faible
Végétation riveraine et aquatique	Faible	Moyenne
Espèces floristiques rares	Forte	Forte
Population ichtyenne	Moyenne	Moyenne
Habitat du grand brochet	Faible	Moyenne
Habitat de l'omble de fontaine	Forte	Forte
Grande faune	Forte	Forte
Petite faune	Moyenne	Moyenne
Castor	Moyenne	Moyenne
Espèces fauniques rares	Forte	Forte
Sauvagine	Moyenne	Forte
Rapaces	Forte	Forte
Espèces aviennes rares	Forte	Forte
Économie locale et régionale	Forte	Forte
Utilisation du territoire par les Montagnais de Betsiamites	Forte	Forte
Utilisation du territoire par les allochtones	Moyenne	Moyenne
Utilisation du territoire par les sociétés forestières	Moyenne	Moyenne
Archéologie	Forte	Forte
Paysage	Faible	Moyenne

En dépit des remarques de nature méthodologique et théorique qui précèdent et aux fins d'illustration du résultat, l'exercice a été repris selon la méthode proposée par le Ministère. Les éléments dont la valeur serait augmentée, selon le tableau 2, sont les suivants :

- la végétation riveraine et aquatique, dont la valeur passerait de faible à moyenne ;
- l'habitat du grand brochet, dont la valeur passerait de faible à moyenne ;
- la sauvagine, dont la valeur passerait de moyenne à forte ;
- le paysage, dont la valeur passerait de faible à moyenne.

Les impacts résiduels se trouveraient modifiés tel que le montre le tableau 3 qui suit :

Tableau 3 –Impacts résiduels

	Impact résiduel (selon le rapport d'avant- projet)	Impact résiduel (selon la méthode suggérée par le MENV)
Phase de construction		
Végétation riveraine et aquatique	Faible	Moyen
Habitat du grand brochet	Faible	Faible
Sauvagine	Faible	Moyen
Paysage	Moyen	Fort
Phase d'exploitation		
Végétation riveraine et aquatique	Faible	Moyen
Habitat du grand brochet	Moyen	Fort
Sauvagine	Faible	Moyen
Paysage	Faible	Moyen

La qualification de l'impact n'entraîne pas de modifications des mesures d'atténuation prévues.

Question 16

À la page 6-14, l'initiateur explique la méthode utilisée pour déterminer l'importance des impacts. Nous émettons des réserves sur les seuils choisis pour la détermination de l'importance des impacts. En effet, il nous apparaît qu'un impact détruisant de façon significative (intensité forte) une composante dont la conservation fait l'objet d'un consensus de la part de la population (valeur forte), sur un tronçon important de la rivière (portée locale) et sur une durée de quatre ans devrait être considéré comme étant un impact d'importance forte plutôt que moyenne. Le tableau suivant présente les modifications à apporter dans la détermination de l'importance des impacts. L'initiateur doit identifier les changements découlant de ces modifications dans l'évaluation des impacts du projet.

Valeur de la composante du milieu	Intensité de la perturbation	Portée spatiale de l'impact	Portée temporelle de l'impact	Cote	Importance de l'impact	
					Importance de l'impact dans l'étude	Modification à apporter
Forte (3)	Forte (3)	Locale (2)	Courte (1)	18	Moyenne	Forte
		Ponctuelle (1)	Moyenne (2)	18	Moyenne	Forte
			Courte (1)	9	Moyenne	Forte
	Moyenne (2)	Ponctuelle (1)	Courte (1)	6	Faible	Moyenne

Réponse

La matrice utilisée dans le cadre du projet d'aménagement de la Toulnostouc est la même que celle proposée dans l'avis de recevabilité de l'étude d'impact de la dérivation partielle des rivières Portneuf, du Sault aux Cochons et Manouane.

La méthode utilisée pour déterminer la classe d'importance des impacts d'après la combinaison de quatre critères (valeur, intensité, portée spatiale et portée temporelle) doit être la plus objective possible tout en étant reproductible. La méthode de pondération simple semblait la plus adéquate pour répondre à ces objectifs. Par pondération simple, on entend que chaque critère (valeur, intensité, portée spatiale et portée temporelle) a la même importance ou le même poids. En multipliant les critères entre eux, on obtient une pondération globale qui permet de hiérarchiser l'importance des impacts du projet. Comme cette multiplication donne plus de trois valeurs et que l'importance de l'impact ne comporte que trois classes, il fallait établir des seuils. Une importance faible a donc été accordée aux combinaisons qui présentaient une pondération de 8 et moins (ce qui donne 31 possibilités sur 81 d'obtenir une importance faible), une importance moyenne à celles dont la pondération était comprise entre 9 et 23 (31 possibilités sur 81), et une importance forte à celles dont la pondération était de 24 et plus (19 possibilités sur 81). Tel qu'on le mentionne dans le rapport d'avant-projet, pour qu'un impact sur une composante soit fort, il faut une synergie de facteurs, à savoir qu'au moins un des critères ait une valeur élevée (3) et que les trois autres aient au moins une valeur moyenne (2). La méthode et les seuils utilisés permettent, à notre avis, de bien faire ressortir les véritables impacts forts ou enjeux du projet.

La méthode suggérée par le Ministère suppose une double pondération, c'est-à-dire qu'elle accorde plus de poids à la valeur et à l'intensité qu'à la portée spatiale et temporelle de l'impact. Dans le cas présent, on n'a pas retenu cette option puisqu'elle semblait difficile à justifier. Elle est également très peu utilisée par les spécialistes de l'évaluation environnementale. Il nous semble, par ailleurs, qu'une méthode d'évaluation des impacts ne peut comporter des exceptions seulement pour les combinaisons du haut de la matrice, comme le suggère le tableau précédent (double pondération), sans risquer d'entraîner une surestimation de l'impact. En effet, si on accordait une importance forte à toutes les combinaisons dont la pondération est supérieure à 9, on obtiendrait 50 possibilités d'impact fort sur 81, ce qui semble représenter une surestimation importante des impacts qui devraient être moyens.

Les grilles d'Hydro-Québec font l'objet de constantes améliorations. La façon d'adapter une méthode à un projet donné repose sur les définitions de certains des critères utilisés, et non sur des modifications apportées à la grille. En effet, ces définitions ne sont pas statiques et doivent évidemment être adaptées à l'étendue du projet (portée spatiale) ainsi qu'à sa durée (portée temporelle). Ainsi, la portée spatiale se divise en trois classes : dans le cas du projet de la Toulnostouc, ces classes ont été définies en fonction du rayonnement des impacts prévus (portée ponctuelle : sur une faible superficie telle un chalet ou une aire de chantier ; portée locale : sur un ou plusieurs secteurs de la rivière ; portée régionale : sur la MRC ou le lac Sainte-Anne). Dans le cadre d'un projet de nature ponctuelle, tel que la construction d'un quai ou d'un tronçon de route de 1 km, il est évident que ces classes ne pourraient s'appliquer et

qu'elles devraient être adaptées en fonction du rayonnement des impacts de ce projet particulier.

L'application de la matrice proposée par le Ministère ne modifierait pas l'évaluation des impacts réalisée par Hydro-Québec, puisque les quatre combinaisons modifiées selon cette matrice ne se retrouvent pas dans l'évaluation du rapport d'avant-projet.

Section sur l'hydraulique et l'hydrologie

Question 17

Hydro-Québec indique à la page 7-20, que le débit moyen annuel au barrage du lac Sainte-Anne aux conditions actuelles est 212 m³/s sans décrire le mode de gestion actuel. Afin d'avoir un aperçu des modifications apportées par le nouveau mode de gestion, préciser le mode de gestion actuel et expliquer comment celui-ci se compare ou se distingue du modèle de gestion proposé. Fournir les détails sur l'hydrologie des crues et des étiages, les valeurs de débits mensuels (moyennes, minima et maxima) et les fréquences de dépassement pour les différents secteurs de la rivière.

Réponse

Le mode de gestion actuel du lac Sainte-Anne au barrage du Lac-Sainte-Anne est décrit aux sections 7.1.1.2 et 7.1.1.3 du rapport d'avant-projet.

La figure 7-2 du rapport d'avant-projet montre les variations saisonnières du lac qui fluctue entre un minimum de 275,84 m et un maximum de 301,75 m, pour la période allant de 1975 à 1998 (la moyenne des fluctuations s'établit entre 297 et 282 m). La vidange a lieu d'octobre à avril et le remplissage de mai à juin, pendant la crue de printemps. Le niveau alors atteint se maintient plus ou moins constant de juillet à septembre. La principale différence des modes d'exploitation actuel et futur réside dans le fait que le lac Sainte-Anne sera géré à un niveau moyen supérieur, cette gestion permettant, entre autres, de maximiser la hauteur de chute de la future centrale.

À partir de 1995, le niveau maximal d'exploitation a été abaissé substantiellement pour assurer la sécurité de la digue sud-est. La figure 1 ci-après montre les fluctuations annuelles du lac Sainte-Anne qui s'inscrivent dans le cycle précédent et permet de distinguer les modifications apportées au niveau maximal d'exploitation depuis 1995.

La figure 7-3 du rapport d'avant-projet fournit une vue synthétique des débits évacués au barrage du Lac-Sainte-Anne, la moyenne saisonnière interannuelle et les courbes enveloppes minimales et maximales.

La figure 2 ci-après montre l'extrême irrégularité de la gestion journalière historique des évacuations au barrage du Lac-Sainte-Anne, avec des variations rapides au cours de chaque mois de l'année entre un débit presque nul et un maximum de plus de 700 m³/s par rapport à une moyenne interannuelle de 212 m³/s. Le tableau 4, qui reproduit les débits classés mois après mois, fait ressortir ce régime irrégulier.

Le futur mode de gestion des débits sera en quelque sorte mieux régularisé selon un cycle saisonnier si l'on suit la gestion journalière (voir la figure 3-9 du rapport d'avant-projet), mais

il connaîtra aussi de grandes variations lorsqu'il sera soumis à deux périodes de forte demande par jour pendant lesquelles le deuxième groupe sera utilisé.

L'allure générale du soutirage des débits du lac Sainte-Anne sera similaire. En effet, ce plan d'eau est déjà utilisé à des fins hydroélectriques, ce qui demeurera le cas après la réalisation du projet. Les débits soutirés sont donc relativement importants en hiver pour soutenir la production hydroélectrique ainsi que pour abaisser le niveau du réservoir qui devra emmagasiner la crue printanière. Après l'emmagasinement de cette crue, les débits soutirés sont de l'ordre des apports naturels de façon à maintenir le niveau du lac assez constant avec cependant un léger rehaussement avant l'hiver afin de bénéficier d'une bonne réserve en eau pour l'hiver suivant ; la principale différence entre les deux modes réside dans le fait que, dans le futur, les débits soutirés en mai seront plus importants, afin d'éviter d'utiliser l'évacuateur de crues lors de la crue printanière et ainsi permettre une maximisation de la production hydroélectrique.

Tableau 4 – Débits journaliers actuels classés au barrage du Lac-Sainte-Anne

Probabilité de non-dépassement	Débits classés (m³/s)												
	Annuel	Janv.	Févr.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juill.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
1 %	0,0	6,8	3,4	25,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,4	6,8	6,8
5 %	3,4	90,2	25,9	25,9	3,4	0,0	0,0	3,4	3,4	10,2	20,3	20,3	90,2
10 %	11,3	93,6	93,6	86,9	9,0	0,0	3,4	3,4	9,0	18,0	120,2	92,5	130,8
15 %	25,9	127,5	110,5	93,6	11,3	3,4	10,2	16,9	14,7	46,0	135,4	144,4	151,2
20 %	90,2	153,4	177,1	130,8	15,8	5,6	18,0	20,3	42,9	110,5	154,9	162,4	169,2
25 %	112,8	169,2	182,7	179,4	25,9	5,6	90,2	65,4	85,7	129,7	162,4	169,2	199,7
30 %	134,2	199,7	197,4	198,7	50,8	10,2	112,8	85,7	116,2	153,7	176,3	170,3	207,6
35 %	160,2	207,6	214,3	206,4	79,0	12,4	121,8	112,8	146,6	166,9	185,0	192,9	218,8
40 %	170,6	221,1	225,6	214,3	100,4	13,5	139,9	121,8	155,7	171,5	204,2	204,2	225,6
45 %	185,0	268,5	236,9	223,3	121,7	16,9	167,4	153,0	169,2	174,8	216,6	221,1	232,4
50 %	203,0	293,3	254,9	235,8	136,5	20,3	169,2	168,4	171,5	176,8	219,0	225,6	249,3
55 %	218,7	315,8	277,5	248,2	155,3	27,8	180,5	172,6	172,6	199,7	221,1	225,7	277,5
60 %	225,6	338,4	309,1	255,6	168,1	97,0	220,0	216,0	214,3	205,3	259,4	261,7	301,2
65 %	242,5	358,7	332,8	269,6	173,7	112,8	231,2	223,3	223,3	225,6	270,7	269,6	315,8
70 %	268,5	368,9	348,6	270,7	189,5	118,4	238,0	236,9	235,8	245,9	292,2	287,6	338,4
75 %	293,3	386,3	381,4	280,9	203,0	147,8	261,7	261,7	268,5	266,2	335,0	319,2	357,6
80 %	332,8	399,1	408,4	311,3	207,6	172,6	274,1	274,1	286,5	283,1	338,4	327,2	372,2
85 %	357,6	419,6	433,2	345,2	225,6	196,3	339,5	297,8	312,5	345,2	353,1	353,1	383,5
90 %	391,4	435,4	448,9	365,6	236,9	225,6	391,4	391,4	345,2	355,3	394,8	386,9	403,8
95 %	443,3	473,8	468,1	394,8	339,5	305,7	491,8	394,8	385,8	394,8	451,2	451,2	439,6
100 %	785,1	572,8	620,4	676,8	564,0	631,4	785,1	602,4	655,0	773,8	769,3	696,0	639,5
Moyenne	207,8	279,1	270,1	231,5	132,0	86,5	193,6	173,2	183,5	197,2	245,4	239,0	266,5

Période d'observation : de 1979 à 1999

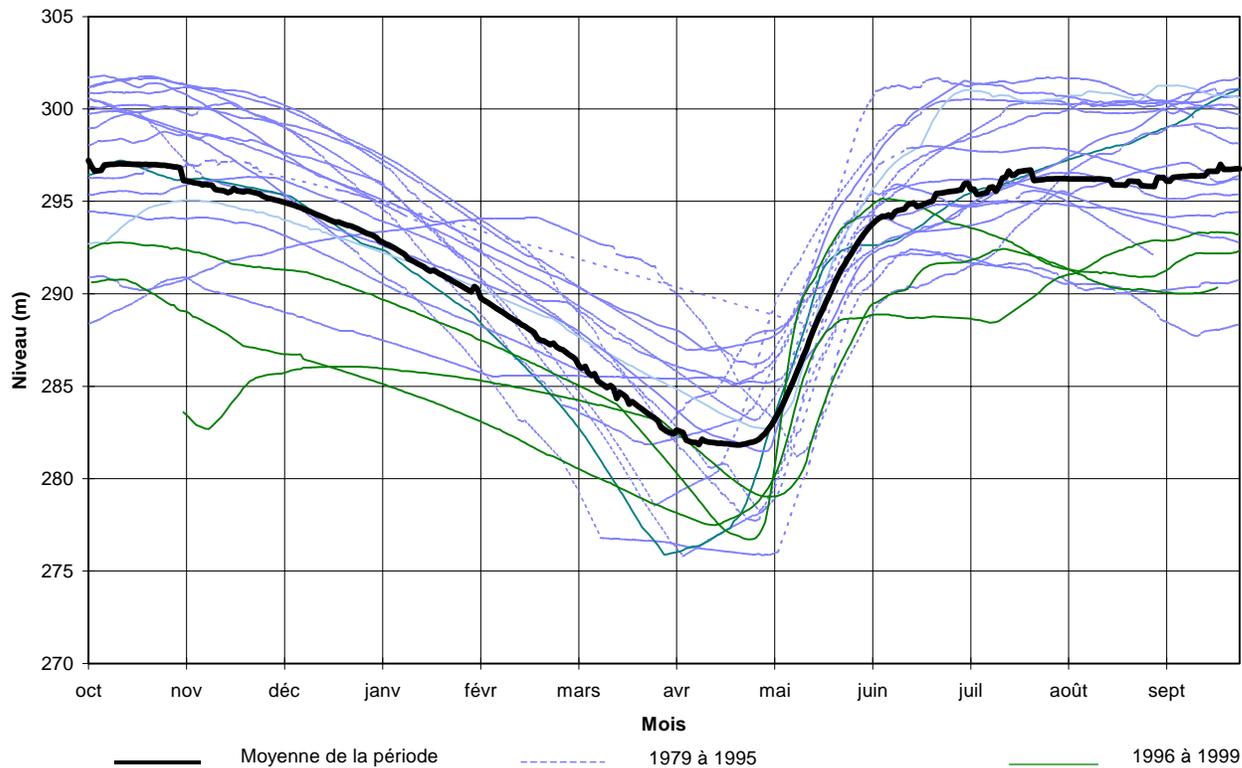


Figure 1 – Fluctuations annuelles du lac Sainte-Anne

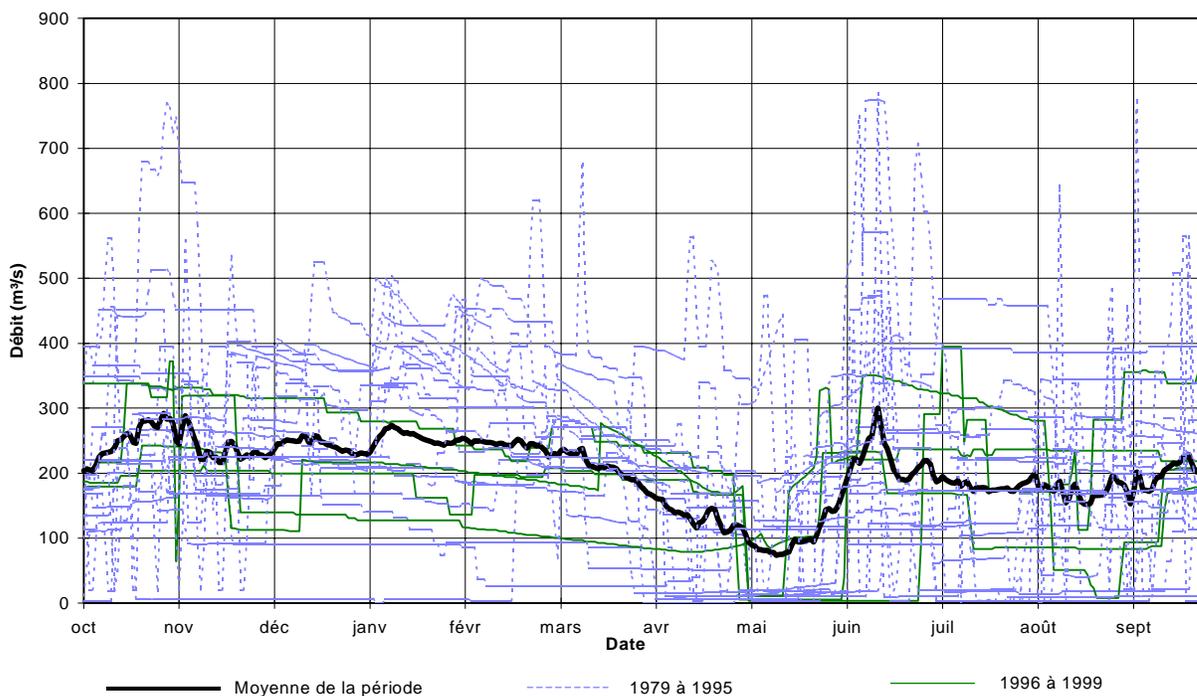


Figure 2 – Débits journaliers au barrage du Lac-Sainte-Anne de 1979 à 1999

Le tableau 5 fait ressortir l'évolution des apports naturels intermédiaires (non régularisés) en aval du barrage du Lac-Sainte-Anne et en aval du futur barrage.

Les débits ont été établis avec :

- un module spécifique de 28 l/s/km^2 , caractéristique des cours d'eau côtiers de la région ;
- des formules régionales du MENV pour l'établissement du débit moyen de crue ($Q_{2 \text{ ans}} = 0,71 A^{0,8}$)
- des formules régionales du MENV pour l'établissement du débit d'étiage moyen en l/s après sept jours consécutifs ($Q_{2,7}$) en fonction de l'aire du bassin A ($Q_{2,7} = 1,62 A^{1,17}$).

Question 18

La figure 7-1 présente les apports journaliers au lac Sainte-Anne pour la période de 1979 à 1998. Étant donné que le régime hydrologique est de type nivo-pluvial, il nous apparaît important de connaître le niveau des précipitations, pluie et neige dans le bassin versant de la rivière Tournustouc. Quel est le niveau moyen des précipitations pour une année dans le bassin versant de la rivière Tournustouc ou à la station d'enregistrement la plus proche et durant la période 1979 à 1989, il y a eu combien d'années où le niveau des précipitations était inférieur à la moyenne annuelle ?

Réponse

Les informations ci-après se rapportent à la période 1979 à 1998 tel que convenu avec M. Yves Rochon du ministère de l'Environnement. Il n'existe pas dans le bassin versant de la rivière Tournustouc de station où sont enregistrées les précipitations (pluie et neige). Les stations de Baie-Comeau et de Poste Montagnais (soit les stations 7040440 et 7046212 d'Environnement Canada) permettent cependant d'apprécier les précipitations qui tombent au sud et au nord-est du bassin versant de la Tournustouc.

La station de Baie-Comeau est située à $49^{\circ} 8'$ de latitude nord par $68^{\circ} 12'$ de longitude ouest et a une altitude de 21 m. Les tableaux B-1 à B-3 à l'annexe B donnent respectivement, pour la période de 1979 à 1998, les précipitations mensuelles cumulées en pluie, en neige (équivalent en eau) et en précipitation totale ; ces tableaux contiennent de plus les valeurs mensuelles minimales, moyennes et maximales, les valeurs annuelles moyennes ainsi que le nombre d'années où les précipitations étaient inférieures à la moyenne.

La station de Poste Montagnais est située à $51^{\circ} 53'$ de latitude nord par $65^{\circ} 44'$ de longitude ouest et a une altitude de 610 m. Les tableaux B-4 à B-6 présentent les informations similaires à celles déjà fournies aux tableaux B-1 à B-3 pour la station de Baie-Comeau.

L'examen des tableaux B-1 à B-6 permet de constater que les précipitations (pluie et neige) sont plus importantes près du fleuve Saint-Laurent et qu'elles décroissent nettement lorsque l'on s'éloigne à l'intérieur des terres. La précipitation totale moyenne sur la période 1979 à 1998 est de 1,05 m à Baie-Comeau, tandis qu'elle n'est plus que de 0,72 m (années 1986, 1987

et 1990 retirées car présence de nombreuses valeurs manquantes) à la station de Poste Montagnais. Il s'ensuit que la précipitation sur l'ensemble du bassin versant de la Toulnostouc ne peut être considérée homogène et elle sera plus forte dans la partie méridionale du bassin et plus faible dans sa partie septentrionale

Tableau 5 – Apports des bassins versants intermédiaires

Tributaire	Bassin versant (km ²)			Débit module (m ³ /s)		Crue moyenne annuelle (m ³ /s)		Étiage (m ³ /s)	
	Inter.	Bassin total cumulatif		Actuel	Futur	Actuel	Futur	Actuel	Futur
Actuel*	Futur*								
Secteur du futur réservoir									
Bassin intermédiaire (kilomètre 68,1)	66	66 (7810)**	—	1,8	—	20	—	0,22	—
Ruisseau Rooney (kilomètre 68,1)	28	94 (7838)	—	2,6	—	27	—	0,33	—
Ruisseau Anctil (kilomètre 67,8)	25	119 (7863)	—	3,3	—	32	—	0,43	—
Secteur à débit réduit									
Petits tributaires et ruisseau sans nom (kilomètres 66,2 et 58,0)	48	167 (7911)	48	4,7	4,4	42	16	0,64	0,15
Rivière Rocque (kilomètre 55,5)	50	217 (7961)	98	6,1	5,8	52	28	0,88	0,35
Bassin intermédiaire (kilomètre 53,8)	35	252 (7996)	133	7,1	6,8	59	35	1,04	0,49
Secteur à débit modifié									
Rivière du Caribou (kilomètre 51,5)	370	622 (8366)	503	17,4	17,1	121	102	3,00	2,35
Ruisseau Jourdain (kilomètre 37)	57	679 (8423)	560	19,0	18,7	130	111	3,33	2,67
Bassin intermédiaire (kilomètre 28,5)	127	806 (8550)	687	22,6	22,3	149	131	4,07	3,80
Rivière Pistuacanis (kilomètre 28,5)	660	1466 (9210)	1347	41,0	40,7	240	224	8,20	7,40
Rivière Isoukoustouc (kilomètre 26,8)	1180	2646 (10 390)	2527	74,1	73,8	385	371	16,40	15,5

* Bassin non régularisé par le lac Sainte-Anne

** Incluant le bassin versant du lac Sainte-Anne (7 744 km²)

Sensibilité des rives à l'érosion

Question 19

L'initiateur de projet prévoit une augmentation importante de l'érosion des rives du tronçon à débit modifié de la rivière Toulnostouc durant la phase d'exploitation. Est-ce que des infrastructures publiques ou privées risquent d'être affectées par cette érosion ? Quel sera l'effet de l'augmentation de l'érosion sur le régime sédimentaire de la rivière ?

Réponse

Lors de l'inventaire du milieu, sept chalets possédant un bail de villégiature, cinq sites de campement montagnais (trois principaux et deux secondaires), un site de campement utilisé par Expéditions Toulnostouc et Manicouagan, un pont désaffecté (pont du kilomètre 92) et une ligne de transport d'électricité ont été répertoriés à proximité des berges de la rivière Toulnostouc, dans le secteur à débit modifié, entre les kilomètres 19,5 et 53,8 (voir la carte C du volume 1 du rapport d'avant-projet).

Selon les données et les informations recueillies, l'intégrité de ces infrastructures ne serait aucunement menacée par l'érosion des berges de la rivière au cours de la phase d'exploitation. En effet, rappelons que dans ce secteur, les berges les plus menacées par l'érosion fluviale pendant la phase d'exploitation, se trouvent dans les cinq premiers kilomètres immédiatement en aval de la future centrale, soit entre les kilomètres 53,8 et 48,3. Aucune des infrastructures répertoriées n'est située dans ce tronçon à risque d'érosion élevé. Pour le reste du secteur à débit modifié, les berges des segments sensibles à l'érosion sont constituées de sable et de gravier de faible cohésion. L'érosion de ces berges se traduira par de lents éboulements (rééquilibrage des pentes) qui n'auront pas d'effet sur les infrastructures en place puisque ces dernières sont situées à une bonne distance du talus bordant la rivière.

Pendant la phase d'exploitation, l'augmentation de l'érosion des rives de la rivière dans le secteur à débit modifié aura pour effet d'accroître la quantité de matériaux érodés rejetés dans la rivière. L'intensification de la vitesse d'écoulement lors des périodes de pointe occasionnera, par endroits, l'approfondissement du chenal principal, le déplacement vers l'aval d'importantes quantités de sable et de gravier provenant du pied des talus en érosion, l'érosion progressive des îles constituées de dépôts meubles ainsi que le déplacement vers l'aval des bancs de sable déjà présents dans le lit de la rivière. De plus, il est probable que certains bassins inventoriés dans ce secteur soient progressivement comblés (en tout ou en partie) par les sédiments transportés par le courant. Il est aussi possible qu'on enregistre des déplacements latéraux du lit ou du chenal principal de la rivière. Les rives convexes risquent d'être fortement érodées par les courants engendrés lors des périodes de pointe, alors que les rives concaves pourraient s'élargir progressivement en réaction aux apports de sable.

On a effectué des relevés complémentaires à la fin de l'été de 2000 afin de décrire et de préciser l'état actuel des berges de la rivière et de son lit (état de référence) dans le secteur à débit modifié. Un rapport sur ces relevés sera disponible cet automne.

Question 20

L'initiateur prévoit stabiliser les rives entre les kilomètres 53,8 et 48,3 par la mise en place de perrés et d'ouvrages ponctuels aux endroits les plus exposés. Est-ce qu'il a été envisagé d'utiliser des techniques de stabilisation végétale afin de minimiser les impacts sur les rives à stabiliser ?

Réponse

Les débits de pointe journalière pourront atteindre 360 m³/s en quelques minutes, ce qui engendrera de forts courants dans le premier tronçon du secteur à débit modifié, soit entre les kilomètres 53,8 et 48,3.

Aux endroits les plus exposés de ce tronçon, la stabilisation des berges sera assurée par la mise en place de perrés dont le calibre de la pierre sera suffisant pour résister à la force d'arrachement des forts courants. Actuellement, la stabilisation des berges au moyen de perrés semble la solution la plus adéquate pour les conditions de vitesse et de débit dans ce tronçon. Cependant, des études sur d'autres techniques de stabilisation des rives sont en cours.

Question 21

L'initiateur doit préciser le type, l'emplacement et les dimensions des ouvrages de stabilisation linéaire le long des secteurs à débit réduit et à débit modifié et préciser l'impact de ces ouvrages sur l'habitat du poisson (habitats réels et potentiels).

Réponse

On a effectué des relevés complémentaires à la fin de l'été de 2000 et un rapport sera disponible cet automne. L'analyse des données recueillies permettra de déterminer l'emplacement des ouvrages de protection sur les berges les plus sensibles à l'érosion. Lorsque les caractéristiques des ouvrages seront connues, les impacts de ces ouvrages sur l'habitat du poisson pourront être précisés. Soulignons toutefois que cette mesure d'atténuation a pour objectif de stabiliser les rives sensibles à l'érosion, et ainsi réduire au minimum les effets du projet sur le régime sédimentologique de la rivière. En conséquence, les effets sur l'habitat du poisson devraient être positifs par rapport à une situation où ladite mesure ne serait pas appliquée.

Question 22

Est-ce que l'utilisation de l'évacuateur de crues risque de créer des impacts sur la stabilité du lit et des berges de la rivière lorsqu'il sera en fonction ?

Réponse

Près de 80 % des rives du secteur à débit réduit sont peu sensibles à l'érosion (voir la section 8.1.2 du rapport d'avant-projet). Dans le cas où l'évacuateur de crues laisserait passer un débit comparable à celui des crues moyenne et maximale actuelles, seuls le lit et les berges situés immédiatement à la sortie de l'ouvrage pourraient être perturbés. Cette zone fera l'objet d'une étude pour définir les mesures d'atténuation appropriées.

Question 23

À la page 8-4, l'initiateur prévoit aussi qu'une partie des rives du futur réservoir sera touchée. Est-ce que des infrastructures publiques ou privées risquent d'être affectées par cette érosion ? Y a-t-il des tributaires affectés par le marnage dans ce secteur ? Si oui, décrire la dynamique sédimentaire en fonction des variations de niveau du réservoir.

Réponse

Toutes les infrastructures publiques ou privées situées dans le secteur du futur réservoir seront démolies ou déplacées avant la mise en eau. Lors des inventaires, aucune infrastructure n'a été recensée sur les rives du futur réservoir. Aucune infrastructure ne sera donc touchée par l'érosion des nouvelles rives sensibles à ce phénomène.

Plus d'une douzaine de tributaires ont été observés à l'intérieur des limites du futur réservoir. De ce nombre, plus de la moitié peuvent être considérés comme des cours d'eau permanents. À l'instar des tributaires se trouvant à l'intérieur des limites du lac Sainte-Anne, ceux qui sont situés dans les limites du nouveau plan d'eau pourront être touchés par le marnage du lac Sainte-Anne dont le futur mode d'exploitation peut se résumer comme suit (voir la section 3.2.14 du rapport d'avant-projet) :

- mai et juin : stockage de la crue printanière (le niveau moyen d'exploitation passe de 290 m à 299 m) ;
- de juillet à décembre : turbinage d'un débit à peu près équivalent aux apports naturels (le niveau demeurera relativement stable, aux alentours de 299 m) ;
- de décembre à avril : abaissement graduel du niveau jusqu'au niveau minimal d'exploitation (290 m).

Pendant la phase d'exploitation, on pourra donc observer, au printemps (d'avril à la mi-mai), l'érosion du lit des tributaires dans la zone de marnage, de même que le transport des sédiments érodés vers le niveau minimal d'exploitation (290 m). En mai et juin, lors du stockage de l'eau dans le réservoir, on pourra observer de l'accumulation de sédiments, au fur et à mesure du remplissage, dans la portion du lit des tributaires comprise dans la zone de marnage. De juillet à décembre, l'accumulation des sédiments transportés par les tributaires se fera surtout au niveau de leur entrée dans le réservoir, soit à la hauteur de son niveau maximal d'exploitation. Au cours de la période hivernale, qui correspond à l'abaissement graduel du niveau du réservoir jusqu'à son niveau minimal et aux plus faibles débits des tributaires, on ne devrait observer que très peu d'érosion du lit de ces tributaires, si ce n'est qu'un faible

encaissement de ces derniers dans les sédiments nouvellement déposés au cours de la période précédente (de juillet à décembre).

Cette dynamique sédimentaire devrait se répéter chaque année.

Faune ichthyenne

Question 24

La modélisation de l'habitat, pour la faune ichthyenne, en fonction du débit a été réalisée à l'aide d'un modèle unidimensionnel (annexe K). L'initiateur doit expliquer les raisons pour lesquelles un modèle bidimensionnel n'a pas été utilisé dans la modélisation plutôt qu'un modèle unidimensionnel ?

Réponse

La modélisation de l'habitat a été effectuée à l'aide d'un modèle d'habitat couplé à un modèle hydraulique unidimensionnel (du type HEC 2). Ce choix est conforme aux pratiques d'usage en la matière et il a été fait compte tenu des arguments techniques suivants :

- longueur importante des segments de rivière (plusieurs kilomètres) ;
- possibilité de découpage en tronçons relativement homogènes et uniformes ;
- possibilité de faire des relevés de calibrage à des débits voisins du débit réservé ;
- grande variabilité des conditions d'écoulement dans le tronçon à débit réduit.

Pour toutes ces raisons, le modèle unidimensionnel a été préféré à un modèle bidimensionnel beaucoup plus lourd et très exigeant en intrants. Les modèles bidimensionnels sont en général utilisés pour de courts segments (quelques centaines de mètres) et non dans des études portant sur plusieurs kilomètres de rivière comme c'était le cas (voir aussi la réponse à la question 28).

Question 25

En référence à la page 4-5, l'initiateur mentionne que des mesures de la vitesse d'écoulement ou du niveau de l'eau ont été effectuées pour quatre débits (11, 24, 88 et 199 m³/s), aux fins du calcul du débit réservé écologique. Pourquoi aucune mesure n'a été effectuée pour un débit de 3 m³/s, soit le débit minimal évacué au barrage du Lac-Sainte-Anne (page 7-5) ? L'initiateur indique également qu'un jaugeage était effectué à chaque série de mesures de façon à obtenir une estimation précise. Le promoteur doit préciser l'endroit où le jaugeage était effectué, la méthode utilisée et la fiabilité des mesures. D'autre part, les relevés effectués afin de déterminer le débit réservé ont été réalisés dans le tronçon amont du secteur à débit réservé. Comment l'initiateur s'est-il assuré que les conclusions de la simulation hydraulique pouvaient être extrapolées à tout le secteur à débit réduit ?

Réponse

On a tenté d'effectuer des relevés hydrométriques avec un débit maintenu à 3 m³/s pendant plusieurs jours. Étant donné la faible ouverture des vannes, les billots de bois avaient

tendance à venir s'y coincer et altérer la constance du débit, d'où le minimum choisi de $11 \text{ m}^3/\text{s}$.

Le débit dans cette section est calculé en faisant l'intégration des débits partiels obtenus en intégrant les vitesses moyennes de chaque verticale sur l'aire de la portion de section d'écoulement dévolue à chaque verticale. Le niveau d'eau instantané qui accompagne cette mesure est lu à la station limnimétrique connexe. La précision des mesures de vitesse à l'aide d'un moulinet Price est de $\pm 2 \%$ et celle d'un jaugeage de débit, de $\pm 10 \%$ du débit total mesuré.

Les valeurs ponctuelles de débits sont obtenues par des mesures directes des vitesses d'écoulement prises à l'aide d'un moulinet de marque Price, à 0,2, à 0,8, et au besoin, à 0,6 m de profondeur, sur une vingtaine de verticales également réparties sur la largeur de la section d'écoulement. Ces mesures ont été effectuées au kilomètre 68,2 de la rivière Toulnostouc.

Les résultats des simulations hydrauliques ne peuvent pas être extrapolés à tout le secteur à débit réduit. En effet, la zone non couverte par les relevés bathymétriques et les simulations est concentrée dans les Crans Serrés. En raison des vitesses d'écoulement très importantes et de la présence de chutes dans cette zone, celle-ci est inaccessible pour les relevés et ne constitue pas un habitat pour le poisson.

Les relevés effectués pour déterminer le débit réservé l'ont été dans les deux seuls secteurs qualifiés de potentiellement propices à l'habitat de l'omble de fontaine, soit entre le futur barrage et la tête du rapide des Crans Serrés (des kilomètres 67,5 à 60,5) et dans le plan d'eau au débouché de la rivière Rocque.

Question 26

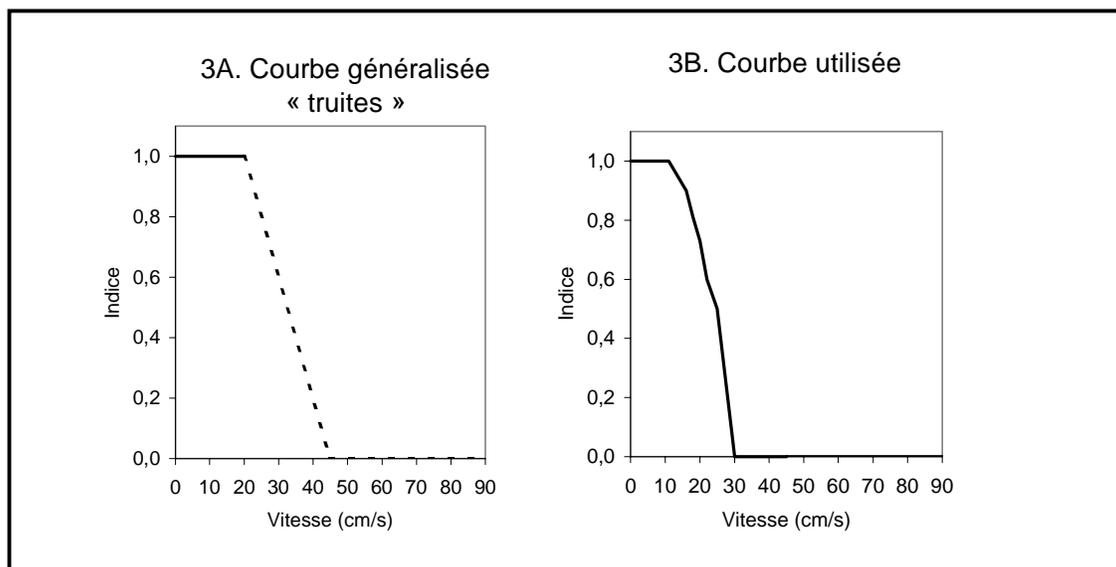
La vitesse d'écoulement et la profondeur de l'eau sont les deux variables qui ont été retenues pour pondérer la qualité de l'habitat de l'omble de fontaine dans la modélisation de l'habitat en fonction du débit (page K-6). L'initiateur a utilisé les indices de pondération pour les deux variables à partir des renseignements sur les préférences d'habitats tirés de Hawkins (1996). Toutefois, l'indice de Hawkins a été modifié à partir de l'hypothèse voulant que les vitesses inférieures à 7 cm/s soient optimales pour l'omble de fontaine. L'initiateur peut-il étayer cette hypothèse par l'appui d'études ou de recherches sur les vitesses d'écoulement optimales pour l'omble de fontaine ? Le cas échéant, il doit reprendre ses calculs avec la gamme des vitesses optimales et acceptables proposées par Hawkins. De plus, indépendamment de ce qui précède, l'initiateur doit reprendre la modélisation en considérant la mise en place du seuil proposé à la section 21 (page 12-17).

Réponse

La courbe de préférence de vitesse utilisée a été développée à partir des connaissances existantes, en utilisant l'information disponible sur l'omble de fontaine et les autres espèces de truites. Raleigh et Duff (1980) ont mis au point des courbes généralisées de qualité de l'habitat pour les truites (quatre espèces) en fonction d'une variété de paramètres, dont la

vitesse d'écoulement. Leur courbe applicable à la vitesse est reproduite à la figure 3A. La courbe utilisée dans l'étude de la Tournustouc est présentée à la figure 3B. C'est une adaptation de la courbe de Raleigh et Duff qui tient compte des lignes directrices proposées par Hawkins pour l'omble de fontaine.

Figure 3 – Courbes de qualité de l'habitat



Courbes de qualité de l'habitat (couvert et alimentation, stade adulte) pour la vitesse d'écoulement. La courbe A est tirée de Raleigh et Duff (1980) et reflète les préférences des truites en général (omble de fontaine, truite arc-en-ciel, truite brune et truite fardée [*cutthroat trout*]). Le trait continu désigne les données qui sont appuyées par un grand nombre d'études alors que le trait pointillé désigne les données qui sont moins précises ou fondées sur des avis d'expert. La courbe B est celle qui a été utilisée dans l'étude IFIM du projet de la Tournustouc.

La courbe A diffère de la courbe B : ainsi, dans la courbe A, l'indice diminue moins rapidement avec la vitesse et il tolère des vitesses d'écoulement plus élevées. Le trait pointillé signifie que les données sont moins certaines, étant donné que cette courbe est une généralisation applicable à quatre espèces de truites. Raleigh[†] et Duff soulignent l'importance de dessiner des courbes spécifiques lorsque des données plus précises sont disponibles. La truite arc-en-ciel et la truite brune atteignent des tailles plus grandes que l'omble de fontaine, qui est la plus petite des espèces de truites ; la taille plus faible de l'omble se traduit par une capacité natatoire inférieure à celle des autres truites et par une diminution plus rapide de l'indice aux vitesses plus élevées. Dans l'étude sur la Tournustouc, cette partie de la courbe a été établie en fonction des lignes directrices de Hawkins, qui sont spécifiques à l'omble de fontaine.

* *Instream Flow Incremental Methodology*. L'IFIM est la méthode la plus utilisée en Amérique du Nord pour déterminer le débit écologique. Elle est en outre recommandée par la Société de la faune et des parcs du Québec (FAPAQ) et le MENV, qui estiment qu'elle est la plus précise pour déterminer le débit réservé écologique (Faune et Parcs Québec, 1999).

† Au cours des années 1970 et 1980, Raleigh a réalisé plusieurs études sur les préférences d'habitat de diverses espèces de salmonidés. Bien que ces études datent d'une vingtaine d'années, elles sont toujours utilisées pour établir des courbes de préférence d'habitat, entre autres par le *U.S. Geological Survey*, l'organisme auteur de l'IFIM.

Nous croyons que la courbe utilisée traduit correctement les données disponibles sur l'omble de fontaine ainsi que l'esprit dans lequel de telles courbes sont élaborées.

Compte tenu des indications de Raleigh et Duff et des courbes de vitesse utilisées pour les truites adultes, l'application d'un indice nul pour les vitesses inférieures à 7 cm/s aurait été un choix difficile à justifier.

En ce qui concerne le seuil, la modélisation a déjà été réalisée et les résultats sont présentés à la figure 12-3 du rapport d'avant-projet. Le seuil augmente la superficie d'habitat pondéré de près de 285 000 m².

Référence

RALEIGH, R. F. et D. A. DUFF, 1980. « Trout Stream Habitat Improvement : Ecology and Hydrology » in *Proceedings of Wild Trout II, Yellowstone National Park*, 24-25 septembre 1979. Publié par Trout Unlimited and Federation of Fly Fishermen. 164 p.

Question 27

Si l'hypothèse citée plus haut est retenue, est-ce que l'indice de qualité de l'habitat est vraiment nul lorsque les vitesses atteignent 0,30 m/s (Figure K-1 de la page K-7) ? Afin d'éviter cette exclusion abrupte d'habitats aux valeurs supérieures à 0,30 m/s, y aurait-il lieu de réaliser une transition à ce point ?

Réponse

L'indice est bien nul aux vitesses égales ou supérieures à 30 cm/s, comme l'indiquent la figure K-1 du volume 2 du rapport d'avant-projet et la figure 3 à la réponse de la question 26. Selon Hawkins, la gamme des vitesses acceptables pour l'omble de fontaine ne s'étend pas au-delà de 25 cm/s. Plutôt que de devenir nul quand la vitesse est supérieure à 25 cm/s, l'indice utilisé décroît graduellement et devient nul quand elle atteint 30 cm/s. Une transition est donc déjà intégrée à l'indice afin d'éviter une exclusion trop abrupte des vitesses supérieures à 25 cm/s, valeur qui représente la borne supérieure de la plage des vitesses acceptables.

Question 28

Quelle est la sensibilité des superficies d'habitats pondérées aux courbes d'indice de qualité, au type de modèle utilisé (modèle unidimensionnel versus bidimensionnel), à la précision des calculs et au nombre de sections transversales considérées, particulièrement pour les débits compris entre 20 et 150 m³/s ?

Réponse

Parmi ces facteurs, ce sont surtout les indices de qualité et les conditions hydrauliques qui ont une influence déterminante sur les résultats. L'approche IFIM/PHABSIM vise à traduire les caractéristiques hydrauliques et hydrologiques d'un cours d'eau en termes de qualité d'habitat pour l'espèce cible. Une forte sensibilité aux indices et aux conditions hydrauliques constitue l'effet recherché avec cette approche. Les indices ont une importance relative élevée dans le

calcul des superficies d'habitat pondérées puisqu'elles sont le produit des superficies brutes multipliées par l'indice combiné de qualité de l'habitat (dans ce cas, l'indice le plus faible parmi les indices de vitesse et de profondeur). Pour une cellule donnée, un changement de 25 % dans la valeur de l'indice combiné se traduit par un changement de 25 % dans les superficies d'habitat pondérées.

Les études IFIM/PHASBIM réalisées au cours des vingt dernières années emploient typiquement un modèle unidimensionnel (1-D) plutôt que bidimensionnel (2-D). Le modèle HEC-2, modèle 1-D utilisé dans l'étude, est l'un de ceux qui sont couramment utilisés (Bovee *et al.*, 1998), sans compter qu'il est reconnu par les décideurs. Les études utilisant des modèles 2-D sont encore d'usage limité. Du fait d'une plus grande discrétisation (nombre de cellules de calcul), cette approche présente pourtant des avantages, surtout en ce qui concerne l'augmentation de la résolution spatiale, intéressante dans le cas de segments de rivières à morphologie complexe (fosses, hauts-fonds, îlots et chenaux). Pour faire un exercice comparatif, il aurait probablement fallu réduire de façon importante la couverture spatiale effectuée pour acquérir les données supplémentaires requises par l'approche 2-D (données bathymétriques surtout).

Si un auteur comme Bovee (1996) parle des avantages que le modèle 2-D devrait théoriquement apporter dans les études sur l'habitat, il constate aussi que l'avantage réel de ces modèles n'a pas été validé ni démontré. De plus, la somme des intrants, ceux bathymétriques entre autres, que requiert le modèle 2-D en limite l'utilisation à de petits segments de rivières ou à des rivières facilement accessibles en bateau.

L'article de Tarbet (1996) rapporte le cas bien particulier d'une étude sur un tronçon d'un petit torrent de 500 m sous un débit variant entre 3 et 7 m³/s. Il y est démontré que la superficie d'habitat pondérée est plutôt insensible au modèle utilisé (2-D ou 1-D) ou au nombre de sections transversales utilisées (1-D). La fourchette est inférieure à 10 %. D'autres auteurs (Morhat, 1986 ; Bourgeois, 1996) ont montré que la superficie d'habitat pondérée est peu sensible à des variations dans les mesures de profondeur (10 %), de vitesse (30 %) ou de nombre de sections avec un modèle 1-D, sauf peut-être dans les zones difficiles où le lit d'une rivière est très hétérogène. Ces résultats sont indépendants du débit.

Quant aux valeurs comprises entre 20 et 150 m³/s, elles ne représentent pas de cas particulier. Les considérations précédentes s'appliquent à toute la gamme des débits simulés.

Références

- BOURGEOIS, G., D. CAISSIE et N. EL-JABI, 1996. *Sensibility analysis of PHASBIM in a small atlantic salmon stream*. 2nd International Symposium on Habitat Hydraulics. Québec.
- BOVEE, K. D., B. L. LAMB, J. M. BARTHOLOW, C. B. STALNAKER, J. TAYLOR et J. HENRIKSEN, 1998. *Stream habitat analysis using the instream flow incremental methodology*. U.S. Geological Survey, Biological Resources Division Information and Technology Report USGS/BRD-1998-0004. Viii + 131 p.
- BOVEE, K. D., 1996. *Perspectives on Two-Dimensional Rive Habitats Models*. The PHASBIM experience. 2nd International Symposium on Habitat Hydraulics. Québec.

TARBET, K., 1996. *Evaluation of one-dimensional and two-dimensional Hydraulic – Modeling in a naturel river and implications in upstream flow assessment methods*. 2nd International Symposium on Habitat Hydraulics. Québec.

Question 29

Combien de valeurs de vitesse le modèle considère-t-il pour chaque section transversale et comment sont considérées les variations de vitesse dans la colonne d'eau ?

Réponse

Le modèle donne trois couples de valeurs moyennes (vitesse, profondeur) pour chaque section transversale.

Question 30

Considérant que l'optimum de la superficie d'habitats pondérée se situe à 20 m³/s (figure 4-2 de la page 4-8), quelles seraient les conséquences économiques sur le projet de maintenir un débit réservé de 20 m³/s au lieu de 3 m³/s, tel que prévu dans l'étude d'impact ?

Réponse

Selon les analyses, on note que la superficie d'habitat pondérée augmente avec le débit et atteint un optimum autour de 20 m³/s, tandis qu'elle diminue rapidement à des débits plus élevés. Cependant, par rapport aux conditions actuelles, un débit minimum de 3 m³/s favorise le maintien d'une superficie très constante d'habitat, contrairement à ce qui se produit dans les conditions actuelles, où elle varie beaucoup selon le débit évacué au barrage du Lac-Sainte-Anne. Le débit minimum de 3 m³/s a donc été retenu puisqu'il n'entraîne pas de perte d'habitat.

La prise en compte d'un débit réservé de 20 m³/s au lieu de 3 m³/s diminuerait de 212 GWh la production annuelle moyenne de la centrale de la Toulnostouc. Cette perte de production est non négligeable et correspond à une diminution de 8 % de la production de 2 660 GWh attendue pour la centrale.

Question 31

Au moment de la mise en eau de la nouvelle portion du lac Sainte-Anne, aucun débit ne s'écoulera dans la rivière tant que le niveau de l'eau n'aura pas atteint le seuil de l'évacuateur de crues, ce qui correspond à une période d'environ deux ou trois semaines (point 3.2.12 de la page 3-34). Est-il possible d'évacuer, durant cette période, le débit réservé dans la rivière ?

Réponse

Avant que l'eau passe par l'évacuateur de crues, il n'existe pas, pendant le remplissage, d'autre ouvrage pouvant être utilisé pour évacuer le 3 m³/s. En effet, le seul ouvrage qui aurait pu remplir ce rôle est la dérivation provisoire, mais il n'est pas techniquement réalisable d'y avoir

recours pour un niveau d'eau qui s'élèvera de près de 70 m pendant le remplissage (hauteur de charge trop considérable). Par ailleurs, le maintien du débit réservé de 3 m³/s pendant la période de 2 ou 3 semaines prévue pour le remplissage ne semble pas justifié étant donné le faible impact qu'aura cette courte période de mise en eau sur l'omble de fontaine et sur son habitat dans le secteur à débit réduit (voir la section 12.2.11 du rapport d'avant-projet, pages 12-9 à 12-12). De plus, même si aucun débit ne s'écoulera du réservoir durant le remplissage, le débit dans la rivière ne sera pas nul en raison des apports des tributaires, qui seront alors en crue printanière (voir rapport d'avant-projet, p. 12-11).

Question 32

Considérant que le meunier rouge est la principale espèce compétitrice de l'omble de fontaine dans le secteur à débit réduit, l'initiateur doit effectuer une modélisation de l'habitat du meunier rouge dans le secteur à débit réduit, en fonction de l'habitat. Cet exercice a pour but de connaître les superficies d'habitats pondérées selon le débit pour le meunier rouge, et de déterminer l'importance de son influence sur l'omble de fontaine.

Réponse

À notre connaissance, il n'y a jamais eu d'étude IFIM/PHABSIM portant sur le meunier rouge ou sur le meunier noir.

La méthode IFIM/PHABSIM présuppose qu'il existe une relation fonctionnelle étroite entre l'hydrologie et l'habitat de l'espèce cible. Cette prémisse a été documentée pour des salmonidés mais, à notre connaissance, pas pour le meunier rouge ni pour le meunier noir.

Pour réaliser cet exercice, il faudrait d'abord pouvoir s'assurer qu'une telle relation fonctionnelle existe et, par la suite, définir les préférences d'habitat du meunier rouge en termes de vitesse et de profondeur.

Même si cet exercice était possible, il ne permettrait pas vraiment de déterminer l'influence du meunier sur l'omble de fontaine uniquement d'après les superficies d'habitat de chacun. L'IFIM ne permet pas, à l'heure actuelle, d'étudier adéquatement les interactions biotiques comme la compétition interspécifique.

Actuellement, les deux espèces coexistent dans la rivière Toulnostouc et dans certains lacs du bassin versant, et elles continueront probablement de coexister dans le secteur à débit réduit. L'abondance du meunier y sera par contre défavorisée en raison de la présence du futur barrage qui empêchera la dévalaison à partir du réservoir. Par ailleurs, des aménagements sont prévus pour y favoriser l'omble de fontaine (seuil et frayères).

Un suivi sera réalisé afin de vérifier l'efficacité de ces aménagements et l'évolution des populations de poissons dans ce secteur. Au besoin, des ajustements seront apportés pour s'assurer que la production d'ombles de fontaine correspond aux objectifs fixés pour le secteur à débit réduit (40 kg/an).

Question 33

Au point 7.2.2 de la page 7-20, l'initiateur mentionne que les modifications hydrauliques et hydrologiques prévues dans le secteur à débit réduit provoqueront un abaissement de 1,8 m au niveau des rapides. Quels rapides sont actuellement franchissables par le poisson ou lesquels ne le sont pas (montaison et dévalaison, dévalaison seulement ou infranchissable), pour le secteur à débit réduit et le secteur à débit modifié ? Quel sera l'impact de cet abaissement sur la migration des poissons ?

Réponse

Dans le secteur à débit modifié, les rapides situés aux kilomètres 47,2 et 48 sont infranchissables.

Dans le secteur à débit réduit, on retrouve des sites infranchissables aux kilomètres 55, 55,5, 58, 65,7 et 67,3. Tous ces sites permettent la dévalaison.

Les changements prévus sont fonction du seuil qui sera aménagé au kilomètre 60,5, ce qui empêchera la montaison, et du site du futur barrage au kilomètre 67,3. La dévalaison qui se produit actuellement à cet endroit deviendra négligeable avec la présence du nouveau barrage, car les poissons ne survivront probablement pas à leur chute dans l'évacuateur de crues. Cependant, le barrage du Lac-Sainte-Anne deviendra franchissable par l'entremise de la brèche qui y sera pratiquée. Les poissons pourront circuler dans les deux directions. Dans certaines conditions peu fréquentes de bas niveau ou de débit de crue élevé, la vitesse d'écoulement dans la brèche pourrait atteindre 1 m/s et rendre un peu plus difficile le passage des poissons vers le lac Sainte-Anne.

Le seul nouvel obstacle à la montaison serait le seuil du kilomètre 60,5. Ce seuil aura cependant une fonction importante pour les poissons, soit l'augmentation des superficies mouillées dans le secteur à débit réduit et le maintien de l'habitat hivernal. Le seul nouvel obstacle à la dévalaison est le barrage projeté. Ce dernier impact sera toutefois compensé par l'aménagement de frayères dans le secteur à débit réduit.

Question 34

L'initiateur mentionne, à la section 12.2.2.1 de la page 12-16, que les études sur le terrain suggèrent que les poissons qui colonisent actuellement le futur tronçon à débit réduit proviennent majoritairement du lac Sainte-Anne. Est-ce que cette étude traite de l'importance de la dévalaison du poisson en aval du barrage actuel? L'initiateur peut-il fournir cette étude ?

Réponse

Aucune étude spécifique n'a été réalisée afin d'évaluer le taux de dévalaison des poissons à partir du barrage du Lac-Sainte-Anne. La suggestion proposée dans le rapport d'avant-projet repose sur des évidences indirectes. En effet, il semble que l'omble de fontaine se reproduit peu dans la rivière, ou alors avec peu de succès, étant donné qu'aucun site de reproduction n'y

a été repéré, que la population se compose surtout d'adultes de 2 à 4 ans et que les jeunes y sont rares. Il reste, comme origine probable, les tributaires et le lac Sainte-Anne. Celui-ci est relativement riche en meunier rouge et en omble de fontaine, et il évacue un débit moyen de $212 \text{ m}^3/\text{s}$ susceptible d'entraîner une bonne quantité de poissons. Le tronçon de rivière immédiatement en aval du barrage du Lac-Sainte-Anne est d'ailleurs reconnu comme étant une bonne zone de pêche pour l'omble de fontaine. Selon toute vraisemblance, les tributaires, avec leurs débits respectifs de l'ordre de $1 \text{ m}^3/\text{s}$ seulement, contribuent moins à la dévalaison des poissons, d'autant plus que la plupart sont obstrués par des barrages de castors.

Le fait de considérer le lac Sainte-Anne, plutôt que les tributaires, comme la source probable de production des poissons traduit une attitude prudente en ce qui concerne l'évaluation des impacts. Comme, d'une part, les tributaires ne seront pas touchés par le projet et, d'autre part, la dévalaison à partir du secteur du futur réservoir ne sera plus possible, peu de poissons pourront coloniser le secteur à débit réduit lorsque le projet sera réalisé. C'est donc le pire scénario qui a été retenu, de même que l'application des mesures d'atténuation correspondantes dans ce secteur de la rivière Toulnostouc, soit l'aménagement d'un seuil et de frayères pour l'omble de fontaine.

Question 35

Quelle sera la mortalité des poissons dévalant par la prise d'eau en phase d'exploitation, ainsi que l'ampleur de cet impact? Quelles seront les vitesses de l'eau à la future prise d'eau ?

Réponse

La prise d'eau sera située à la cote 271 m. Le niveau d'eau dans le réservoir variera entre les cotes 290,0 et 301,75 m. La profondeur d'eau à la prise d'eau variera donc entre 19,0 m et 30,75 m. La vitesse maximale de l'eau à la prise d'eau est estimée à 2 m/s lorsque le débit turbiné est de $330 \text{ m}^3/\text{s}$ et à 1 m/s lorsqu'il est de $165 \text{ m}^3/\text{s}$. La profondeur relativement grande à la prise d'eau limite le risque que des poissons y soient emportés.

Trois espèces de poissons sont connues dans le lac Sainte-Anne : l'omble de fontaine, le meunier rouge et la lotte. Selon le MEF (1994), l'habitat préférentiel lacustre de l'omble de fontaine s'étend de 0 à 6 m. Il n'est toutefois pas exclu que des individus s'aventurent en eau plus profonde. La lotte, et dans une moindre mesure le meunier, peuvent se retrouver à des profondeurs de l'ordre de 20 m à 30 m. D'autre part, il est connu que ce sont principalement les poissons juvéniles qui sont les plus sujets à la dévalaison en raison de leur faible capacité natatoire (BAPE, 2000, p. 74). En raison de la grande profondeur de la prise d'eau, il y a peu de chance que des poissons juvéniles fréquentent ce secteur et se trouvent entraînés dans la prise d'eau.

Le taux de mortalité lors du passage des poissons dans les turbines dépend de nombreux facteurs, tels que les caractéristiques des turbines et la hauteur de chute. Ce taux peut être estimé de façon approximative à l'aide d'un modèle mis au point par Larinier et Dartiguelongue (1989). Ce modèle est basé sur des observations effectuées à 15 centrales

équipées de turbines Francis, où 85 essais furent réalisés, principalement avec des salmonidés juvéniles. Le modèle explique 70 % de la variabilité des observations à ces sites, ce qui lui confère un bon pouvoir prédictif.

Le modèle s'exprime ainsi :

$$AMO = 6,54 + 0,218 \text{ HAUTN} + 118 \text{ TL} - 3,88 \text{ D1m} + 0,0078 \text{ N}$$

où AMO : pourcentage de mortalité transformé ($AMO = \text{ARCSIN} (\% \text{mortalité})^{0,5}$)
 HAUTN : hauteur de chute nette (m)
 TL : longueur du poisson (m)
 D1m : diamètre de roue en entrée, à mi-aube (m)
 N : vitesse de rotation (tours/minute)

La valeur de ces variables dans le cas du projet Toulnostouc est :

HAUTN : 159,4 m

D1m : 4,25 m

N : 200 tours/minute

Les calculs ont été effectués pour des poissons de 5 à 20 cm. Les taux de mortalité ainsi estimés sont indiqués au tableau 6. Ces taux varient entre 28 % et 59 %.

Tableau 6 – Passage des poissons dans les turbines de la future centrale – Taux de mortalité estimés

Longueur du poisson (cm)	Taux de mortalité
5	28 %
10	38 %
15	48 %
20	59 %

Dans l'ensemble, il est peu probable que le passage des poissons dans la prise d'eau et les turbines cause une mortalité importante des poissons du réservoir. Cet impact est jugé faible.

Références

BUREAU D'AUDIENCES PUBLIQUES SUR L'ENVIRONNEMENT (BAPE), 2000. *Construction d'un nouvel aménagement hydroélectrique à Grand-Mère*. Rapport d'enquête et d'audience publique n° 136.

LARINIER, M. et J. DARTIGUELONGUE, 1989. *La circulation des poissons migrateurs : le transit à travers les turbines des installations hydroélectriques*. Bulletin français de la pêche et de la pisciculture. Numéro spécial 312-313 (1989 1-2).

MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT ET DE LA FAUNE (MEF), 1994. *Guide de normalisation des méthodes utilisées en faune aquatique au MEF*. Direction de la faune et des habitats. Directions régionales. Québec. 37 p. et annexes.

Question 36

Quels seront les impacts de l'entretien hivernal de la route d'accès sur le milieu aquatique et la faune ichthyenne le long de celle-ci ?

Réponse

La route d'accès sera entretenue, au besoin, à l'aide de sable et d'agrégats. Au printemps, une partie du sable et des agrégats est susceptible de se retrouver dans les cours d'eau que la route traverse. Rappelons toutefois que la surface de roulement de la route actuelle et de la future route sera en gravier et qu'une partie de ce matériau se retrouve aussi dans les cours d'eau au printemps ou lors de fortes pluies.

Le lit de la majorité des cours d'eau traversés par la route est composé de sable et de gravier qui contient des galets d'environ 10 à 15 cm de diamètre. Les cours d'eau présentant un lit de matériaux plus fins que le sable sont très rares le long de la route. L'ajout de sable dans le milieu aquatique ne modifiera pas de façon significative le substrat ni l'habitat aquatique présent dans ces cours d'eau parce que la pente de ces derniers est suffisamment élevée pour que le sable soit évacué vers l'aval quand le débit est important (par exemple, au printemps). Dans le cas de cours d'eau présentant un substrat plus grossier (galets uniquement ou roc), la vitesse de l'eau sera vraisemblablement suffisante pour charrier le sable vers l'aval. Aucun colmatage du fond des cours d'eau n'est donc prévu.

La situation future sera comparable à la situation actuelle puisque le tracé de la nouvelle route sera généralement le même que celui de la route existante et qu'il s'agit des mêmes traversées de cours d'eau (à quelques exceptions près) et des mêmes surfaces de roulement.

Question 37

Aucun poisson n'a été capturé lors des pêches effectuées dans le lac C (page 12-2). Est-ce que de nouvelles pêches en 2000 ont été effectuées afin de confirmer cette donnée ? Dans l'affirmative, quels sont les résultats obtenus pour le lac C ou tout autre endroit susceptible d'être affecté par les travaux ?

Réponse

Aucun nouvel inventaire n'a été effectué au lac C. Un inventaire a toutefois été réalisé dans le lac situé immédiatement en amont de ce dernier (lac D) au cours de l'été de 2000, et il a permis d'y relever la présence d'une population d'ombles de fontaine. D'autres lacs ainsi que des tributaires de la rivière Toulnostouc situés dans le secteur à débit réduit et dans le secteur du futur réservoir (mais au-delà de la cote d'exploitation) ont fait l'objet d'inventaires au cours de l'été. L'objectif était de préciser certaines mesures d'atténuation présentées dans le rapport d'avant-projet. Des relevés ont aussi été faits au lac Amariton. Le rapport traitant de ces aspects sera terminé au cours de l'automne de 2000.

Question 38

En ce qui a trait à l'omble de fontaine au chapitre 12, l'initiateur doit fournir des réponses aux interrogations suivantes :

- a) *Quelle est la superficie des habitats réels et potentiels (frayères et aires d'alevinage) répertoriés dans le secteur du futur réservoir, incluant les tributaires et les lacs qui seront ennoyés, et dans le secteur à débit réduit ?*
- b) *Quelle sera la superficie des habitats réels et potentiels qui seront exondés dans le secteur à débit réduit? L'initiateur devrait également considérer les habitats qui ne seront plus adéquats suite aux modifications subies (débit, niveau d'eau, substrat, etc.).*
- c) *Quel sera l'impact qu'aurait un seuil en enrochement au kilomètre 60,5 sur le débit et le niveau d'eau en aval ainsi que sur l'accessibilité, pour l'omble de fontaine et les autres espèces de poissons, au tronçon d'environ 2 km entre ce seuil et le rapide des Crans Serrés ?*

Réponse

- a) C'est l'ensemble du secteur du futur réservoir, y compris les tributaires qui seront ennoyés, qui a été considéré comme productif pour l'omble de fontaine. La seule exception est le lac C, où aucun poisson n'a été capturé. Cette approche est prudente, car les inventaires n'ont pas permis de repérer des aires de fraie ou d'alevinage d'importance. Le potentiel de production aurait été plus faible si seules les aires réelles ou potentielles avaient été prises en compte.

Une superficie totale de 13,9 ha de tributaire sera ennoyée par l'agrandissement du lac Sainte-Anne. De ce nombre, 6,3 ha sont inaccessibles pour les poissons de la rivière Toulnostouc. La productivité en omble de fontaine des tributaires qui seront ennoyés est de 13 kg/an. En ce qui concerne les lacs, la superficie productive qui sera ennoyée est de 32 ha, ce qui correspond à une productivité de 8 kg/an.

Dans le secteur à débit réduit, aucun site de reproduction ni d'alevinage n'a été défini comme étant particulièrement propice. On a tout de même considéré que l'ensemble du secteur présentait une productivité évaluée à 40 kg/an.

- b) Le fait de passer d'un débit annuel moyen de 212 m³/s à un débit réservé de 3 m³/s dans le secteur à débit réduit entraînera l'exondation d'une superficie brute de l'ordre de 60,9 ha. Cette estimation ne tient pas compte du débit des tributaires qui entraînera une légère réduction de la superficie exondée. On a considéré que l'ensemble du secteur est productif, ce qui est prudent étant donné que son potentiel aux fins de reproduction et d'alevinage est jugé faible. On envisage donc d'y réaliser un aménagement conçu de façon que ce secteur soit utilisé à sa pleine capacité, celle-ci étant établie à partir des conditions actuelles (40 kg/an).

- c) Le seuil du kilomètre 60,5 n'aura aucun effet ni influence sur le débit ou sur le niveau de l'eau en aval. Il s'agit d'un seuil déversant qui laissera le débit s'écouler librement, mais qui sera infranchissable pour les poissons se trouvant en aval.

Question 39

La section 12.2.2.1 de la page 12-14 décrit principalement les impacts du projet sur l'habitat de l'omble de fontaine en amont du rapide des Crans Serrés. L'initiateur doit également décrire l'habitat en aval du rapide, particulièrement dans le secteur de la rivière Rocque, jusqu'au kilomètre 48, dans le secteur à débit modifié. Quels seront les impacts du projet sur l'habitat de l'omble de fontaine dans ce secteur ?

Réponse

Les tronçons situés en amont du rapide des Crans Serrés sont ceux qui présentent le meilleur potentiel pour l'omble de fontaine ; c'est pourquoi l'accent a été mis sur ces tronçons au cours de l'étude. En aval du rapide, l'écoulement est généralement rapide, voire torrentiel, sauf dans les tronçons comportant des élargissements, comme celui de la rivière Rocque et celui situé entre le site de la future centrale et le kilomètre 48. Le principal habitat repéré dans ces tronçons est celui de la rivière Rocque, le plus gros tributaire du secteur à débit réduit.

On a réalisé des pêches d'inventaire dans le bassin que forme le point de confluence des rivières Toulnostouc et Rocque alors que, dans le cas de la rivière Rocque, on a effectué des pêches électriques et une caractérisation de l'habitat de fraie. L'annexe H du volume 2 du rapport d'avant-projet fournit le résultat de ces pêches qui se résume comme suit : 44 ombles de fontaine, 36 meuniers rouges et 8 mulets perlés. Les ombles de fontaine de petite taille (< 20 cm) étaient plus abondants que ceux capturés aux autres stations du secteur à débit réduit et, puisque la rivière Rocque avait d'abord été qualifiée de site potentiel de reproduction, un examen plus détaillé du poisson de cette rivière a été réalisé. Cet examen a révélé que la densité de jeunes poissons était faible (2 ind./100 m² capturés à la pêche électrique) et qu'il n'y avait pas de montaison notable durant la période de reproduction (1 capture). Il est possible que la rivière Rocque abrite une population d'ombles de fontaine résidente puisque, lors des pêches de 1999, il n'a pas été possible de mettre en évidence son importance pour la reproduction des ombles dans la rivière Toulnostouc. En ce qui concerne le bassin, sa vitesse d'écoulement et son niveau diminueront avec la réduction de débit, ce qui exposera un haut-fond situé en rive droite, près de l'embouchure de la rivière Rocque. Ce bassin constitue une enclave bordée de rapides infranchissables. En aval se trouve une zone de rapides qui s'étend jusqu'au site de la future centrale. Les changements prévus dans cette zone sont similaires à ceux prévus dans le grand rapide qui s'étend des kilomètres 63 à 64 et qui a été étudié dans le cadre de l'étude IFIM : le niveau de l'eau et la vitesse d'écoulement diminueront, ce qui réduira la superficie brute de la zone, mais augmentera celle des zones où la vitesse est favorable à l'omble de fontaine.

Entre le site de la future centrale et le kilomètre 48, la communauté de poissons est un peu différente de celle qui vit en amont. Les espèces présentes sont le meunier noir, l'omble de fontaine et, en moindre quantité, le meunier rouge et le ménomini rond. Les modifications de

l'habitat prévues portent particulièrement sur l'érosion du lit et des rives, de même que sur les conditions d'écoulement variables lors des périodes de pointe. La superficie d'habitat brute dans ce tronçon ne variera pas, les changements étant surtout de nature qualitative (qualité de l'habitat en termes de vitesse d'écoulement et de profondeur). Hors des périodes de pointe, les conditions devraient être assez similaires aux conditions actuelles. Durant les périodes de pointe, elles deviendront moins propices à l'habitat sur le plan de l'alimentation et de l'abri, surtout à cause des variations subites du débit.

Question 40

La section 12.1.2 de la page 12-2 traite de la densité de la faune ichthyenne pour les secteurs du futur réservoir, à débit réduit et à débit modifié sans traiter du lac Sainte-Anne. L'initiateur peut-il fournir des données sur la productivité du lac Sainte-Anne pour l'omble de fontaine ?

Réponse

Le potentiel halieutique du lac Sainte-Anne a été évalué dans une étude réalisée en 1991 (Pro Faune, 1991). Le rendement maximal soutenu (RMS) pour l'omble de fontaine a été évalué à partir de l'indice morphoédaphique. Le RMS a été estimé à 0,34 kg/ha/an, soit 2 380 kg pour l'ensemble du lac (13 300 poissons d'un poids moyen de 179 g). Il ne s'agit pas de la production totale, mais bien de la quantité de poisson qui peut être exploitée d'une façon soutenable par année. Reposant sur l'indice morphoédaphique, ce nombre devrait être considéré comme un ordre de grandeur. Dans son rapport, Pro Faune a conclu que la population d'ombles n'était pas exploitée à pleine capacité. Ce rapport présente également des données sur la pêche au filet et évalue le potentiel des tributaires du lac pour la fraie de l'omble de fontaine.

Référence

PROFAUNE, 1991. *Étude d'impact, Suréquipement de Manic 2. Avant-projet – phase 2.* Rapport présenté au Groupe-conseil Roche ltée. Xii + 80 p. et annexes.

Question 41

Le tableau 12-1 de la page 12-1 présente la liste et la répartition des espèces de poissons capturés dans la zone d'influence du projet. On retrouve, entres autres, dans le secteur à débit réduit, de l'omble de fontaine et du meunier rouge. Est-ce que la modification du régime d'écoulement ainsi que de la température de l'eau dans le secteur à débit réduit aura pour effet de favoriser la population de meunier rouge au détriment de celle d'omble de fontaine ? Comme dans le cas des projets de dérivation des rivières Portneuf et du Sault aux Cochons, le promoteur devrait examiner et considérer les pertes, pour l'omble de fontaine, associées à la compétition avec le meunier dans le secteur du futur réservoir et dans le secteur à débit réduit.

Réponse

Par rapport aux conditions actuelles, il est très possible que la diminution du débit rende le milieu plus favorable au meunier. Cette espèce se nourrit en bonne partie d'organismes benthiques et son mode d'alimentation s'accommode bien des vitesses d'écoulement lentes qui dominent dans les zones d'eau calme comme les bassins. Les inventaires effectués dans le secteur à débit réduit indiquent que le meunier rouge et l'omble de fontaine s'y trouvent en densités comparables.

Bien que les conditions prévues soient propices au meunier, il faut aussi prendre en compte que le futur aménagement empêchera la dévalaison des poissons du lac Sainte-Anne vers ce secteur. Ceci réduira considérablement l'afflux de poissons, ombles et meuniers, vers le secteur à débit réduit. La présence de l'omble de fontaine sera activement favorisée dans ce secteur grâce à l'application des mesures d'atténuation présentées à la section 12.2.2 du rapport d'avant-projet (aménagement d'une frayère). Aucune intervention n'est prévue dans le cas du meunier.

La superficie de la frayère à aménager a été établie de façon à maintenir la productivité de 40 kg/an dans le secteur en prenant en compte la présence d'une espèce compétitrice, le meunier rouge. L'efficacité de cette intervention sera évaluée par un suivi qui permettra de préciser l'abondance des deux espèces dans le secteur et de vérifier si l'objectif de production d'omble de fontaine est atteint. Des mesures correctrices pourront être appliquées au besoin.

L'effet de la compétition interspécifique a bel et bien été pris en considération dans l'évaluation des impacts et des besoins d'aménagement dans le secteur du futur réservoir et le secteur à débit réduit. Pour les situations multispécifiques (présence de compétiteurs), il a été présumé que la production d'omble de fontaine est réduite de 95 %, aussi bien en lac qu'en rivière, par rapport aux situations monospécifiques. Les valeurs de productivité et de rendement maximal soutenu qui ont été utilisées sont présentées au tableau K-1 du volume 2 du rapport d'avant-projet. Ce taux de 95 % est encore plus élevé que ceux qui ont été utilisés pour les projets de dérivation des rivières Portneuf et du Sault aux Cochons.

Question 42

L'initiateur mentionne qu'à un débit de 3 m³/s, la superficie d'habitats propices à l'omble de fontaine adulte sera supérieure à la superficie qui est disponible au débit moyen actuel de 212 m³/s (page 4-6). Le promoteur peut-il préciser cette conclusion puisque, dans le cas du projet de dérivation de la rivière Portneuf, il conclut que l'augmentation du débit et des vitesses de courant favorisera l'omble de fontaine en augmentant la surface mouillée et en créant des conditions moins favorables pour le meunier ?

Réponse

Ce type de conclusion n'est pas transposable d'un projet à l'autre, car un grand nombre de facteurs locaux entrent en jeu : types d'habitat, conditions hydrologiques et hydrauliques,

changements prévus pour les débits, etc. L'étude menée dans le cadre du projet de la Tournustouc est très adaptée aux conditions locales car elle est basée sur une étude IFIM.

Question 43

Afin d'assurer le maintien d'une population locale d'ombles de fontaine dans le secteur à débit réduit de la rivière Tournustouc, l'initiateur prévoit réaliser l'aménagement d'une frayère d'une superficie prévue de 180 m² (page 12-16). Est-ce qu'il faut comprendre qu'une seule grande frayère sera aménagée ou qu'il y en aura plusieurs de superficies réduites totalisant 180 m² de façon à augmenter les chances de succès de la reproduction d'ombles de fontaine ? L'aménagement de frayères artificielles n'est pas automatiquement un gage de succès pour la reproduction de l'omble de fontaine. À cet effet, l'initiateur a-t-il examiné toutes les possibilités dont l'utilisation de structures de dévalaison permettant la dévalaison du poisson dans le secteur à débit réduit ?

Réponse

Une étude portant sur ces aménagements et reposant sur des inventaires réalisés durant l'été de 2000 est en cours et sera achevée cet automne. Cette étude permet déjà de localiser des sites appropriés pour les aménagements prévus dans le secteur à débit réduit et le secteur du futur réservoir ; ceux-ci sont cependant concentrés dans un nombre restreint de tributaires (trois ou quatre). En plus de réunir des conditions propices à l'aménagement d'une frayère, ces sites doivent également favoriser le développement des alevins. Dans le secteur à débit réduit, ces conditions sont rarement satisfaites. Le tributaire T13 (voir la carte K-3 dans le volume 2 du rapport d'avant-projet ou la figure 4 présentée à la réponse de la question 47) est propice et il sera retenu. L'étude porte également sur d'autres sites possibles définis dans le rapport d'avant-projet. Le fait d'aménager plusieurs sites pourrait, en effet, augmenter les chances de succès, dans la mesure où l'ensemble des conditions nécessaires sont réunies à chacun des sites. Le cas échéant, l'accent pourrait être mis sur un site unique par secteur, là où les chances de succès sont élevées.

Le Ministère suggère d'envisager l'aménagement d'un ouvrage qui permettrait la dévalaison des poissons du futur réservoir vers le secteur à débit réduit. Un tel ouvrage permettrait la dévalaison non seulement de l'omble, mais aussi du meunier rouge, comme c'est le cas dans les conditions actuelles. En raison de la compétition entre ces deux espèces, il est cependant préférable d'éviter la dévalaison du meunier rouge si on souhaite favoriser l'omble de fontaine dans le secteur à débit réduit.

Question 44

En référence au chapitre 12 concernant la faune ichthyenne et plus particulièrement le grand brochet, l'initiateur doit fournir des réponses aux interrogations suivantes :

- a) *Quelle est la superficie des habitats réels et potentiels répertoriés dans le secteur à débit modifié, incluant les tributaires ? Quelle portion de celle-ci sera affectée par les*

variations de débit associées à la gestion de la centrale dans le secteur à débit modifié ?

- b) Quels seront les impacts appréhendés, à court et moyen terme, de la modification de la végétation aquatique et riveraine sur l'habitat de fraie du grand brochet dans le secteur à débit modifié ainsi que sur l'habitat d'alimentation et d'abris que procure cette végétation à diverses espèces aquatiques ?*
- c) À la section 12.2.2.2 de la page 12-18, le promoteur mentionne que la gestion de pointe pourrait affecter l'habitat du grand brochet. Dans les zones plus étroites, la vitesse d'écoulement plus élevée associée au débit de pointe pourrait limiter les migrations du grand brochet. De plus, la réduction subite du débit à la fin des périodes de pointe provoquera un abaissement soudain du niveau de l'eau et il est possible que des poissons ne puissent regagner le chenal à temps (emprisonnement dans les cuvettes ou dans le substrat). Quel sera l'impact de la gestion de pointe sur la migration du grand brochet en fonction de la période de reproduction du grand brochet et de l'accessibilité aux frayères ?*
- d) En référence au tableau 12-7 de la page 12-20, l'impact de la phase d'exploitation sur l'habitat du grand brochet est jugé négatif et d'importance moyenne. Cependant, l'initiateur ne prévoit pas de mesure d'atténuation particulière. Dans une certaine mesure, la qualité de l'habitat du grand brochet en aval de la centrale de la Toulnostouc sera affectée par la baisse de température de l'eau en été ainsi que par l'augmentation des vitesses d'écoulement. Cette perte de qualité de l'habitat peut-elle être compensée ?*

Réponses

- a) Au sens de la Loi sur les pêches et de la Loi sur la conservation et la mise en valeur de la faune, l'ensemble du secteur à débit modifié est un habitat du poisson et il a été considéré comme tel dans l'analyse des impacts. La superficie totale de la rivière dans ce secteur est de l'ordre de 500 ha (sans compter les tributaires). Le débit moyen annuel du secteur ne sera pas modifié par la réalisation du projet et, par conséquent, cette superficie continuera d'être disponible comme habitat du poisson au sens de ces lois. On envisage cependant des changements de nature qualitative dans ce secteur ; ces changements sont décrits dans les sections 12.2.1.2 et 12.2.2.2 du rapport d'avant-projet.*

Les zones qui seront les plus touchées par les variations de débit sont celles qui sont situées en amont du kilomètre 40, ce qui correspond à environ 50 % du secteur. En aval du kilomètre 40, les changements seront perceptibles, mais ils s'atténueront progressivement le long de la rivière.

- b) Dans le secteur qui abrite le grand brochet, soit en aval du kilomètre 48, la végétation aquatique est rare et clairsemée. Deux des onze sites qui présentaient le meilleur potentiel de fraie pour le grand brochet comportaient une quantité appréciable de végétation, soit un recouvrement se situant entre 25 et 40 % (voir le tableau J-3 dans le volume 2 du rapport d'avant-projet). Cependant, aucun impact particulier sur la végétation aquatique n'est*

prévu. Il n'y aura donc pas de répercussion sur le grand brochet ni sur les autres organismes aquatiques qui dépendent de cette végétation.

On prévoit d'autre part que l'habitat riverain s'appauvrira dans les tronçons situés en amont du kilomètre 40. Le potentiel actuel pour la reproduction du grand brochet dans ce secteur est considéré comme pauvre (les secteurs les plus propices sont situés quelques kilomètres plus en aval). Dans ces conditions, il y aura peu de répercussions sur les sites de reproduction de cette espèce.

- c) Le grand brochet se reproduit au printemps (typiquement en mai dans la région). Comme on ne prévoit pas de période de forte demande d'électricité au printemps, on n'entrevoit pas de répercussion sur la migration de l'espèce vers les sites de fraie ni sur le succès de sa reproduction.
- d) L'habitat du grand brochet qui sera touché par la réalisation du projet est l'habitat général d'alimentation et d'abri. Quant à l'habitat de reproduction, limité dans les conditions actuelles, il sera plutôt favorisé.

Il serait possible de créer un habitat d'alimentation et d'abri pour le grand brochet, soit en excavant des milieux terrestres en bordure d'une rivière ou d'un lac, soit en créant un nouveau réservoir. Toutefois, il convient de souligner que dans cette région du Québec, le brochet a été largement favorisé par le passé par la création de plusieurs réservoirs dans le bassin versant de la Manicouagan et dans celui d'un cours d'eau voisin, la rivière aux Outardes. En termes de bilan cumulatif, la perte d'habitat appréhendée dans la Toulnostouc est très faible par rapport aux gains énormes engendrés par la création de ces réservoirs.

Du point de vue humain, le grand brochet est peu prisé par les pêcheurs qui fréquentent ce secteur, non plus que par les pêcheurs de la Côte Nord en général ; les faibles changements qualitatifs subis par son habitat dans la Toulnostouc auront donc peu de conséquences sur la pêche sportive.

Les mesures d'atténuation et de compensation prévues favoriseront plutôt l'omble de fontaine, espèce très valorisée par les pêcheurs sportifs.

Question 45

Au tableau 12-1 de la page 12-1, portant sur la liste et la répartition des espèces de poissons capturés dans la zone d'influence, on y indique la présence du grand corégone en aval du kilomètre 54 de la rivière Toulnostouc. À ce niveau, l'initiateur doit décrire l'habitat de cette espèce. De plus, quels sont les impacts du projet sur le grand corégone et son habitat de même que l'exploitation de cette espèce ?

Réponse

L'utilisation de la rivière Toulnostouc par le grand corégone à ses différents stades de vie est peu connue. Cette espèce aurait été étudiée au même titre que le grand brochet et l'omble de fontaine si l'on avait soupçonné qu'elle subirait des impacts uniques ou si elle avait fait l'objet d'une préoccupation particulière dans la région. Mais, selon les renseignements recueillis auprès d'utilisateurs montagnais, le grand corégone semble être moins abondant que le brochet et se déplace du kilomètre 40 de la rivière jusqu'au point de confluence du réservoir Manic 2 et de la rivière Toulnostouc. C'est donc le grand brochet qui a été étudié pour illustrer les changements prévus dans ce secteur, en raison de sa plus grande abondance.

En tout, 17 grands corégonos ont été capturés au cours des deux campagnes de pêche effectuées dans le secteur à débit modifié, pour un effort total de 29 nuits-filets (0,6 PUE). Cette espèce était peu abondante comparativement au meunier noir et au grand brochet (respectivement 3,2 PUE et 3,0 PUE). Le secteur à débit modifié est relativement homogène en termes de faciès et d'habitat ; il s'agit d'un long corridor fluvial dont le fond est à prédominance sablonneuse, avec quelques fosses et de rares rapides. Le grand corégone est susceptible de fréquenter l'ensemble du secteur. Il peut aussi circuler entre le réservoir Manic 2 et la rivière Toulnostouc.

Comme pour le grand brochet, des changements de nature qualitative modifieront l'habitat du grand corégone. Il est possible que l'eau plus froide durant la saison de croissance diminue le taux de croissance. Les changements dans la configuration de l'habitat, dus à l'augmentation de l'érosion et au transport du sable dans la rivière, auront aussi une certaine répercussion sur l'habitat du grand corégone. Enfin, les changements subits du débit au cours des périodes de pointe pourraient perturber sa répartition dans la rivière et l'utilisation générale du milieu (sélection des sites d'alimentation, de repos, etc.). L'impact net qui en résultera doit être relativisé en fonction de l'abondance modeste observée dans les conditions actuelles.

Question 46

Au point 12.2.2 de la page 12-14, l'impact des changements du régime d'érosion sur l'habitat du poisson, durant la phase d'exploitation, n'est pas pris en compte. À cet égard, la sédimentation entraînera-t-elle des modifications de l'habitat du poisson dans les secteurs à débit réduit et à débit modifié ?

Réponse

Dans le secteur à débit réduit, le principal changement sera une augmentation très localisée de l'érosion sur la rive droite du premier bassin, sous l'effet des crues déversées occasionnellement par l'évacuateur de crues. Des ouvrages de protection sont prévus dans la zone vulnérable. Les modifications seront donc très circonscrites dans l'espace et même dans le temps et elles feront l'objet d'une mesure d'atténuation.

Dans le cas du secteur à débit modifié, les changements géomorphologiques prévus sont décrits dans la réponse à la question 19. Ces changements se répercuteront sur l'habitat du

poisson, car l'habitat physique sera modifié (configuration des chenaux, des hauts-fonds, des zones de sédimentation et des fosses). Les impacts réels qui en résulteront dépendront des modifications à petite échelle spatiale (échelle du mésohabitat) ; celles-ci surviendront dans la configuration de l'habitat physique et elles ne peuvent être prévues facilement. Les répercussions sur les poissons seront probablement subtiles et il sera sans doute possible de les observer à moyen et à long termes. À cet effet, rappelons qu'un suivi des communautés de poissons est prévu dans le secteur en aval de la future centrale afin de préciser le taux de fréquentation de ce secteur par les poissons et d'évaluer l'effet de la production en pointe durant la période estivale.

Question 47

Le tableau K-4 à la page K-21 de l'annexe présente l'habitat disponible pour la réalisation des aménagements. Une des variables est la longueur, en mètre, du tronçon. Pour l'emplacement T1, on précise que la valeur inscrite au tableau correspond à une longueur arbitraire située en aval du premier obstacle infranchissable. Qu'en est-il des valeurs de longueur indiquées pour les autres emplacements ? Comment la mesure de longueur de l'emplacement T1 se distingue-t-elle des autres mesures de longueur ? Pourquoi l'emplacement T-17 n'apparaît-il pas au tableau K-4 ?

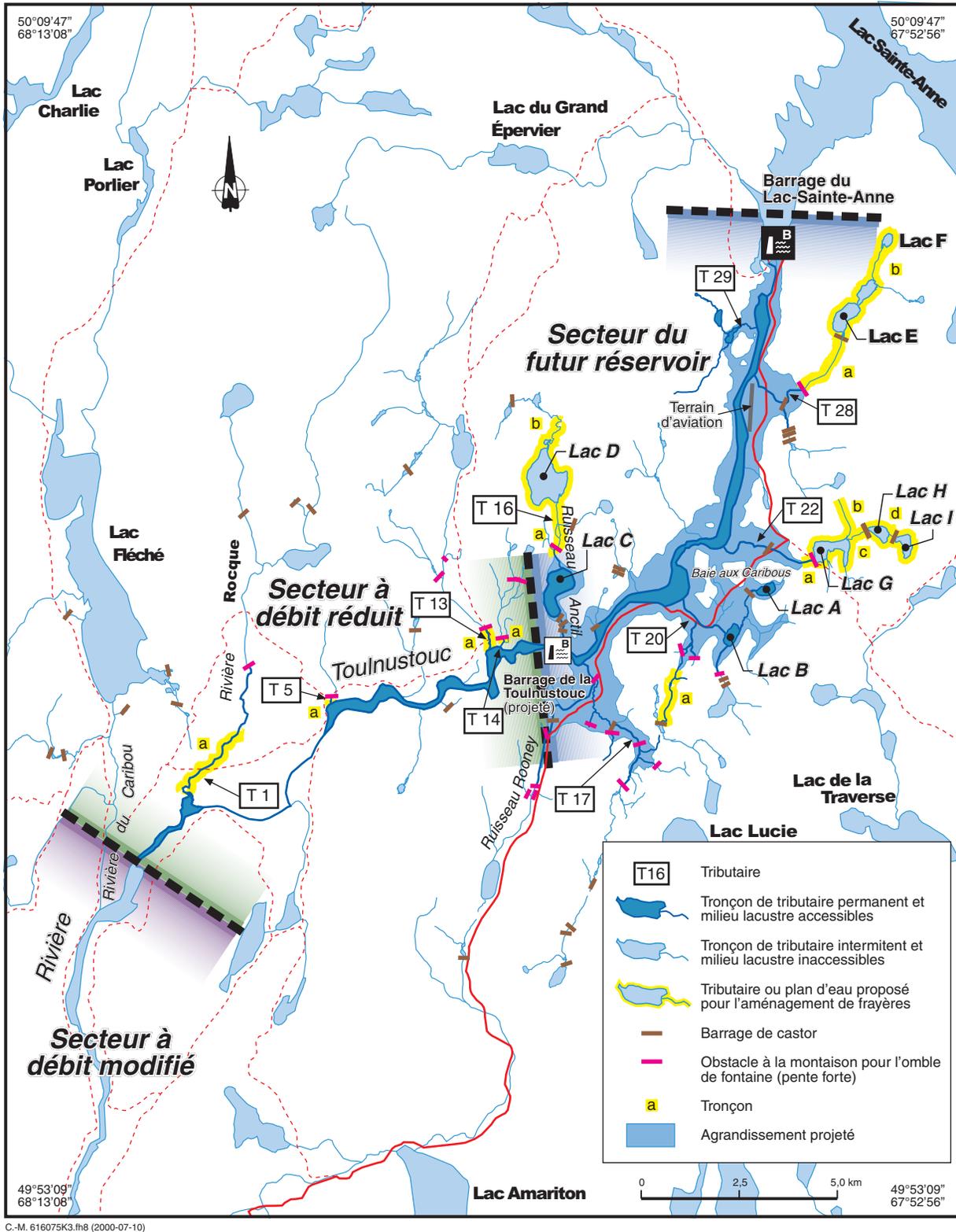
Réponse

En ce qui concerne le tributaire T1, l'examen de potentiel a été limité arbitrairement aux premiers 2 500 m à partir de l'embouchure. Le cours d'eau est cependant franchissable au-delà de ce point sur plusieurs centaines de mètres encore.

L'objectif de l'étude était d'inventorier les tributaires aptes à accueillir des aménagements destinés à accroître la population d'ombles de fontaine dans la rivière Toulnostouc. Les sites trop éloignés de la rivière sont moins susceptibles d'être utilisés de façon durable par les géniteurs d'omble de fontaine. En effet, cette espèce se distingue des autres salmonidés par son domaine vital plutôt restreint, et ses déplacements vers les sites de fraie sont généralement courts. Selon toute vraisemblance, les aménagements seront plus fructueux s'ils sont situés à proximité de la rivière Toulnostouc. Les tronçons les plus éloignés du tributaire T1 ont été exclus pour cette raison et l'examen n'a porté que sur les premiers 2 500 m.

Les autres tributaires ont été évalués soit jusqu'à la hauteur du premier obstacle infranchissable, le cas échéant, soit sur toute leur longueur. Dans tous les cas, les longueurs étaient inférieures à 2 000 m pour ces tributaires.

Le tributaire T17 (voir la figure 4 ci-après qui correspond à la carte K-3 du rapport d'avant-projet, après correction) ne figure pas au tableau K-4 parce qu'il n'a pas été retenu pour un aménagement. Après la mise en eau de la nouvelle portion du lac Sainte-Anne, les longueurs accessibles et les superficies aménageables seront restreintes et le potentiel est jugé marginal.



C.-M. 616075K3.fh8 (2000-07-10)

Figure 4 – Tributaires et plans d'eau proposés pour l'aménagement des frayères à omble de fontaine (carte K-3 corrigée)

Une étude reposant sur des données recueillies durant l'été de 2000 est en cours et sera achevée cet automne. L'étude montrera que toutes les superficies requises pour réaliser les aménagements prévus sont disponibles, aussi bien dans le secteur à débit réduit que dans celui du futur réservoir. L'examen des tributaires n'a donc pas été étendu aux sites qui offrent un potentiel marginal.

Question 48

- a) *Les poissons nécessaires à l'analyse du taux de mercure dans le réservoir ont été capturés lors de pêches d'inventaire réalisées au lac Sainte-Anne en 1986 (point L.2.1 de la page L-1), ce qui en fait des données vieilles de 14 ans. Compte tenu de l'évolution temporelle que connaît le mercure en réservoir, comment l'initiateur juge-t-il que ces données sont toujours valables pour l'estimation de la situation actuelle ?*
- b) *La méthode analytique et la méthode de choix des spécimens en fonction de la longueur et du poids pour le réservoir sont-elles comparables à celles utilisées pour le traitement des données de 1998 et 1999 pour la rivière Toulnostouc ? Précisons que l'année 1986 fut une année charnière dans la procédure de sélection des classes de taille des spécimens à considérer pour fins d'analyse (Voir Rapport synthèse, Évolution des teneurs en mercure dans les poissons du complexe La Grande (1978-1994)).*

Réponses

- a) Le barrage du Lac-Sainte-Anne a été mis en eau en 1957. Au moment de l'échantillonnage des poissons, en 1986, le réservoir avait donc 29 ans. Le suivi des teneurs en mercure de la chair des poissons des réservoirs du complexe La Grande et de ceux d'autres réservoirs au Manitoba a montré que le retour à des teneurs représentatives des lacs naturels de la région s'effectuait à l'intérieur d'une période de dix à vingt ans pour les espèces non piscivores (Schetagne et Verdon, 1999; Strange et Bodaly, 1997). On peut donc considérer que les valeurs obtenues en 1986 pour l'omble de fontaine et le meunier rouge sont représentatives des conditions naturelles. De plus, les valeurs obtenues lors de l'échantillonnage de 1986 sont équivalentes à celles relevées dans d'autres régions du Québec (voir le tableau 12-8 du rapport d'avant-projet).

En ce qui concerne l'évolution temporelle des concentrations en mercure dans les lacs naturels, les données du suivi des teneurs en mercure de la chair des poissons du complexe La Grande ne montrent aucune tendance temporelle pour des périodes allant jusqu'à 14 ans (fig. 2, in Doyon et Schetagne, 1999). Les valeurs de 1986 demeurent donc valables.

- b) Les méthodes d'analyse et de traitement des données sont les mêmes pour les données de 1986 et de la période 1998-1999. Quant à la sélection des classes de taille des spécimens à étudier aux fins d'analyse, la méthode de 1986 permettait de recueillir plus de spécimens de longueur moyenne, et relativement moins de petits et de gros spécimens. Elle permettait aussi d'accorder plus de poids relatif aux teneurs en mercure individuelles des petits et des gros spécimens, moins nombreux dans l'échantillon. Cette façon de faire

permet des évaluations plus précises des teneurs moyennes en mercure des ombles de fontaine de 300 mm et des meuniers de 400 mm, parce que plus de spécimens présentent à peu près ces longueurs (voir les figures 5 et 6 ci-après). Par contre, cette méthode donne lieu à une évaluation moins précise de la teneur moyenne en mercure des ombles de 400 mm, parce que peu de spécimens de cette taille ont été récoltés. Cependant, comme l'illustre la figure 12-4 du rapport d'avant-projet, la forme régulière (et typique des milieux naturels) de la courbe mettant en relation la teneur en mercure et la longueur du poisson indique que la série de données est adéquate. De plus, les spécimens de cette taille ne sont pas nombreux, de sorte que leur capture peut s'avérer difficile.

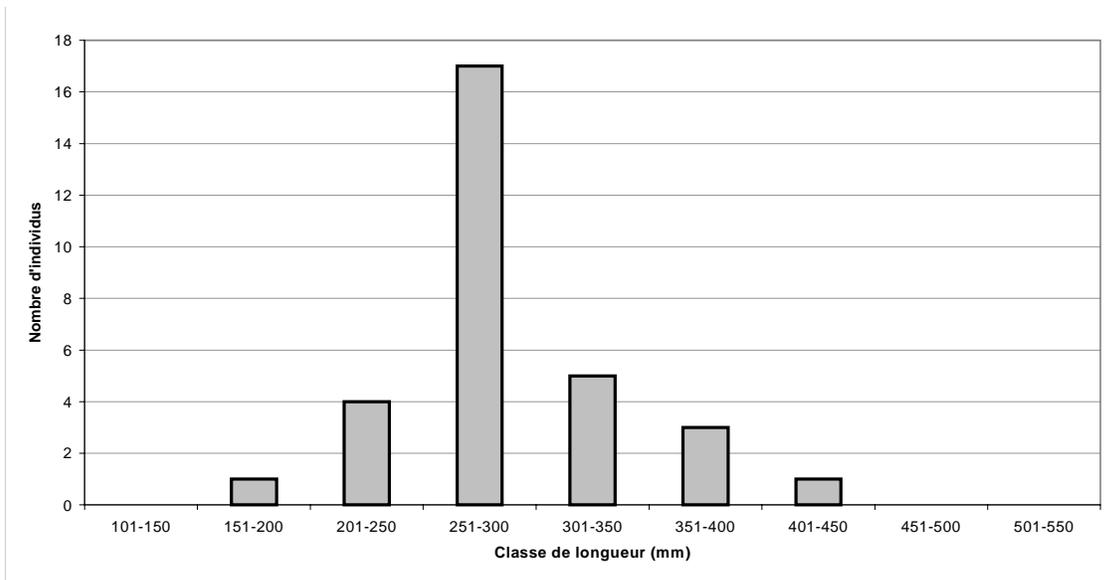


Figure 5 – Distribution des longueurs de l’omble de fontaine dans le lac Sainte-Anne

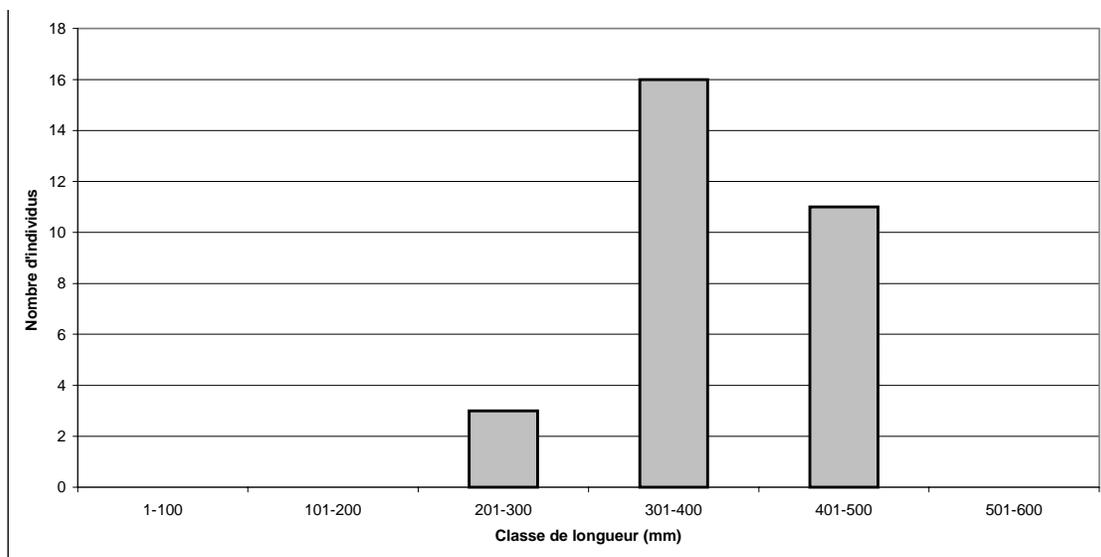


Figure 6 – Distribution des longueurs du meunier dans le lac Sainte-Anne

Question 49

À la section L.2.3.3.4 de la page L-11, l'initiateur traite des résultats d'une analyse de sensibilité du modèle de simulation du mercure aux différents paramètres utilisés illustrant le cas du réservoir Grande Baleine 1 considéré comme seul (Hydro-Québec, 1993). En quoi et jusqu'à quel point l'analyse de sensibilité faite pour Grande-Baleine peut-elle se transposer au projet de la Toulnostouc ?

Réponse

L'analyse de sensibilité d'un modèle peut être transposée à n'importe quelle simulation. Elle sert à montrer l'influence d'une modification des données de base utilisées pour les différents paramètres du modèle sur les résultats de la simulation. On avait choisi la simulation du projet de réservoir Grande Baleine 1, car elle générait une augmentation importante des teneurs en mercure de la chair des poissons et une durée relativement longue du phénomène, ce qui permettait de mieux percevoir l'influence d'une modification des données de base.

Par contre, dans le cas du réservoir Sainte-Anne, l'augmentation maximale des teneurs en mercure ainsi que la durée du phénomène ne sont pas suffisamment importantes pour bien montrer la sensibilité du modèle aux données de base. En effet, les modifications des valeurs prévues sont très faibles en valeurs absolues (voir le tableau 7).

Tableau 7 – Résultats de l'analyse de sensibilité du modèle pour le nouveau secteur du lac Sainte-Anne

	Teneurs maximales atteintes par l'omble de fontaine de 400 mm (mg/kg)	Modification de l'augmentation maximale par rapport aux résultats véritables (facteur d'augmentation)	Modification du temps nécessaire à l'atteinte du maximum (années)	Modification du temps nécessaire au retour aux teneurs initiales* (années)
Résultats obtenus selon les caractéristiques véritables du nouveau secteur du lac Sainte-Anne	0,45	—	3	10
Modifications des caractéristiques				
Superficie terrestre inondée ou quantité de matière organique X 2,0	0,59	2,0**	0	3
Volume du réservoir X 2,0***	0,46	1,1	0	0
Débit module X 2,0***	0,38	0,5	0	-4
Demi-vie de la matière organique X 0,5	0,47	1,1	-1	-2
Demi-vie de la matière organique X 2,0	0,42	0,8	1	1
Demi-vie du mercure dans les poissons X 0,5	0,51	1,4	-1	-2
Demi-vie du mercure dans les poissons X 2,0	0,40	0,6	1	1

* Teneurs initiales \pm 15 %

** $([\text{Hg}] \text{ maximale} - [\text{Hg}] \text{ initiale}) / ([\text{Hg}] \text{ maximale} - [\text{Hg}] \text{ initiale})$ (données modifiées) \div ([Hg] maximale - [Hg] initiale) (données véritables)

*** Avec ajustements correspondants des taux de renouvellement des eaux et de disparition du phosphore

Question 50

Le point 3.2.1.4 de la page 3-13 décrit les travaux de réfection qui seront réalisés à la digue sud-est. À ce niveau, quel est l'apport de la fuite de la digue sud-est, en termes de débit, à la rivière Godbout ? Quels seront les impacts de la réduction des apports à la rivière Godbout suite à la réfection de la digue ? Quelle sera la superficie d'empiètement supplémentaire qui sera causée par l'installation d'une berme en amont de la digue actuelle ? Quels seront les impacts des travaux de réfection de la digue sur l'habitat du poisson (frayère, aires d'alevinage, de croissance et d'alimentation, route migratoire ou abri) en amont et en aval de la digue sud-est ? L'initiateur doit, entre autres, préciser si les travaux de réfection affecteront des milieux humides ou des herbiers aquatiques.

Réponse

L'apport de la fuite de la digue sud-est à la rivière Godbout dépend du niveau du lac Sainte-Anne. Au niveau maximal d'exploitation, le débit d'infiltration de la digue est de $0,5 \text{ m}^3/\text{s}$; après la réfection, il sera d'environ $0,3 \text{ m}^3/\text{s}$ (voir la figure 7 ci-après). Quoique les débits d'infiltration dans la digue sud-est diminueront pour un niveau donné, les apports annuels moyens à la rivière Godbout demeureront à toutes fins utiles les mêmes car, comme on le mentionne en réponse à la question 17, l'exploitation future du lac Sainte-Anne se fera à un niveau moyen supérieur.

En référence avec la figure Y-3 du volume 2 du rapport d'avant-projet, la nouvelle berme en aval de la digue sud-est aura une superficie de $5\,000 \text{ m}^2$ tandis que le nouveau tapis imperméable (till) à l'amont de celle-ci sera de $35\,000 \text{ m}^2$.

En ce qui concerne l'habitat du poisson, la baisse de niveau qui surviendra dans le lac Sainte-Anne durant la période des travaux perturbera l'habitat de reproduction dans une certaine mesure. Lorsque le niveau du lac atteindra 290 m, les tributaires du plan d'eau qui comportent des zones de fraie potentielles pour l'omble de fontaine demeureront accessibles, mais l'accès sera plus difficile en raison des cascades et des pentes fortes qui seront alors exposées ; à noter, par contre, que dans les dernières années (voir période 1996-1999 de la figure 1), le lac Sainte-Anne a été exploité, après le passage de la crue printanière, à des niveaux de l'ordre de 290 m (\pm quelques mètres) et que les travaux devraient alors se faire dans des conditions comparables à celles des dernières années. Dans le secteur immédiat de la digue sud-est, les travaux ne toucheront pas les aires de fraie ou d'alevinage potentielles ni les routes migratoires. Par contre, les revêtements qui seront ajoutés sur la plage d'amont de la digue et dans le fond de la baie en rive droite altéreront l'habitat d'alimentation et d'abri de l'omble de fontaine et du meunier rouge. Il s'agit d'un impact localisé touchant un type d'habitat qui n'est pas limitant dans ce secteur.

Aucun impact n'est prévu sur la végétation des milieux humides et sur les herbiers aquatiques situés en aval de la digue sud-est pendant et après la réfection de cette dernière. De même, il n'y aura pas d'impact en amont de la digue en raison de l'absence de végétation.

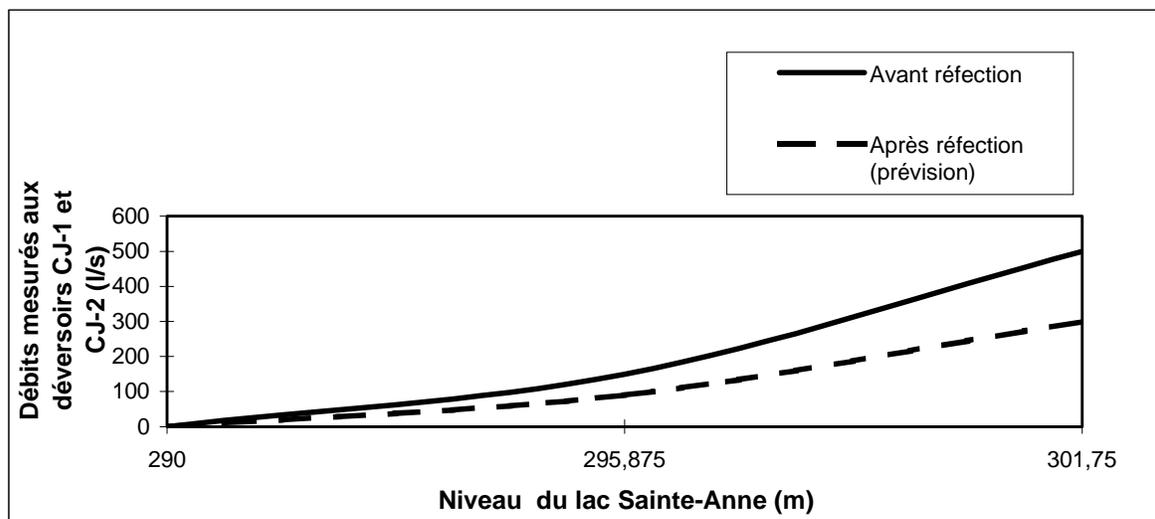


Figure 7 – Débits d'infiltration à la digue sud-est du lac Sainte-Anne en fonction du niveau du réservoir

Question 51

Le campement temporaire qui permettra de loger jusqu'à 800 personnes devrait être situé aux abords du lac Amariton pour une période de quatre ans et demi. L'eau potable et l'eau nécessaire à la protection contre les incendies proviendront du lac Amariton. De plus, l'effluent des usines de traitement des eaux usées du campement sera rejeté dans un cours d'eau qui s'écoule vers le lac Amariton. À cet égard, au point 3.2.8.2 de la page 3-28 ainsi qu'au point 5.2.4 de la page 5-9, l'initiateur s'est engagé à effectuer, à l'été 2000, une caractérisation de la qualité de l'eau et des communautés ichthyennes, notamment la présence de la ouananiche dans le lac Amariton. Cette étude est-elle complétée ? Si oui, quels sont les résultats ?

Réponse

Les travaux annoncés ont été réalisés au cours de l'été de 2000. La présence de saumons a été confirmée par la capture d'un petit nombre d'individus juvéniles. Selon des données provenant du bureau régional de la Société de la faune et des parcs du Québec, le lac Amariton pourrait être accessible aux saumons de la rivière Godbout. On ne peut préciser pour l'instant s'il s'agit d'une population résidente (ouananiche) ou migratrice. Les dernières analyses sont en cours et le rapport sera achevé cet automne.

Les autres espèces de poissons présentes dans le lac sont le meunier rouge, qui est le plus abondant, et l'omble de fontaine.

Un échantillonnage de la qualité de l'eau a également été effectué et les résultats seront disponibles au cours de l'automne.

Faune terrestre

Question 52

Le remplissage de la nouvelle portion du lac Sainte-Anne entraînera l'immersion d'une superficie estimée à 1 770 ha de végétation composée principalement de jeunes forêts résineuses ou mixtes en régénération (points 11.1.1 et 11.2.1.1). D'autre part, l'initiateur mentionne à la page 13-2 que l'ours noir est régulièrement observé par les utilisateurs de la forêt ou des plans d'eau situés près du secteur étudié. De plus, il indique que l'habitat recherché par cette espèce comprend, entre autres, les sites en régénération là où la production de petits fruits est généralement la plus élevée. Compte tenu de ce qui précède, il doit décrire les impacts prévus de la phase de construction et d'exploitation sur l'habitat de l'ours noir.

Réponse

Phase de construction

Pour l'ours noir, les impacts de la phase construction seront liés principalement à la perte de superficie et aux perturbations de l'habitat terrestre au moment de la mise en eau de la nouvelle portion du lac Sainte-Anne ; cet habitat est constitué en grande partie de milieux forestiers en régénération. Ces milieux sont par ailleurs très abondants dans la région, étant donné l'intensité de l'exploitation forestière. Certaines femelles dont le domaine vital est restreint et centré dans le secteur du futur réservoir risquent d'avoir à se déplacer pour compenser la perte d'habitat associée à la mise en eau. Chez les mâles, cette éventualité est moins probable, car leur domaines vitaux sont généralement assez vastes, soit entre 125 km² (Boileau *et al.*, 1994) et 205 km² (Samson et Huot, 1994).

La mise en eau pourrait également avoir un impact sur le taux de mortalité de certains individus si elle se produit très tôt au printemps, avant qu'ils n'émergent de leur tanière. Ce moment peut varier selon la photopériode, la fonte des neiges, la température, le sexe et l'état reproducteur de l'animal, mais il a généralement lieu entre avril et juin (Schooley *et al.*, 1994). Dans le parc de la Mauricie, on a observé en 1991 et 1992 que tous les ours étaient sortis avant le 15 mai (Samson et Huot, 1994). Dans le pire des scénarios et en supposant une densité d'ours variant de 1,12/10 km² (F. Goudreau, FAPAQ, comm. pers.) à 2,3/10 km² (Samson et Huot, 1994), de deux à cinq ours pourraient être directement touchés par la submersion d'une section de l'habitat terrestre. Il importe toutefois de mentionner que les individus se situant à l'intérieur des limites du futur réservoir se seront probablement déplacés avant la mise en eau, en raison des activités de récupération du bois marchand.

La présence de camps et l'activité humaine vont, sans contredit, attirer des ours. Certains individus, plus tenaces, devront sans doute être déplacés ou abattus pour éviter des interactions négatives avec les travailleurs.

L'importance de l'impact résiduel du projet en phase de construction est jugé faible voir le tableau 8 ci-après).

Tableau 8 – Évaluation de l'impact – Ours noir – Phase de construction

Valeur	Faible <input type="checkbox"/>	Moyenne <input type="checkbox"/>	Forte <input checked="" type="checkbox"/>
Intensité	Faible <input checked="" type="checkbox"/>	Moyenne <input type="checkbox"/>	Forte <input type="checkbox"/>
Portée spatiale	Ponctuelle <input type="checkbox"/>	Locale <input checked="" type="checkbox"/>	Régionale <input type="checkbox"/>
Portée temporelle	Courte <input checked="" type="checkbox"/>	Moyenne <input type="checkbox"/>	Longue <input type="checkbox"/>
Importance de l'impact	Faible <input checked="" type="checkbox"/>	Moyenne <input type="checkbox"/>	Forte <input type="checkbox"/>
Mesure d'atténuation particulière : aucune			
Importance de l'impact résiduel	Faible <input checked="" type="checkbox"/>	Moyenne <input type="checkbox"/>	Forte <input type="checkbox"/>

Phase d'exploitation

Pendant la phase d'exploitation, la perte permanente de 17,7 km² de milieu en régénération ou perturbé par les coupes forestières où abondent généralement les ressources alimentaires recherchées par l'ours noir (Boileau *et al.*, 1994) ne devrait pas avoir de répercussions significatives sur la dynamique de la population. En effet, la zone touchée est entourée de nombreux habitats de remplacement et cette espèce est particulièrement mobile, comme en témoigne le retour de plusieurs ours qui ont été déplacés à plusieurs kilomètres du site de marquage (Jacques Whitford Environment inc., 1997). Par contre, à l'instar de ce qui se produira avec l'orignal, on prévoit une diminution de la capacité de support du milieu, mais elle sera négligeable.

La réfection des accès routiers aura pour effet d'améliorer l'accessibilité du territoire pour la récolte sportive et le piégeage de l'ours noir. Le taux de mortalité due à des causes autres que celles d'origine naturelle risque ainsi d'augmenter. Toutefois, il est difficile de quantifier l'impact réel, non seulement parce que la dynamique de population de cette espèce est complexe, mais aussi parce plusieurs facteurs influent sur la pression de chasse ou de piégeage dans une année et un secteur donnés.

L'importance de l'impact de la phase d'exploitation sur l'ours noir est jugé moyenne (voir le tableau 9 ci-après).

Tableau 9 – Évaluation de l'impact – Ours noir– Phase d'exploitation

Valeur	Faible <input type="checkbox"/>	Moyenne <input type="checkbox"/>	Forte <input checked="" type="checkbox"/>
Intensité	Faible <input checked="" type="checkbox"/>	Moyenne <input type="checkbox"/>	Forte <input type="checkbox"/>
Portée spatiale	Ponctuelle <input type="checkbox"/>	Locale <input checked="" type="checkbox"/>	Régionale <input type="checkbox"/>
Portée temporelle	Courte <input type="checkbox"/>	Moyenne <input type="checkbox"/>	Longue <input checked="" type="checkbox"/>
Importance de l'impact	Faible <input type="checkbox"/>	Moyenne <input checked="" type="checkbox"/>	Forte <input type="checkbox"/>
Mesure d'atténuation particulière : aucune			
Importance de l'impact résiduel	Faible <input type="checkbox"/>	Moyenne <input checked="" type="checkbox"/>	Forte <input type="checkbox"/>

Références

- BOILEAU, F., M. CRÊTE et J. HUOT, 1994. *Food Habits of the Black Bear, Ursus americanus, and Habitat Use in Gaspésie Park, Eastern Québec*. Canadian Field-Naturalist 108(2) : 162-169.
- JACQUES WHITFORD ENVIRONMENT INC., 1997. *Voisey's Bay 1996 Environmental Baseline Technical Data Report – Black Bear*. Préparé pour Voisey's Bay Nickel Company Limited. 38 p. et annexes.
- SAMSON, C. et J. HUOT, 1994. *Écologie et dynamique de la population d'Ours noir (Ursus americanus) du parc national de la Mauricie*. Université Laval, département de biologie. Rapport final présenté à Parcs Canada. 214 p.
- SCHOOLEY, R. L., C. R. MCLAUGHLIN, G. J. MATULA et W. B. KROHN, 1994. *Denning Chronology of Female Black Bears : Effects of Food, Weather and Reproduction*. J. Mammalogy 75(2) :466-477.

Question 53

Au point 13.2.1.2 de la page 13-9, l'initiateur indique que les îles du nouveau plan d'eau occuperont une superficie de 1,16 km². La végétation présente sur ces futures îles du réservoir sera-t-elle conservée intégralement ?

Réponse

Comme il est mentionné au deuxième paragraphe de la page 13-9 du rapport d'avant-projet, on ne prévoit pas récupérer le bois marchand sur les îles du nouveau plan d'eau. Les autres arbres ne présentant pas de valeur marchande ne seront évidemment pas récoltés non plus. Conséquemment, la végétation présente sur ces futures îles sera conservée intégralement.

Profil démographique et socioéconomique

Question 54

Au chapitre sur le profil démographique et socioéconomique (p. 15-21) Hydro-Québec énumère deux mesures d'optimisation qui seront prises afin de maximiser les sommes dépensées en région (la formation d'un comité des retombées économiques et l'inclusion d'une clause favorisant la sous-traitance régionale dans les contrats). D'autres mesures sont-elles prévues ?

Réponse

Les autres mesures prévues pour maximiser les retombées économiques régionales sont les suivantes :

- l'embauche d'un agent de liaison qui informera les entreprises et les travailleurs de la région des occasions d'affaires qui s'offrent à eux dans le cadre du projet ;
- la formation d'un comité des relations de travail formé de représentants d'Hydro-Québec, des entrepreneurs du chantier et des représentants des syndicats du milieu de la construction ;
- l'embauche d'un coordonnateur à l'emploi autochtone et la création d'un comité paritaire afin d'optimiser le placement de la main d'œuvre autochtone.

Utilisation du territoire

Question 55

Considérant que la centrale pourrait être opérée selon une gestion de pointe même en période estivale, et considérant que la variation prévue des niveaux et débits dans la section à débit modifié est importante et rapide, notamment pour la section comprise entre la centrale (kilomètre 53,8) et le kilomètre 40, et considérant d'autre part, que ce même secteur de rivière, devenu plus accessible avec la construction de la route menant à la centrale, sera éventuellement utilisé pour la récréation, soit à partir d'embarcations, soit à partir de la rive, quelles mesures Hydro-Québec entend-elle prendre pour assurer la sécurité aux utilisateurs de la rivière vis-à-vis la variation rapide des niveaux et débits ? (p. A4 et A5)

Réponse

Une mesure efficace qui répond habituellement à la problématique mentionnée consiste à installer des panneaux d'avertissement aux endroits normalement empruntés par les utilisateurs pour accéder à la rivière. Certains panneaux peuvent déjà être en place pour la rivière Toulnostouc, mais ils seront modifiés au besoin de manière à faire ressortir le fait qu'avec la présence de la centrale, les variations de débit seront plus fréquentes que par le passé. Par ailleurs, avant que la centrale ne soit mise en service, Hydro-Québec réalisera des activités de communication permettant de décrire le futur mode de gestion de la centrale et ses conséquences sur la rivière.

Question 56

À la page 16-3, l'étude mentionne que le Plan régional de développement de la villégiature (RDV) établit un zonage au lac Amariton pour la protection de la ouananiche. Est que ce zonage implique des restrictions quant à l'établissement du camp à cet endroit ?

Réponse

Comme son nom l'indique, le *Plan régional de développement de la villégiature* (PRDV) porte uniquement sur les modalités de développement de la villégiature sur les terres du domaine public. Les autres types d'utilisation ou d'usage – dans le cas présent, le campement principal requis – en sont exclus (G. Gaudreault, ministère des Ressources naturelles, secteur Territoire, Baie-Comeau, comm. pers.). Ainsi, le PRDV ne suppose aucune restriction quant à l'établissement du campement temporaire au lac Amariton.

Question 57

À la page 16-6, l'étude mentionne qu'il apparaît peu probable que la zone régionale soit retenue pour l'établissement de nouvelles zecs dans les années à venir. Expliquer cette affirmation.

Réponse

Cette affirmation provient d'une entrevue réalisée le 7 juillet 1999 avec le représentant de la Société de la faune et des parcs du Québec (FAPAQ) au bureau de Baie-Comeau.

À une question portant sur la mise en place éventuelle de formes particulières d'exploitation de la ressource faunique, le représentant de la FAPAQ répond qu'il semblait peu probable que la zone d'étude bénéficie de nouvelles zones d'exploitation contrôlée (zec) dans les années à venir, car il s'agit là d'un mode d'exploitation plus ou moins bien adapté à la Côte-Nord. Toujours selon lui, les zecs prendraient toute leur valeur dans les territoires où s'exerce une forte pression en vue de leur utilisation (pour la pêche ou la chasse) ; or, ce n'est pas le cas de la Côte-Nord.

Cette affirmation est en tout point conforme au principe général qui guide le gouvernement du Québec en matière de gestion des terres publiques, à savoir que le statut de zec est accordé sur recommandation du ministre responsable de la FAPAQ lorsque ce dernier appréhende notamment une surexploitation de la faune sur le territoire en question.

Question 58

À la page 16-31 du document, il est mentionné que du fait de la situation du campement à faible distance de Baie-Comeau et du réseau routier national, il est à prévoir qu'une part importante des travailleurs du chantier profiteront des congés et des fins de semaine pour regagner leur domicile ou se rendre en ville. Le nombre d'usagers circulant sur la route du lac Sainte-Anne, notamment les vendredis et les dimanches en soirée, augmentera beaucoup. Compte tenu de l'augmentation importante et concentrée dans le temps de l'achalandage sur cette route, Hydro-Québec a-t-elle prévu des mesures préventives pour diminuer les risques d'accidents routiers sur cette route ?

Réponse

Durant toute la période des travaux, la Sécurité industrielle d'Hydro-Québec aura un patrouilleur sur la route, 24 heures sur 24, 7 jours sur 7, qui aura pour mandat d'appliquer le Code de sécurité routière tel qu'il est appliqué présentement sur la route donnant accès au chantier de la Sainte-Marguerite-3.

Archéologie

Question 59

*Au chapitre sur l'archéologie, Hydro-Québec mentionne que sur les 911 sondages archéologiques effectués, cinq se sont avérés positifs dont trois sites archéologiques **anciens**, un site **préhistorique** et un **contemporain** (p. 17-2). Il aurait lieu de préciser sommairement ce que signifie ces qualificatifs et leur valeur archéologique relative.*

Réponse

En règle générale, on distingue quatre grandes périodes relativement à la présence humaine sur le territoire de la Côte-Nord : les périodes préhistorique, historique, moderne et contemporaine.

La période **préhistorique** s'étend sur près de huit mille ans, soit de 8 000 ans AA* (6050 ans av. J.-C.) jusqu'à l'arrivée des premiers pêcheurs et explorateurs européens sur la côte, vers 1500.

La période **historique** commence vers 1500, plus précisément vers 1535, avec les récits de voyage de Jacques Cartier, qui décrit la Côte-Nord et ses occupants.

La période **moderne** va de 1900 à 1950 et correspond à la mise en place des structures politiques et économiques en milieu autochtone.

La période **contemporaine** commence vers 1950, alors que la sédentarisation des groupes amérindiens s'accroît. C'est l'époque des grandes explorations minières et forestières qui président à l'ouverture de l'arrière-pays.

Dans la section 17.1 du rapport d'avant-projet, l'utilisation du qualificatif « ancien » représente un compromis, car les datations obtenues par les échantillons de charbon de bois prélevés lors des sondages correspondaient à des plages étendues de dates allant de 1435 (historique) à 1925 (moderne). De plus, la possibilité que des objets préhistoriques soient découverts lors des fouilles a incité à la prudence. C'est ainsi que le terme « ancien » a été choisi, car les termes consacrés ne trouvaient pas de confirmation dans les objets recueillis.

En ce qui concerne le site qualifié de **préhistorique** (EaEa-2), on y a découvert un outil de pierre taillée sur la grève de la rive droite de la rivière Toulnostouc. On ne dispose d'aucun contexte pédologique discernable, et cet objet a pu être transporté là par les glaces flottantes.

Le site **contemporain** EaEa-3 correspond fort probablement à un camp de bûcherons utilisé vers le milieu du XX^e siècle pendant un nombre d'années encore indéterminé.

* Avant aujourd'hui, l'année 1950 étant par convention considérée comme l'année-repère correspondant à aujourd'hui.

Question 60

Les résultats de la datation au C₁₄ effectuée pour les sites ayant été reconnus positifs, indiquent une période ou des périodes présentant un écart relativement important. Comment interpréter la présence de ce qui semble être des « plages facultatives » ?

Ex. : (p. W12 et W13)

Site EaDx-1 période entre 1435 et 1705 ou entre 1715 et 1885

Site EaDx-2 période entre 1685 et 1735 ou entre 1810 et 1925

Site EaEa-01 période entre 1530 et 1545, entre 1635 et 1680 ou entre 1740 et 1805.

Réponse

Trois échantillons de charbon de bois ont été soumis au laboratoire *Beta Analytic Radiocarbon Dating Laboratory* de Miami, en Floride. Cet établissement compte assurément parmi les meilleurs laboratoires de datation en Amérique. Sans entrer dans des considérations trop techniques, mentionnons que la datation par la méthode du carbone 14 nécessite un étalonnage en termes d'années de calendrier. Cet étalonnage provient d'un comptage étendu (*extended counting*) qui sera plus ou moins précis selon la quantité du charbon de bois, sa qualité, son intégrité et sa contamination possible.

Ainsi, quand on consulte les résultats bruts présentés à l'annexe C, on obtient des dates étalonnées avec un ou deux sigma (la probabilité d'un résultat correct est de 68 % avec un sigma, et grimpe à 95 % avec deux sigma).

D'ailleurs, le laboratoire note à ce propos, dans sa lettre du 29 novembre 1999 : « *Multiple ranges are possible for Beta-135217 due to wiggles in the correlation curve at this period of time.* » Ce fait est confirmé par le graphique de distribution de l'échantillon Beta-135217, dont la courbe d'étalonnage présente plusieurs soubresauts de date à probabilité d'occurrence égale. C'est pourquoi nous avons soumis intégralement les dates obtenues du laboratoire *Beta Analytic* dans le rapport.

Plusieurs hypothèses peuvent découler de ces résultats :

1. l'échantillon soumis a été contaminé (incendie de forêt, contact avec une substance indésirable, ou autre cause) ;
2. plusieurs occupations humaines successives ont perturbé le site et probablement contaminé le charbon de bois recueilli ;
3. le laboratoire a fait une erreur.

En l'absence d'autres données pertinentes permettant de dater le site (objet diagnostique) en question, il faudra attendre les résultats de la fouille pour approfondir la question.

Paysage

Question 61

Au chapitre 18 sur les impacts visuels, H-Q mentionne entre autres comme impacts (p. 18-10) « l'impraticabilité du secteur à débit réduit ». H-Q a-t-elle évalué le débit minimal requis pour la navigation dans le secteur à débit réduit ? Avec et sans seuil ?

Réponse

Avec un débit réservé de 3 m³/s, le secteur à débit réduit est considéré comme impraticable pour la navigation, même avec des embarcations à faible tirant d'eau. La présence de nombreuses roches, de plusieurs endroits à forte pente, de chutes (au rapide des Crans Serrés) et de petits sauts infranchissables où les profondeurs sont inférieures à 1 m en sont la cause.

Par ailleurs, en conditions actuelles comme en conditions futures, la présence de nombreuses chutes et les vitesses d'écoulement élevées rendent la navigation périlleuse sur la majeure partie de ce tronçon.

Question 62

À la page 18-8, l'analyse de l'impact visuel causé par la mise en place d'une aire de disposition numéro 3 devrait être détaillée, car cette aire est localisée dans le secteur du Rapide des Crans Serrés qui est considéré comme un point d'intérêt esthétique dans l'étude d'impact et ce fait n'est pas abordé dans l'évaluation.

Réponse

L'aire de disposition 3 sera située à proximité de la rive gauche de la rivière Toulnostouc, soit aux environs du kilomètre 59,0 dans le segment du rapide des Crans Serrés. À cet endroit, la rivière est encaissée dans la roche en place (parois abruptes) et coule en rapides et en cascades sur près de 1,2 km jusqu'à une chute d'environ 20 m de hauteur (voir le champ visuel TO-04 à l'annexe X dans le volume 2 du rapport d'avant-projet). L'encaissement de la rivière et la présence de forts rapides et de cascades rendent ce tronçon inaccessible et dangereux, même en kayak. Juste en amont du rapide (des kilomètres 60,0 à 60,7) se trouve un tronçon moins accidenté, coulant en rapides sur des sédiments grossiers (blocs, galets et cailloux) et des affleurements rocheux. Ce tronçon est accessible et constitue un autre champ visuel d'intérêt (champ visuel TO-03).

La présence d'une aire de disposition dans le segment du rapide des Crans Serrés, en amont de la chute (kilomètre 58,0), ne constituera pas une source d'impact visuel à la hauteur du champ visuel TO-04 puisqu'elle ne sera pas visible de cet endroit (la rive gauche du bassin est au pied du rapide des Crans Serrés). En effet, la forte dénivellation des parois rocheuses ainsi

que la présence de hauts conifères sur le dessus de celles-ci forment un écran visuel qui masquera l'aire de disposition située sur le replat, au-dessus des parois.

L'aire de disposition des matériaux excavés ne sera pas visible non plus à partir du champ visuel TO-03 (kilomètre 60,0) situé en rivière, en amont du rapide des Crans Serrés. Lors du déboisement de cette aire, une bande de végétation arborée, d'un minimum de 20 m de largeur, sera préservée en bordure de la rivière (rive gauche). La présence de cette bande de hauts conifères, adjacente à l'aire de disposition, aura pour effet de créer un écran visuel permanent et efficace. En effet, la hauteur des déblais déposés dans cette aire ne sera en moyenne que de 6,0 m, ce qui est beaucoup moins que la hauteur des arbres.

De plus, l'application de certaines des mesures d'atténuation courantes (voir le tableau 4-1 du rapport d'avant-projet) et l'application possible de mesures d'atténuation particulières telles que l'adaptation de l'aire de disposition à la morphologie locale (buttes arrondies et pourtour irrégulier), l'adaptation des pentes au relief avoisinant (étagement du monticule) et la végétalisation de la surface du monticule de déblais avec des espèces indigènes (sapins, épinettes, bouleaux, etc.) permettront d'intégrer harmonieusement le site au paysage naturel.

L'impact visuel de l'aire de disposition située dans le segment du rapide des Crans Serrés sera donc négligeable et n'altérera aucunement la beauté naturelle de cet élément d'intérêt esthétique.

Question 63

L'analyse des impacts sur le paysage doit aussi traiter des impacts visuels possibles des infrastructures du barrage Sainte-Anne qui seront conservées.

Réponse

Tel qu'on le mentionne à la page 3-13 du rapport d'avant-projet, des modifications seront apportées au barrage du Lac-Sainte-Anne afin d'assurer une alimentation adéquate de la prise d'eau de la future centrale.

Une de ces modifications consiste à araser la partie en remblai du barrage jusqu'à la cote 289,5 m, soit 12,25 m sous le niveau maximal d'exploitation (301,75 m), 8,5 m sous le niveau moyen d'exploitation (298,0 m) et 0,5 m sous le niveau minimal d'exploitation (290 m). Compte tenu de cet arasement, les seules composantes de l'aménagement existant qui demeureront visibles une fois la mise en eau terminée sont donc :

- l'ouvrage en béton situé dans le prolongement du remblai et comprenant les six pertuis de fond nécessaires, dans le moment, à la gestion du lac Sainte-Anne ;
- l'évacuateur de crues, également en béton, accolé à la rive droite du lac Sainte-Anne.

L'apparence qu'aura le réservoir à la hauteur du barrage du Lac-Sainte-Anne a été simulée ; le résultat est présenté à la photo 1 ci-après. Cette simulation visuelle, réalisée à partir d'une vue

aérienne oblique, montre l'allure du paysage au point de jonction du lac Sainte-Anne et de son agrandissement, au niveau maximal d'exploitation du réservoir.



**Photo 1 – Simulation visuelle des ouvrages du lac Sainte-Anne après les travaux
(vue vers l'amont)**

L'analyse de cette simulation visuelle permet de constater que les ouvrages résiduels implantés dans le prolongement l'un de l'autre formeront depuis la rive droite du futur réservoir une sorte de jetée s'avancant sur plus d'une centaine de mètres au cœur de celui-ci. Les ouvrages laissés en place, qui s'élèvent à la cote 304,5 m*, surplomberont le plan d'eau d'environ 2,75 m au niveau maximal d'exploitation (de juillet à décembre), de 6,5 m au niveau moyen d'exploitation et de 14,5 m au niveau minimal d'exploitation (vers la fin du mois d'avril).

Au niveau minimal d'exploitation, le contraste d'échelle vertical sera marqué et les ouvrages nécessairement visibles. Une telle situation se produira toutefois vers la fin du mois d'avril, sous couverture de neige et de glace, à une période où le secteur est difficilement accessible même pour les adeptes de la motoneige. À partir du début du mois de mai, le niveau du réservoir augmentera graduellement pour atteindre dès le début du mois de juillet le niveau moyen d'exploitation puis, au cours du même mois, le niveau maximal. Au niveau maximal d'exploitation, le tout sera peu perceptible pour un observateur se trouvant au niveau du sol,

* La cote 304,5 m correspond à la hauteur du centre de la voie de roulement se trouvant sur le dessus du barrage du Lac-Sainte-Anne.

l'arrière-plan favorisant l'absorption visuelle des ouvrages par le paysage environnant (réservoir, montagnes boisées) et, de ce fait, son intégration harmonieuse à celui-ci.

La présence de tels éléments anthropiques pourrait être interprétée par certains observateurs comme constituant une discordance visuelle au sein de la composition naturelle du paysage caractérisant le réservoir ; cependant, la situation qui prévaudra après la mise en eau sera avantageusement comparable à la situation actuelle où les observateurs se trouvant au niveau du sol ou du plan d'eau en aval du barrage du Lac-Sainte-Anne* sont confrontés à une structure verticale de l'ordre de 38 m de hauteur.

* Malgré la présence imposante de l'ouvrage dans le paysage perçu par les utilisateurs, il n'en demeure pas moins que le secteur compte parmi les plus fréquentés de la zone d'étude.

**Corrections et commentaires sur
l'étude d'impact**

Question 1

Afin de mieux informer le public, Hydro-Québec devrait fournir la zone d'étude pour les corridors des lignes 69 kV et 315 kV prévues pour raccorder la nouvelle centrale.

Réponse

La zone d'étude pour les corridors des lignes à 69 kV et à 315 kV prévues pour raccorder la nouvelle centrale est fournie à l'annexe D. Elle mesure environ 54 km de longueur entre la future centrale de la Toulnostouc et le poste de Micoua. D'une largeur d'environ 12 km au niveau des rivières Toulnostouc et Isoukustouc, elle se rétrécit progressivement pour atteindre environ 8 km au niveau de la rivière Landry. Elle est beaucoup plus étroite (3 à 5 km) à l'ouest du réservoir Manic 3 jusqu'au poste de Micoua.

Question 2

Au tableau 7-2 de la page 7-9 portant sur les apports des bassins versants intermédiaires, afin de présenter un portrait complet de la situation actuelle et future, l'initiateur doit y inclure les apports des réservoirs, des tributaires et de la future centrale. En plus du débit module et de la crue moyenne annuelle, les débits minimum et maximum devraient également être présentés. Le tableau devrait être accompagné d'une justification des données incluses dans ce dernier et, au besoin, des rapports complets d'inventaires et de simulations.

Réponse

Le tableau 10 ci-après fait ressortir l'évolution des apports naturels intermédiaires (non régularisés) en aval du barrage du Lac-Sainte-Anne et en aval du futur barrage.

Les débits ont été établis avec :

- un module spécifique de 28 l/s/km^2 , caractéristique des cours d'eau côtiers de la région ;
- des formules régionales du MENV pour l'établissement du débit moyen de crue ($Q_{2 \text{ ans}} = 0,71 A^{0,8}$)
- des formules régionales du MENV pour l'établissement du débit d'étiage moyen en l/s après sept jours consécutifs ($Q_{2,7} = 1,62 A^{1,17}$).

Tableau 10 – Apports des bassins versants intermédiaires

Tributaire	Bassin versant (km ²)			Débit module (m ³ /s)		Crue moyenne annuelle (m ³ /s)		Étiage (m ³ /s)	
	Inter.	Bassin total cumulatif		Actuel	Futur	Actuel	Futur	Actuel	Futur
	Actuel*	Futur*							
Secteur du futur réservoir									
Bassin intermédiaire (kilomètre 68,1)	66	66 (7810)**	—	1,8	—	20	—	0,22	—
Ruisseau Rooney (kilomètre 68,1)	28	94 (7838)	—	2,6	—	27	—	0,33	—
Ruisseau Anctil (kilomètre 67,8)	25	119 (7863)	—	3,3	—	32	—	0,43	—
Secteur à débit réduit									
Petits tributaires et ruisseau sans nom (kilomètres 66,2 et 58,0)	48	167 (7911)	48	4,7	4,4	42	16	0,64	0,15
Rivière Rocque (kilomètre 55,5)	50	217 (7961)	98	6,1	5,8	52	28	0,88	0,35
Bassin intermédiaire (kilomètre 53,8)	35	252 (7996)	133	7,1	6,8	59	35	1,04	0,49
Secteur à débit modifié									
Rivière du Caribou (kilomètre 51,5)	370	622 (8366)	503	17,4	17,1	121	102	3,00	2,35
Ruisseau Jourdain (kilomètre 37)	57	679 (8423)	560	19,0	18,7	130	111	3,33	2,67
Bassin intermédiaire (kilomètre 28,5)	127	806 (8550)	687	22,6	22,3	149	131	4,07	3,80
Rivière Pistuacanis (kilomètre 28,5)	660	1466 (9210)	1347	41,0	40,7	240	224	8,20	7,40
Rivière Isoukoustouc (kilomètre 26,8)	1180	2646 (10 390)	2527	74,1	73,8	385	371	16,40	15,5

* Bassin non régularisé par le lac Sainte-Anne

** Incluant le bassin versant du lac Sainte-Anne (7 744 km²)

Question 3

Le tableau 7-3 de la page 7-13 résume les variations de niveau annuelles dans chaque bassin pour une gamme de débits dont le débit module ($212 \text{ m}^3/\text{s}$). Le tableau inclut un débit de $185 \text{ m}^3/\text{s}$ et non de $212 \text{ m}^3/\text{s}$. L'initiateur doit expliquer ou corriger.

Réponse

Au tableau de la page 7-13, il faut lire un débit de $212 \text{ m}^3/\text{s}$ au lieu de $185 \text{ m}^3/\text{s}$.

Question 4

L'initiateur doit ajouter à la figure 7-6 de la page 7-14, portant sur le profil transversal de certaines sections de la rivière Toulnostouc pour le secteur à débit réduit, les niveaux d'eau correspondant à un débit de $20 \text{ m}^3/\text{s}$.

Réponse

Le tableau 11 présente les niveaux correspondant à un débit de $20 \text{ m}^3/\text{s}$ pour chaque section de rivière illustrée à la figure 7-6. Cette figure a d'ailleurs été révisée pour y inclure la ligne d'eau à $20 \text{ m}^3/\text{s}$.

Tableau 11 – Niveau de l'eau pour un débit de $20 \text{ m}^3/\text{s}$

Kilomètre	Niveau (m)
60,5	202,5
62,3	202,7
62,9	203,9
64,2	208,9

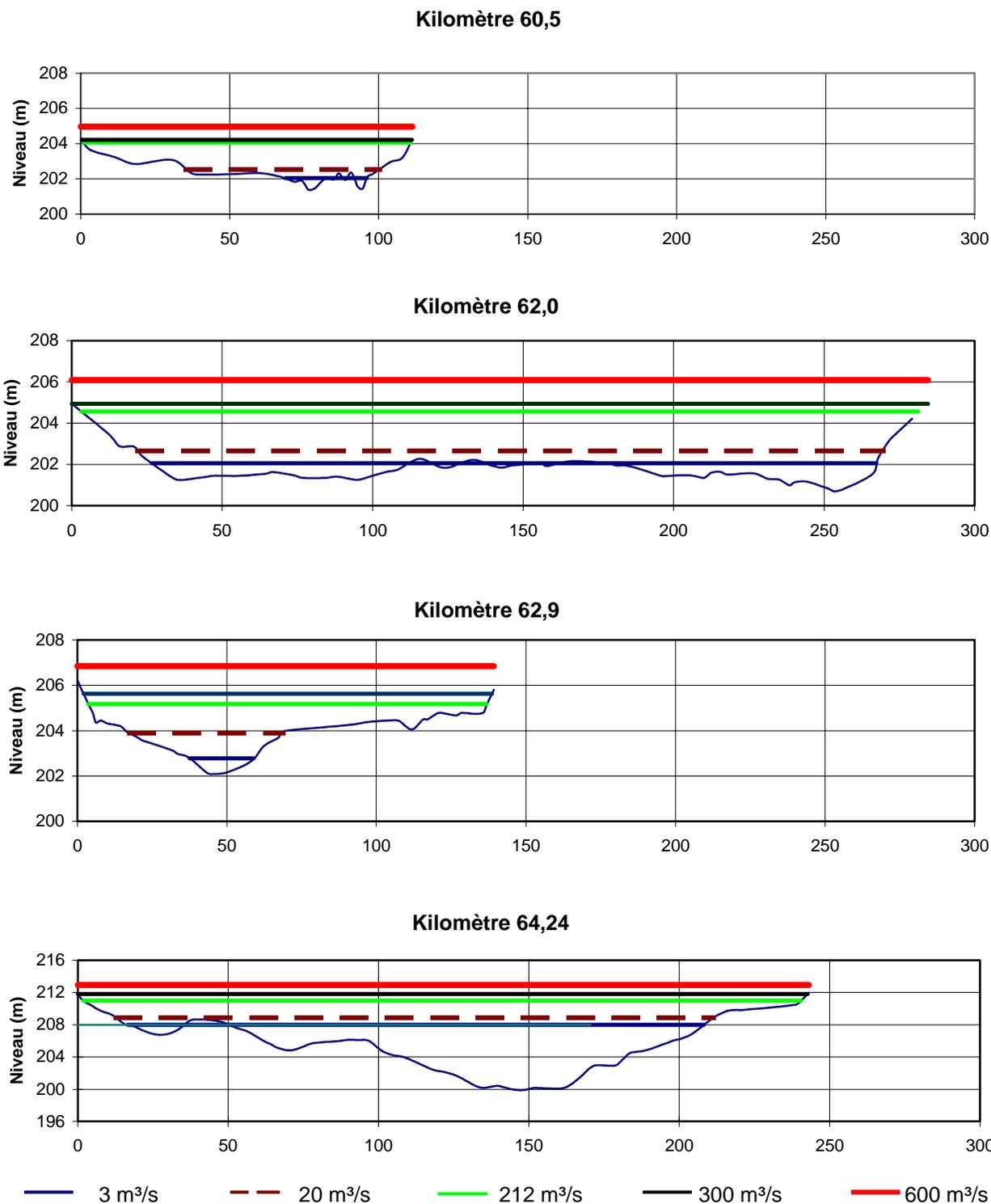


Figure 8 – Profil transversal de certaines sections de la rivière Toulnostouc – Secteur à débit réduit (figure 7-6 modifiée)

Question 5

À la page 7-20, les superficies indiquées dans le dernier paragraphe (1 450 000 et 650 000 m²) s'appliquent-elles aux plans d'eau seulement ou aux plans d'eau et aux rapides ? Dans le premier cas, l'initiateur devrait préciser la perte de superficie mouillée au niveau des rapides du secteur à débit réduit. Dans le deuxième cas, le promoteur devrait préciser la perte de superficie pour chacun, plans d'eau et rapides.

Réponse

Le tableau 12 ci-après indique les superficies mouillées à 3 m³/s (débit réservé) et à 212 m³/s (module actuel) pour les plans d'eau et les rapides ainsi que la différence entre ces superficies.

Tableau 12 – Perte de superficie mouillée

	Superficie mouillée (m ²)		Différence (m ²)
	À 3 m ³ /s	À 212 m ³ /s	
Bassins	655 117	924 459	269 342
Rapides	176 678	516 294	339 616
Total	831 795	1 440 753	608 958

Le texte de la page 7-20 dont il est question ici devrait donc se lire de la façon suivante : « Cette réduction du débit moyen, qui passera de 212 m³/s à 3 m³/s, s'accompagnera d'un abaissement de 1,8 m du niveau des rapides et de 3,0 m de celui des plans d'eau, dont la superficie passera de 1 441 000 à 832 000 m². »

Question 6

Un plan complet des infrastructures existantes et passées du barrage Sainte-Anne serait utile afin de visualiser les impacts du démantèlement de ces ouvrages.

Réponse

Le plan complet des infrastructures existantes et passées du barrage du Lac-Sainte-Anne n'est pas disponible. Vous trouverez ci-après les photos 2 et 3 qui montrent les infrastructures existantes et une simulation qui permet de visualiser les impacts visuels du démantèlement de ces ouvrages.



Photo 2 – Infrastructures existantes du lac Sainte-Anne



**Photo 3 – Simulation des infrastructures du lac Sainte-Anne
après le démantèlement des ouvrages**

Question 7

À la page 8-6, il nous apparaît que la configuration appropriée de la sortie du canal de fuite en rivière ne constitue pas une mesure d'atténuation, mais vise plutôt à minimiser les pertes de charge et donc optimiser le rendement de la centrale.

Réponse

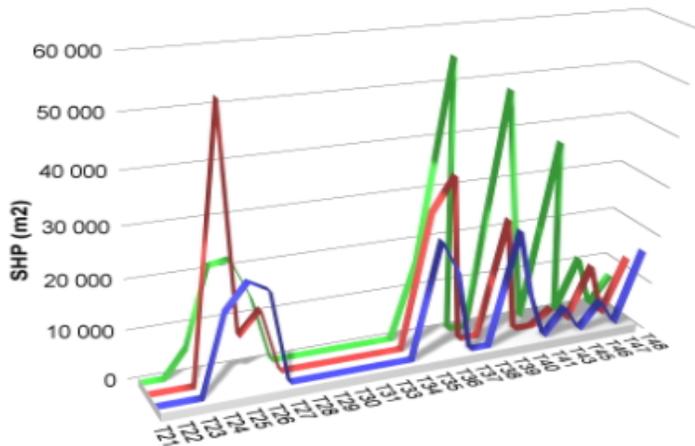
Il est vrai que la configuration de la sortie du canal de fuite permet de réduire les pertes de charge et d'optimiser le rendement de la future centrale. Cependant, elle permettra aussi de diriger les débits de la centrale dans l'axe longitudinal normal d'écoulement de la rivière, ce qui réduira la vitesse de l'eau frappant la rive droite opposée à la centrale et, du même coup, l'érosion à laquelle elle est soumise.

Question 8

Le graphique de la figure 12-3 de la page 12-17 est flou et difficile à lire, car le format est trop petit.

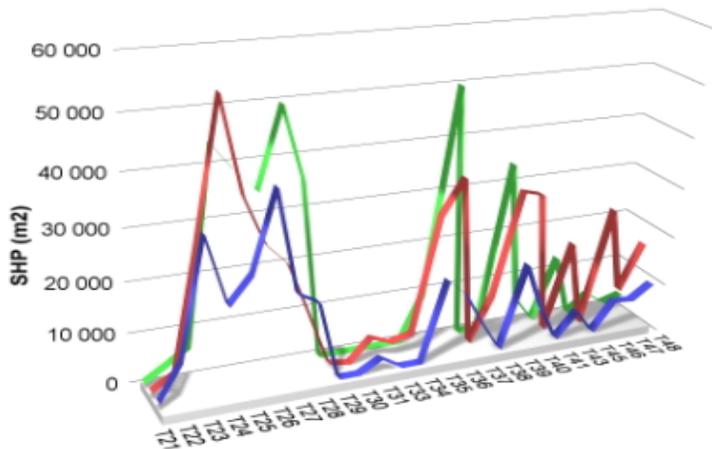
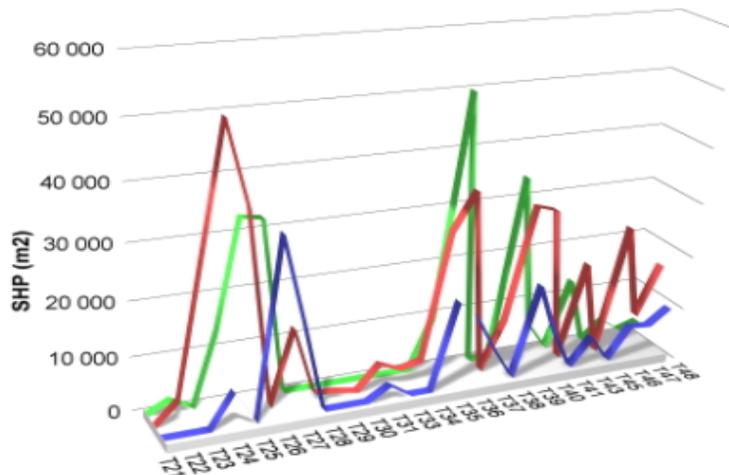
Réponse

Les graphiques indiquent les SHP du côté gauche de la rivière en bleu, ceux du centre en rouge et ceux du côté droit en vert.



Débit : 3 m³/s
SHP total : 679 263 m²

Débit : 212 m³/s
SHP total : 603 804 m²



Débit : 3 m³/s
SHP total : 963 959 m²
Aménagement d'un seuil à la section 21

Figure 9 – Graphiques de la figure 12-3

Question 9

À la figure 3-3 de la page 3-11, il y a une coquille dans la désignation du batardeau situé en amont du barrage. On devrait lire « batardeau d'amont » au lieu de « batardeau d'aval ».

Réponse

Effectivement. La figure 3-3 a été corrigée (voir l'annexe E).

Question 10

À la deuxième phrase du premier paragraphe de la section 10.1.3 de la page 10-4, l'initiateur devrait préciser les valeurs de quel site sont similaires à celles du lac Sainte-Anne et de la rivière Tournestouc ou corriger la phrase pour « ... démontrent des valeurs similaires dans le lac Sainte-Anne et dans la rivière Tournestouc ».

Réponse

La phrase devrait effectivement être corrigée comme il est suggéré de le faire, soit « [...] démontrent des valeurs similaires dans le lac Sainte-Anne et dans la rivière Tournestouc ».

Question 11

Le rapport d'avant-projet indique que le modèle prévisionnel sur la teneur en mercure dans la chair des poissons a été fait pour plusieurs espèces de poissons dont le grand corégone (point 12.2.3.2 de la page 12-27). Pourtant l'annexe L mentionne que le meunier rouge est l'espèce non piscivore pour laquelle le modèle a été appliqué. Dans ce contexte, la mention du grand corégone devrait être retirée.

Réponse

En effet, il faut retirer la mention du grand corégone dans la première phrase de la page 12-27.

Question 12

L'initiateur mentionne, à la page 12-27, que l'omble de fontaine vivant dans le tronçon à débit modifié pourrait se nourrir de poissons déchiquetés par leur passage dans les turbines et ainsi atteindre des concentrations en mercure comparables au brochet. Cette hypothèse est très plausible, car elle a été observée avec les corégones étudiés en aval de LG-2. La figure 12-9 doit être complétée avec une courbe pour l'omble de fontaine de 300 mm s'alimentant de chair de poisson. Il faut également, pour être conséquent avec cette prédiction, que le tableau 12-9, présentant la fréquence de consommation des poissons, soit revu en ce sens. En effet, la fréquence de consommation de l'omble de fontaine « piscivore » n'est pas la même que celle de l'omble de fontaine « normale ». Cette information est d'autant plus importante puisque les abords du canal de fuite pourraient être très fréquentés par les pêcheurs sportifs en raison de l'accessibilité des lieux.

Réponse

Le modèle ne peut simuler les teneurs en mercure de la chair d'une espèce initialement non piscivore qui change de régime alimentaire. En effet, le modèle se sert du rapport entre la teneur initiale de l'espèce non piscivore et la teneur initiale de l'espèce piscivore pour établir le taux de transfert entre les deux. Dans le cas des ombles de fontaine qui deviendraient piscivores, elles auraient des teneurs en mercure équivalentes à celles d'une espèce piscivore. De plus, leur croissance serait accélérée, de sorte qu'elles atteindraient 400 mm de longueur. Actuellement, les plus gros spécimens capturés dans la rivière Toulnostouc ne dépassent pas 320 mm.

Dans ce contexte, on peut utiliser la courbe générée pour le grand brochet du secteur à débit modifié, qui est présentée à la figure 12.9 du rapport d'avant-projet, pour estimer les teneurs pouvant être atteintes par les ombles de fontaine piscivores de 400 mm. Les données correspondantes sont présentées au tableau 13 ci-après. En ce qui concerne les ombles piscivores de 400 mm, il suffit d'ajouter à la légende correspondant à la courbe du brochet (figure 12.9) la mention *grand brochet de 700 mm et ombles de fontaine piscivores de 400 mm (à l'exception de la teneur de départ)*.

Pour ce qui est des ombles piscivores de 300 mm, qui ne peuvent se nourrir de proies aussi grosses, la moitié de l'augmentation prévue pour le brochet pourrait raisonnablement leur être attribuée, auquel cas on obtient les données présentées au tableau 13. La courbe représentant ces données peut être ajoutée à la figure 12-9.

Tableau 13 – Suggestion de consommation des ombles de fontaine dans le secteur à débit modifié du lac Sainte-Anne *

Espèce	Concentration actuelle en mercure (mg/kg)	Nombre actuel de repas par mois	Concentration future maximale en mercure (mg/kg)	Nombre futur de repas par mois
Ombles de fontaine piscivore de 300 mm	0,11	8	0,61	6
Ombles de fontaine piscivore de 400 mm	0,17	8	1,17	3

Considérant : * une exposition tolérable de 0,47 µg de mercure par jour, par kg de poids corporel
* un adulte de 60 kg de poids corporel
* une portion de 230 g (8 onces) par repas

* Selon le guide de consommation du poisson de pêche sportive en eau douce (MEF et MSSS, 1998)

En ce qui concerne la fréquence de consommation des ombles piscivores, les données sont présentées au tableau 14 ci-après qui tient compte des trois critères suivants : une exposition tolérable de 0,47 µg de mercure par jour par kg de poids corporel, un adulte de 60 kg de poids corporel et une portion de 230 g (8 onces) par repas.

Tableau 14 – Prédiction des teneurs en mercure des ombles de fontaine piscivores dans le secteur à débit modifié du lac Sainte-Anne

Âge de la nouvelle portion du lac Sainte-Anne (années)	Teneurs en mercure (mg/kg)	
	Ombles de fontaine de 300 mm	Ombles de fontaine de 400 mm
0	0,11	0,17
1	0,50	0,99
2	0,52	1,05
3	0,55	1,11
4	0,58	1,14
5	0,60	1,16
6	0,60	1,17
7	0,61	1,16
8	0,60	1,14
9	0,60	1,13
10	0,59	1,11
11	0,58	1,09
12	0,57	1,07
13	0,56	1,05
14	0,55	1,03
15	0,54	1,02
16	0,53	1,01
17	0,53	0,99
18	0,52	0,99
19	0,52	0,98
20	0,51	0,97
21	0,51	0,96
22	0,51	0,96
23	0,51	0,96
24	0,50	0,96
25	0,50	0,95
26	0,50	0,95
27	0,50	0,95
28	0,50	0,95
29	0,50	0,95
30	0,50	0,94

Question 13

Le mercure est traité dans le rapport d'avant-projet uniquement sous l'angle de la santé humaine. L'initiateur complétera les informations fournies en évaluant la problématique du mercure comme toxique pour les maillons supérieurs de la chaîne alimentaire (poisson piscivore, oiseaux de proies, etc.).

Réponse

Poissons piscivores

Le suivi des populations de poissons au complexe La Grande renseigne sur les effets potentiels du mercure sur les poissons piscivores. Les résultats de ce suivi ont montré que les populations de poissons n'ont pas été touchées par des concentrations de mercure de près de trois fois supérieures à celles prévues pour le nouveau secteur du lac Sainte-Anne. Au contraire, malgré ces fortes concentrations, le recrutement des principales espèces était à la hausse, de même que leur taux de croissance et leur facteur de condition (Deslandes *et al.*, 1994).

De plus, les concentrations maximales prévues dans la chair des poissons du nouveau secteur du lac Sainte-Anne ne dépassent pas la gamme variable des teneurs observées actuellement d'un secteur à l'autre de la région ou dans les milieux naturels d'autres bassins versants du Québec.

Oiseaux et mammifères piscivores

Parmi la faune, rares sont les espèces qui se nourrissent exclusivement de poissons, de sorte que leur niveau d'exposition au mercure est faible. En effet, la plupart ont un régime alimentaire varié composé de plantes ou d'insectes, ou encore de petits mammifères. Parmi les espèces exclusivement piscivores, la plupart mangent des proies relativement petites, moins chargées en mercure. De plus, comme il s'agit d'espèces à sang chaud, elles ont un métabolisme plus élevé que les poissons, ce qui leur permet d'excréter beaucoup plus rapidement le mercure. Plusieurs espèces d'oiseaux, comme le balbuzard pêcheur, ont une capacité de déméthylation du mercure grâce à certains organes, comme le foie, qui facilitent l'excrétion du mercure. Enfin, la forte affinité du méthylmercure avec certains tissus tels que les plumes des oiseaux et la fourrure des mammifères constitue un mécanisme d'excrétion du mercure très efficace en période de croissance et de mue. Dans l'environnement naturel, le mercure ne constitue donc pas une menace pour ces espèces.

Selon les résultats des études réalisées au complexe La Grande, les augmentations de la teneur en mercure de la chair des poissons qui ont été observées au complexe La Grande (qui sont beaucoup plus importantes que celles prévues pour le secteur du futur réservoir) ne mettent pas en danger les populations de balbuzards pêcheurs et de pygargues à tête blanche (DesGranges *et al.*, 1999 ; Laperle, 1999). Il en est de même pour les populations de visons et de loutres (Laperle, 1999 ; Laperle *et al.*, 1999 ; Schetagne *et al.*, 1999).

Les espèces d'oiseaux présentes dans la région qui pourraient être à risque si les augmentations prévues étaient équivalentes à celles observées au complexe La Grande sont le grand harle, le harle couronné et le plongeon huard (Laperle, 1999). Comme les teneurs maximales prévues dans

le cadre du projet de la Toulnostouc sont conformes à la variabilité naturelle des teneurs observées actuellement dans les lacs naturels, le futur niveau d'exposition au mercure de ces espèces ne serait pas significativement différent du niveau actuel. Leur population ne serait donc pas en danger.

En fait, seule la chair des ombles de fontaines piscivores se trouvant en aval de la future centrale pourrait voir sa teneur en mercure augmenter de façon importante, ce qui pourrait entraîner une hausse significative du niveau d'exposition pour la faune piscivore qui les consommerait régulièrement. Comme le grand harle, le harle couronné et le plongeon huard ne peuvent se nourrir de grosses ombles de fontaine susceptibles de devenir piscivores, ces espèces aviennes ne seraient pas plus exposées au mercure qu'elles ne le sont actuellement.

Un risque potentiel ne subsisterait que pour les visons ou les loutres de rivière se nourrissant d'ombles piscivores immédiatement en aval de la future centrale. Selon les densités de loutres de rivière et de vison relevées dans la région ou ailleurs en Amérique du Nord, seuls quelques individus de ces deux espèces pourraient fréquenter régulièrement cet endroit (Tecsult-Région Côte-Nord, 1998 ; Massé *et al.*, 2000 ; Consortium Roche/Desseau, 1995 ; Banfield, 1977 ; Reid *et al.*, 1994). L'augmentation de la teneur en mercure de la chair des ombles de fontaine en aval de la future centrale pourrait donc, dans le pire des cas, causer une hausse significative du niveau d'exposition au mercure de quelques loutres et de quelques visons. Même si le niveau d'exposition futur de ces quelques individus atteignait des valeurs critiques pour leur santé ou pour leur succès de reproduction, il ne s'ensuivrait pas d'effet significatif sur les populations de ces espèces dans la région.

Références

- BANFIELD, A.W.F. 1977. *Les mammifères du Canada*. Les Presses de l'université Laval et University of Toronto Press. 1974.
- CONSORTIUM ROCHE/DESSAU, 1995. *Aménagement hydroélectrique Sainte-Marguerite-3. Suivi environnemental 1994-95*. Inventaire de la grande et de la petite faune. Sainte-Foy, Québec : Le Consortium, octobre 1995. Pagination multiple.
- DESGRANGES, J.-L., J. RODRIGUE, B. TARDIF et M. LAPERLE, 1999. « Breeding Success of Osprey under High Seasonal Methylmercury Exposure » in *Mercury in the Biogeochemical Cycle : Natural Environments and Hydroelectric Reservoirs of Northern Québec*. Environmental Science Series, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg. Pp. 287-293.
- DESLANDES, J.-C., S. GUÉNETTE et R. FORTIN, 1994. *Évolution des communautés de poissons de milieux affectés par l'aménagement du complexe La Grande, Phase 1 (1977-1992)*. Rapport synthèse préparé par l'Université du Québec à Montréal pour la vice-présidence Environnement d'Hydro-Québec. 89 p.
- DOYON, J.-F. et R. SCHETAGNE, 1999. *Réseau de suivi environnement du complexe La Grande, Phase 1 (1997-1998). Évolution des teneurs en mercure et études complémentaires*. Rapport conjoint du Groupe-conseil Génivar inc. et d'Hydro-Québec, unité Hydraulique et Environnement de la direction Expertise et support technique de production. 89 p. et annexes.
- LAPERLE, M. 1999. *Évaluation des risques écotoxicologiques chez la faune exposée au méthylmercure contenu dans le biote des réservoirs*. Rapport présenté à l'unité Hydraulique et Environnement de la direction Expertise et support technique de production d'Hydro-Québec. 74 p. et annexes.

- LAPERLE, M., J. SBEGHEN et D. MESSIER, 1999. « Assessment of the Ecotoxic Risk of Methylmercury Exposure in Mink (*Mustela vison*) Inhabiting Northern Québec » in *Mercury in the Biogeochemical Cycle : Natural Environments and Hydroelectric Reservoirs of Northern Québec*. Environmental Science Series, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg. Pp. 275-285.
- MASSÉ, H., R. PERREAULT et Y. LEBLANC, 2000. *Dérivation partielle de la rivière Romaine. Inventaire de la petite faune*. En préparation.
- REID, D. G., T. E. CODE, A. C. H. REID et S. M. HERRERO, 1994. *Spacing, Movements, and Habitat Selection of the River Otter in Boreal Alberta*. Canadian Journal of Zoology 72 : 1314- 1324.
- SCHETAGNE, R., M. LUCOTTE, N. THÉRIEN, C. LANGLOIS et A. TREMBLAY, 1999. « Synthesis » in *Mercury in the Biogeochemical Cycle : Natural Environments and Hydroelectric Reservoirs of Northern Québec*. Environmental Science Series, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg. Pp. 295-316.
- SCHETAGNE, R. et R. VERDON. 1999. « Post-Impoundment Evolution of Fish Mercury Levels at the La Grande Complex, Quebec, Canada (from 1978 to 1996) » in *Mercury in the Biogeochemical Cycle : Natural Environments and Hydroelectric Reservoirs of Northern Québec*. Environmental Science Series, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, 1999. pp. 235-258.
- STRANGE, N. E. et R. A. BODALY, 1997. *Mercury in Fish in Northern Manitoba Reservoirs and Associated Water Bodies ; Summary Report for 1992, 1994 and 1996 Sampling. Program for Monitoring Mercury Concentrations in Fish in Northern Manitoba Reservoirs*. Canada Department of Fisheries and Oceans, Manitoba Hydro, Manitoba Department of Natural Resources and Hydro-Québec, Winnipeg, Manitoba.
- TECSULT-RÉGION CÔTE-CORD, 1998. *Centrale de la Toulnostouc. Étude de faisabilité-faune terrestre. Inventaire de l'original et des pistes de petite faune à l'hiver 1998*. Rapport d'activité présenté à l'unité Conception des installations et Programmes du groupe Production d'Hydro-Québec. Baie-Comeau. 23 p. et 1 carte.

Question 14

Le tableau L-5 de la page L-11, relatif au calcul du taux d'exportation de mercure en aval du secteur du futur réservoir, présente un débit réservé annuel moyen de 8 m³/s, alors que le débit réservé indiqué sur la carte C est de 3 m³/s. L'initiateur doit clarifier ce détail.

Réponse

Le débit réservé au site du futur barrage sera bien de 3 m³/s. Toutefois, dans les calculs d'exportation du mercure en aval de cet ouvrage, on doit aussi tenir compte des débits évacués par l'évacuateur de crues situé à proximité. Même s'il est conçu pour laisser passer jusqu'à 3 500 m³/s, on estime que le débit évacué variera généralement entre 3 et 510 m³/s. Si on tient compte de ces débits évacués en plus du débit réservé (3 m³/s), le débit moyen annuel provenant du nouveau plan d'eau est estimé à 8 m³/s, tel qu'indiqué au tableau L-5 de la page L-11 dans le volume 2 du rapport d'avant-projet.

On note que le début du dernier paragraphe de la page L-10 devrait se lire comme suit : « Pour le secteur à débit réduit, où la centrale de la Toulnostouc recevra un débit annuel moyen de 8 m³/s, on ajoutera [...] ».

Question 15

À l'avant-dernier paragraphe de la page 10-15, en ce qui a trait à l'évolution projetée des concentrations en mercure dans la chair des poissons, on devrait lire « section 12.2.2.3.2 » au lieu de « section 12.3.2 ».

Réponse

Effectivement.

Question 16

Au tableau 12-3 de la page 12-3 portant sur la biomasse de poissons par unité d'effort, le total de la colonne du secteur à débit modifié semble erroné. Celui-ci devrait être 3,5 plutôt que 7,5.

Réponse

La valeur totale est correcte, mais les données par espèce sont erronées. Les valeurs correctes sont présentées au tableau 15 ci-après.

Tableau 15 – Biomasse par unité d'effort (BUE) pour le secteur à débit modifié

Espèce	BUE (kg/nuit-filet)
Ombles de fontaine	0,2
Meunier rouge	0,6
Meunier noir	2,3
Grand brochet	4,2
Grand corégone	0,2
Lotte	0
Mulet perlé	0
Ménomini rond	<0,1
Total	7,5

Question 17

Le tableau 19-1 de la page 19-6 présente le bilan des impacts et des mesures d'atténuation particulières relatives à la végétation riveraine et aquatique. Comme mesure d'atténuation particulière, l'étude prévoit de valoriser les milieux humides situés en périphérie ou de créer des milieux humides par endiguement de ruisseau. L'initiateur doit fournir plus de détails quant à la localisation et aux superficies des milieux qui seront valorisés ou créés.

Réponse

Trois types de mesures d'atténuation peuvent être proposés pour valoriser certains des milieux humides situés en périphérie du secteur du futur réservoir ou pour y en créer, soit l'endiguement de baies, la mise en place d'un seuil dans un tributaire et l'endiguement de ruisseaux.

Deux baies pourraient être soustraites du marnage du lac Sainte-Anne par endiguement du pourtour de ce plan d'eau (sites 1 et 2) : une baie comprenant deux tributaires bordés d'aulnaies et située entre les lacs A et B ainsi que la grande baie ceinturant le lac C près du futur barrage. Ces baies se trouvent respectivement à l'est du lac B (site 1, 50°01'N 67°57'O) et à la hauteur du lac C, au nord du futur barrage ((site 2, 50°01'30"N 68°01'30"O). Le plan d'eau endigué par ces baies fluctuera de manière naturelle, à l'abri du marnage du lac Sainte-Anne, ce qui permettrait l'installation à moyen et à long termes de nouveaux milieux humides (arbustaises riveraines, prairies humides et herbiers aquatiques).

Un seuil pourrait être implanté dans la rivière Fontmarais (site 3) pour créer un milieu propice au développement d'une végétation riveraine et aquatique. La rivière Fontmarais est située au nord-ouest du lac Sainte-Anne. Sur une longueur d'environ 3 km, son cours inférieur est sous l'influence du marnage prononcé du lac Sainte-Anne. Il en résulte que le lit de la rivière s'est considérablement élargi par érosion et ensablement. La mise en place d'un seuil à son embouchure (site 3, 50°12'30"N 67°56'30"O) soustrairait le cours inférieur de la rivière au marnage du lac Sainte-Anne et de son agrandissement et permettrait la colonisation de la majorité des superficies actuellement stériles par une végétation riveraine ou aquatique.

Des endiguements de ruisseaux pourraient être réalisés à l'extérieur du nouveau plan d'eau afin de créer des milieux humides plus importants (sites 4 à 7). Les sites où des ruisseaux pourraient être endigués se trouvent respectivement au nord-ouest du barrage du Lac-Sainte-Anne (site 4, 50°06'40"N 67°58'O ; site 5, 50°07'N 67°59'20"O), au nord du lac A (site 6, 50°03'N 67°57'O) et au nord du lac C (site 7, 50°02'25 "N 68°01'30"O). Le site 4 est centré sur un lac ; l'endiguement de sa décharge permettrait d'accroître la superficie d'habitat riverain en périphérie. Un milieu humide existe présentement à la charge du lac. Le site 5 est au point de confluence de deux ruisseaux ; un milieu humide d'environ 3 ha occupe le centre de ce site. Le site 6 est centré sur un lac dont l'endiguement de la décharge permettrait d'accroître la superficie d'habitat riverain. Le site 7 est similaire au site 5, c'est-à-dire qu'il occupe une platière cernant le point de confluence de deux ruisseaux.

Ci-après, la figure 10 montre les sept sites et le tableau 16 indique la superficie des milieux humides qui pourraient être créés ou mis en valeur

Tableau 16 – Milieux humides pouvant être créés ou valorisés

Site	Superficie estimée (ha)
1 (baie)	53,6
2 (baie)	28,9
3 (rivière)	28,0
4 (ruisseau)	12,4
5 (ruisseau)	14,2
6 (ruisseau)	9,1
7 (ruisseau)	9,1
Total	155,3

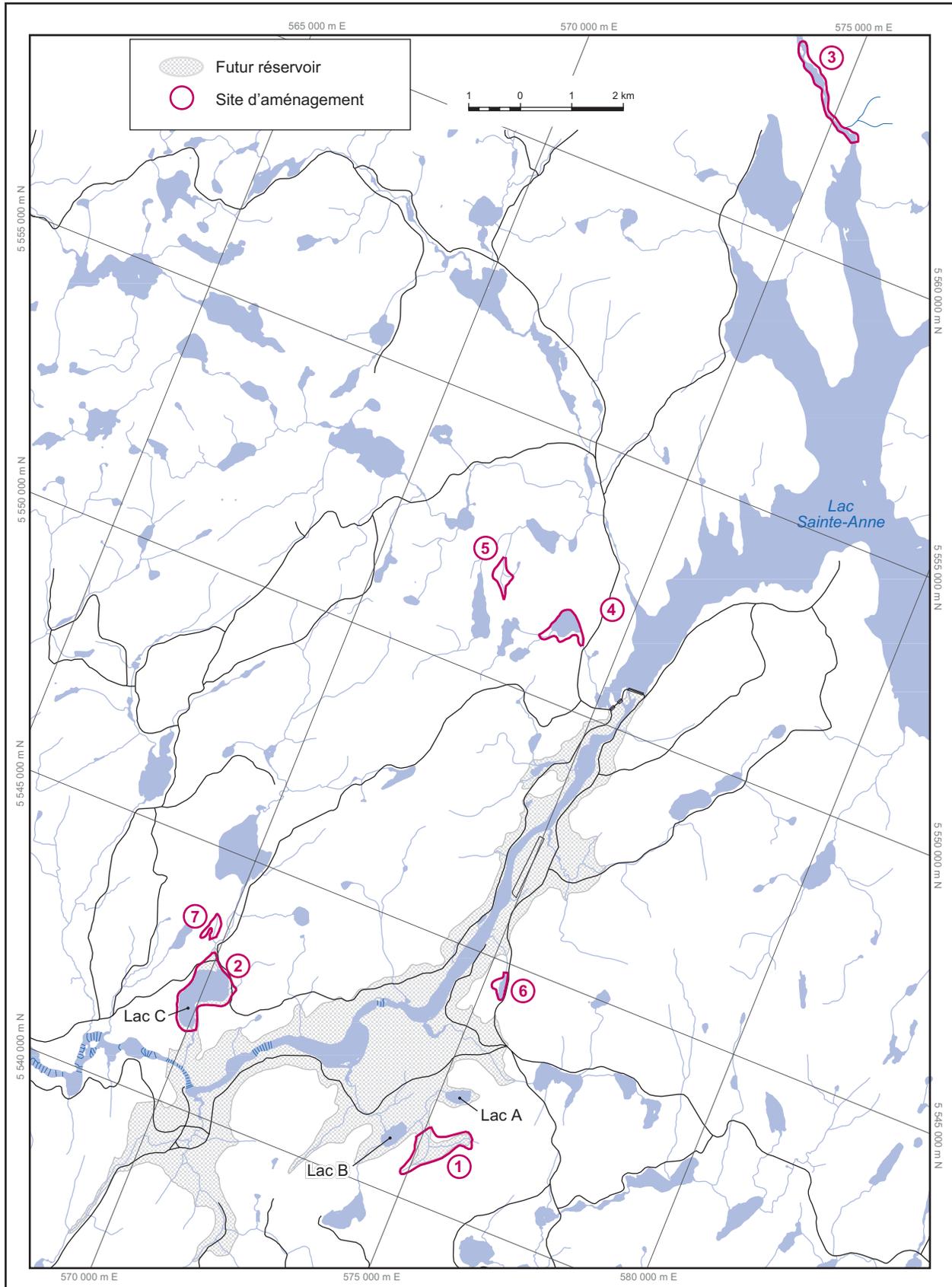


Figure 10 – Emplacement des sites d'aménagement de milieux humides

Question 18

La section 21.2.2.2 de la page 21-4 traite du suivi de l'efficacité des mesures d'atténuation en regard de la faune ichthyenne. En raison du marnage dans le réservoir et de la modification du débit dans le secteur à débit réduit, l'initiateur doit tenir compte, dans son programme de suivi environnemental, de l'accessibilité aux frayères, qui seront situées dans les tributaires, par l'omble de fontaine en période de reproduction. Le cas échéant, il doit prévoir des mesures visant à permettre l'accessibilité des frayères aux géniteurs.

Réponse

Cette question sera validée dans le cadre du suivi et elle est prise en considération dans la conception des ouvrages (l'étude sera achevée cet l'automne).

Question 19

Concernant le grand brochet, les risques de mortalité, associés à l'exploitation de la centrale, devraient être évalués de la façon la plus précise possible et l'initiateur devrait démontrer que tout est fait pour éviter les mortalités et justifier les mortalités résiduelles en termes d'atténuation et de contraintes d'ingénierie, de rentabilité ou autres.

Réponse

L'étude a soulevé la possibilité que les baisses du niveau de l'eau en aval de la future centrale, dues à un mode de gestion en pointes, obligeront des poissons à se réfugier dans le substrat ou dans des cuvettes. Ce sont surtout les jeunes individus qui seraient susceptibles d'être touchés, les poissons adultes sélectionnant en général des endroits plus profonds. Entre les pointes, lorsque le niveau s'abaissera, l'habitat aquatique sera toujours suffisant pour accommoder l'ensemble des poissons présents. Les risques d'échouage concernent principalement les jeunes poissons qui utilisent surtout les zones peu profondes et qui y seraient emprisonnés lorsque le niveau s'abaissera.

Des oscillations récurrentes du niveau de l'eau surviendront durant les périodes de forte demande d'énergie pour le patron de production en pointes décrit dans le rapport d'avant-projet (débit de 120 m³/s avec deux pointes quotidiennes à 360 m³/s). C'est surtout en amont du rapide du kilomètre 40 que les baisses de niveau se feront sentir (entre 1,5 et 2,0 m en amont de ce rapide, selon l'endroit). Dans ces tronçons, la baisse de niveau variera entre 0,3 cm/min et plus de 2 cm/min.

Sur deux rivières de Norvège, Saltveit *et al.* (1999) ont observé que les jeunes salmonidés (saumon atlantique 1+ et truite brune 0+) peuvent s'échouer. Dans de telles conditions, ils observent aussi que les poissons peuvent survivre plusieurs heures dans le substrat, mais que le taux d'échouage et le taux de survie varient selon la saison (il y aurait plus d'échouage et de mortalité en hiver qu'en été).

En aval du rapide du kilomètre 40, la baisse de niveau sera inférieure à 1 m et deviendra de plus en plus faible en direction du réservoir Manic 2, où elle sera pratiquement nulle. Le taux d'abaissement du niveau dans ces tronçons variera entre 0 et 0,2 cm/min. Les risques d'échouage existent donc surtout dans les tronçons compris entre la future centrale et le kilomètre 40.

Sur une base annuelle, ces risques d'échouage se produiront durant les périodes de forte demande d'énergie, l'hiver et l'été, lorsque la gestion en pointes sera adoptée. En ce qui concerne le grand brochet, les tronçons qui offrent un meilleur potentiel pour la reproduction se situent en grande majorité en aval du kilomètre 40. Ceci diminue en bonne partie les risques que des jeunes brochets s'échouent. En ce qui concerne les adultes, l'impact est considéré comme négligeable.

Référence

SALVEIT, S. J., J. K. ARNEKLEIV, J. HALLERAKER et A. HARBY, 1999. *Experimental studies on the effect of rapid flow decreases on juvenile Atlantic salmon (Salmo salar) and brown trout (Salmo trutta)*. Extended abstract for the 3rd International Symposium on Ecohydraulics, Salt Lake City, 12-16 July 1999.

Question 20

Une faute typographique s'est glissée dans le tableau N-20 portant sur les fourrures transigées dans les unités de gestion des animaux à fourrure 57 et 59 entre 1994 et 1999. On devrait lire « UGAF 59 » au lieu de « UGAF 49 » pour l'année 1998-1999.

Réponse

Effectivement, à la dernière colonne du tableau N-20, on devrait lire UGAF 59 au lieu de UGAF 49.

Question 21

Le carcajou est une espèce faunique désignée menacée au Québec. Une correction devra être apportée en ce sens au dernier paragraphe de la page P-1, où il a été regroupé parmi les espèces susceptibles d'être désignées menacées ou vulnérables au Québec.

Réponse

Le dernier paragraphe de la page P-1 devrait plutôt se lire comme suit : « Cependant, une espèce faunique menacée et six espèces fauniques susceptibles d'être désignées menacées ou vulnérables, qu'on peut trouver dans la zone d'influence de par leur distribution au Québec, ont été repérées. L'espèce menacée est le carcajou (*Gulo gulo*), alors que les espèces susceptibles d'être désignées menacées ou vulnérables sont les suivantes : la musaraigne pygmée (*Sorex hoyi*), le campagnol-lemming de Cooper (*Synaptomys cooperi*), le campagnol des rochers (*Microtus chrotorrhinus*), la belette pygmée (*Mustela nivalis*), le cougar (*Felis concolor*) et le lynx du Canada (*Lynx canadensis*). »

Question 22

Le tableau 7-2 de la page 7-9 devrait être clarifié, car on ne comprend pas pourquoi les débits modules et de crues futures sont inférieurs aux conditions actuelles.

Réponse

Les valeurs fournies au tableau 7-2 indiquent les débits de crue actuels et futurs des bassins intermédiaires à un point kilométrique donné. Comme le futur barrage régularisera une portion supplémentaire de la rivière, il est normal que les débits de crue diminuent en aval de cet ouvrage (aux kilomètres inférieurs à 67,5). Par exemple, au point de confluence de la rivière Toulnostouc et de la rivière Rocque, le débit d'apport intermédiaire passera de 52 m³/s (217 km²) à 28 m³/s (52 km²).

Question 23

Il faudrait préciser si les apports d'eau au lac Sainte-Anne identifiés à la page 7-2 et à la figure 7-1 de l'étude sont uniquement ceux de la rivière Toulnostouc ou de tout le bassin versant en amont du barrage existant.

Réponse

Il s'agit des apports du bassin versant de la rivière Toulnostouc et de tous ses tributaires en amont du barrage du Lac-Sainte-Anne.

Question 24

Au chapitre 14 portant sur la faune avienne, concernant plus spécifiquement la sauvagine, l'étude d'impact ne tient compte que d'une partie des données disponibles sur les oiseaux migrateurs pour ce secteur. Par exemple, pour le Canard noir, seul le quadrat 52 des données d'inventaire du SCF est considéré, alors que la zone d'étude englobe aussi les quadrats 60 (1990-1992), 2A31 (1990-1992, 1996 et 1999), 2B32 (1996-1997), 2D36 (1998-1999) et 2D37 (1990-1994, 1998-1999). Afin de compléter l'image temporelle et spatiale de la sauvagine, l'étude devrait inclure ces données.

Réponse

Les observations d'oiseaux de l'étude de Ouellet et Ouellet (1963) réalisées durant la saison de reproduction dans la zone d'influence en 1959 et les résultats des inventaires effectués dans les quadrats 2A31, 2B32, 2D36 et 2D37 du plan conjoint sur le canard noir entre 1990 et 2000 (Bordage, 2000) ont été intégrés à la liste partielle des espèces d'oiseaux rapportées pour la région de la zone d'étude qui était présentée dans la section « Résultats bruts - Données historiques et données des inventaires de 1999 » de l'annexe Q. De plus, l'annexe sur les données du plan conjoint sur le canard noir a été mis à jour.

Ainsi dans la zone d'influence et à proximité, 103 espèces ont déjà été observées au cours de la saison de reproduction, dont 42 sont associées aux milieux humides (voir le tableau 17, Gauthier et Aubry, 1995 ; Larivée, 1998 ; Bordage, 2000; Ouellet et Ouellet, 1963).

Tableau 17 – Liste partielle des espèces d’oiseaux rapportées pour la région de la zone d’étude du projet de la centrale Toulnostouc durant la saison de reproduction

Famille et espèce	Étude des populations d’oiseaux du Québec (É.P.O.Q).			Observations de Réginald Ouellet	Atlas des oiseaux nicheurs du Québec méridional	Inventaire du Plan conjoint sur le Canard noir
	Lac Sainte-Anne (3 feuillets)	Lac Fléché (1 feuillet)	Lac Bourdon (1 feuillet)	Lac Saint-Anne juin et juillet 1959	(9 parcelles)	(4 quadrats)
GAVIIDAE						
Plongeon huard <i>Gavia immer</i> ^(A)	+(B)			+	+	+
PODICIPEDIDAE						
Grèbe esclavon <i>Podiceps auritus</i>				+		
ARDEIDAE						
Butor d’Amérique <i>Botaurus lentiginosus</i>		+				
Grand Héron <i>Ardea herodias</i>					+	
ANATIDAE						
Bernache du Canada <i>Branta canadensis</i>				+		+
Canard branchu <i>Aix sponsa</i>						+
Sarcelle d’hiver <i>Anas crecca</i>	+			+	+	+
Canard noir <i>Anas rubripes</i>	+			+	+	+
Canard colvert <i>Anas platyrhynchos</i>						+
Fuligule à collier <i>Aythya collaris</i>	+				+	+
Garrot à oeil d’or <i>Bucephala clangula</i>	+			+	+	+
Garrot d’Islande <i>Bucephala islandica</i>						+
Macreuse à front blanc <i>melanitta perspicillata</i>						+
Harle couronné <i>Lophodytes cucullatus</i>						+
Grand Harle <i>Mergus merganser</i>				+	+	+
ACCIPITRIDAE						
Balbuzard pêcheur <i>Pandion haliaetus</i>	+			+	+	
Épervier brun <i>Accipiter striatus</i>	+				+	
Autour des palombes <i>Accipiter gentilis</i>				+		
Buse à queue rousse <i>Buteo jamaicensis</i>	+			+	+	
Buse pattue <i>Buteo lagopus</i>	+					
FALCONIDAE						
Crécerelle d’Amérique <i>Falco sparverius</i>	+				+	
Faucon pèlerin <i>Falco peregrinus</i>				+		
PHASIANIDAE						
Tétras du Canada <i>Dendragapus canadensis</i>	+			+		
Gélinotte huppée <i>Bonasa umbellus</i>	+			+	+	
CHARADRIIDAE						
Pluvier kildir <i>Charadrius vociferus</i>				+		
SCOLOPACIDAE						
Chevalier grivelé <i>Actitis macularia</i>	+			+	+	
Bécassine des marais <i>Gallinago gallinago</i>				+		

Famille et espèce	Étude des populations d'oiseaux du Québec (É.P.O.Q).			Observations de Réginald Ouellet	Atlas des oiseaux nicheurs du Québec méridional	Inventaire du Plan conjoint sur le Canard noir
	Lac Sainte-Anne (3 feuillets)	Lac Fléché (1 feuillet)	Lac Bourdon (1 feuillet)	Lac Saint-Anne juin et juillet 1959	(9 parcelles)	(4 quadrats)
Tournepière à collier <i>Arenaria interpres</i>				+		
LARIDAE						
Goéland argenté <i>Larus argentatus</i>	+ (nid et œufs)			+	+	
Goéland marin <i>Larus marinus</i>	+			+		
STRIGIDAE						
Grand-duc d'Amérique <i>Bubo virginianus</i>				+	+	
Nyctale de Tengmalm <i>Aegolius funereus</i>				+		
CAPRIMULGIDAE						
Engoulevent d'Amérique <i>Chordeiles minor</i>	+			+	+	
Engoulevent bois-pourri <i>Caprimulgus vociferus</i>				+		
TROCHILIDAE						
Colibri à gorge rubis <i>Archilochus colubris</i>				+		
ALCEDINIDAE						
Martin-pêcheur d'Amérique <i>Ceryle alcyon</i>	+		+	+ (nid + œufs)	+	
PICIDAE						
Pic mineur <i>Picoides pubescens</i>					+	
Pic chevelu <i>Picoides villosus</i>			+			
Pic tridactyle <i>Picoides tridactylus</i>	+			+	+	
Pic à dos noir <i>Picoides arcticus</i>				+		
Pic flamboyant <i>Colaptes auratus</i>	+		+	+ (adulte + jeunes)	+	
Grand Pic <i>Dryocopus pileatus</i>			+			
TYRANNIDAE						
Moucherolle à côtés olive <i>Nuttallornis borealis</i>	+			+	+	
Moucherolle à ventre jaune <i>Empidonax flaviventris</i>	+		+	+	+	
Moucherolle des aulnes <i>Empidonax alnorum</i>	+		+		+	
Moucherolle des saules <i>Empidonax traillii</i>				+		
Moucherolle tchébec <i>Empidonax minimus</i>	+		+	+	+	
HIRUDINIDAE						
Hirondelle bicolore <i>Tachycineta bicolor</i>	+			+ (nid + œufs)	+	
Hirondelle de rivage <i>Riparia riparia</i>	+				+	
Hirondelle rustique <i>Hirundo rustica</i>	+			+	+	
CORVIDAE						
Mésangeai du Canada <i>Perisoreus canadensis</i>	+			+ (adulte + jeunes)	+	

Familie et espèce	Étude des populations d'oiseaux du Québec (É.P.O.Q).			Observations de Réginald Ouellet	Atlas des oiseaux nicheurs du Québec méridional	Inventaire du Plan conjoint sur le Canard noir
	Lac Sainte-Anne (3 feuillets)	Lac Fléché (1 feuillet)	Lac Bourdon (1 feuillet)	Lac Saint-Anne juin et juillet 1959	(9 parcelles)	(4 quadrats)
Corneille d'Amérique <i>Corvus brachyrhynchos</i>	+			+	+	
Grand Corbeau <i>Corvus corax</i>	+		+	+	+	
PARIDAE						
Mésange à tête noire <i>Parus atricapillus</i>	+				+	
Mésange à tête brune <i>Parus hudsonicus</i>	+			+ (adulte + jeunes)	+	
SITTIDAE						
Sittelle à poitrine rousse <i>Sitta canadensis</i>			+	+	+	
CERTHIIDAE						
Grimpereau brun <i>Certhia americana</i>				+		
TROGLODYTIDAE						
Troglodyte mignon <i>Troglodytes troglodytes</i>	+		+	+ (nids + jeunes)	+	
MUSCICAPIDAE						
Roitelet à couronne dorée <i>Regulus satrapa</i>			+	+		
Roitelet à couronne rubis <i>Regulus calendula</i>	+		+	+	+	
Grive de Bicknell <i>Catharus bicknelli</i>				+		
Grive à dos olive <i>Catharus ustulatus</i>	+		+		+	
Grive solitaire <i>Catharus guttatus</i>	+		+	+	+	
Merle d'Amérique <i>Turdus migratorius</i>	+		+	+ (nid + œufs)	+	
BOMBYCILLIDAE						
Jaseur d'Amérique <i>Bombycilla cedrorum</i>	+		+	+	+	
STURNIDAE						
Étourneau sansonnet <i>Sturnus vulgaris</i>				+ (nid + œufs)		
VIREONIDAE						
Viréo à tête bleue <i>Vireo solitarius</i>				+	+	
Viréo de Philadelphie <i>Vireo philadelphicus</i>	+		+		+	
Viréo aux yeux rouges <i>Vireo olivaceus</i>	+		+	+	+	
EMBERIZIDAE						
Paruline obscure <i>Vermivora peregrina</i>	+		+	+	+	
Paruline à joues grises <i>Vermivora ruficapilla</i>	+		+	+	+	
Paruline à collier <i>Parula americana</i>				+		
Paruline jaune <i>Dendroica petechia</i>	+			+	+	
Paruline à tête cendrée <i>Dendroica magnolia</i>	+	+	+	+	+	
Paruline tigrée <i>Dendroica tigrina</i>	+		+		+	
Paruline bleue <i>Dendroica caerulescens</i>					+	
Paruline à croupion jaune <i>Dendroica coronata</i>	+		+	+	+	
Paruline à gorge noire <i>Dendroica virens</i>			+		+	

Famille et espèce	Étude des populations d'oiseaux du Québec (É.P.O.Q).			Observations de Réginald Ouellet	Atlas des oiseaux nicheurs du Québec méridional	Inventaire du Plan conjoint sur le Canard noir
	Lac Sainte-Anne (3 feuillets)	Lac Fléché (1 feuillet)	Lac Bourdon (1 feuillet)	Lac Saint-Anne juin et juillet 1959	(9 parcelles)	(4 quadrats)
Paruline à gorge orangée <i>Dendroica fusca</i>			+	+		
Paruline à poitrine baie <i>Dendroica castanea</i>	+		+	+	+	
Paruline rayée <i>Dendroica striata</i>	+				+	
Paruline noir et blanc <i>Mniotilta varia</i>			+		+	
Paruline flamboyante <i>Setophaga ruticilla</i>	+		+	+	+	
Paruline couronnée <i>Seiurus aurocapillus</i>				+		
Paruline des ruisseaux <i>Seiurus noveboracensis</i>	+			+	+	
Paruline triste <i>Oporornis philadelphia</i>	+			+	+	
Paruline masquée <i>Geothlypis trichas</i>	+		+	+	+	
Paruline à calotte noire <i>Wilsonia pusilla</i>	+		+	+	+	
Paruline du Canada <i>Wilsonia canadensis</i>				+		
Bruant familier <i>Spizella passerina</i>	+			+	+	
Bruant fauve <i>Passerella iliaca</i>	+			+	+	
Bruant chanteur <i>Melospiza melodia</i>					+	
Bruant de Lincoln <i>Melospiza lincolni</i>	+		+	+	+	
Bruant des marais <i>Melospiza georgiana</i>	+		+	+	+	
Bruant à gorge blanche <i>Zonotrichia albicollis</i>	+		+	+	+	
Junco ardoisé <i>Junco hyemalis</i>	+		+	+ (adulte + jeunes)	+	
Carouge à épaulettes <i>Agelaius phoeniceus</i>	+		+		+	
Quiscale rouilleux <i>Euphagus carolinus</i>	+				+	
FRINGILLIDAE						
Dur-bec des sapins <i>Pinicola enucleator</i>				+	+	
Roselin pourpré <i>Carpodacus purpureus</i>	+		+	+	+	
Bec-croisé bifascié <i>Loxia leucoptera</i>				+	(+)	
Tarin des pins <i>Carduelis pinus</i>	+		+	+ (adulte + jeunes)	+	
Chardonneret jaune <i>Carduelis tristis</i>				+		
Gros-bec errant <i>Coccothraustes vespertinus</i>	+			+	(+)	

Sources : Larivée, 1998; Bordage, 2000 ; Gauthier et Aubry, 1995 ; Ouellet et Ouellet, 1963.

[A] Les espèces en caractère gras sont des espèces pour lesquelles les milieux humides constituent des habitats de reproduction.

[B] + indique la présence d'une espèce. Les 5 feuillets d'É.P.O.Q. présentent des observations du mois de juin (période 1985-1995). Pour les observations de l'Atlas des oiseaux nicheurs du Québec méridional, le + indique que l'espèce est nicheuse (confirmée, probable ou possible) et (+) indique que l'espèce a été observée en période de nidification sans qu'il y ait des signes de nidification.

Tableau 18 – Abondance moyenne annuelle de la sauvagine nicheuse dans quatre quadrats inventoriés dans le cadre du plan conjoint sur le canard noir dans le voisinage de la zone d'influence entre 1990 et 2000

Espèces	Quadrat*				Moyenne par quadrat (pondérée selon le nombre d'années)
	2A31 (1990,1991,1992,1996, 1999 et 2000)**	2B32 (1996,1997, 2000)	2D36 (1998,1999)	2D37 (1990 à 1994,1998 et 1999)	
Plongeon huard	2,2***	0,0	2,0	0,9	1,3
Bernache du Canada	5,7	0,4	0,0	0,1	2,0
Canard branchu	0,0	0,0	1,0	0,3	0,2
Canard noir	14,8	0,0	8,0	4,4	7,5
Canard colvert	0,2	0,0	0,0	0,0	0,1
Sarcelle d'hiver	1,3	0,0	1,0	0,1	0,6
Fuligule à collier	4,2	0,0	1,0	3,9	3,0
Garrot à œil d'or	14,3	2,2	2,0	3,4	6,7
Garrot d'Islande	1,4	0,4	0,0	1,3	1,1
Garrot sp.	0,5	0,0	0,0	0,0	0,8
Macreuse à front blanc	1,7	0,0	0,0	0,0	0,6
Grand harle	1,5	0,0	1,0	1,1	1,1
Harle couronné	1,2	0,0	1,0	0,0	0,5
Plongeur sp.	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Total nb espèces	11	3	8	9	12
nb de couples nicheurs	48,9	3,1	17,0	15,6	24,8
nb couples nicheurs/espèce	4,4	1,0	2,1	1,7	2,1

Source : Bordage, 2000.

* Le quadrat 2A31 correspond aux coordonnées géographiques 50°09" de latitude ouest et 68°14" de longitude nord. Ce quadrat est situé à environ 20 km à l'ouest-nord-ouest du barrage du Lac-Sainte-Anne.

Le quadrat 2B32 correspond aux coord. géogr. 50°07" de lat. ouest et 67°34" de long. nord. Ce quadrat est situé à environ 25 km à l'est du barrage du Lac-Sainte-Anne.

Le quadrat 2D36 correspond aux coord. géogr. 49°40" de lat. ouest et 68°16" de long. nord. Ce quadrat est situé à environ 10 km au sud de l'embouchure de la riv. Isoukustouc.

Le quadrat 2D37 correspond aux coord. géogr. 49°42" de latitude ouest et 67°33" de longitude nord. Ce quadrat est situé à environ 35 km au sud-sud-est du lac Sainte-Anne.

** Années d'inventaire. Pour les années 1990 à 1994, la couverture des quadrats est de 100 km² et pour celles 1996 à 2000, elle est de 25 km².

*** L'abondance relative est exprimée en nombre moyen de couples nicheurs annuels/100 km².

Au chapitre des espèces rares, les nouvelles données du Plan conjoint sur le canard noir indique une présence un peu plus soutenue du garrot d'Islande dans la région. Cette espèce a été signalée à sept reprises durant les années de suivi du canard noir dans les quadrats 2A31, 2B32, et 2D37 localisés dans le voisinage de la zone d'influence ; toutefois, elle ne l'a pas été à l'intérieur de cette zone. Il est bon de rappeler que selon Bordage (données inédites citées dans Savard, 1995), la portion d'aval de la rivière Toulnostouc se trouve dans une zone où la densité des couples nicheurs de garrot d'Islande serait parmi les plus élevées au Québec (entre 2,1 et 8,0 couples/100 km²). Toutefois, Savard (1995) indique que tous les couples observés lors de dénombrements aériens dans le Québec méridional se trouvaient sur des lacs de moins de 10 ha, principalement des lacs encaissés et de forme allongée qui sont à la tête d'un réseau hydrographique. Les lacs inventoriés dans la zone d'influence ne présentant pas cette caractéristique, il semble donc que l'habitat de la zone d'influence corresponde peu à ceux recherchés par cette espèce.

Dans la section traitant des impacts de la phase construction sur la sauvagine, il est mentionné qu'une densité de l'ordre de 22,7 couples nicheurs /100 km² a été trouvée pour le secteur du futur réservoir et que cette densité est équivalente à celle obtenue par Bordage (1998), soit 21 couples/100 km² dans le quadrat 52 en 1993. Les nouvelles données fournies par Bordage (2000) pour les quadrats 2A31, 2B32, 2D36 et 2D37 rehaussent quelque peu cette densité à 24,8 couples nicheurs/100 km², laquelle demeure équivalente à celle obtenue pour le secteur du futur réservoir (voir le tableau 18). Ainsi, cette modification n'entraîne aucun changement dans l'évaluation de l'impact qui était considéré faible.

Références

- BORDAGE, D., 2000. *Données inédites du suivi du Plan conjoint sur le Canard noir. Quadrats 2A31, 2B32, 2D36 et 2D37*. Service canadien de la faune.
- GAUTHIER, J. et Y. AUBRY éd., 1995. *Les oiseaux nicheurs du Québec : Atlas des oiseaux nicheurs du Québec méridional*. Association québécoise des groupes d'ornithologues, Société québécoise de la protection des oiseaux et Environnement Canada – Région du Québec, Service canadien de la faune. 1295p.
- LARIVÉE, J., 1998. *Étude des populations d'oiseaux du Québec (É.P.O.Q.)*. Base de données ornithologiques. Rimouski : Association québécoise des groupes d'ornithologues.
- OUELLET, H. et R. OUELLET, 1963. « Bird Notes from lac Ste. Anne, Saguenay County, Quebec. » in *Can. Field Nat.* 77 : 146-153.
- SAVARD, J.-P. L., 1995. « Garrot de Barrow » in *Les oiseaux nicheurs du Québec. : Atlas des oiseaux nicheurs du Québec méridional*. Association québécoise des groupes d'ornithologues, Société québécoise de la protection des oiseaux et Environnement Canada – Région du Québec, Service canadien de la faune. Pp.332-335.

Question 25

Au point 14.1.3 de la page 14-10 concernant les espèces aviennes rares, on mentionne que d'après le Centre des données sur le patrimoine naturel du Québec (CDPNQ) trois espèces pourraient fréquenter la zone d'influence, ce sont le pygargue à tête blanche, l'aigle royal et le garrot d'Islande. D'autre part, la banque de données sur les oiseaux menacés du Québec (BDOMQ), pour ce secteur, fait mention en 1959 de la nidification du Grèbe esclavon au lac

Sainte-Anne. Cette espèce est désignée menacée en vertu de la Loi sur les espèces menacées ou vulnérables (L.R.Q., c. E-12.01). Cette mention n'apparaît pas dans l'étude d'impact. Les données du CDPNQ ne sont pas nécessairement à jour par rapport à la BDOMQ, ce qui peut expliquer la non-mention de l'observation sur le Grèbe esclavon. Aucune recherche n'a été faite non plus depuis 1959 pour vérifier la présence de cette espèce dans le secteur. Il serait souhaitable que l'initiateur complète son étude relativement au Grèbe esclavon.

Réponse

Le grèbe esclavon est une espèce considérée menacée au Québec et légalement désignée en vertu de la *Loi sur les espèces menacées ou vulnérables* (L.R.Q., c. E-12.01, a.10) depuis le 3 avril 2000 (P. Aquin, FAPAQ, comm. pers.). Actuellement, les sites connus de nidification de l'espèce au Québec se trouvent uniquement aux Îles de la Madeleine (Shaffer *et al.*, 1994; Fradette, 1999). Jadis, l'espèce a été rapportée nicheuse au lac Saint-Anne où deux adultes accompagnés de quatre jeunes ont été aperçus le 7 août 1959 (Ouellet et Ouellet, 1963). Cette espèce ne sera pas touchée par la réalisation du projet étant donné que sa dernière présence notée au lac Sainte-Anne remonte à plus de 40 ans et que la réduction du marnage prévue n'entraînera pas d'impacts sur les habitats riverains actuels.

Références

- FRADETTE, P. 1999. *Programme d'inventaire des oiseaux menacés du Québec (PIOMQ). Bilan des activités. Rapport 1998 et 1999.* Association québécoise des groupes d'ornithologues (AQGO).
- OUELLET, H. et R. OUELLET, 1963. « Bird Notes from lac Ste. Anne, Saguenay County, Quebec. » in *Can. Field Nat.* 77 : 146-153.
- SHAFFER, F., P. LAPORTE et M. ROBERT, 1994. *Plan d'action pour le rétablissement du Grèbe cornu (Podiceps auritus) au Québec.* Service canadien de la faune. 40 p.

Question 26

Au titre des documents consultés portant sur l'avifaune, l'initiateur devrait inclure dans l'étude d'impact les résultats d'une étude sur l'avifaune du secteur tirés du document de Ouellet, H et R. Ouellet. Cette étude intitulée « Bird notes from lac Ste-Anne, Saguenay county, Québec » (Canadian Field-Naturalist 77 :146-153) a été publiée en 1959 dans le Canadian Field-Naturalist.

Réponse

Voir le tableau 17 de la réponse à la question 25.

Question 27

À la page 15-6 du document, au chapitre 15.1.4 2^e paragraphe, ne devrait-on pas lire que « la valeur des immobilisations s'est établie à 90 300 000 \$ » à la place de 900 300 000 \$?

Réponse

Effectivement, à la fin du deuxième paragraphe de la section 15.1.4, on devrait plutôt lire « La valeur des immobilisations dans le secteur manufacturier s'est établie à 90 300 000 \$ en 1998, soit un niveau légèrement inférieur à celui de 1997 (93 000 000 \$), mais largement supérieur au résultat de 1996 (50 000 000 \$). »

Question 28

Pourquoi précise-t-on 517 MW (page 3.19), alors qu'on fait état de 425 MW pour la variante 5 du tableau 3-1 ?

Réponse

L'augmentation de puissance entre la variante 5, étudiée en 1997, et la variante proposée dans le rapport d'avant-projet est commentée à la page 3-7, dans une note qui se lit comme suit : « Au début de l'avant-projet, la puissance installée de la centrale était évaluée à 425 MW. L'augmentation est attribuable à divers exercices d'optimisation ; en effet, le débit d'équipement de la centrale est passé de 300 à 330 m³/s et des modifications ont été apportées aux caractéristiques de la galerie d'aménée pour en réduire les pertes de charge et ainsi gagner de la puissance additionnelle. »

Par ailleurs, lors de l'optimisation de la variante retenue, on a aussi prévu une réserve de puissance de l'ordre de 10 %, qui ne sera utilisée qu'en période de très forte demande. Comme il est indiqué à la page 3-39 du rapport d'avant-projet, le débit turbiné pourra alors augmenter jusqu'à 360 m³/s, ce qui est supérieur au débit d'équipement nominal de 330 m³/s.

Question 29

Préciser si des parties du projet de réfection de la digue sud-est sont situées dans la MRC de Sept-Rivières.

Réponse

Aucune partie du projet ne se trouve dans la MRC de Sept-Rivières (voir la carte A-1 de l'annexe A).

Errata

ERRATA

Les erreurs suivantes ont été relevées dans le rapport d'avant-projet.

Volume 1

- À la page 3-2, la phrase « Sur le plan du potentiel hydroélectrique, les autres variantes peuvent développer une puissance moindre (de 22 à 56 % de moins) ; » devrait se lire « Sur le plan du potentiel hydroélectrique, les autres variantes peuvent développer une puissance moindre (de 44 à 78 % de moins) ; ».
- La carte 3-2 « Accès au barrage du Lac-Saint-Anne. Variantes de remplacement des chemins ennoyés », à la page 3-27, doit être remplacée par la carte 3-2 à la page suivante.
- À la dernière ligne de la page 12-27, il faudrait lire 0,23 mg/kg au lieu de 0,30 mg/kg.
- Dans le tableau 12-9, pour ce qui est de la future teneur maximale en mercure de la chair du grand brochet, il faudrait lire 1,17 mg/kg au lieu de 1,24 mg/kg.
- Dans les tableaux de qualité de l'eau, pages 10-7 et 10-9, il faudrait lire « toxicité » plutôt que « toxicologie » dans les titres des colonnes (critères du MENV).
- Les figures 12-1 et 12-2 du rapport d'avant-projet portent toutes deux sur le meunier rouge. La figure 12-2 est exacte. Il faut cependant remplacer la figure 12-1 du rapport par la figure ci-après qui présente les données pour l'omble de fontaine.

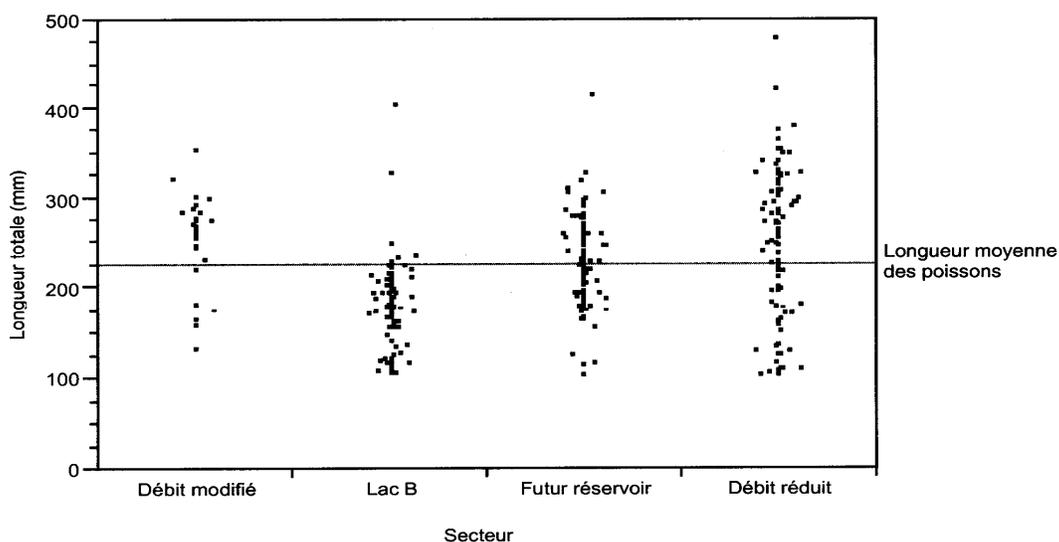
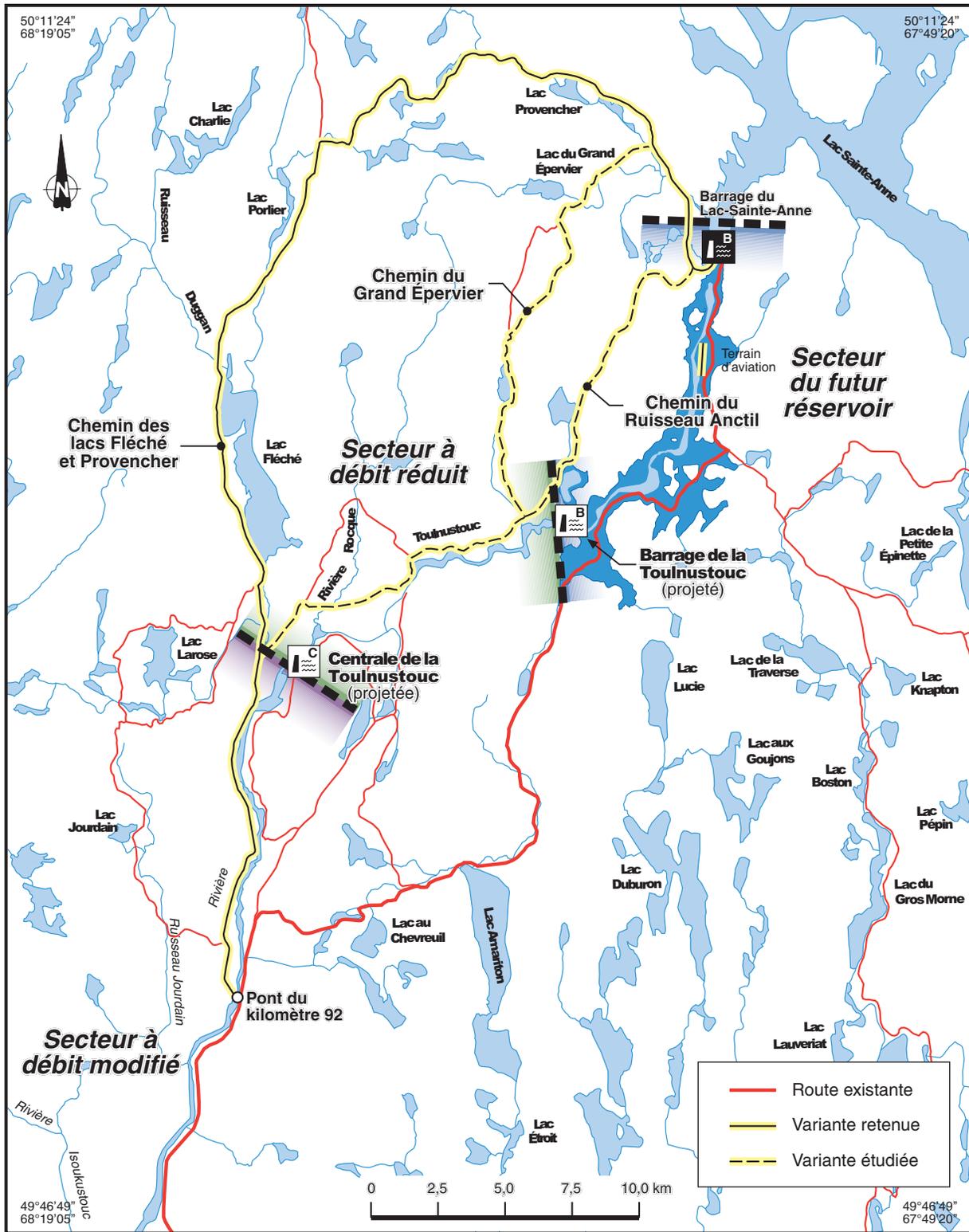


Figure 11 – Longueur des ombles de fontaine capturés dans les différents secteurs (figure 12-1 corrigée)



C.-M. 61604611.fn8 (2000-06-26)

Figure 12 – Accès au barrage du Lac-Sainte-Anne
 Variantes de remplacement des chemins enoyés (carte 3-2 corrigée)

Volume 2

- Sur la carte K-3, le tributaire T17 est mal indiqué. Il se trouve juste à l'ouest du tributaire T20, sur la même rive. La figure 4, qui apparaît dans la réponse à la question 47, présente la carte K-3 corrigée.
- À la page K-7, il faudrait lire « 1,143 » dans l'équation au lieu de « 1,123 ».
- Dans le tableau I-1, les toponymes ne sont pas tout à fait corrects. Rocque devrait apparaître seulement devant T1 et Rooney seulement devant T17. Il n'y a pas de toponyme pour les autres.

Annexe A

Gestion des risques d'accident

Table des matières

1 Introduction	5
2 Étude de rupture des ouvrages de retenue	5
2.1 Étude de rupture du barrage de la Tournustouc.....	5
2.2 Rupture de la digue sud-est.....	13
3 Programme de maintenance et de surveillance des ouvrages	13
4 Plan des mesures d'urgence	14
Références	15

Figures

A-1 Profil longitudinal des niveaux d'eau initiaux et maximaux (après rupture) dans les rivières Tournustouc et Manicouagan.....	9
A-2 Rehaussements, débits et vitesses maximaux entre le barrage de la Tournustouc et l'embouchure de la Manicouagan.....	10
A-3 Variations du débit suite à la rupture du barrage de la Tournustouc.....	11
A-4 Variations de niveau d'eau suite à la rupture du barrage de la tournustouc.....	12
A-5 Schéma logique des actions urgence-barrage.....	16
A-6 Rupture de barrage.....	17
A-7 Rupture potentielle de barrage.....	18
A-8 Affaissement de la crête, fissuration, augmentation d'infiltration.....	19
A-9 Anomalie d'instrumentation.....	20
A-10 Déluge.....	21
A-11 Séisme.....	22

1 Introduction

Le projet d'aménagement hydroélectrique de la Toulnostouc implique la désaffectation du barrage du Lac-Sainte-Anne, qui sera remplacé par de nouveaux ouvrages de retenue situés à environ 14 km en aval (carte A-1). Ces nouveaux ouvrages comprennent le barrage de la Toulnostouc, un ouvrage en remblai avec masque amont de béton d'environ 77 m de haut et d'une longueur en crête de 570 m, ainsi que la digue sud, un ouvrage à zones dont les épaulements sont en enrochement et le noyau en moraine. Cette digue, d'une hauteur d'environ 45 m et d'une longueur en crête de l'ordre de 450 m, ferme une vallée secondaire située à environ 500 m au sud du futur barrage.

La présence de ces futurs ouvrages de retenue représente un risque d'accident qui doit être analysé. Le texte qui suit présente une étude de rupture des ouvrages de retenue et des conséquences qui en découlent, les programmes de maintenance et de surveillance des ouvrages dont Hydro-Québec dispose pour assurer la pérennité et la supervision de ses ouvrages, et enfin le plan de mesures d'urgence mis en place pour faire face aux accidents susceptibles de survenir.

2 Étude de rupture des ouvrages de retenue

L'étude de rupture des ouvrages de retenue porte sur le barrage de la Toulnostouc et sur la digue sud-est. Le barrage de la Toulnostouc représente, de par ses caractéristiques, l'ouvrage dont la rupture aurait le plus de conséquences.

L'aménagement de la Toulnostouc implique aussi la réfection de la digue sud-est située en amont du bassin versant de la rivière Godbout. La rupture de cette digue a déjà fait l'objet d'une étude (Hydro-Québec, 1986). Comme le lac Sainte-Anne sera quelque peu agrandi, les principaux résultats de cette étude sont commentés en fonction des conditions qui prévaudront dans le futur.

2.1 Étude de rupture du barrage de la Toulnostouc

Le barrage de la Toulnostouc sera situé à 14 km en aval du barrage du Lac-Sainte-Anne ; ce dernier régularise déjà la rivière Toulnostouc, qui se jette dans le réservoir Manic 2 (carte A-1). L'étude de rupture du barrage de la Toulnostouc, qui tient compte de la propagation du front d'onde, porte sur la zone située entre ce barrage et l'embouchure de la rivière Manicouagan, environ 128 km en aval.

Le présent chapitre est subdivisé en quatre sections traitant respectivement du modèle de simulation Dambrk, des conditions initiales étudiées, des hypothèses retenues sur la formation des brèches et enfin des résultats ou des conséquences d'une rupture éventuelle du barrage de la Toulnostouc.

2.1.1 Modèle de simulation Dambrk

L'étude de rupture est effectuée à l'aide du modèle Dambrk (Fread, D.L., 1984), qui permet de résoudre numériquement les équations de Saint-Venant représentant les écoulements non permanents en rivière. Le modèle permet de simuler la rupture partielle et progressive d'un barrage, établit l'état de la brèche, le débit à la brèche en fonction du temps, la vidange du réservoir et le laminage de la crue le long de la vallée en aval. Il permet de tenir compte de la présence d'un seuil ou d'un autre ouvrage en aval ainsi que de la propagation de la marée remontant l'estuaire de la rivière étudiée, le cas échéant.

La validité des résultats de simulation obtenus par le modèle Dambrk est liée à certaines hypothèses, dont le faible effet des courbures de la vallée et la connaissance suffisante des coefficients de rugosité et des pertes de charge applicables aux différents endroits du cours d'eau. Elle suppose un lit stable qui ne sera pas fortement érodé pendant la durée de la crue accidentelle. De telles hypothèses sont couramment utilisées dans les études de rupture de barrage.

2.1.2 Conditions initiales

Aux fins de l'étude, on a supposé que le lac Sainte-Anne, le réservoir Manic 2 et le réservoir Manic 1 se trouvaient, avant la rupture, à leur niveau maximal d'exploitation respectifs de 301,75 m, 109,73 m et 37,49 m, ce qui correspond à des volumes d'eau emmagasinés de $3\,273 \times 10^6 \text{ m}^3$, de $172 \times 10^6 \text{ m}^3$ et de $15 \times 10^6 \text{ m}^3$.

On a également supposé que les débits, avant la rupture, correspondaient aux débits moyens annuels, soit à environ $210 \text{ m}^3/\text{s}$ pour le barrage de la Toulnostouc, et à $1\,015 \text{ m}^3/\text{s}$ pour les barrages Manic-2, Manic-1 et de Mc Cormick. On suppose également que les évacuateurs de crues sont tous fermés, étant donné que les durées considérées pour la formation des brèches sont relativement courtes.

À l'embouchure de la rivière Manicouagan, on suppose que le niveau de l'eau est égal au niveau moyen de la marée, dont l'amplitude, en cet endroit de l'estuaire du Saint-Laurent, est relativement modérée et présente une dénivellation maximale de l'ordre de 4 m entre la marée basse et la marée haute.

2.1.3 Formation des brèches

Comme le barrage de la Toulnostouc est un ouvrage en remblai avec masque amont de béton, l'hypothèse retenue est celle d'un bris progressif d'une durée de 30 minutes. La brèche ainsi formée présente une forme trapézoïdale, une pente de 1H : 1V et une largeur de 150 m à la cote 260 m.

Étant donné l'importance du front d'onde résultant du bris du barrage de la Toulnostouc, des ruptures subséquentes doivent être considérées aux ouvrages de retenue de Manic-2, de Manic-1 et de Mc Cormick ; de telles ruptures surviendraient en supposant un déferlement

supérieur à 1,5 m en crête des ouvrages. Étant donné les caractéristiques des ouvrages, les brèches prises en compte sont les suivantes :

- aménagement de Manic-2 : comme les ouvrages sont en béton, la brèche serait rectangulaire avec pentes verticales au barrage-poids ouest et à l'évacuateur. La brèche, haute de 36,5 m et large de 146 m, se formerait en six minutes ;
- aménagement de Manic-1 et de Mc Cormick : plusieurs éléments subiraient une rupture, dont les deux cloisons et les deux barrages en remblai de Manic-1, le barrage-poids entre la centrale de Mc Cormick et l'évacuateur, l'évacuateur principal ainsi que le déversoir de Mc Cormick. Pour simuler l'ensemble des ruptures de ces éléments, on a supposé une seule brèche rectangulaire, haute de 22 m et large de 277 m et se produisant en six minutes.

2.1.4 Résultats

L'étude de rupture, qui tient compte de la propagation du front d'onde, a été effectuée entre le barrage de la Toulnostouc et l'embouchure de la rivière Manicouagan. Le barrage de la Toulnostouc est situé à 14 km en aval du barrage du Lac-Sainte-Anne et est identifié comme le point kilométrique 14 (PK 14). L'embouchure de la rivière Manicouagan se trouve quant à elle au PK 142.

Les principaux résultats de l'étude de rupture sont fonction de l'emplacement en rivière (point kilométrique) et ils sont fonction des paramètres suivants :

- cartes indiquant les zones d'inondation maximale ;
- niveaux d'eau maximaux atteints et rehaussements par rapport aux niveaux initiaux ;
- temps d'arrivée du front d'onde et temps nécessaire pour l'atteinte des niveaux d'eau maximaux ;
- vitesses maximales d'écoulement.

Les cartes A-2 à A-12 présentent les zones maximales d'inondation et les caractéristiques hydrauliques de l'onde de submersion résultant de la rupture du barrage de la Toulnostouc, entre celui-ci et l'embouchure de la rivière Manicouagan.

La figure A-1 montre le profil longitudinal des niveaux d'eau initiaux (avant rupture) et maximaux (après rupture) dans les rivières Toulnostouc et Manicouagan.

La figure A-2 présente les valeurs maximales de rehaussement, de débit et de vitesse d'écoulement obtenues par suite de la rupture du barrage de la Toulnostouc, dans la zone située entre celui-ci et l'embouchure de la rivière Manicouagan.

La figure A-3 et la figure A-4 montrent respectivement les variations du débit et du niveau de l'eau qui surviendraient dans sept sections de la rivière en fonction du temps écoulé depuis le bris du barrage de la Toulnostouc. Les sections retenues sont les suivantes :

- emplacement du futur barrage de la Toulnostouc ;
- amont du rapide des Crans Serrés ;
- amont du réservoir Manic 2 ;
- ancien point de confluence des rivières Toulnostouc et Manicouagan (baie des Fourches) ;
- emplacement du barrage Manic-2 ;
- emplacement du barrage Manic-1 ;
- aval du barrage de Manic-1, à quelques kilomètres en amont de l'embouchure de la rivière Manicouagan.

Les principaux résultats qui ressortent des figures et des cartes mentionnées sont les suivants :

- à la hauteur de la brèche du barrage de la Toulnostouc, le débit maximal sera de 87 700 m³/s (il sera de l'ordre de 1 000 m³/s trois jours après la rupture) ;
- au barrage Manic-2, le débit maximal sera supérieur à 57 000 m³/s et il sera atteint 5,4 heures après l'amorce de la rupture du barrage de la Toulnostouc ;
- au barrage Manic-1, le débit maximal sera supérieur à 55 000 m³/s et il sera atteint 14,8 heures après l'amorce de la rupture du barrage de la Toulnostouc ;
- pour ce qui est des inondations, la zone qui présente le risque le plus élevé se trouve en aval du barrage Manic-1 (voir la carte A-12), avec tout d'abord, en rive gauche, l'inondation d'une partie du secteur Mingan de la ville de Baie-Comeau et ensuite, en rive droite, l'inondation d'une partie du secteur de Pointe-Lebel situé près de l'aéroport de Baie-Comeau. Le tronçon de la route 138 situé en aval des ouvrages de Manic-1 (kilomètre 131) serait aussi touché, avec un rehaussement maximal de l'ordre de 11 m se produisant environ 15 heures après l'amorce de la rupture du barrage de la Toulnostouc.

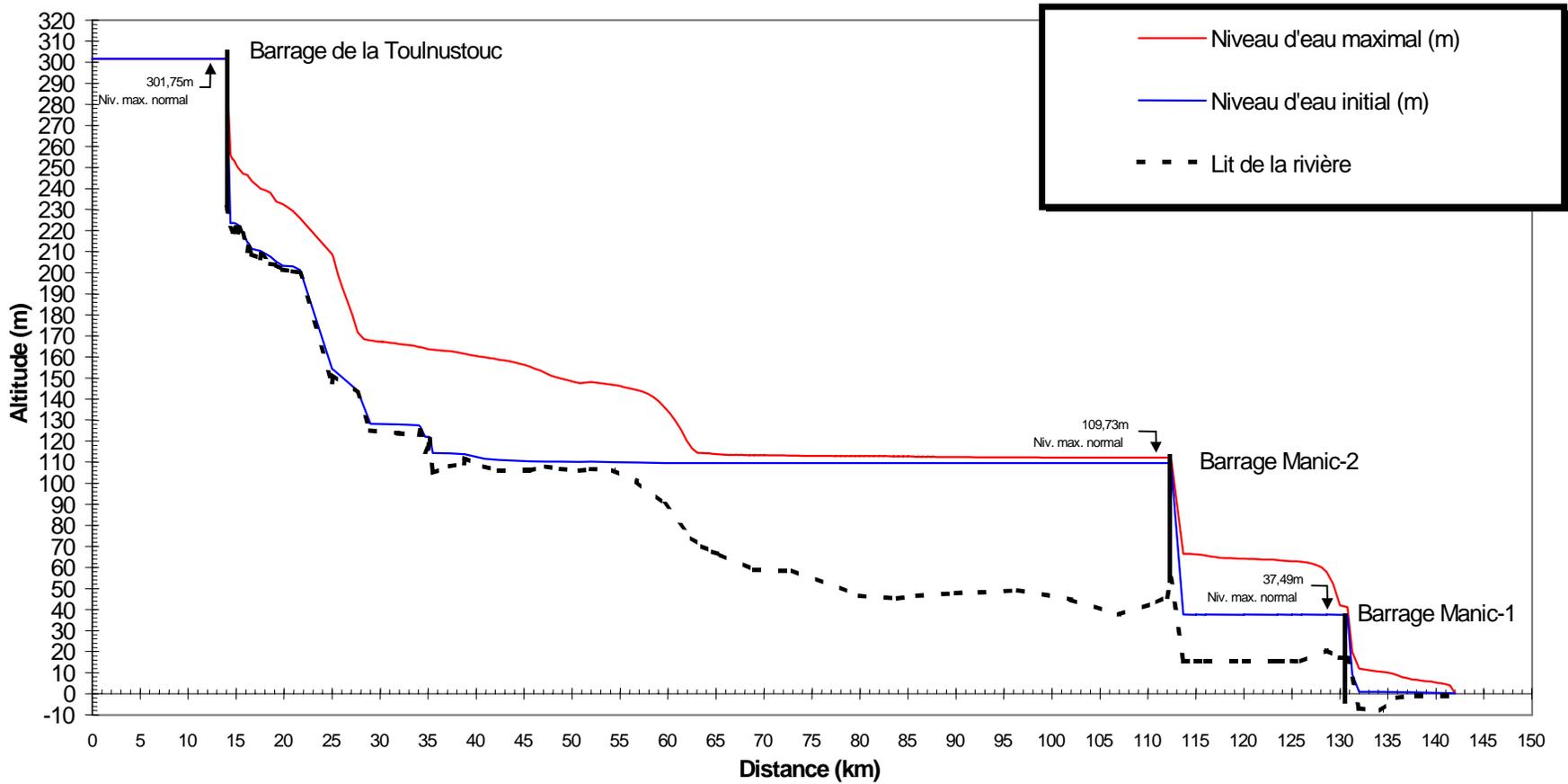


Figure A-1 – Profil longitudinal des niveaux d'eau initiaux et maximaux (après rupture) dans les rivières Toulnostouc et Manicouagan

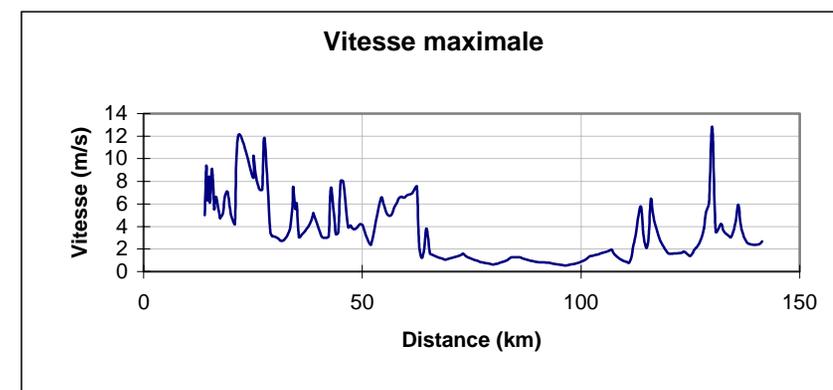
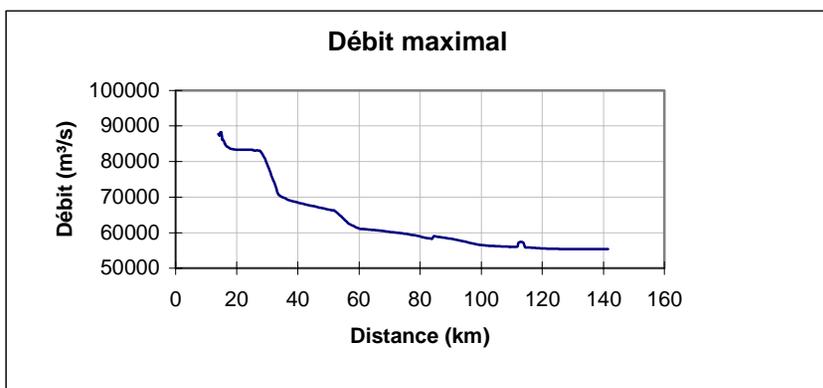
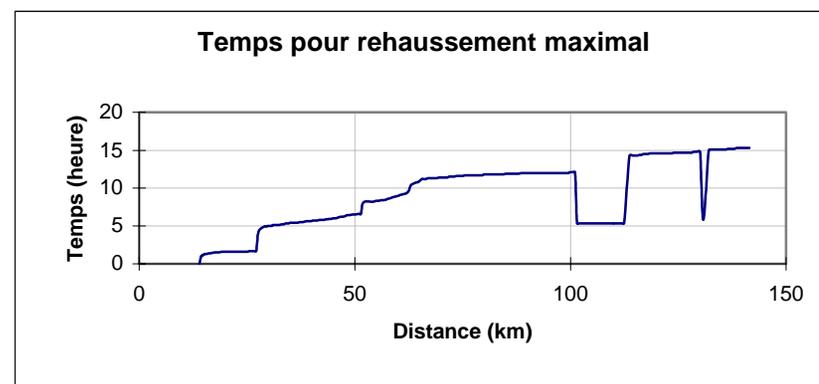
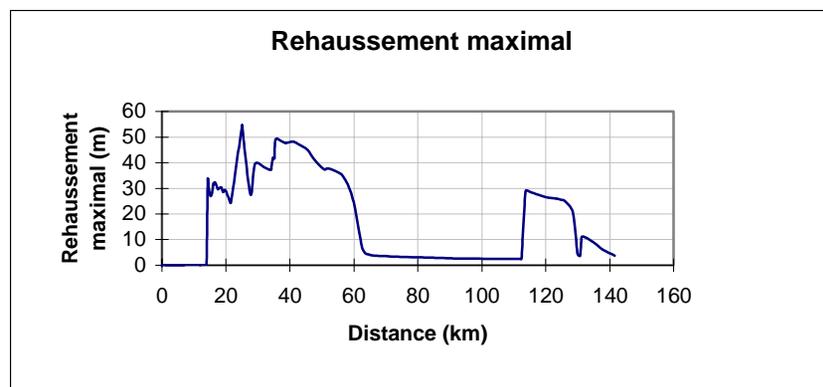


Figure A-2 – Rehaussements, débits et vitesses maximaux entre le barrage de la Toulnostouc et l'embouchure de la Manicouagan

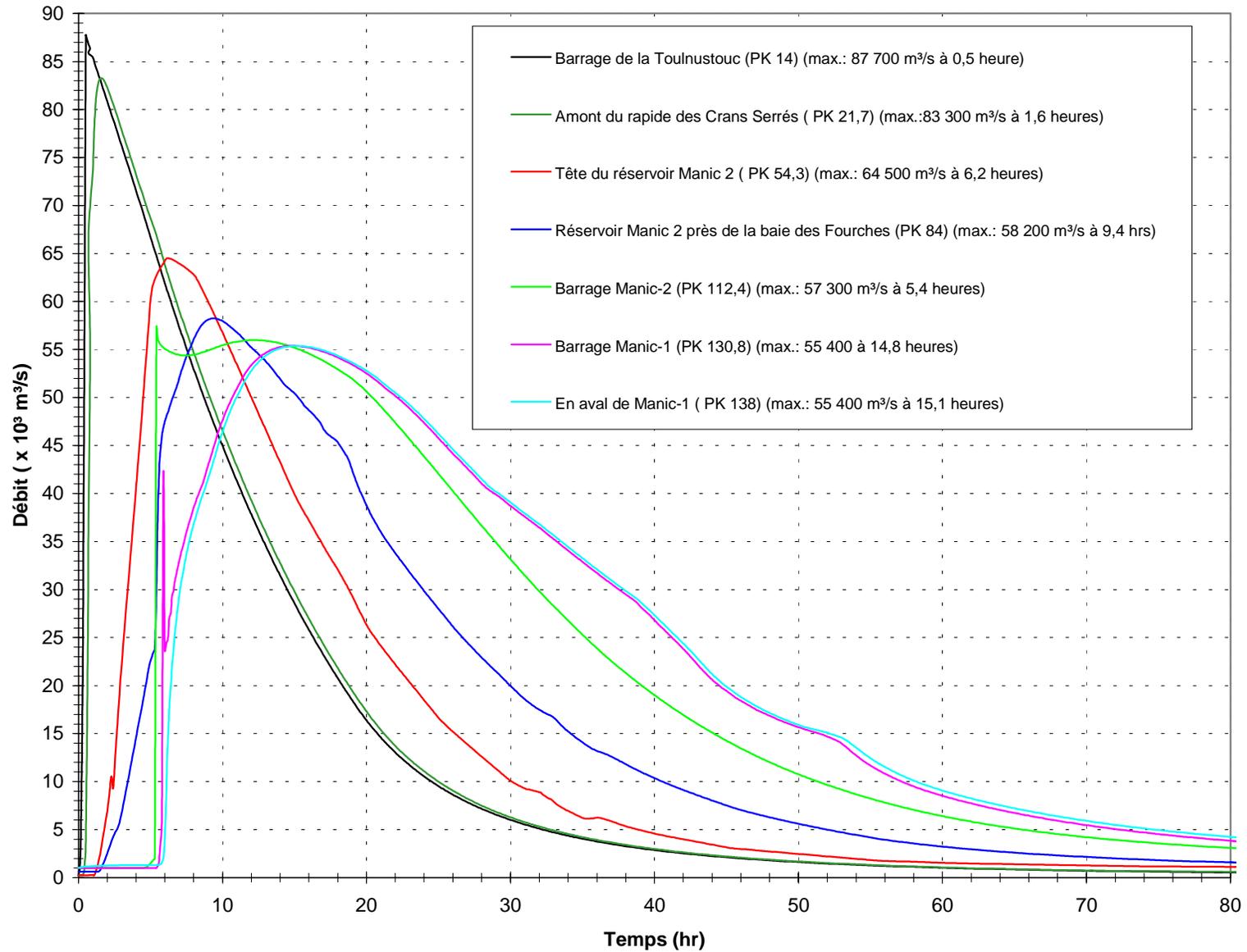


Figure A-3 – Variations du débit suite à la rupture du barrage de la Touloustouc

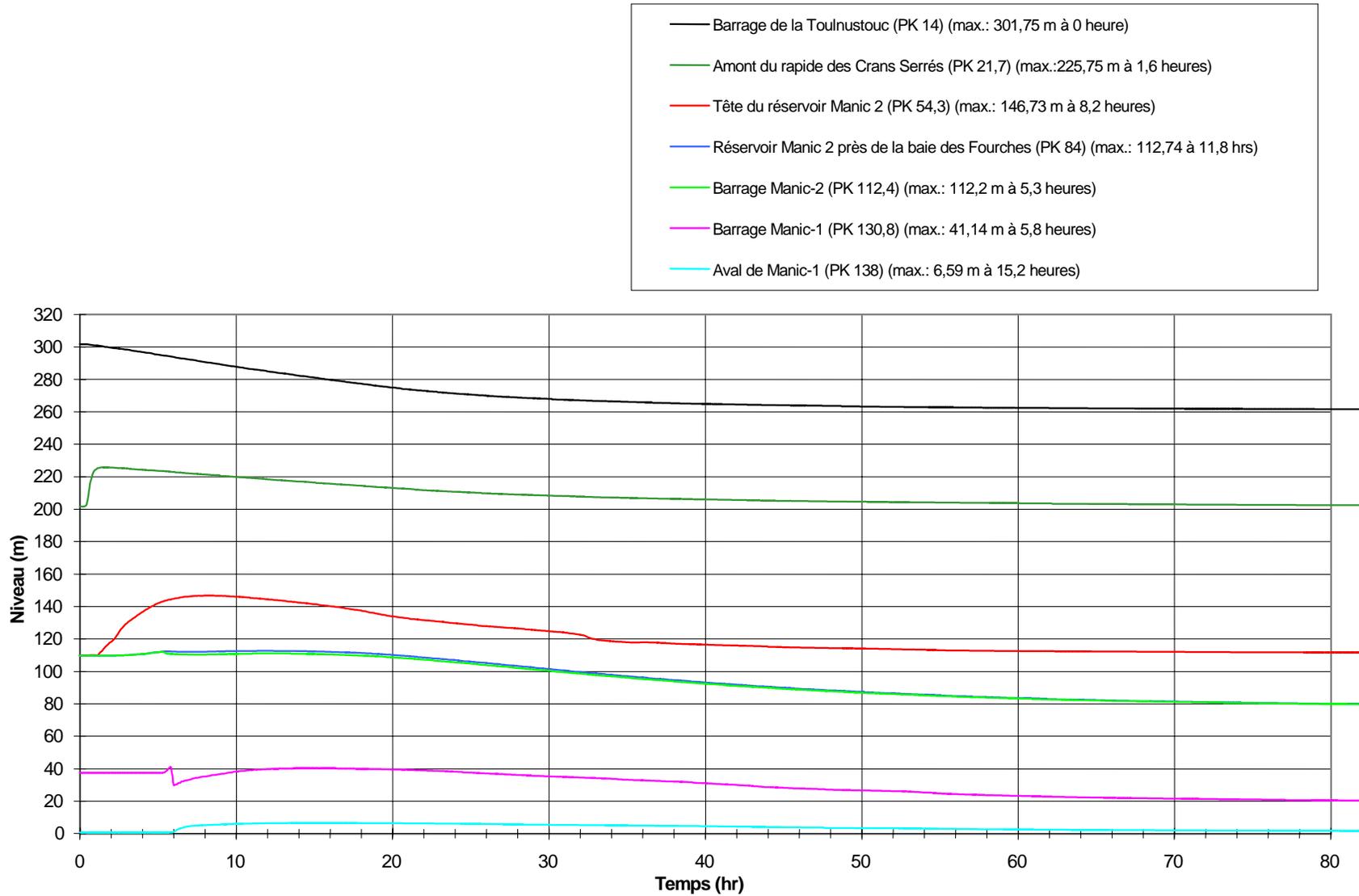


Figure A-4 – Variations de niveau d'eau suite à la rupture du barrage de la touloustouc

2.2 Rupture de la digue sud-est

Une étude de rupture de la digue sud-est a déjà été réalisée en 1986 (Hydro-Québec, 1986) et ses principaux résultats demeurent valables, car le niveau maximal d'exploitation du lac Sainte-Anne sera le même, soit de 301,75 m. La seule différence notable est liée au fait que le volume d'eau emmagasiné sera d'environ 18 % supérieur. Cette différence n'a que peu d'impact, car le temps de propagation du front d'onde et les valeurs maximales de débit, de vitesse et de niveau ne sont pas touchées par ce changement ; en effet, seul le temps de vidange du lac Sainte-Anne serait allongé.

Les principaux résultats de l'étude sont les suivants :

- à la hauteur de la brèche, le débit maximal serait de 4 060 m³/s, avec une vitesse de 6,5 m/s ; il serait atteint une heure après le début de la rupture et le niveau de l'eau (au pied de la digue) serait alors de 298,4 m ;
- le front d'onde atteindrait la ville de Godbout 7,4 heures après le début de la rupture et il se déplacerait à une vitesse moyenne de 3,3 m/s ;
- près de la ville de Godbout, la crue maximale est atteinte 6,3 heures plus tard, soit près de 14 heures après le début de la rupture de la digue sud-est. Cette crue occasionnerait dans l'estuaire des surélévations variant de 1,1 m à 1,7 m, et le débit serait alors de l'ordre de 3 500 m³/s dans la vallée, sauf immédiatement en aval de la digue sud-est ;
- la vidange du lac Sainte-Anne serait très longue et durerait plus d'un mois ;
- aucun débordement de l'onde de crue ne serait relevé le long de la vallée, à l'exception de l'extrémité sud-ouest de la ville de Godbout, qui serait alors inondée ;
- à la hauteur du pont de la route 138, la vitesse d'écoulement maximale serait de l'ordre de 5 m/s, et la surélévation du niveau de l'eau serait de 2 m.

3 Programme de maintenance et de surveillance des ouvrages

La meilleure prévention contre les ruptures de barrage consiste à assurer un suivi assidu du comportement des ouvrages, à assurer leur maintenance et à apporter les correctifs nécessaires dès qu'une situation se dégrade. Hydro-Québec s'est dotée de normes et de directives en matière de surveillance et de maintenance des ouvrages.

Hydro-Québec dispose d'un programme de surveillance qui prévoit des inspections périodiques et des études de comportement de ses ouvrages ; ceux-ci sont d'ailleurs pourvus des instruments d'auscultation nécessaires à leur surveillance et à l'analyse de leur comportement, ce qui sera aussi le cas des nouveaux ouvrages.

Le programme de maintenance consiste en un entretien préventif et curatif des ouvrages, en fonction des résultats des études de comportement.

4 Plan des mesures d'urgence

Pendant les travaux ainsi qu'en phase d'exploitation, un plan des mesures d'urgence sera en vigueur afin de parer à toute éventualité.

Ce plan des mesures d'urgence permettra de réagir adéquatement en cas d'accident. Réalisé à l'aide de l'estimation des conséquences, ce plan fera connaître les principales actions à envisager pour faire face à la situation d'incident/accident. Il décrira clairement le lien avec les autorités municipales et autochtones, de même que les mécanismes de transmission de l'alerte.

Pour les scénarios d'accidents ayant des conséquences (réelles ou appréhendées) sur la population environnante, Hydro-Québec est responsable de s'assurer de l'interface de son plan des mesures d'urgence avec le plan de la municipalité.

De façon générale, le plan de mesures d'urgence inclura les éléments suivants :

- les plans d'alerte et d'évacuation pour les employés de la centrale ;
- les informations pertinentes en cas d'urgence (personnes responsables, équipements disponibles, plans et cartes localisant les ouvrages, etc.) ;
- la structure d'intervention en urgence et les mécanismes de décision à l'intérieur de l'entreprise ;
- les modes de communication avec l'organisation de sécurité civile externe (voir la figure A-5)* ;
- les mesures de protection à envisager pour protéger les populations risquant d'être touchées ;
- les moyens prévus pour alerter efficacement les populations risquant d'être touchées, en concertation avec les organismes municipaux et gouvernementaux concernés (transmission de l'alerte aux pouvoirs publics et de l'information subséquente sur la situation) ;
- le programme de mise à jour et de réévaluation des mesures d'urgence.

À la phase construction, un plan d'urgence temporaire est prévu. Ce plan fait état des dangers ayant des incidences sur la sécurité des personnes et des biens, décrit les mesures prévues pour protéger la population et l'environnement si un accident se produit et fournit les coordonnées des responsables sur les lieux.

* Le schéma logique présenté à la figure A-5 contient les acronymes ci-dessous, qui identifient des unités administratives d'Hydro-Québec

- BOGC : Barrages, ouvrages et génie civil ;
- CCR : Centre de conduite du réseau ;
- CER : Centre d'exploitation du réseau ;
- CUT : Centre d'urgence territoriale ;
- DPAS : Direction principale Approvisionnement et services ;
- SALC : Service à la clientèle.

À titre indicatif, le plan d'urgence à la phase construction sera élaboré à partir de ce qui a été fait lors de la construction des ouvrages du projet de la Sainte-Marguerite-3. Les figures A-6 à A-12 décrivent le déroulement des communications en cas de diverses situations d'urgence : rupture de barrage ; rupture potentielle de barrage ; affaissement de la crête, fissuration, augmentation d'infiltration ; anomalie d'instrumentation ; déluge ; séisme. Certaines communications sont obligatoires, d'autres facultatives.

En général, la priorité est donnée aux communications situées dans la partie gauche de la figure. Les communications moins importantes sont indiquées du côté droit. À l'intérieur de chaque boîte, le destinataire prioritaire de la communication est mis en premier suivi par des adjoints ou d'autres personnes de remplacement en positions subséquentes.

Références

- HYDRO-QUÉBEC, 1986. Rivière Godbout, rupture de la digue sud-est du réservoir Lac Ste-Anne. Service Hydraulique. 18 p.
- FREAD, D.L., 1984. DAMBRK : The NWS Dam-Break Flood Forecasting Model. Hydrologic Research Laboratory, National Weather Service. Silver Spring, Maryland. 56 p.

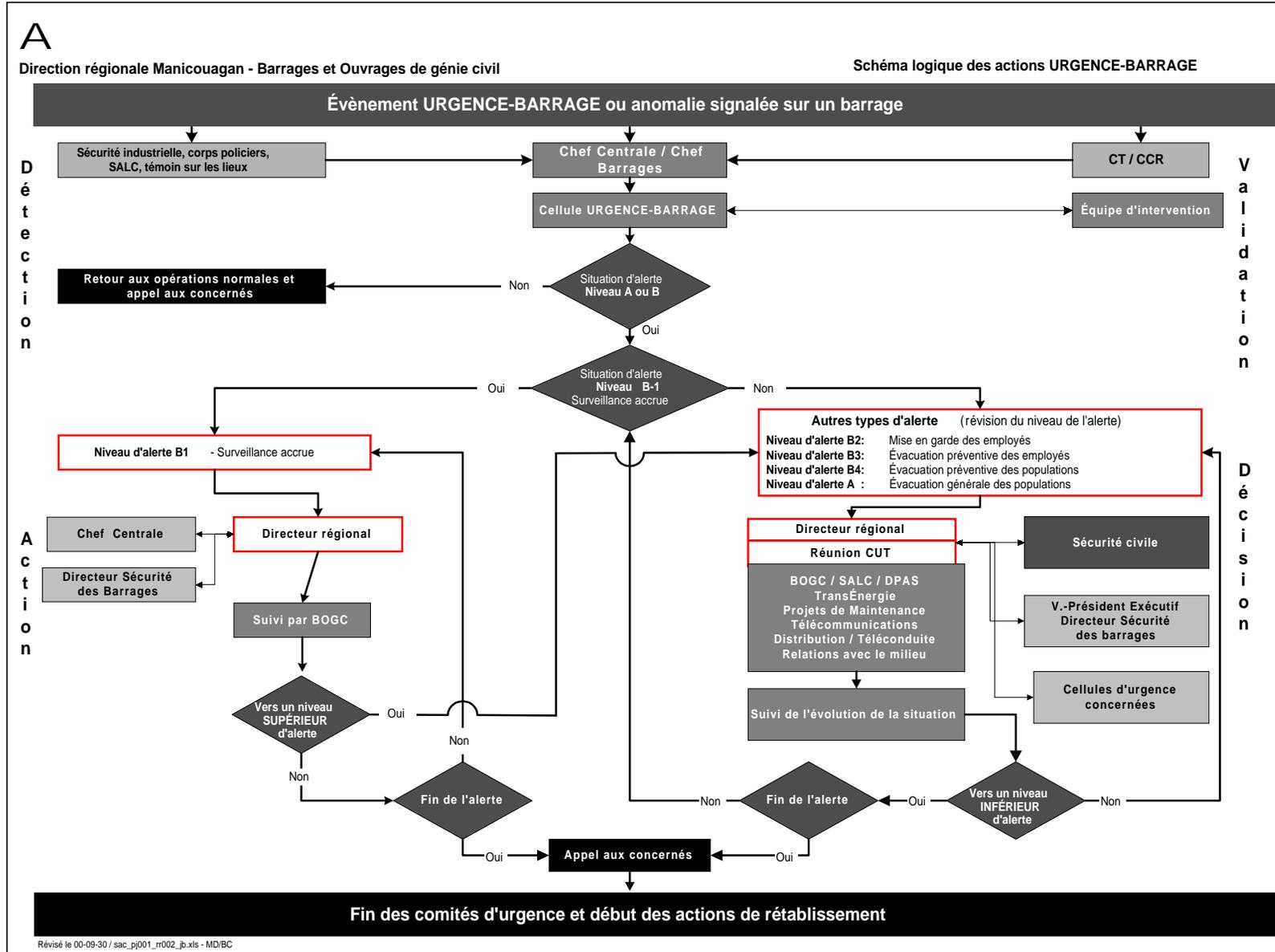


Figure A-5 – Schéma logique des actions urgence-barrage

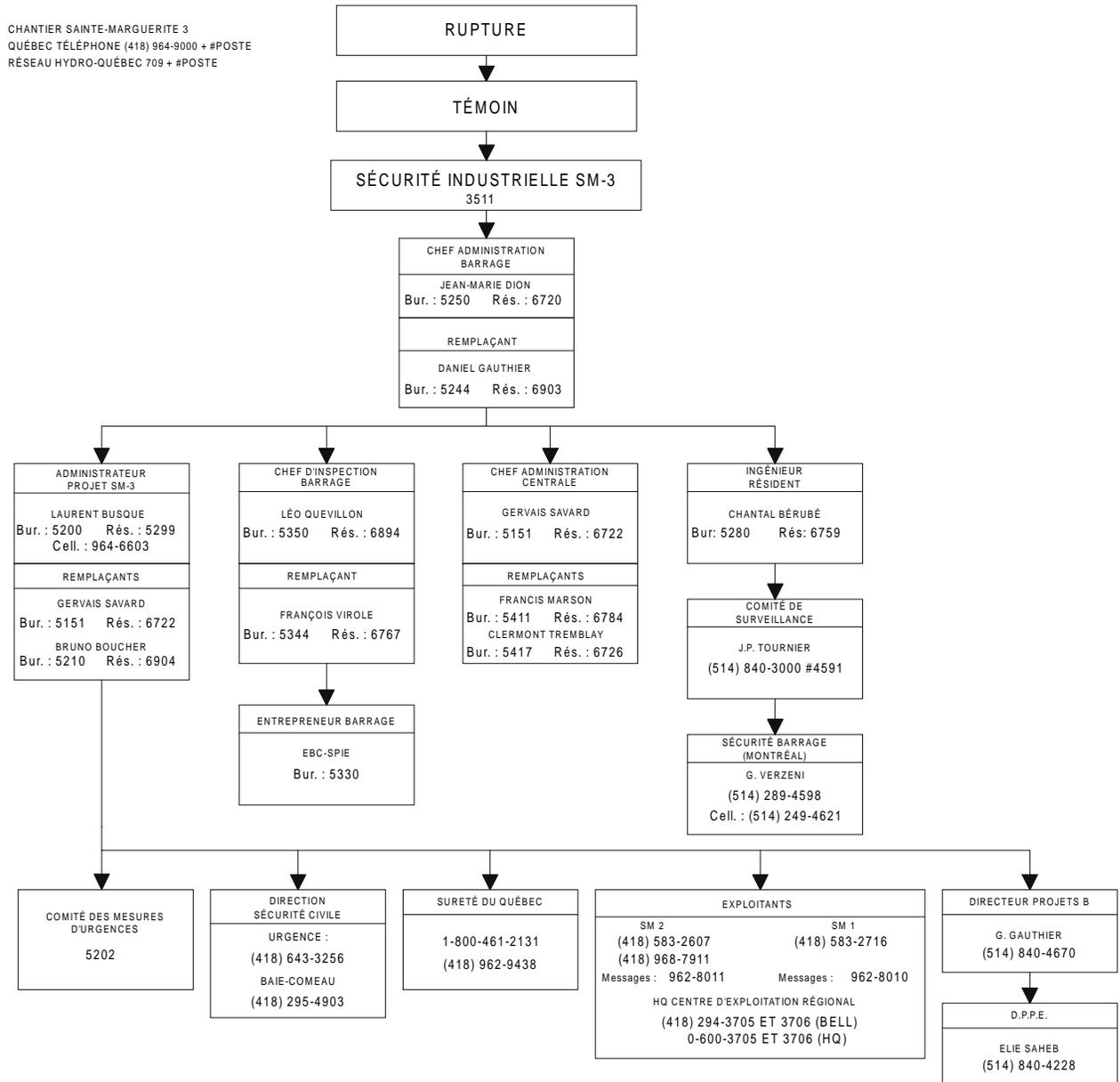


Figure A-6 – Rupture de barrage

CHANTIER SAINTE-MARGUERITE 3
QUÉBEC TÉLÉPHONE (418) 964-9000 + #POSTE
RÉSEAU HYDRO-QUÉBEC 709 + #POSTE

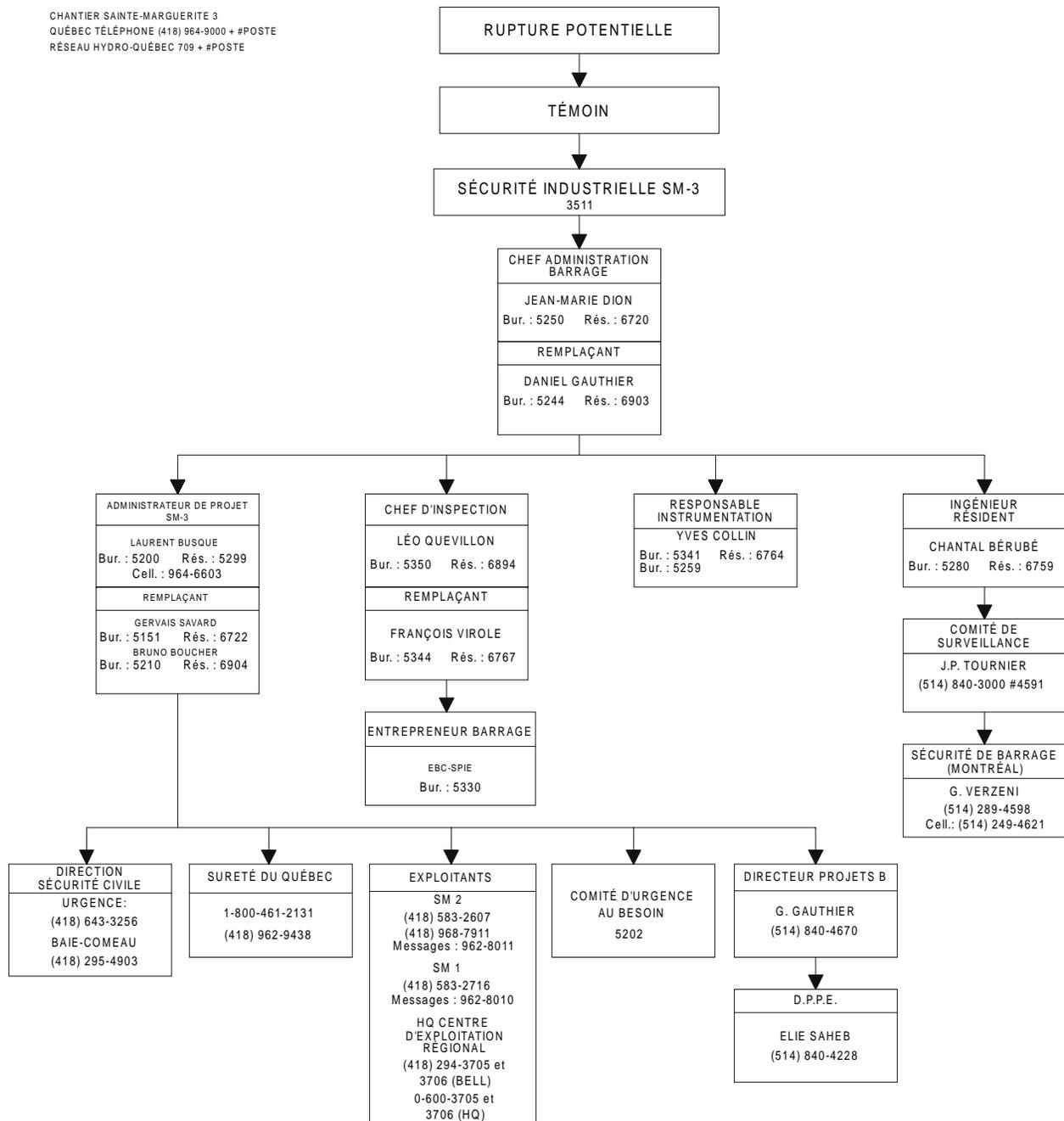
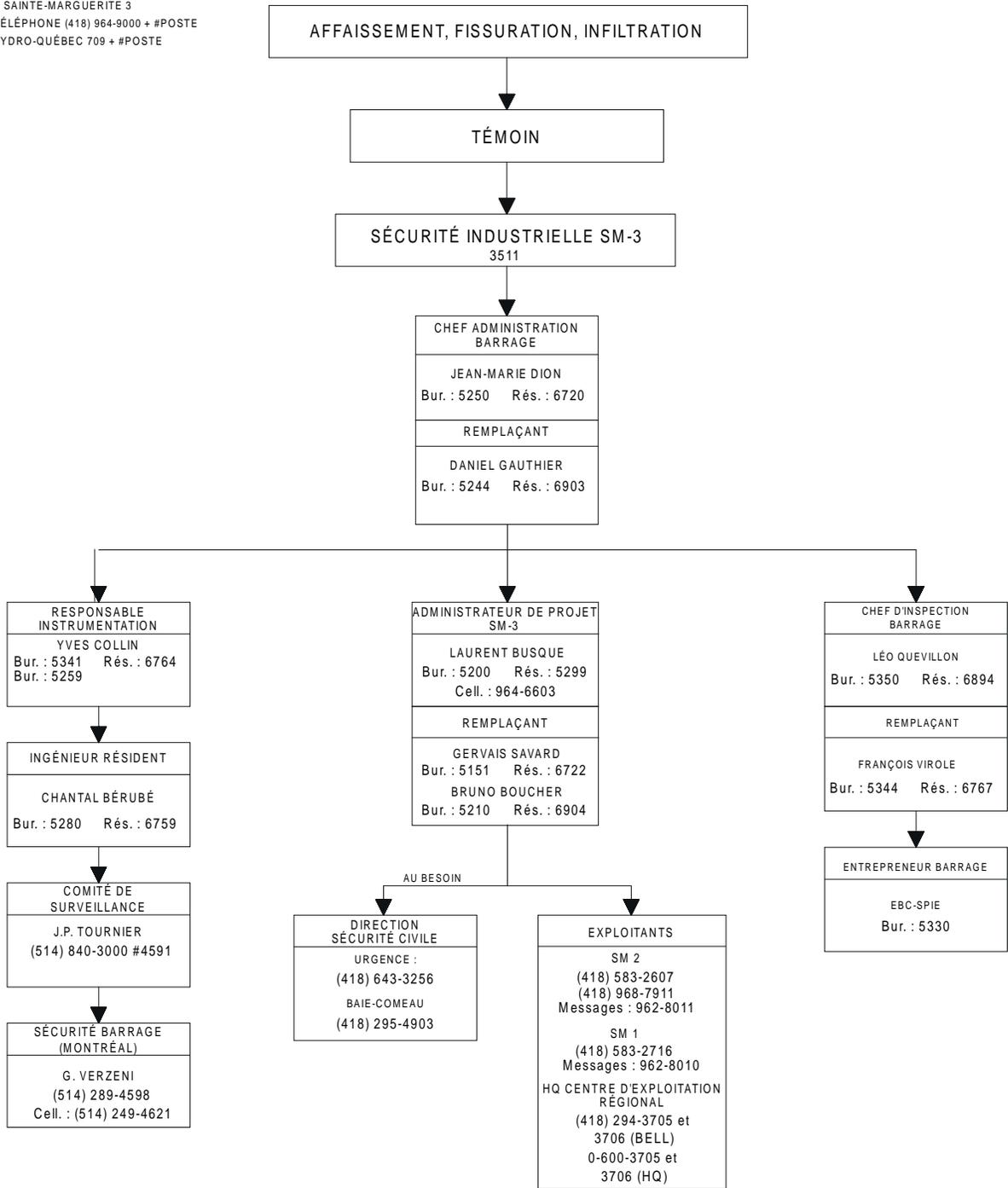


Figure A-7 –Rupture potentielle de barrage

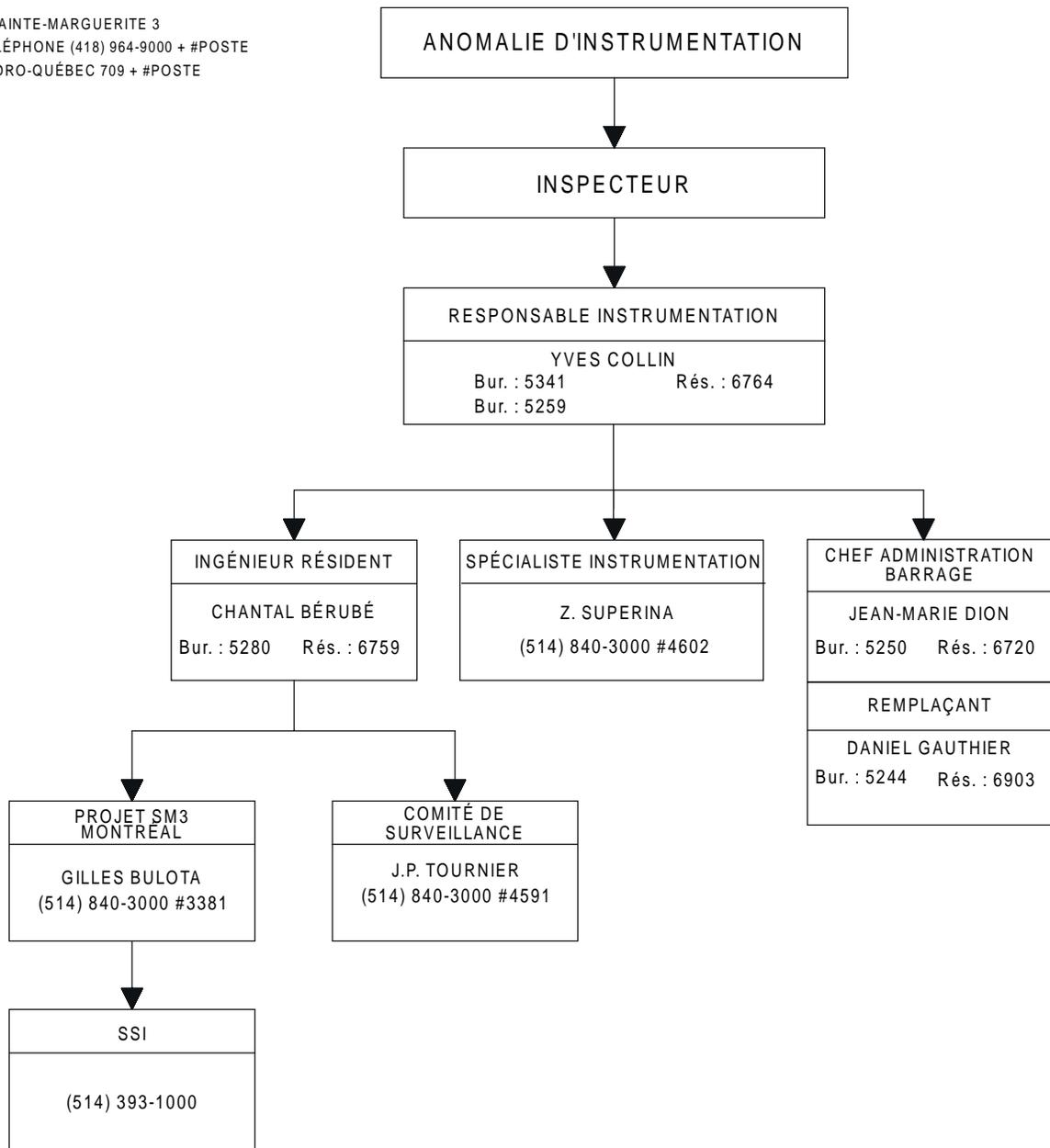
CHANTIER SAINTE-MARGUERITE 3
QUÉBEC TÉLÉPHONE (418) 964-9000 + #POSTE
RÉSEAU HYDRO-QUÉBEC 709 + #POSTE



EN CAS DE DÉGRADATION PROGRESSIVE, TRAITER LA SITUATION
COMME UNE RUPTURE POTENTIELLE.

Figure A-8 – Affaissement de la crête, fissuration, augmentation d’infiltration

CHANTIER SAINTE-MARGUERITE 3
QUÉBEC TÉLÉPHONE (418) 964-9000 + #POSTE
RÉSEAU HYDRO-QUÉBEC 709 + #POSTE



EN CAS DE DÉGRADATION PROGRESSIVE, TRAITER LA SITUATION
COMME UNE RUPTURE POTENTIELLE.

Figure A-9 – Anomalie d’instrumentation

CHANTIER SAINTE-MARGUERITE 3
QUÉBEC TÉLÉPHONE (418) 964-9000 + #POSTE
RÉSEAU HYDRO-QUÉBEC 709 + #POSTE

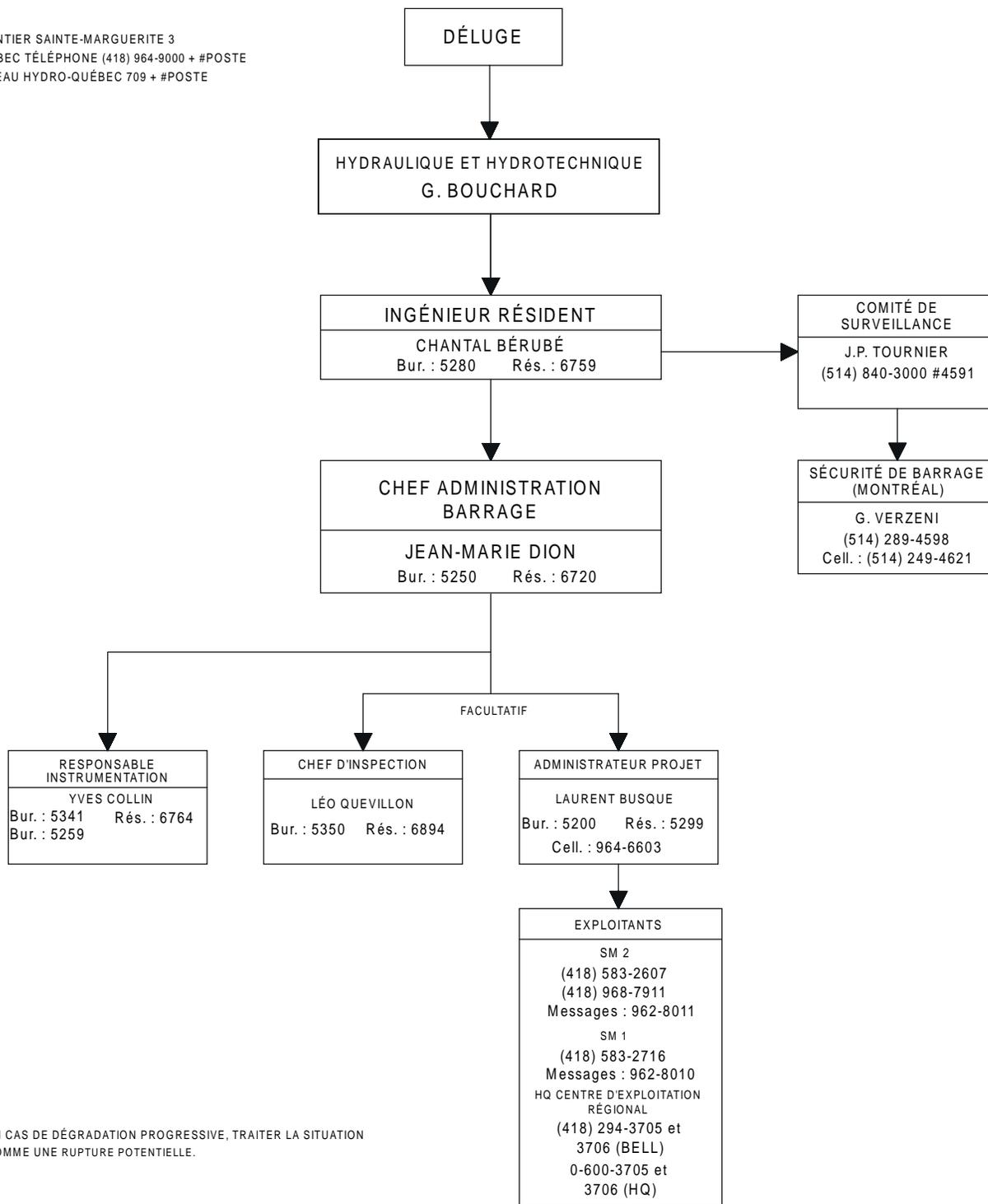


Figure A-10 – Déluge

CHANTIER SAINTE-MARGUERITE 3
QUÉBEC TÉLÉPHONE (418) 964-9000 + #POSTE
RÉSEAU HYDRO-QUÉBEC 709 + #POSTE

EN CAS DE DÉGRADATION PROGRESSIVE, TRAITER LA SITUATION
COMME UNE RUPTURE POTENTIELLE.

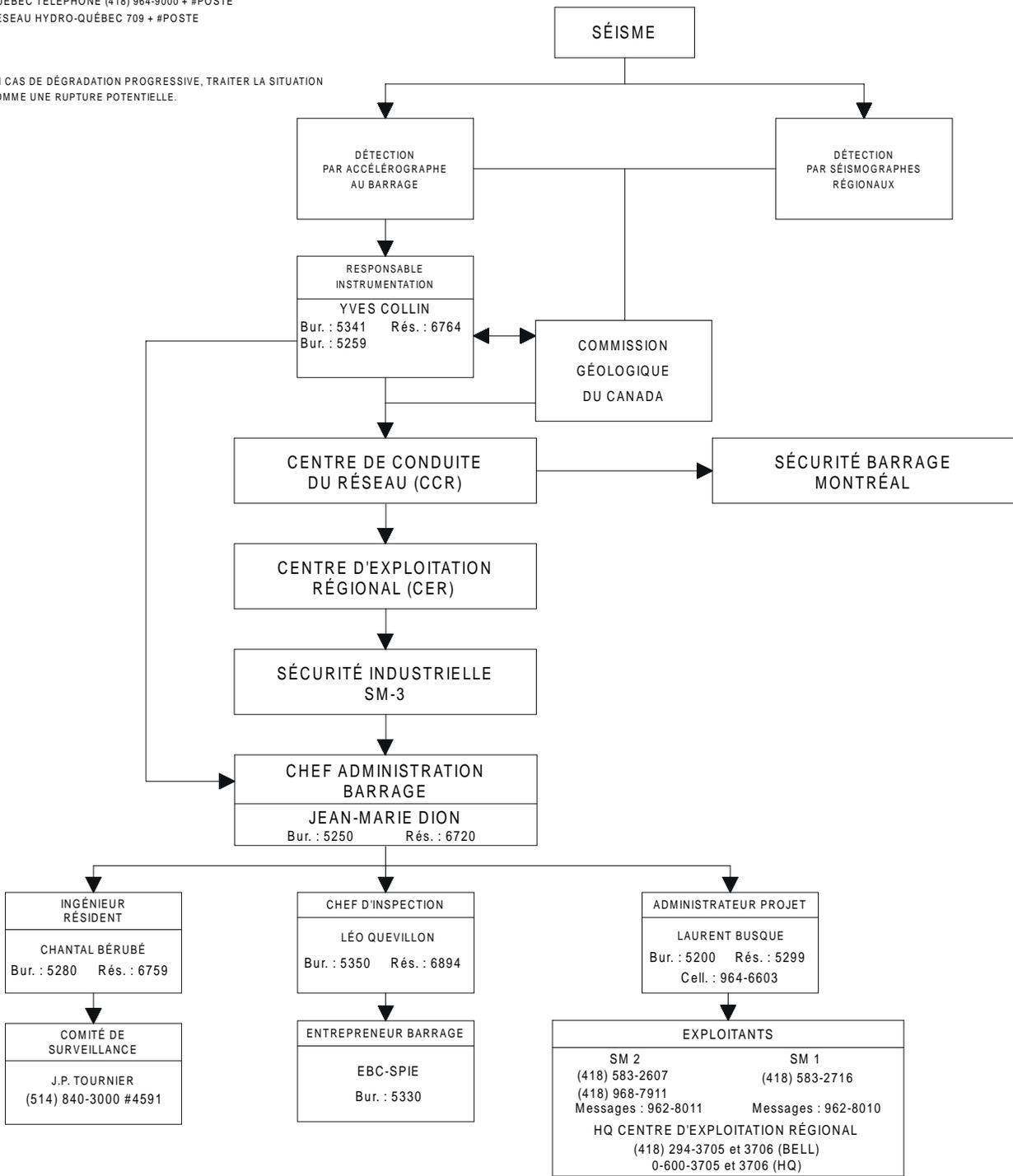
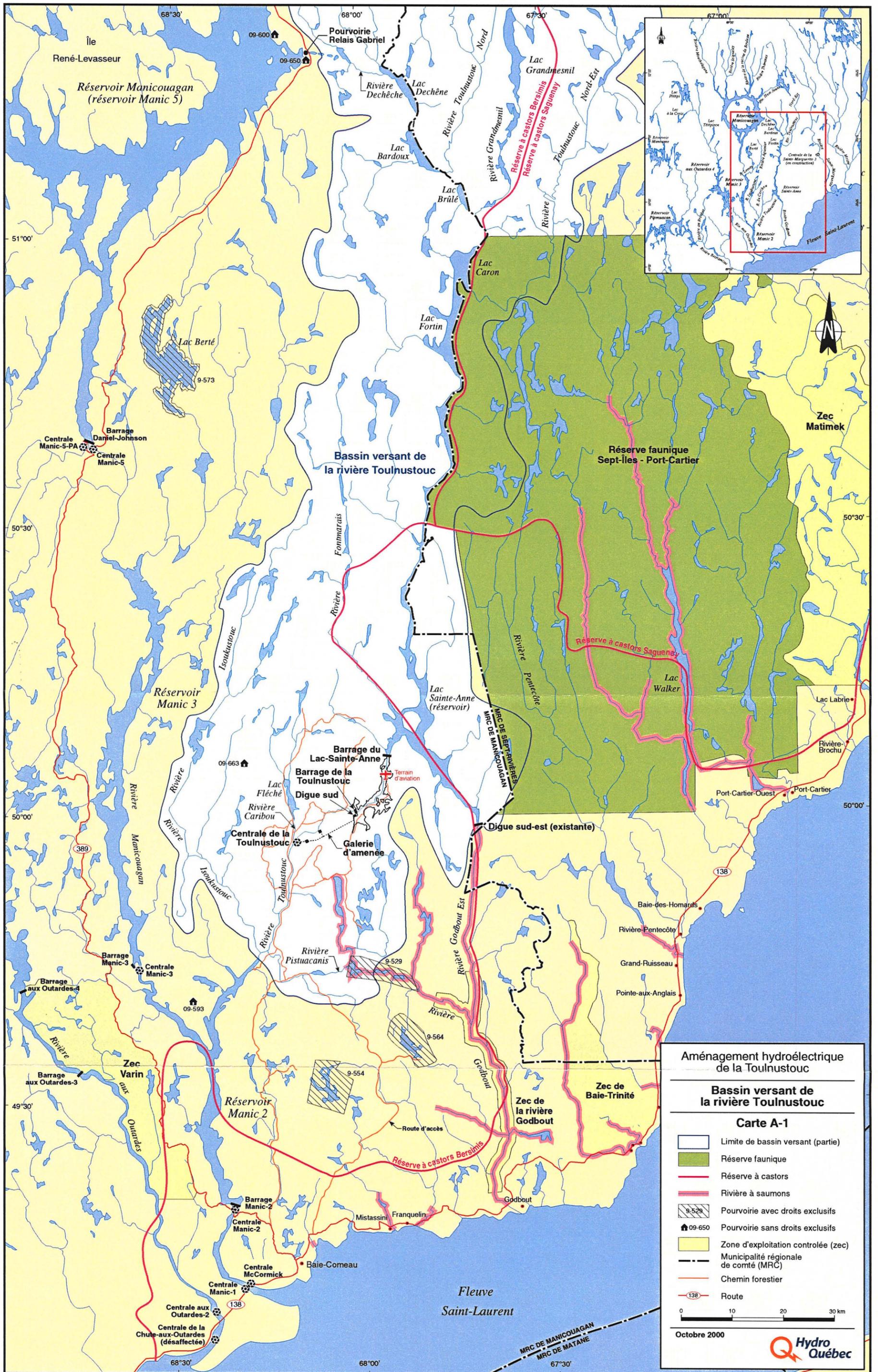
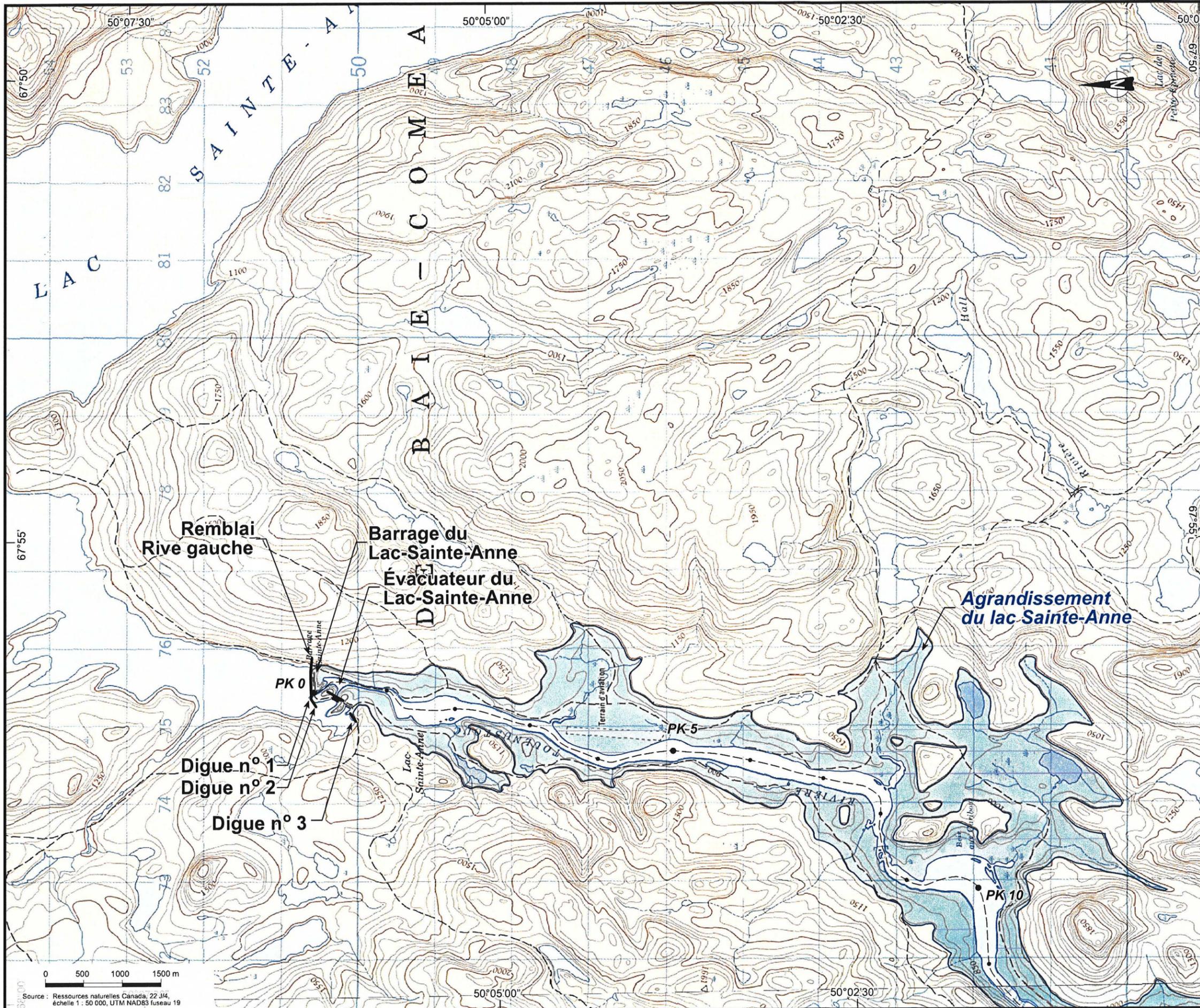


Figure A-11 – Séisme

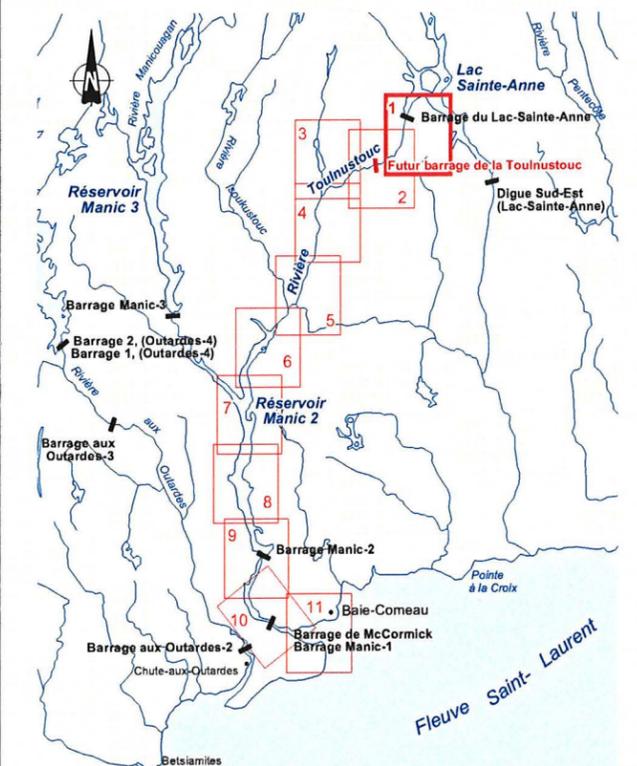




Les zones inondées indiquées sur cette carte sont basées sur un scénario de rupture de barrage hypothétique et reflètent un événement extrême. Les résultats ne remettent aucunement en cause l'intégrité des ouvrages d'Hydro-Québec sur le cours de la rivière Manicouagan.

Scénario TS1 :
Rupture hypothétique initiée au barrage de la Tounoustouc.

Légende		Tableau des symboles	
	Agrandissement du lac Sainte-Anne	NM	Niveau d'eau maximal
	Inondation du scénario TS1	R	Rehaussement du niveau d'eau
	Section transversale	TAFO	Temps d'arrivée du front d'onde
	Point kilométrique à partir du barrage du Lac-Sainte-Anne	TNM	Temps du niveau maximal



Aménagement hydroélectrique
de la Toulousteouc

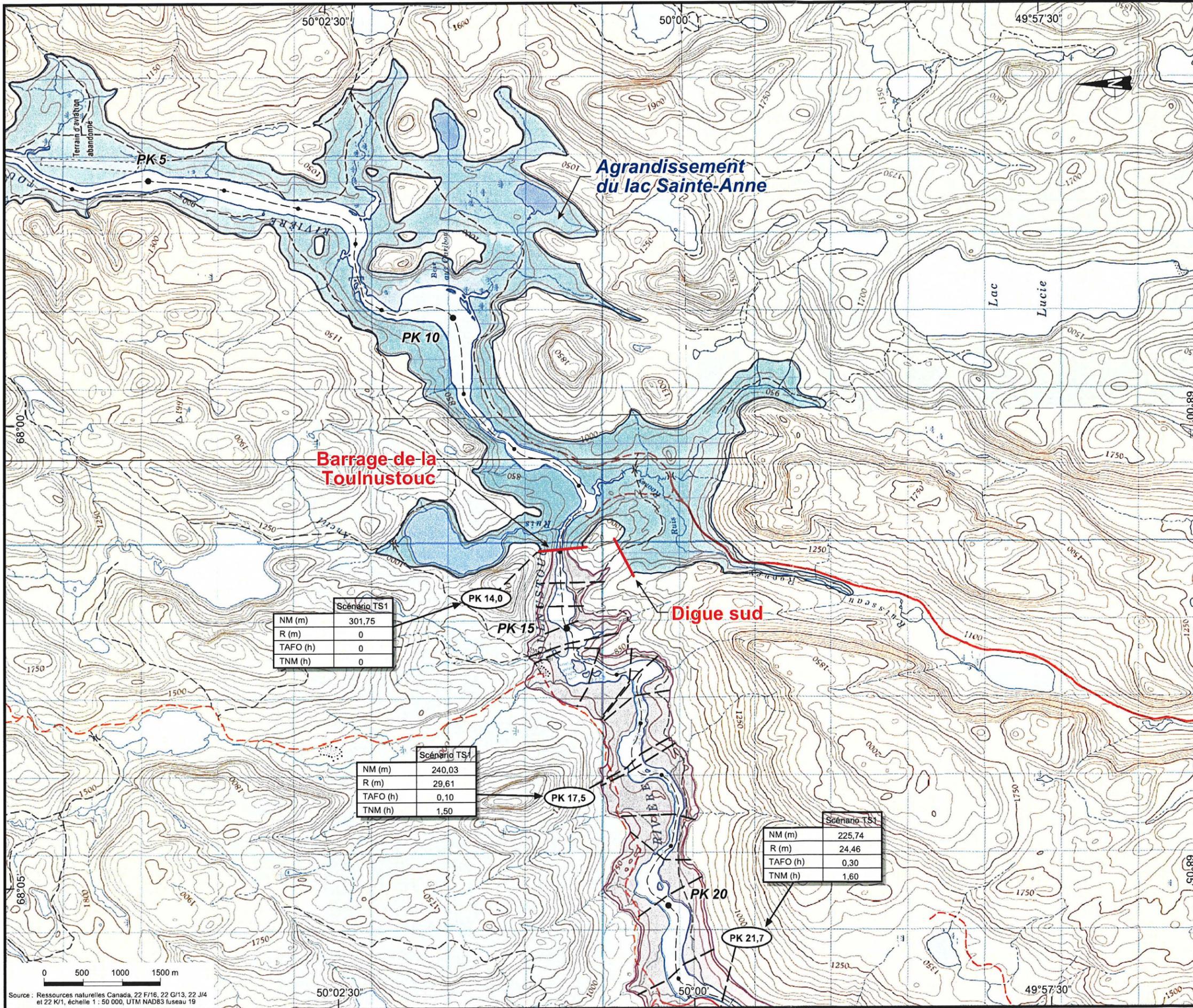
**Zones maximales d'inondation
et caractéristiques hydrauliques de
l'onde de submersion dans le secteur 1**

Carte A-2

Octobre 2000



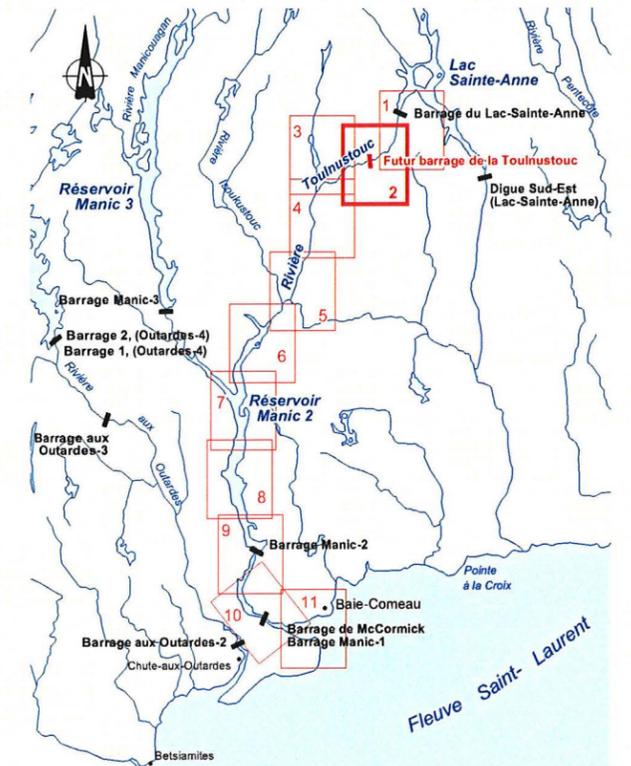
Source : Ressources naturelles Canada, 22 J14,
échelle 1 : 50 000, UTM NAD83 fuseau 19



Les zones inondées indiquées sur cette carte sont basées sur un scénario de rupture de barrage hypothétique et reflètent un événement extrême. Les résultats ne remettent aucunement en cause l'intégrité des ouvrages d'Hydro-Québec sur le cours de la rivière Manicouagan.

Scénario TS1 :
Rupture hypothétique initiée au barrage de la Toulousteouc.

- Légende**
- Agrandissement du lac Sainte-Anne
 - Inondation du scénario TS1
 - Section transversale
 - Point kilométrique à partir du barrage du Lac-Sainte-Anne
- Tableau des symboles**
- NM : Niveau d'eau maximal
 - R : Rehaussement du niveau d'eau
 - TAFO : Temps d'arrivée du front d'onde
 - TNM : Temps du niveau maximal



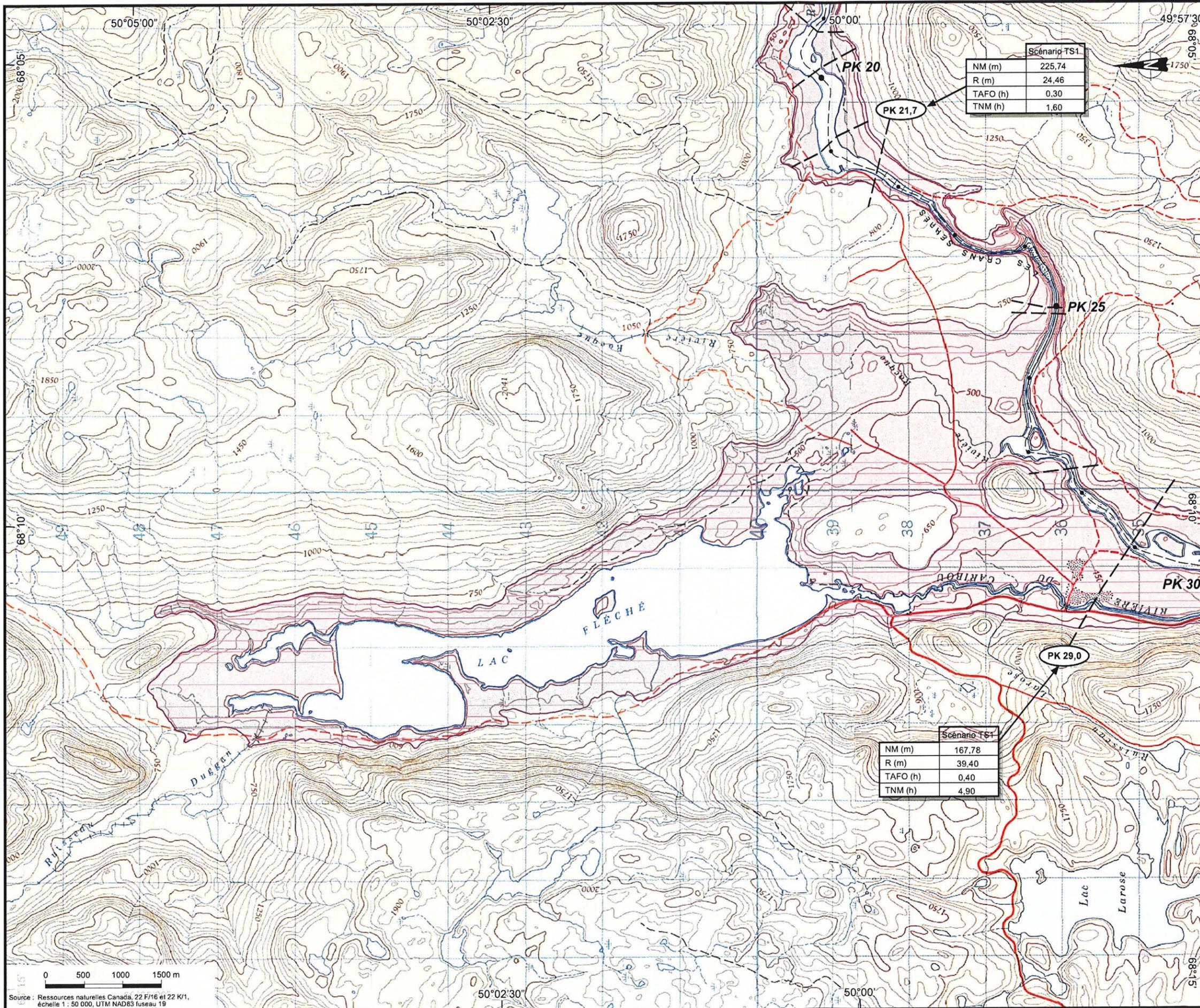
Aménagement hydroélectrique de la Toulousteouc

Zones maximales d'inondation et caractéristiques hydrauliques de l'onde de submersion dans le secteur 2

Carte A-3

Octobre 2000





Les zones inondées indiquées sur cette carte sont basées sur un scénario de rupture de barrage hypothétique et reflètent un événement extrême. Les résultats ne remettent aucunement en cause l'intégrité des ouvrages d'Hydro-Québec sur le cours de la rivière Manicouagan.

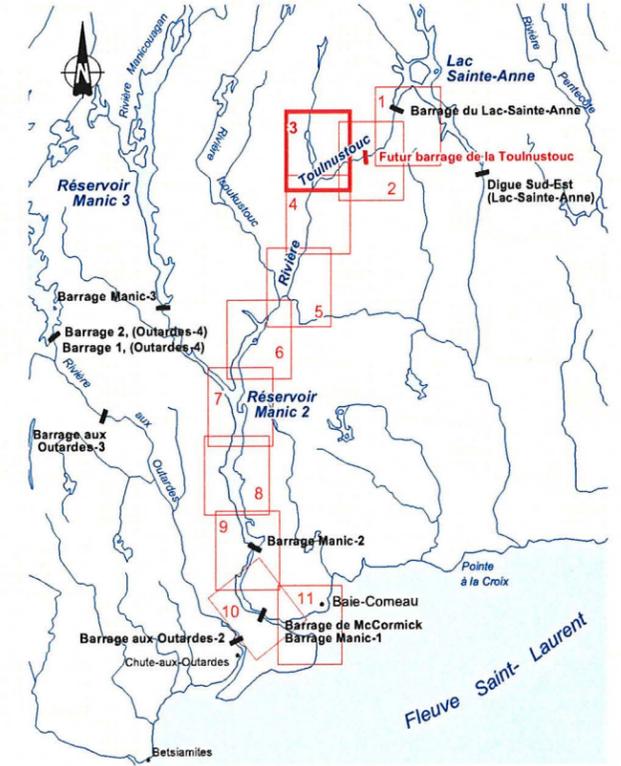
Scénario TS1 :
Rupture hypothétique initiée au barrage de la Tounoustouc.

Légende

- Agrandissement du lac Sainte-Anne
- Inondation du scénario TS1
- Section transversale
- Point kilométrique à partir du barrage du Lac-Sainte-Anne

Tableau des symboles

- NM : Niveau d'eau maximal
- R : Rehaussement du niveau d'eau
- TAFO : Temps d'arrivée du front d'onde
- TNM : Temps du niveau maximal



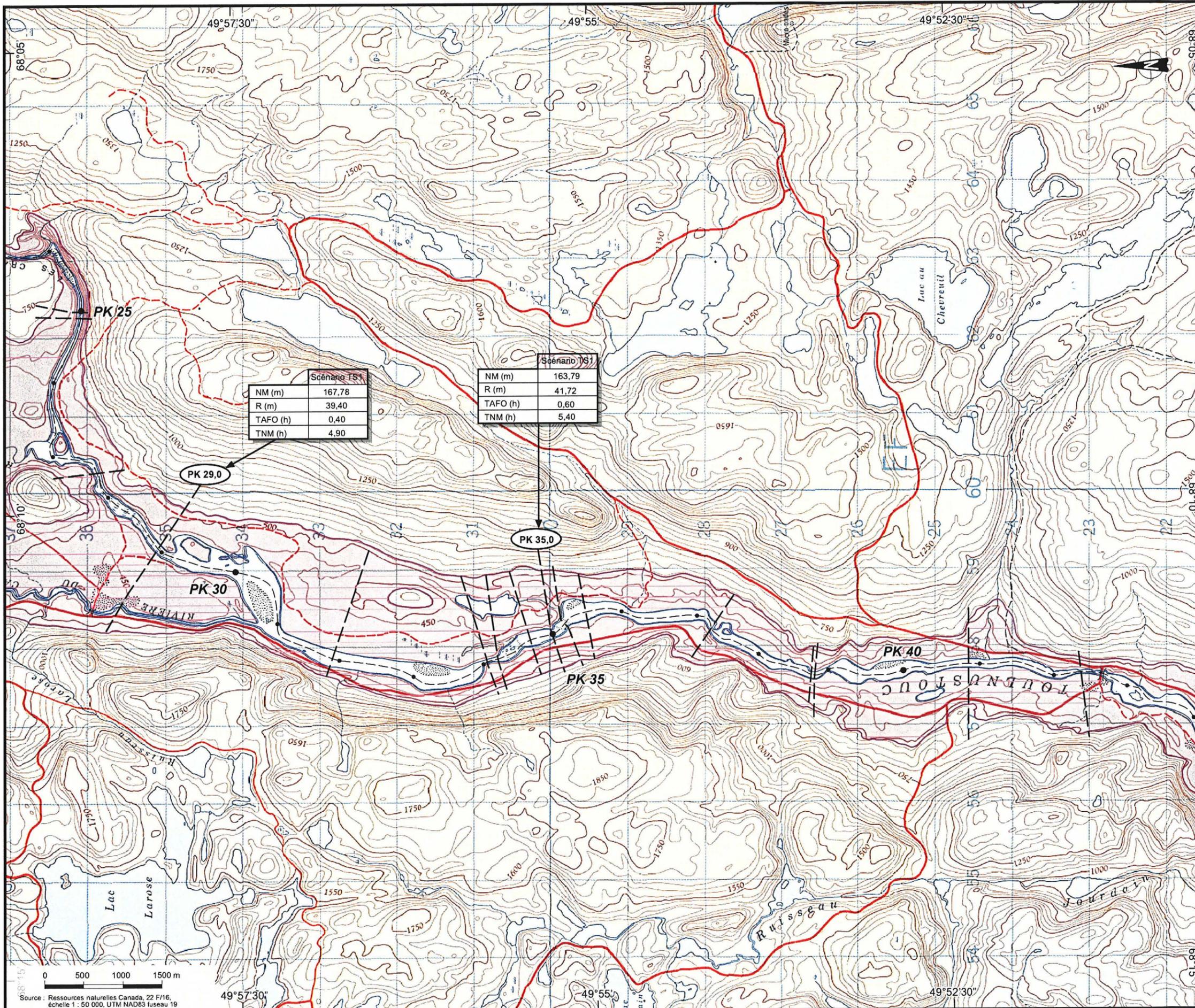
Aménagement hydroélectrique de la Toulousteou

Zones maximales d'inondation et caractéristiques hydrauliques de l'onde de submersion dans le secteur 3

Carte A-4

Octobre 2000





Les zones inondées indiquées sur cette carte sont basées sur un scénario de rupture de barrage hypothétique et reflètent un événement extrême. Les résultats ne remettent aucunement en cause l'intégrité des ouvrages d'Hydro-Québec sur le cours de la rivière Manicouagan.

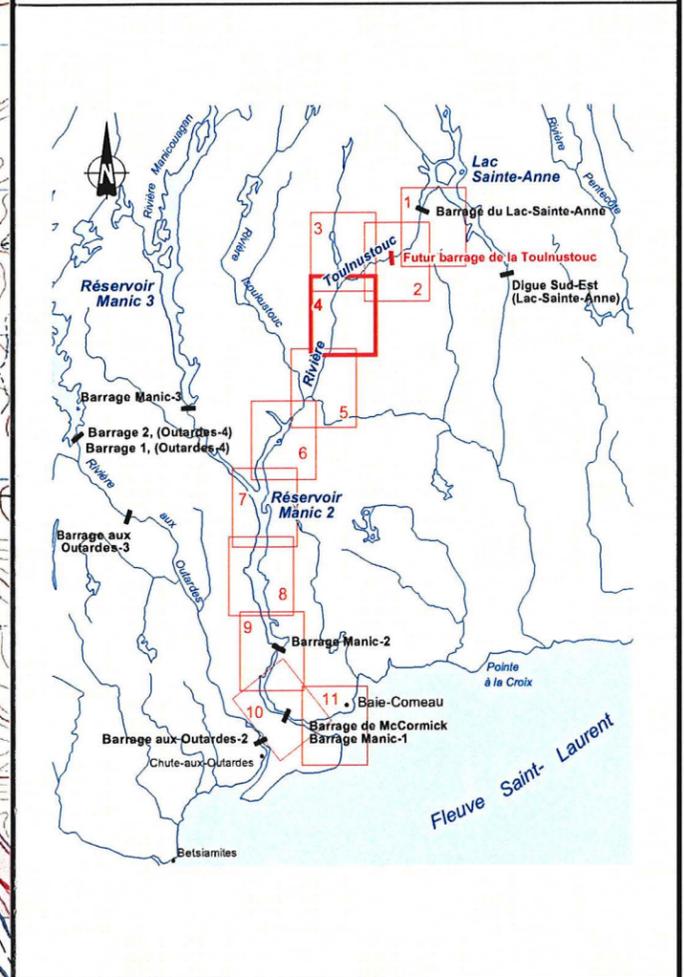
Scénario TS1 :
Rupture hypothétique initiée au barrage de la Tounoustou.

Légende

- Agrandissement du lac Sainte-Anne
- Inondation du scénario TS1
- Section transversale
- Point kilométrique à partir du barrage du Lac-Sainte-Anne

Tableau des symboles

- NM : Niveau d'eau maximal
- R : Rehaussement du niveau d'eau
- TAFO : Temps d'arrivée du front d'onde
- TNM : Temps du niveau maximal



**Aménagement hydroélectrique
de la Toulousteou**

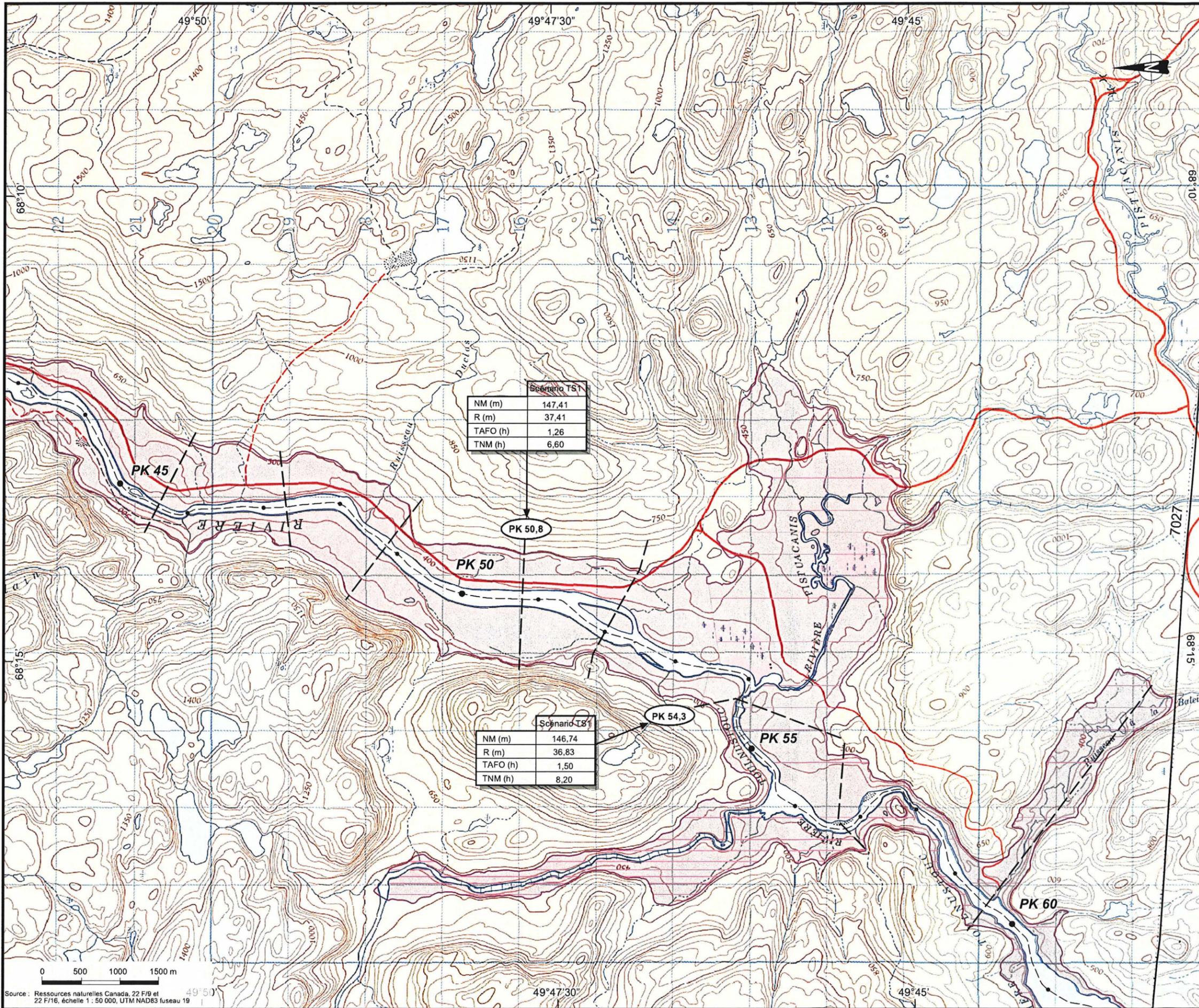
**Zones maximales d'inondation
et caractéristiques hydrauliques de
l'onde de submersion dans le secteur 4**

Carte A-5

Octobre 2000



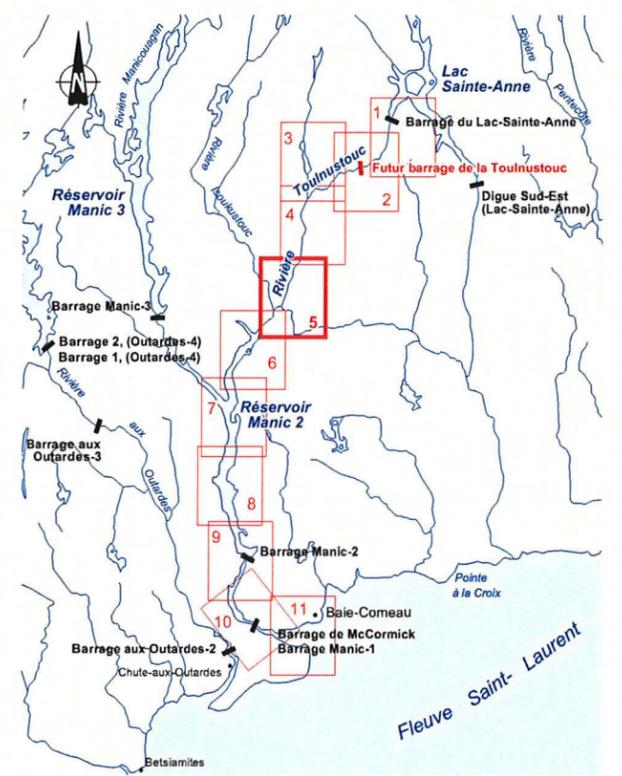
Source : Ressources naturelles Canada, 22 F116, échelle 1 : 50 000, UTM NAD83 fuseau 19



Les zones inondées indiquées sur cette carte sont basées sur un scénario de rupture de barrage hypothétique et reflètent un événement extrême. Les résultats ne remettent aucunement en cause l'intégrité des ouvrages d'Hydro-Québec sur le cours de la rivière Manicouagan.

Scénario TS1 :
Rupture hypothétique initiée au barrage de la Tounoustouc.

- Légende**
- Agrandissement du lac Sainte-Anne
 - Inondation du scénario TS1
 - Section transversale
 - Point kilométrique à partir du barrage du Lac-Sainte-Anne
 - PK
- Tableau des symboles**
- NM : Niveau d'eau maximal
 - R : Rehaussement du niveau d'eau
 - TAFO : Temps d'arrivée du front d'onde
 - TNM : Temps du niveau maximal



Aménagement hydroélectrique de la Toulousteouc

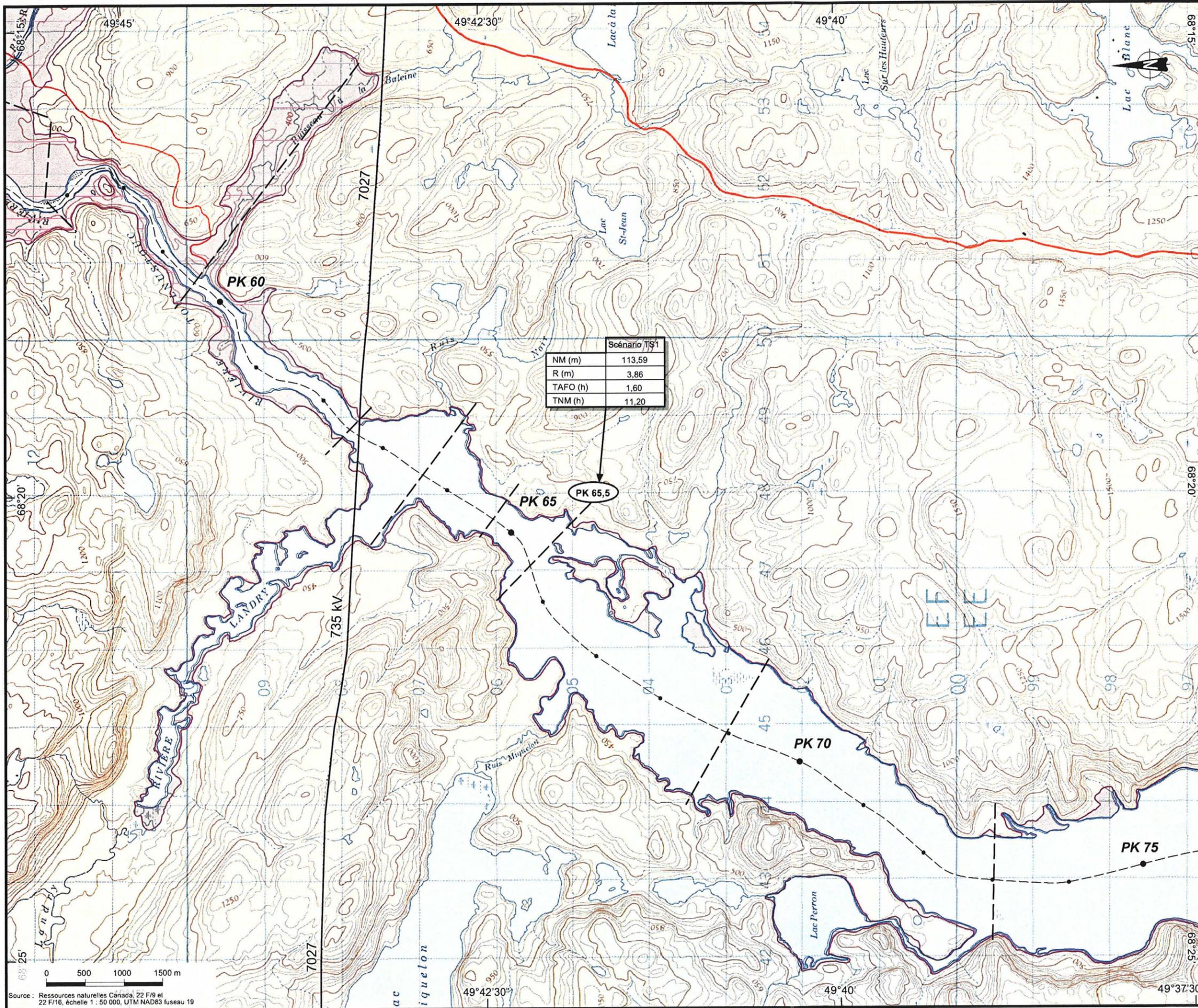
Zones maximales d'inondation et caractéristiques hydrauliques de l'onde de submersion dans le secteur 5

Carte A-6

Octobre 2000



Source : Ressources naturelles Canada, 22 F/9 et 22 F/16, échelle 1 : 50 000, UTM NAD83 fuseau 19



	Scénario TS1
NM (m)	113,59
R (m)	3,86
TAFO (h)	1,60
TNM (h)	11,20

Les zones inondées indiquées sur cette carte sont basées sur un scénario de rupture de barrage hypothétique et reflètent un événement extrême. Les résultats ne remettent aucunement en cause l'intégrité des ouvrages d'Hydro-Québec sur le cours de la rivière Manicouagan.

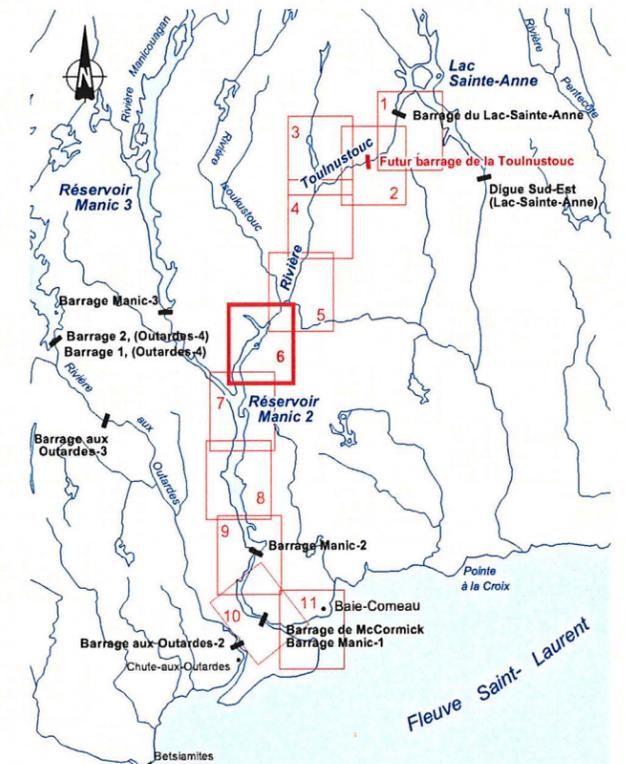
Scénario TS1 :
Rupture hypothétique initiée au barrage de la Tounoustoc.

Légende

- Agrandissement du lac Sainte-Anne
- Inondation du scénario TS1
- Section transversale
- Point kilométrique à partir du barrage du Lac-Sainte-Anne

Tableau des symboles

- NM : Niveau d'eau maximal
- R : Rehaussement du niveau d'eau
- TAFO : Temps d'arrivée du front d'onde
- TNM : Temps du niveau maximal



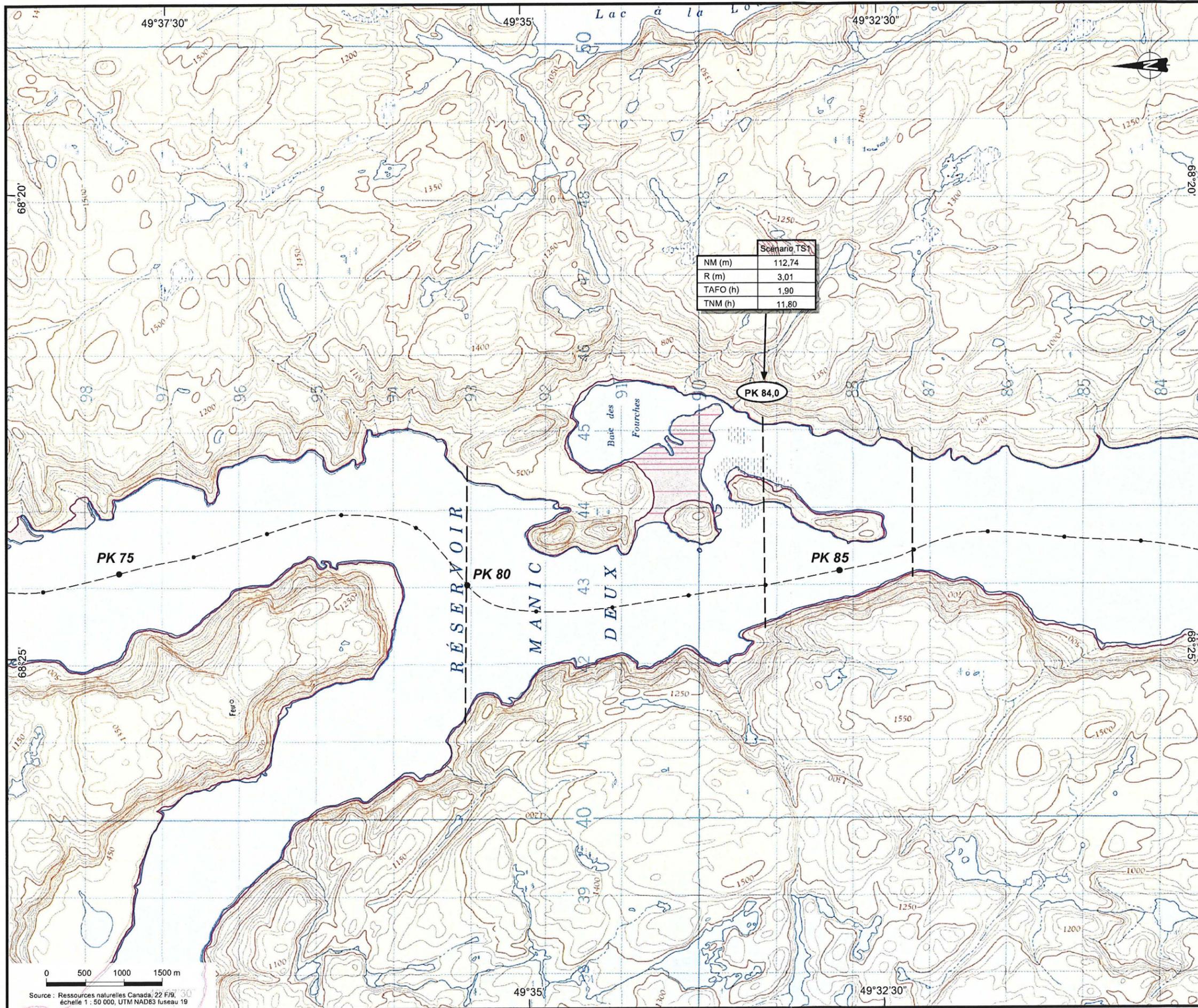
Aménagement hydroélectrique de la Toulousteou

Zones maximales d'inondation et caractéristiques hydrauliques de l'onde de submersion dans le secteur 6

Carte A-7

Octobre 2000





Les zones inondées indiquées sur cette carte sont basées sur un scénario de rupture de barrage hypothétique et reflètent un événement extrême. Les résultats ne remettent aucunement en cause l'intégrité des ouvrages d'Hydro-Québec sur le cours de la rivière Manicouagan.

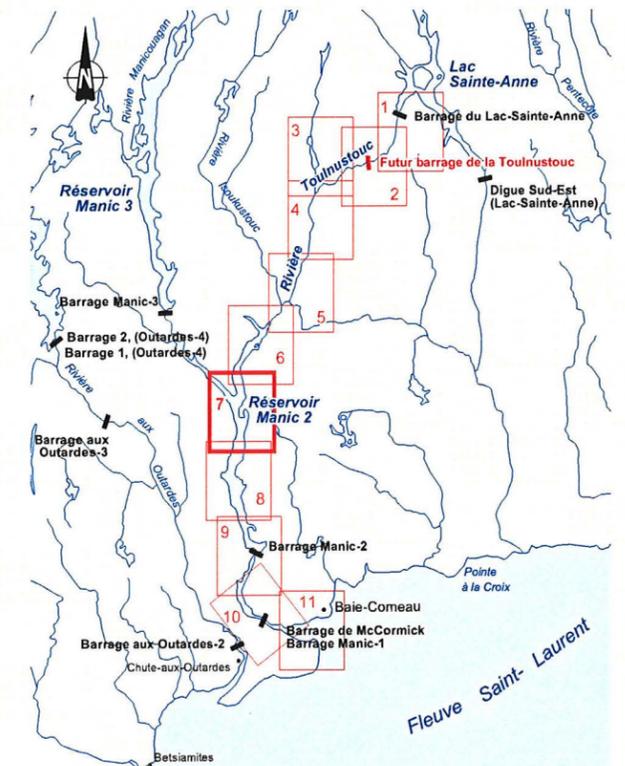
Scénario TS1 :
Rupture hypothétique initiée au barrage de la Tounoustouc.

Légende

- Agrandissement du lac Sainte-Anne
- Inondation du scénario TS1
- Section transversale
- Point kilométrique à partir du barrage du Lac-Sainte-Anne

Tableau des symboles

- NM : Niveau d'eau maximal
- R : Rehaussement du niveau d'eau
- TAFO : Temps d'arrivée du front d'onde
- TNM : Temps du niveau maximal



Aménagement hydroélectrique de la Tounoustouc

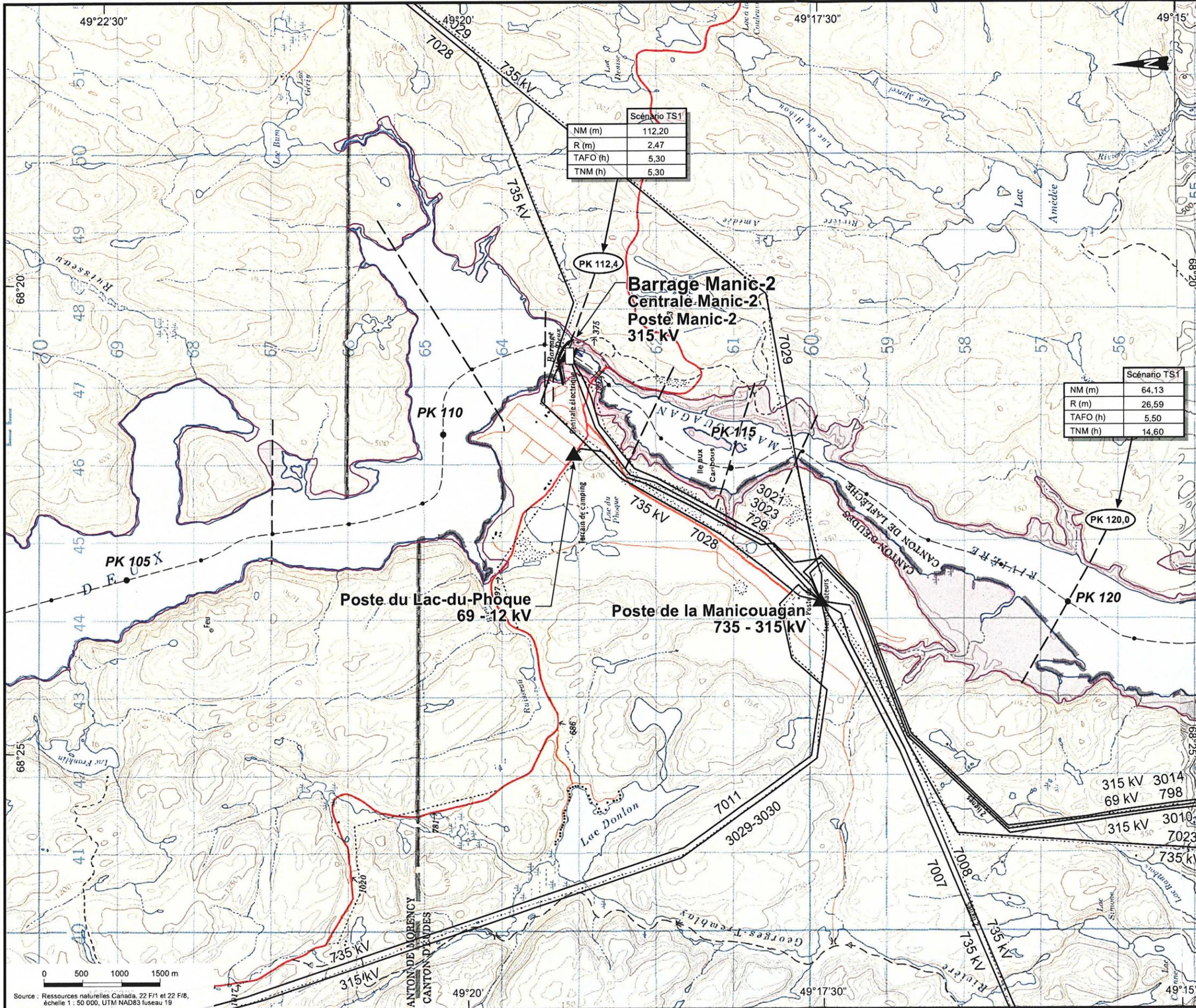
Zones maximales d'inondation et caractéristiques hydrauliques de l'onde de submersion dans le secteur 7

Carte A-8

Octobre 2000



Source : Ressources naturelles Canada; 22 F/9, 30 échelle 1 : 50 000, UTM NAD83 fuseau 19



Scénario TS1	
NM (m)	112,20
R (m)	2,47
TAFO (h)	5,30
TNM (h)	5,30

Scénario TS1	
NM (m)	64,13
R (m)	26,59
TAFO (h)	5,50
TNM (h)	14,60

Les zones inondées indiquées sur cette carte sont basées sur un scénario de rupture de barrage hypothétique et reflètent un événement extrême. Les résultats ne remettent aucunement en cause l'intégrité des ouvrages d'Hydro-Québec sur le cours de la rivière Manicouagan.

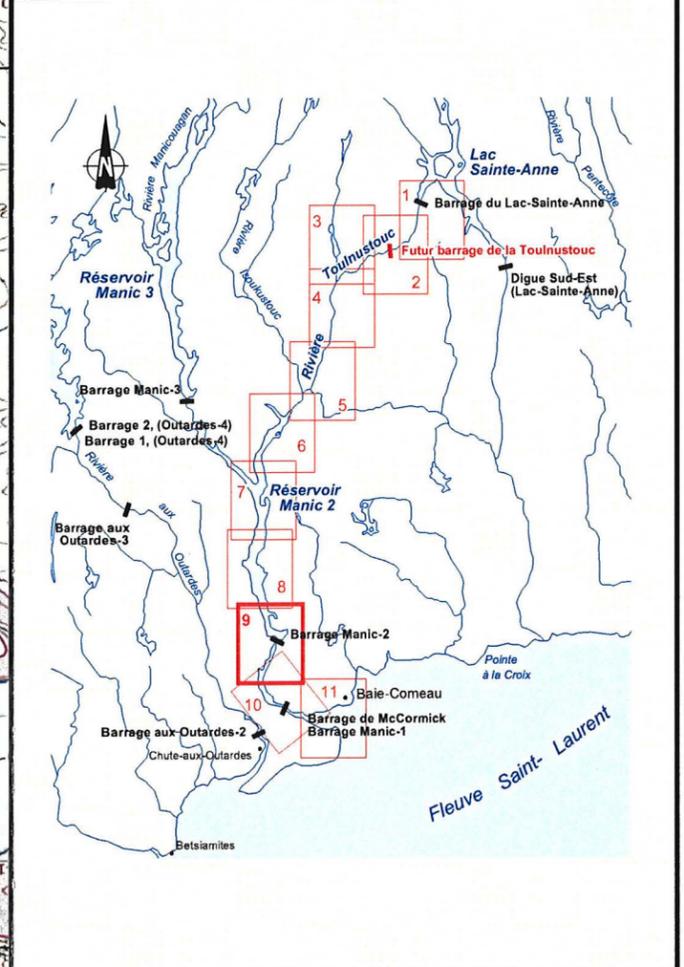
Scénario TS1 :
Rupture hypothétique initiée au barrage de la Tounoustouc.

Légende

- Agrandissement du lac Sainte-Anne
- Inondation du scénario TS1
- Section transversale
- Point kilométrique à partir du barrage du Lac-Sainte-Anne

Tableau des symboles

- NM : Niveau d'eau maximal
- R : Rehaussement du niveau d'eau
- TAFO : Temps d'arrivée du front d'onde
- TNM : Temps du niveau maximal



Aménagement hydroélectrique de la Toulousteou

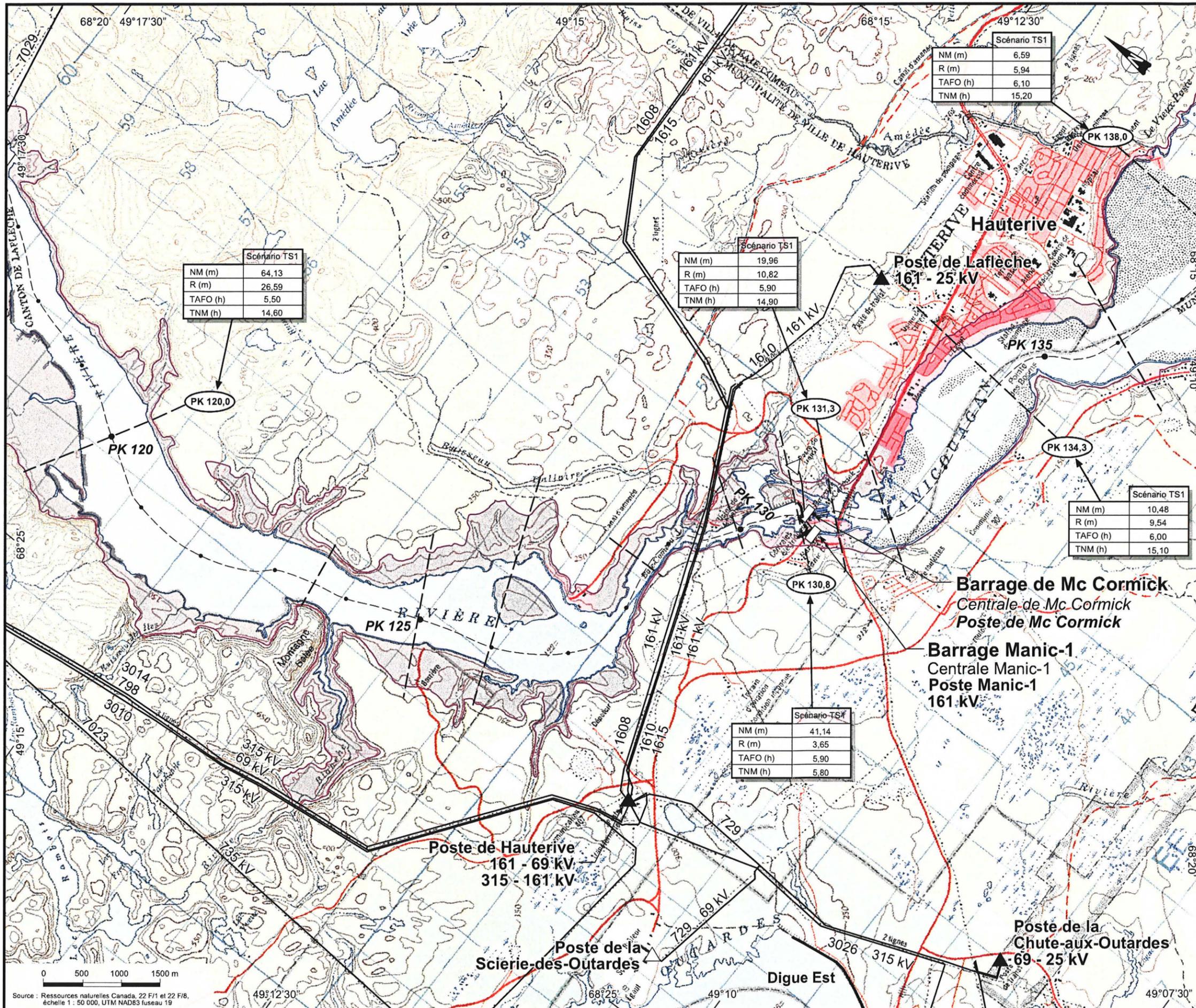
Zones maximales d'inondation et caractéristiques hydrauliques de l'onde de submersion dans le secteur 9

Carte A-10

Octobre 2000



Source : Ressources naturelles Canada, 22 F/1 et 22 F/8, échelle 1 : 50 000, UTM NAD83 fuseau 19



Les zones inondées indiquées sur cette carte sont basées sur un scénario de rupture de barrage hypothétique et reflètent un événement extrême. Les résultats ne remettent aucunement en cause l'intégrité des ouvrages d'Hydro-Québec sur le cours de la rivière Manicouagan.

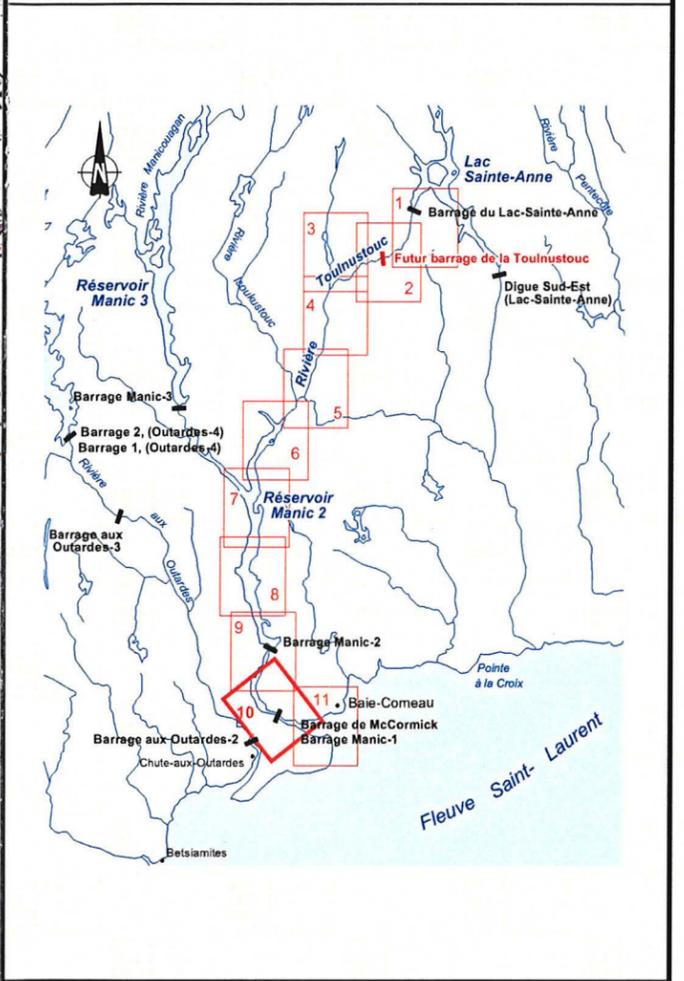
Scénario TS1 :
Rupture hypothétique initiée au barrage de la Tounoustouc.

Légende

- Agrandissement du lac Sainte-Anne
- Inondation du scénario TS1
- Section transversale
- Point kilométrique à partir du barrage du Lac-Sainte-Anne

Tableau des symboles

- NM : Niveau d'eau maximal
- R : Rehaussement du niveau d'eau
- TAFO : Temps d'arrivée du front d'onde
- TNM : Temps du niveau maximal



Aménagement hydroélectrique de la Toulousteou

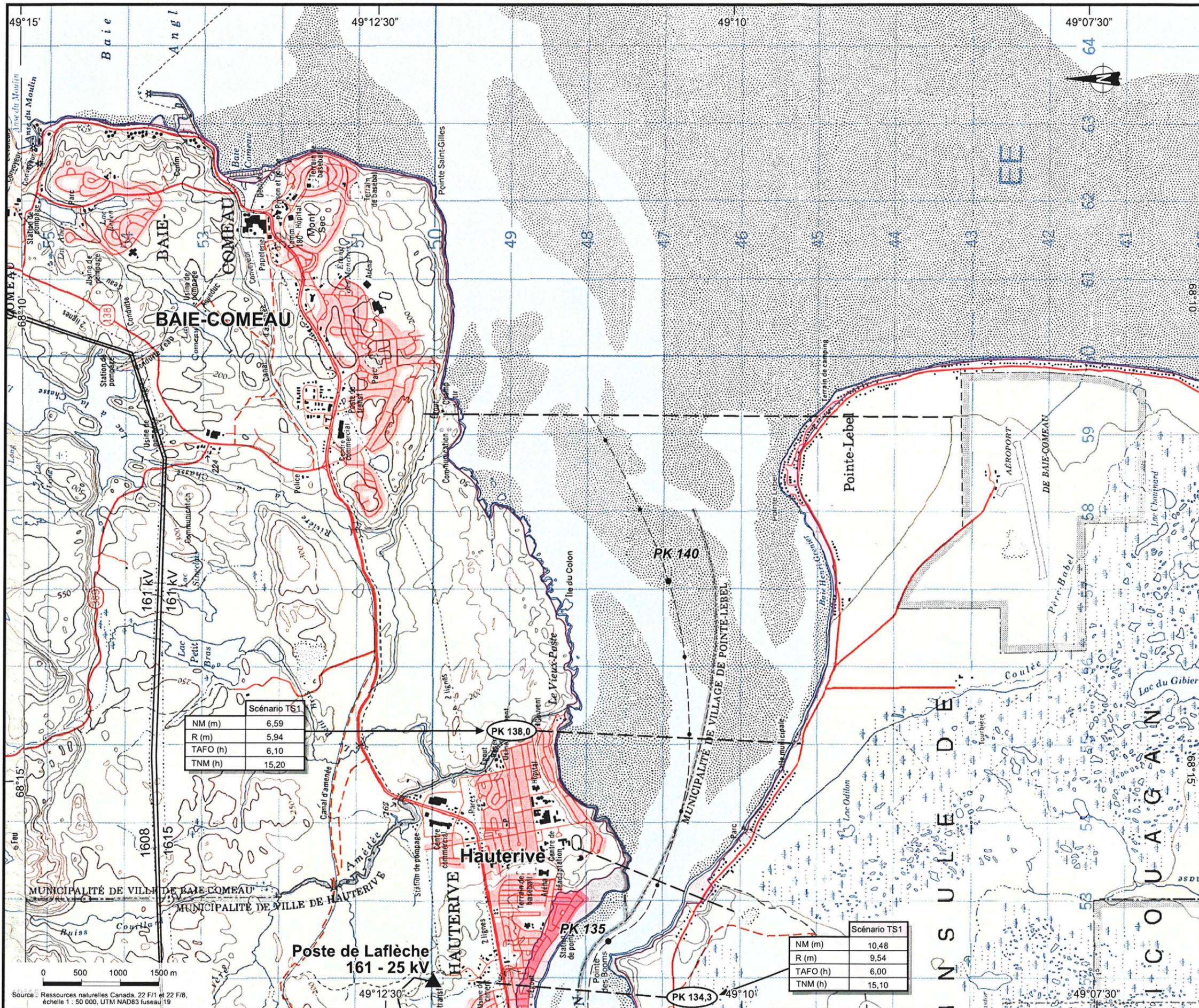
Zones maximales d'inondation et caractéristiques hydrauliques de l'onde de submersion dans le secteur 10

Carte A-11

Octobre 2000



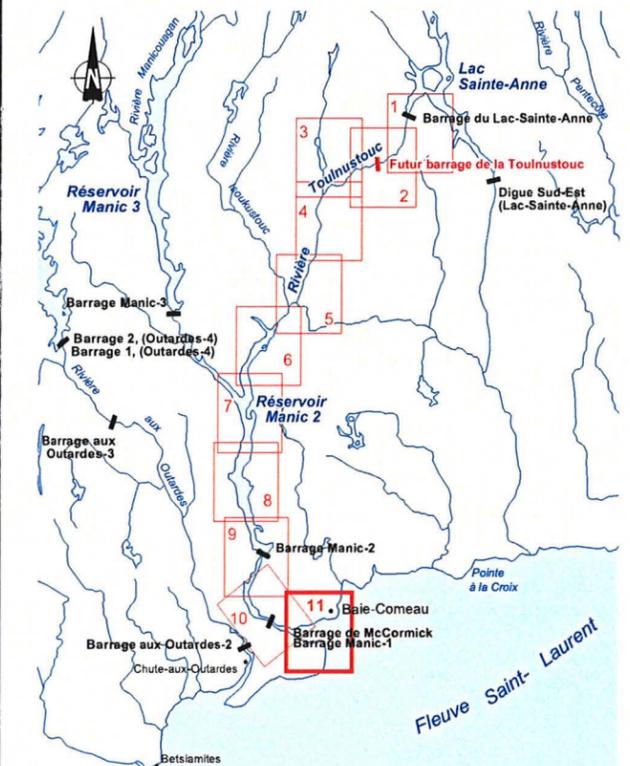
Source : Ressources naturelles Canada, 22 F/1 et 22 F/8, échelle 1 : 50 000, UTM NAD83 fuseau 19



Les zones inondées indiquées sur cette carte sont basées sur un scénario de rupture de barrage hypothétique et reflètent un événement extrême. Les résultats ne remettent aucunement en cause l'intégrité des ouvrages d'Hydro-Québec sur le cours de la rivière Manicouagan.

Scénario TS1 :
Rupture hypothétique initiée au barrage de la Tounoustouc.

- Légende**
- Agrandissement du lac Sainte-Anne
 - Inondation du scénario TS1
 - Section transversale
 - Point kilométrique à partir du barrage du Lac-Sainte-Anne
- Tableau des symboles**
- NM : Niveau d'eau maximal
 - R : Rehaussement du niveau d'eau
 - TAFO : Temps d'arrivée du front d'onde
 - TNM : Temps du niveau maximal



Aménagement hydroélectrique de la Tounoustouc

Zones maximales d'inondation et caractéristiques hydrauliques de l'onde de submersion dans le secteur 11

Carte A-12

Octobre 2000



Annexe B

**Moyennes cumulées mensuelles des
précipitations – Stations de Baie-Comeau
et de Poste Montagnais**

Tableau B-1

Station : **Baie Comeau (7040440)**

Précipitations : **Total de pluie (mm) – Moyennes cumulées mensuelles**

Moyenne période 1979-1998 : **708,1 mm**

Nb d'années sous moyenne : **12**

	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Sep- tembre	Octobre	Novem- bre	Décem- bre	Année
1979	16	2,6	73,6	96	83,3	102,5	103,5	57,1	135	80,9	45,3	3,3	799,1
1980	10,9	0	19,6	100,9	98,1	82,6	125,8	121,1	159,4	75,2	7,2	0,5	801,3
1981	0	104,3	5,9	89,7	156,8	181,3	35,1	93,4	63,9	130,4	51,3	44,2	956,3
1982	1,3	0	6,9	62,7	44,1	105	88,6	105,4	82,7	45,6	146,1	49,6	738
1983	30,5	29,2	66,3	147	182,3	37,4	37,8	54,7	107	51,5	38,1	7,9	789,7
1984	0	6,7	16,3	59,2	127	77,1	111,7	42,8	65,4	26,1	99,6	3,2	635,1
1985	0	2	5,4	10,5	92,6	81,8	95,6	43,4	93	98,4	34,7	17	574,4
1986	44	0	10,5	41,3	68,3	123,9	73,8	95,1	141,1	57,5	20,5	2,3	678,3
1987	0	0	55,9	28,2	56,4	97,5	53,9	73,7	98,8	92,2	67,4	26,9	650,9
1988	0,3	0,5	16,8	33,4	50,4	111,8	35,4	121,8	109,6	111,9	49,8	1,3	643
1989	0	0	17	37,7	94,6	68,6	57,1	64,4	45,5	77,7	74,6	0	537,2
1990	18,3	0	14,9	28,5	94,5	73,7	57,8	67,2	118,9	143,6	24	5,6	647
1991	0	0	41,1	39	88,4	25,3	100,6	55,1	47,9	182,2	32,6	3,3	615,5
1992	71,9	0	84,4	43,9	15,3	172,9	151	93,2	87,9	102,7	39	0	862,2
1993	6,8	0	0	116,7	94,7	81,2	91,5	120,9	83,7	158,9	43,4	50,6	848,4
1994	2,6	0,5	0	44	90,9	111,8	128,8	104,3	83	22,8	95,2	0	683,9
1995	5,3	0	22,7	66,9	73,5	48	79,4	41,9	65,9	151,3	55,9	0,3	611,1
1996	19,2	104,9	1,5	92,5	25,2	55,5	319,3	23,6	51,5	70	45,6	66,8	875,6
1997	0	0	10,9	14,2	161,2	83,1	58,6	102,5	81,6	24,2	39,8	0,8	576,9
1998	4,1	13,7	53,1	16	60,8	74,4	135	47,5	126	58	39,1	10,7	638,4
Minimum	0	0	0	10,5	15,3	25,3	35,1	23,6	45,5	22,8	7,2	0	537,2
Moyenne	11,6	13,2	26,1	58,4	87,9	89,8	97,0	76,5	92,4	88,1	52,5	14,7	708,1
Maximum	71,9	104,9	84,4	147	182,3	181,3	319,3	121,8	159,4	182,2	146,1	66,8	956,3

Tableau B-2

Station : **Baie Comeau (7040440)**Précipitations : **Total de neige (mm - équivalent eau) – Moyennes cumulées mensuelles**Moyenne période 1979-1998 : **342,9 mm**Nb d'années sous moyenne : **10**

	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Sep- tembre	Octobre	Novem- bre	Décem- bre	Année
1979	136,6	45,5	49,6	49,3	0	0	0	0	0	0	36,6	43,2	360,8
1980	40,7	14,6	61,5	9,1	0	0,3	0	0	3,6	2,9	55,3	122,1	310,1
1981	90,8	34,3	35,3	8,1	0	0	0	0	0	0,3	42,8	46,7	258,3
1982	130,5	62,7	54,4	49,8	0,5	0	0	0	0	0	9,1	76	383
1983	41,4	61,2	72,3	51	1,5	0	0	0	0	4,9	113,5	136,3	482,1
1984	39,2	55,1	34,2	7,1	0	0	0	0	0	0	18	100,1	253,7
1985	50,1	71,4	49,5	12,1	4,1	0	0	0	0	0	43,8	71,6	302,6
1986	152,5	36,2	41,1	68,1	0	0	0	0	0	3,1	70,7	78,1	449,8
1987	62,5	10,6	4,9	10,7	0	0	0	0	0	3,5	16,1	45,2	153,5
1988	94,8	140,5	32	63,1	0	0	0	0	0	1,8	27,2	115,1	474,5
1989	69,3	38,6	37,1	27	0	0	0	0	0,3	10,9	54	46,8	284
1990	105,2	78,8	19,5	20,4	6,4	0	0	0	0	13,9	70,6	119,7	434,5
1991	71,9	49,6	104,2	29,8	0	0	0	0	0	24,9	22,4	83,6	386,4
1992	80,5	52,8	12,5	32,4	12,7	0	0	0	0	5,3	32,5	65,4	294,1
1993	45,8	74,4	45,8	22,2	5,4	0	0	0	0	18,5	29	45,2	286,3
1994	98,7	42,8	75,3	39,2	9,9	0	0	0	0	0	24,5	70,9	361,3
1995	97	97,2	103,8	37,9	2,3	0	0	0	0	0	36,3	62,9	437,4
1996	88,5	50,4	41,2	34,6	7,4	0	0	0	0	0	36,8	84,4	343,3
1997	153,8	55	47,4	4,1	1	0	0	0	0	7,1	16,6	35,7	320,7
1998	48,2	55	33,2	32,6	0	0	0	0	0	0	66,4	45,9	281,3
Minimum	39,2	10,6	4,9	4,1	0	0	0	0	0	0	9,1	35,7	153,5
Moyenne	84,9	56,3	47,7	30,4	2,6	0,0	0,0	0,0	0,2	4,9	41,1	74,7	342,9
Maximum	153,8	140,5	104,2	68,1	12,7	0,3	0	0	3,6	24,9	113,5	136,3	482,1

Tableau B-3

Station : **Baie Comeau (7040440)**

Précipitations : **Total de précipitations (mm) – Moyennes cumulées mensuelles**

Moyenne période 1979-1998 : **1050,8 mm**

Nb d'années sous moyenne : **9**

	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Sep- tembre	Octobre	Novem- bre	Décem- bre	Année
1979	152,6	48,1	123,2	145,3	83,3	102,5	103,5	57,1	135	80,9	81,9	46,5	1159,9
1980	51,6	14,6	81,1	110	98,1	82,9	125,8	121,1	163	78,1	62,5	122,6	1111,4
1981	90,8	138,6	41,2	97,8	156,8	181,3	35,1	93,4	63,9	130,7	94,1	90,9	1214,6
1982	131,8	62,7	61,3	112,5	44,6	105	88,6	105,4	82,7	45,6	155,2	125,6	1121
1983	71,9	90,4	138,6	198	183,8	37,4	37,8	54,7	107	56,4	151,6	144,2	1271,8
1984	39,2	61,8	50,5	66,3	127	77,1	111,7	42,8	65,4	26,1	117,6	103,3	888,8
1985	50,1	73,4	54,9	22,6	96,7	81,8	95,6	43,4	93	98,4	78,5	88,6	877
1986	196,5	36,2	51,6	109,4	68,3	123,9	73,8	95,1	141,1	60,6	91,2	80,4	1128,1
1987	62,5	10,6	60,8	38,9	56,4	97,5	53,9	73,7	98,8	95,7	83,5	72,1	804,4
1988	95,1	141	48,8	96,5	50,4	111,8	35,4	121,8	109,6	113,7	77	116,4	1117,5
1989	69,3	38,6	54,1	64,7	94,6	68,6	57,1	64,4	45,8	88,6	128,6	46,8	821,2
1990	123,5	78,8	34,4	48,9	100,9	73,7	57,8	67,2	118,9	157,5	94,6	125,3	1081,5
1991	71,9	49,6	145,3	68,8	88,4	25,3	100,6	55,1	47,9	207,1	55	86,9	1001,9
1992	152,4	52,8	96,9	76,3	28	172,9	151	93,2	87,9	108	71,5	65,4	1156,3
1993	52,6	74,4	45,8	138,9	100,1	81,2	91,5	120,9	83,7	177,4	72,4	95,8	1134,7
1994	101,3	43,3	75,3	83,2	100,8	111,8	128,8	104,3	83	22,8	119,7	70,9	1045,2
1995	102,3	97,2	126,5	104,8	75,8	48	79,4	41,9	65,9	151,3	92,2	63,2	1048,5
1996	107,7	155,3	42,7	127,1	32,6	55,5	319,3	23,6	51,5	70	82,4	151,2	1218,9
1997	153,8	55	58,3	18,3	162,2	83,1	58,6	102,5	81,6	31,3	56,4	36,5	897,6
1998	48,2	68,7	86,3	48,6	60,8	74,4	135	47,5	126	58	105,5	56,6	915,6
Minimum	39,2	10,6	34,4	18,3	28	25,3	35,1	23,6	45,8	22,8	55	36,5	804,4
Moyenne	96,3	69,6	73,9	88,8	90,5	89,8	97,0	76,5	92,6	92,9	93,6	89,5	1050,8
Maximum	196,5	155,3	145,3	198	183,8	181,3	319,3	121,8	163	207,1	155,2	151,2	1271,8

Tableau B-4Station : **Poste Montagnais (7046212)**Précipitations : **Total de pluie (mm) – Moyennes cumulées mensuelles**Moyenne période 1979-1998 : **388,9 mm**Nb d'années sous moyenne : **10**Moyenne période 1979-1998 (sans 1986-1987-1990) : **437,8 mm**Nb d'années sous moyenne : **8**

	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Sep- tembre	Octobre	Novem- bre	Décem- bre	Année
1979	0	0	6,9	0	14,8	133,6	199,4	111,3	65,4	31,4	0	M	562,8
1980	0	0	0	2	25,9	85	63,7	76,4	44,4	62,7	0,5	0	360,6
1981	0	29,7	2,3	0	66,3	64,9	62,3	54,6	66,1	32,2	0	3,3	381,7
1982	0	0	0	0	2	41,2	48,2	142,1	89,6	27,4	0,3	1	351,8
1983	0	0	0	0	22,9	39,2	69	59,9	98,1	70,5	0	0	359,6
1984	0	0	0	0	25,7	9,6	105,2	71,7	33,5	7,8	0	0	253,5
1985	0	0	0	5,1	58,1	91,6	67,5	84,8	93,1	14	0	0	414,2
1986	0	0	0	0	8,2	40,9	76,7	M	M	15	0	0	140,8
1987	0	0	0	0	M	M	M	M	89,9	59,7	11,9	14	175,5
1988	0	0	0	5,8	18,8	72,2	50	14,2	58,8	17,8	0	0	237,6
1989	0	0	0	20,1	0	0	3	115,6	62,3	36,1	3	0	240,1
1990	0	M	M	M	3	7,6	M	7,4	M	M	M	M	18,0
1991	0	0	0	2	1,9	104,5	141,4	107,2	166,3	156,1	25,9	0	705,3
1992	0	0	20	3,5	7,1	78,1	138,3	131,2	116,6	15,7	0	0	510,5
1993	0	0	0	15,7	84,2	76,5	70,8	128,6	96,5	35,9	16,5	0,5	525,2
1994	0	0	0	0	46,9	103,7	133,3	159,3	65,7	33,8	4,3	0	547,0
1995	0,3	0	1	14,6	30,3	36,3	104,3	78,1	115,5	77,3	24,9	0	482,6
1996	2,5	21,9	0	7,6	12,9	97,5	155,4	67,5	57,1	24,4	34,1	10,2	491,1
1997	0	0	0	6,2	72,4	83,4	129,9	103,7	85,1	15	2,9	0	498,6
1998	0	14,5	19,1	5,6	76,5	40,2	123,8	56,4	135,6	47,8	1,6	0	521,1
Minimum	0	0	0	0	0	0	3	7,4	33,5	7,8	0	0	18,0
Moyenne	0,1	3,5	2,6	4,6	30,4	63,5	96,8	87,2	85,5	41,1	6,6	1,6	388,9
Maximum	2,5	29,7	20	20,1	84,2	133,6	199,4	159,3	166,3	156,1	34,1	14	705,3

M : données manquantes

Tableau B-5

Station : **Poste Montagnais (7046212)**

Précipitations : **Total de neige (mm - équivalent eau) – Moyennes cumulées mensuelles**

Moyenne période 1979-1998 : **263,9 mm**

Nb d'années sous moyenne : **11**

Moyenne période 1979-1998 (sans 1986-1987-1990) : **287,9 mm**

Nb d'années sous moyenne : **10**

	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Sep- tembre	Octobre	Novem- bre	Décem- bre	Année
1979	56	18,2	61,7	7	0	0	0	0	0	17,5	18,2	M	178,6
1980	73,4	13,1	29,7	30,9	28,2	0	0	0	0,9	15,9	52,9	39	284
1981	72,2	22,6	13,9	65,1	2,5	0	0	0	0	17	45,2	20,5	259
1982	9,4	6,6	13,6	54	1	0	0	0	2,5	2,6	30,7	63,8	184,2
1983	28	36,5	13,9	51,8	25,1	0	0	0	0	0,8	122,8	47,4	326,3
1984	14,9	33,2	14,7	8,4	5,1	0	0	0	0	59,9	30,4	20,6	187,2
1985	19,3	30	21,6	24,9	0	0	0	0	0	34	76,6	4	210,4
1986	17	20,6	27,9	32,2	0	0	0	M	M	7,1	46,1	41,8	192,7
1987	36,8	5,5	1,5	10,9	M	M	M	M	0	6,1	81,5	20,3	162,6
1988	47,2	17,5	71,7	45,9	14	0	0	0	16,5	15,9	22,8	33,1	284,6
1989	32,8	9	20,2	35	0	0	0	0	0	32,7	27,6	12,2	169,5
1990	22,1	M	M	M	0	5,3	M	0	M	M	M	M	27,4
1991	19,7	34,7	33,2	23,6	7,2	0	0	0	2	38,1	32,7	20,9	212,1
1992	68,4	25,5	13,1	32,1	2,5	0	0	0	0,5	33,5	31,1	19,6	226,3
1993	39,5	45,1	29,2	27,5	6	2	0	0	7,1	73,3	54,5	63	347,2
1994	66,3	34,7	49	36,1	6,1	3	0	0	1	7,8	83,9	66,7	354,6
1995	40,5	65,7	78,1	13,6	17,7	0	0	0	0,5	10,7	36,3	44	307,1
1996	79	50,1	65,1	65,5	21,6	0	0	0	16,2	90,4	17,7	125,6	531,2
1997	59,7	9,9	55,2	17	54,1	0	0	0	2,8	26	47,7	63,9	336,3
1998	89,6	93,9	104,9	29,3	0	0	0	0	0	32,1	81,6	65	496,4
Minimum	9,4	5,5	1,5	7	0	0	0	0	0	0,8	17,7	4	27,4
Moyenne	44,6	30,1	37,8	32,1	10,1	0,5	0,0	0,0	2,8	27,4	49,5	42,9	263,9
Maximum	89,6	93,9	104,9	65,5	54,1	5,3	0	0	16,5	90,4	122,8	125,6	531,2

M : données manquantes

Tableau B-6

Station : **Poste Montagnais (7046212)**Précipitations : **Total de précipitations (mm) – Moyennes cumulées mensuelles**Moyenne période 1979-1998 : **650,7 mm**Nb d'années sous moyenne : **10**Moyenne période 1979-1998 (sans 1986-1987-1990) : **723,3 mm**Nb d'années sous moyenne : **8**

	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Sep- tembre	Octobre	Novem- bre	Décem- bre	Année
1979	56	18,2	68,6	7	14,8	133,6	199,4	111,3	65,4	48,9	18,2	M	741,4
1980	73,4	13,1	29,7	32,9	54,1	85	63,7	76,4	45,3	78,6	53,4	39	644,6
1981	72,2	52,3	16,2	65,1	68,8	64,9	62,3	54,6	66,1	49,2	45,2	23,8	640,7
1982	9,4	6,6	13,6	54	3	41,2	48,2	142,1	92,1	30	31	64,8	536
1983	28	36,5	13,9	51,8	48	39,2	69	59,9	98,1	71,3	122,8	47,4	685,9
1984	14,9	33,2	14,7	8,4	30,8	9,6	105,2	71,7	33,5	67,7	30,4	20,6	440,7
1985	19,3	30	21,6	30	58,1	91,6	67,5	84,8	93,1	48	76,6	4	624,6
1986	17	20,6	27,9	32,2	8,2	40,9	76,7	M	M	22,1	46,1	41,8	333,5
1987	36,8	5,5	1,5	10,9	M	M	M	M	89,9	65,8	93,4	34,3	338,1
1988	47,2	17,5	71,7	51,7	32,8	72,2	50	14,2	75,3	33,7	22,8	33,1	522,2
1989	32,8	9	20,2	55,1	0	0	3	115,6	62,3	68,8	30,6	12,2	409,6
1990	22,1	M	M	M	3	12,9	M	7,4	M	M	M	M	45,4
1991	19,7	34,7	33,2	25,6	9,1	104,5	141,4	107,2	168,3	194,2	58,6	20,9	917,4
1992	68,4	25,5	33,1	35,6	9,6	78,1	138,3	131,2	117,1	49,2	31,1	19,6	736,8
1993	39,5	45,1	29,2	43,2	90,2	78,5	70,8	128,6	103,6	109,2	71	63,5	872,4
1994	66,3	34,7	49	36,1	53	106,7	133,3	159,3	66,7	41,6	88,2	66,7	901,6
1995	40,8	65,7	79,1	28,2	48	36,3	104,3	78,1	116	88	61,2	44	789,7
1996	81,5	72	65,1	73,1	34,5	97,5	155,4	67,5	73,3	114,8	51,8	135,8	1022,3
1997	59,7	9,9	55,2	23,2	126,5	83,4	129,9	103,7	87,9	41	50,6	63,9	834,9
1998	48,2	108,4	124	34,9	76,5	40,2	123,8	56,4	135,6	79,9	83,2	65	976,1
Minimum	9,4	5,5	1,5	7	0	0	3	7,4	33,5	22,1	18,2	4	45,4
Moyenne	42,7	33,6	40,4	36,8	40,5	64,0	96,8	87,2	88,3	68,5	56,1	44,5	650,7
Maximum	81,5	108,4	124	73,1	126,5	133,6	199,4	159,3	168,3	194,2	122,8	135,8	1022,3

M : données manquantes

Annexe C

Archéologie



*Consistent Accuracy
Delivered On Time.*

Beta Analytic Inc.
4985 SW 74 Court
Miami, Florida 33155 USA
Tel: 305 667 5167
Fax: 305 663 0964
beta@radiocarbon.com
www.radiocarbon.com

DR. MURRY TAMERS
MR. DARDEN HOOD
Co-directors

Mr. Ronald Hatfield
Laboratory Manager

Mr. Christopher Patrick
Ms. Teresa Zilko-Miller
Associate Managers

Reçu le 03 DEC. 1999

November 29, 1999

Mr. Claude Rocheleau
Arkeos Inc.
8232, Rue Saint-Denis
Montréal (Quebec)
Canada H2P 2G6

Dear Mr. Rocheleau:

Please find enclosed the radiocarbon dating result for two charcoal samples which were authorized for analyses on November 18. They each provided plenty of carbon for accurate radiometric analysis and all analytical steps went normally.

Printouts of the calendar calibrations are enclosed. The two sigma results are as follows;

Beta-135217: Cal AD 1435 to 1705 (Cal BP 515 to 245)
Cal AD 1715 to 1885 (Cal BP 235 to 65)
Cal AD 1910 to 1950 (Cal BP 40 to 0)
Beta-135218: Cal AD 1650 to post 1955 (Cal BP 300 to 5)

Multiple ranges are possible for Beta-135217 due to wiggles in the correlation curve at this period of time.

One additional sample is being analyzed by AMS. That analysis is proceeding normally will be reported separately.

The cost of the analysis was charged to your MASTERCARD. A receipt is enclosed. Thank you. As always, if you have any questions or would like to discuss the results, don't hesitate to contact me.

Sincerely,

CALIBRATION OF RADIOCARBON AGE TO CALENDAR YEARS

(Variables: est. C13/C12=-25;lab. mult=1)

Laboratory number: Beta-135218 ($\Sigma a O_t - 2$)

Conventional radiocarbon age¹: 30±110 BP

2 Sigma calibrated result²: Cal AD 1650 to beyond 1955 (Cal BP 300 to 5)
(95% probability)

¹ C13/C12 ratio estimated

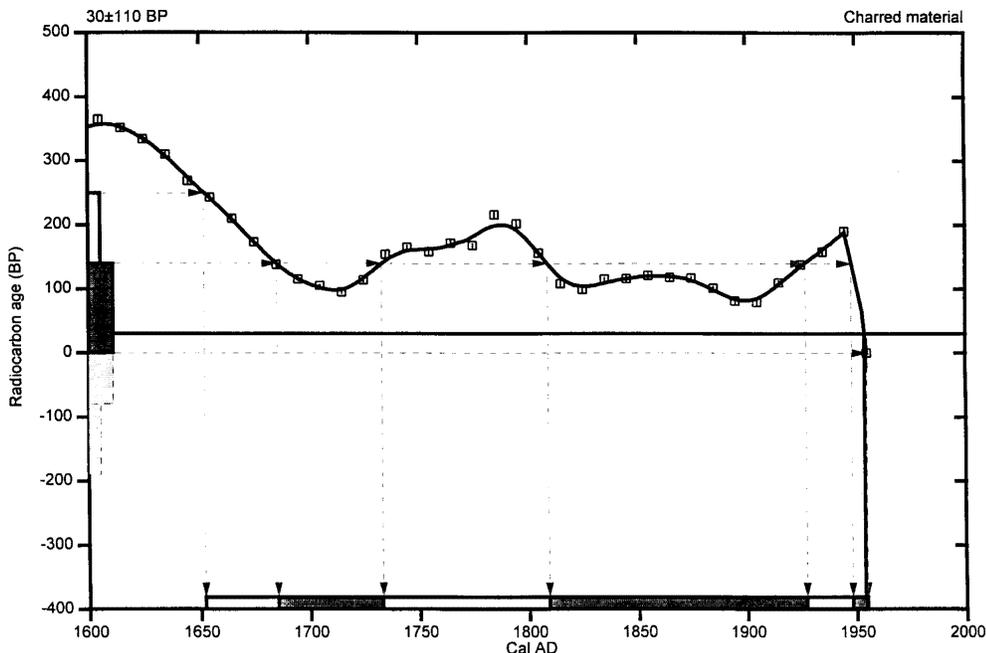
² 2 Sigma range being quoted is the maximum antiquity based on the minus 2 Sigma range

Intercept data

Intercept of radiocarbon age
with calibration curve: Cal AD 1955 (Cal BP 5)

1 Sigma calibrated results³: Cal AD 1685 to 1735 (Cal BP 265 to 215) and
(68% probability) Cal AD 1810 to 1925 (Cal BP 140 to 25) and
Cal AD 1950 to beyond 1955 (Cal BP 0 to 5)

³ 1 Sigma range being quoted is the maximum antiquity based on the minus 1 Sigma range



References:

Database used

INTCAL98

Calibration Database

Editorial Comment

Stuiver, M., van der Plicht, H., 1998, Radiocarbon 40(3), pxi-xiii

INTCAL98 Radiocarbon Age Calibration

Stuiver, M., et al., 1998, Radiocarbon 40(3), p1041-1083

Mathematics

A Simplified Approach to Calibrating C14 Dates

Talma, A. S., Vogel, J. C., 1993, Radiocarbon 35(2), p317-322

Beta Analytic Radiocarbon Dating Laboratory

4985 S.W. 74th Court, Miami, Florida 33155 • Tel: (305)667-5167 • Fax: (305)663-0964 • E-mail: beta@radiocarbon.com

CALIBRATION OF RADIOCARBON AGE TO CALENDAR YEARS

(Variables: est. C13/C12=-25;lab. mult=1)

Laboratory number: Beta-135217 (Σα D+ -1)

Conventional radiocarbon age¹: 280±90 BP

2 Sigma calibrated results: Cal AD 1435 to 1705 (Cal BP 515 to 245) and
(95% probability) Cal AD 1715 to 1885 (Cal BP 235 to 65) and
Cal AD 1910 to 1950 (Cal BP 40 to 0)

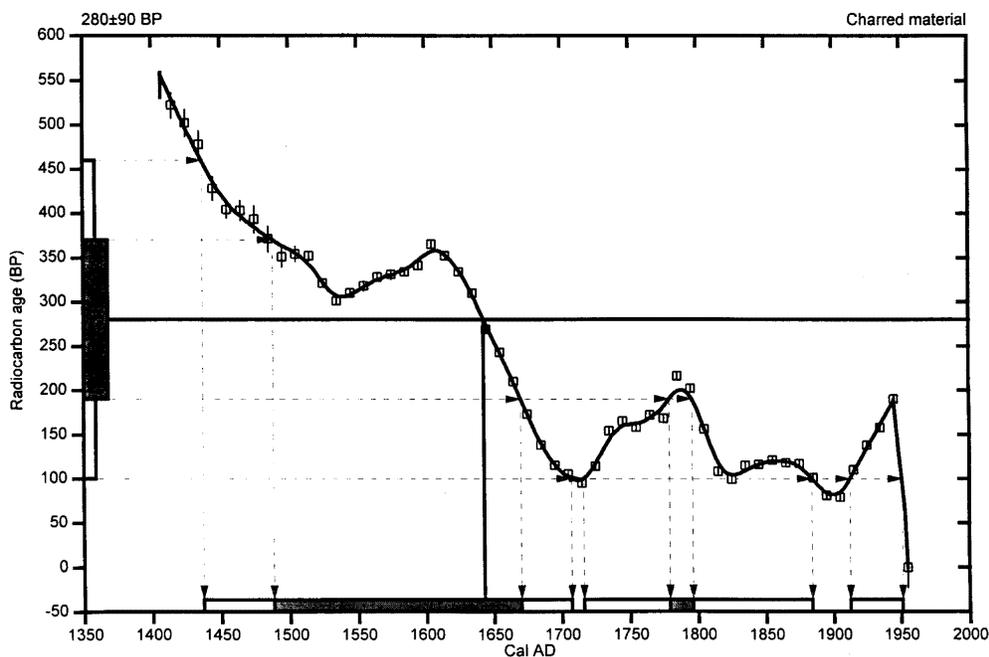
COULD
PROBABLY

¹ C13/C12 ratio estimated

MOST REALISTIC ANSWER
Intercept data

Intercept of radiocarbon age
with calibration curve: Cal AD 1645 (Cal BP 305)

1 Sigma calibrated results: Cal AD 1490 to 1670 (Cal BP 460 to 280) and
(68% probability) Cal AD 1780 to 1795 (Cal BP 170 to 155)



References:

Database used

INTCAL98

Calibration Database

Editorial Comment

Stuiver, M., van der Plicht, H., 1998, Radiocarbon 40(3), pxii-xiii

INTCAL98 Radiocarbon Age Calibration

Stuiver, M., et. al., 1998, Radiocarbon 40(3), p1041-1083

Mathematics

A Simplified Approach to Calibrating C14 Dates

Talma, A. S., Vogel, J. C., 1993, Radiocarbon 35(2), p317-322

Beta Analytic Radiocarbon Dating Laboratory

4985 S.W. 74th Court, Miami, Florida 33155 • Tel: (305)667-5167 • Fax: (305)663-0964 • E-mail: beta@radiocarbon.com



BETA ANALYTIC INC.

DR. M.A. TAMERS and MR. D.G. HOOD

UNIVERSITY BRANCH
4985 S.W. 74 COURT
MIAMI, FLORIDA, USA 33155
PH: 305/667-5167 FAX: 305/663-0964
E-MAIL: beta@radiocarbon.com

REPORT OF RADIOCARBON DATING ANALYSES

Mr. Claude Rocheleau

Report Date: November 29, 1999

Arkeos Inc.

Material Received: Auth. Nov. 18, 1999

Sample Data	Measured Radiocarbon Age	¹³ C / ¹² C Ratio	Conventional Radiocarbon Age (*)
Beta-135217	280 +/- 90 BP	-25.0* o/oo	280 +/- 90* BP

SAMPLE #: TOULNUSTOUC SITE #2
ANALYSIS: radiometric-standard
MATERIAL/PRETREATMENT:(charred material): acid/alkali/acid

Beta-135218	30 +/- 110 BP	-25.0* o/oo	30 +/- 110* BP
-------------	---------------	-------------	----------------

SAMPLE #: TOULNUSTOUC SITE #4
ANALYSIS: radiometric-standard
MATERIAL/PRETREATMENT:(charred material): acid/alkali/acid

NOTE: It is important to read the calendar calibration information and to use the calendar calibrated results (reported separately) when interpreting these results in AD/BC terms.

NOTE: One additional sample "TOULNUSTOUC SITE #1" is being analyzed by AMS and will be reported separately.

Dates are reported as RCYBP (radiocarbon years before present, "present" = 1950A.D.). By International convention, the modern reference standard was 95% of the C14 content of the National Bureau of Standards' Oxalic Acid & calculated using the Libby C14 half life (5568 years). Quoted errors represent 1 standard deviation statistics (68% probability) & are based on combined measurements of the sample, background, and modern reference standards.

Measured C13/C12 ratios were calculated relative to the PDB-1 international standard and the RCYBP ages were normalized to -25 per mil. If the ratio and age are accompanied by an (*), then the C13/C12 value was estimated, based on values typical of the material type. The quoted results are NOT calibrated to calendar years. Calibration to calendar years should be calculated using the Conventional C14 age.

CALIBRATION OF RADIOCARBON AGE TO CALENDAR YEARS

Variables used in the calculation of age calibration: $\text{C13/C12} = -25$; lab. mult=1) (Variables: est. $\text{C13/C12} = -25$; lab. mult=1)

Laboratory number: **Beta-123456**

The uncalibrated Conventional Radiocarbon Age (± 1 sigma): **2400 \pm 60 BP**

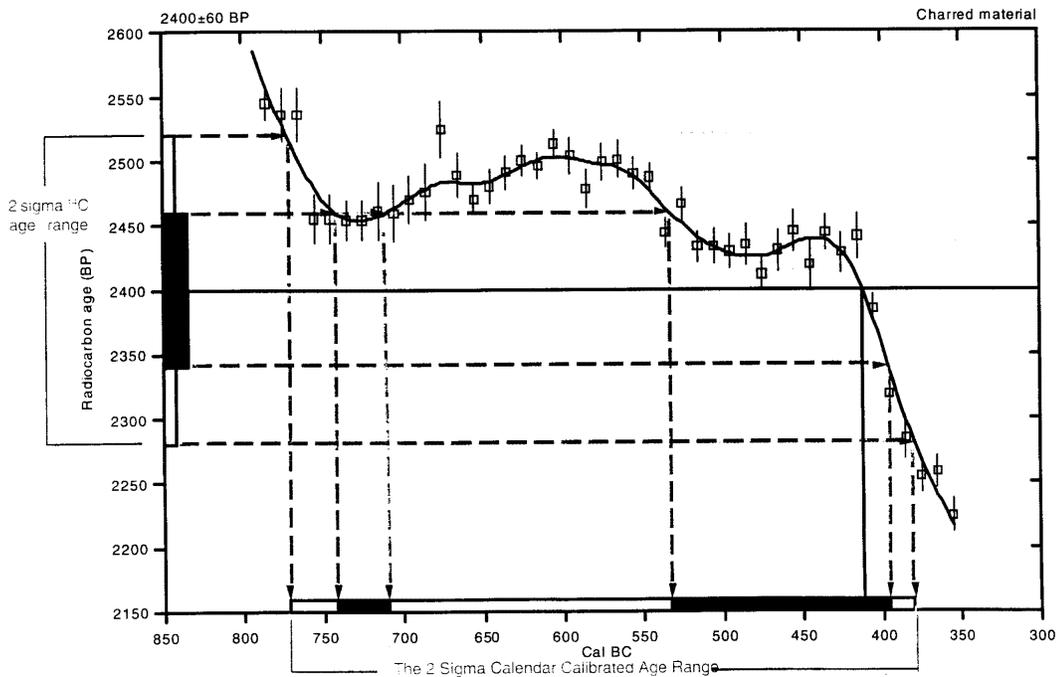
The calendar age range in both calendar years (AD or BC) and in Radiocarbon Years (BP): **2 Sigma calibrated result: Cal BC 770 to 380 (Cal BP 2720 to 2330) (95% probability)**

¹ C13/C12 ratio estimated

The intercept between the average radiocarbon age and the calibrated curve time scale. This value is illustrative and should not be used by itself.

Intercept data: **Cal BC 410 (Cal BP 2360)**

Intercept of radiocarbon age with calibration curve: **1 Sigma calibrated result: Cal BC 740 to 710 (Cal BP 2690 to 2660) and Cal BC 535 to 395 (Cal BP 2485 to 2345) (68% probability)**



References:

- Database used*
Intcal 98
- Calibration Database*
- Editorial Comment*
Stuiver, M., van der Plicht, H., 1998, *Radiocarbon* 40(3), pxii-xiii
- INTCAL98 Radiocarbon Age Calibration*
Stuiver, M., et al., 1998, *Radiocarbon* 40(3), p1041-1083
- Mathematics*
A Simplified Approach to Calibrating C14 Dates
Talma, A. S., Vogel, J. C., 1993, *Radiocarbon* 35(2), p317-322

References for the calibration data and the mathematics applied to the data. These references, as well as the Conventional Radiocarbon Age and the C13/C12 ratio used should be included in your papers.

Beta Analytic Radiocarbon Dating Laboratory

4985 S.W. 74th Court, Miami, Florida 33155 • Tel: (305)667-5167 • Fax: (305)663-0964 • E-mail: beta@radiocarbon.com

**BETA ANALYTIC INC.
RADIOCARBON DATING LABORATORY
CALIBRATED C-14 DATING RESULTS**

Calibrations of radiocarbon age determinations are applied to convert BP results to calendar years. The short term difference between the two is caused by fluctuations in the heliomagnetic modulation of the galactic cosmic radiation and, recently, large scale burning of fossil fuels and nuclear devices testing. Geomagnetic variations are the probable cause of longer term differences.

The parameters used for the corrections have been obtained through precise analyses of hundreds of samples taken from known-age tree rings of oak, sequoia, and fir up to about 10,000 BP. Calibration using tree-rings to about 12,000 BP is still being researched and provides somewhat less precise correlation. Beyond that, up to about 20,000 BP, correlation using a modeled curve determined from U/Th measurements on corals is used. This data is still highly subjective. Calibrations are provided up to about 19,000 years BP using the most recent calibration data available (Radiocarbon, Vol 40, No. 3, 1998).

The Pretoria Calibration Procedure (Radiocarbon, Vol 35, No. 1, 1993, pg 317) program has been chosen for these calendar calibrations. It uses splines through the tree-ring data as calibration curves, which eliminates a large part of the statistical scatter of the actual data points. The spline calibration allows adjustment of the average curve by a quantified closeness-of-fit parameter to the measured data points. A single spline is used for the precise correlation data available back to 9900 BP for terrestrial samples and about 6900 BP for marine samples. Beyond that, splines are taken on the error limits of the correlation curve to account for the lack of precision in the data points.

In describing our calibration curves, the solid bars represent one sigma statistics (68% probability) and the hollow bars represent two sigma statistics (95% probability). Marine carbonate samples that have been corrected for $\delta^{13}C/^{12}C$, have also been corrected for both global and local geographic reservoir effects (as published in Radiocarbon, Volume 35, Number 1, 1993) prior to the calibration. Marine carbonates that have not been corrected for $\delta^{13}C/^{12}C$ are adjusted by an assumed value of 0 ‰ in addition to the reservoir corrections.

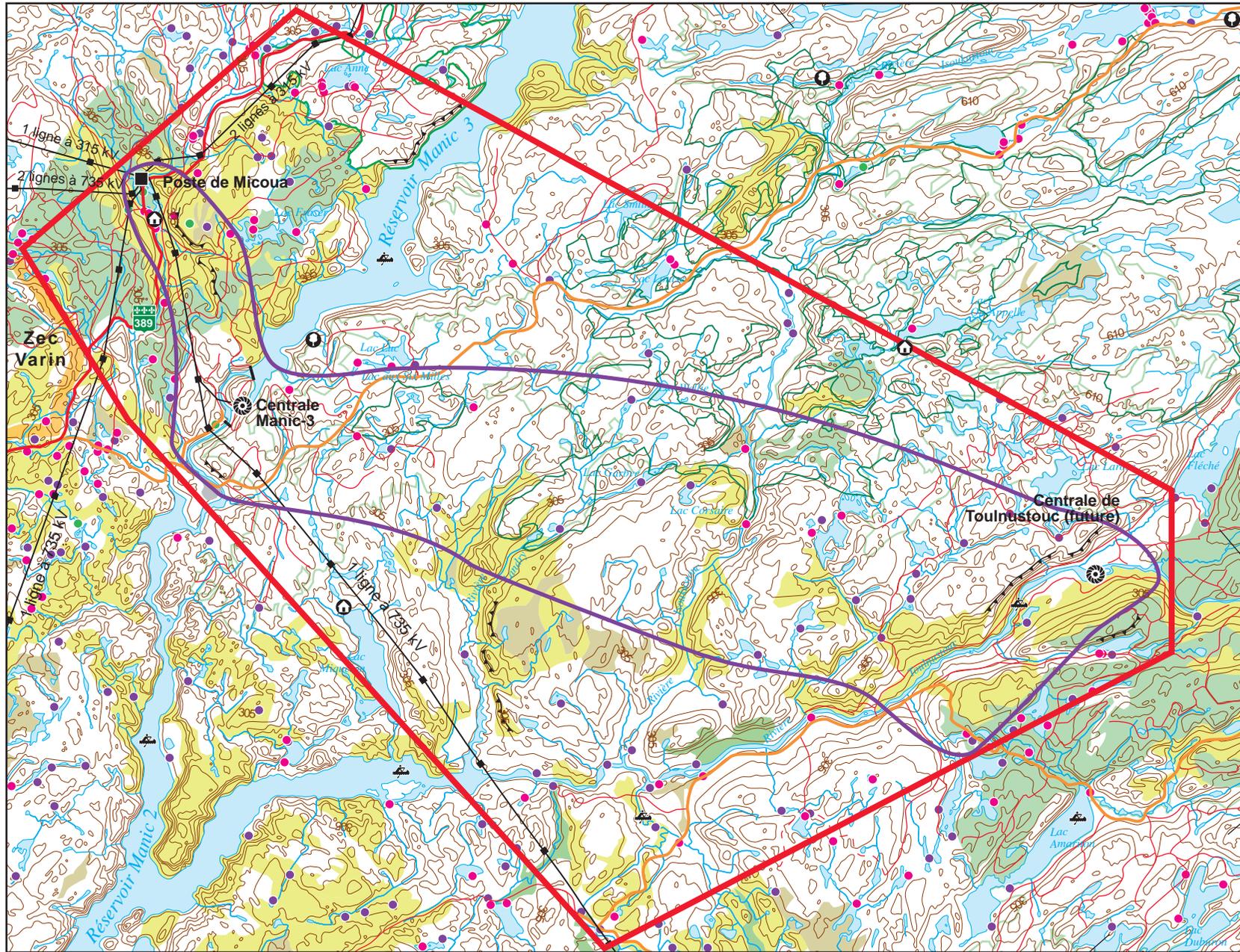
Reservoir corrections for fresh water carbonates are usually unknown and are generally not accounted for in those calibrations. In the absence of measured $\delta^{13}C/^{12}C$ ratios, a typical value of -5 ‰ is assumed for freshwater carbonates.

(Caveat: the correlation curve for organic materials assume that the material dated was living for exactly ten years (e.g. a collection of 10 individual tree rings taken from the outer portion of a tree that was cut down to produce the sample in the feature dated). For other materials, the maximum and minimum calibrated age ranges given by the computer program are uncertain. The possibility of an "old wood effect" must also be considered, as well as the potential inclusion of younger or older material in matrix samples. Since these factors are indeterminant error in most cases, these calendar calibration results should be used only for illustrative purposes. In the case of carbonates, reservoir correction is theoretical and the local variations are real, highly variable and dependant on provenience. Since imprecision in the correlation data beyond 10,00 years is high, calibrations in this range are likely to change in the future with refinement in the correlation curve. The age ranges and especially the intercept ages generated by the program, must be considered as approximations.)

Annexe D

**Zone d'étude proposée –
Lignes à 315 kV et à 69 kV Touloustouc-Micoua**

50°



Zone d'étude proposée et principaux éléments sensibles du milieu
Lignes à 315 kV et à 69 kV
Toulnostouc - Micoua

ÉLÉMENTS DU MILIEU

MILIEU HUMAIN

ESPACE AFFECTÉ À LA VILLÉGIATURE, AUX LOISIRS ET AU TOURISME

- Bail de villégiature à des fins personnelles (chalet)
- Bail de villégiature à des fins personnelles (abri sommaire)
- Bail à d'autres fins d'utilisation
- Zone d'exploitation contôlée (ZEC)
- Bâtiment principal de pourvoirie
- Circuit de canot-camping

ESPACE FORESTIER

- Zone d'exploitation forestière projetée (5 ans)
- Secteur de coupe 1995-2000
- Écosystème forestier exceptionnel

MILIEU NATUREL

VÉGÉTATION

- Forêt résineuse ouverte à lichens
- Forêt de feuillus ou mélangée
- Lande subalpine
- Forêt perturbée
- Falaise abrupte

INFRASTRUCTURES

- Route principale
- Chemin forestier principal (validé par Hydro-Québec)
- Autre chemin, sentier
- Ligne de transport d'énergie électrique
- Poste de transformation d'énergie électrique
- Centrale d'énergie électrique

LIMITES

- Zone de cadrage
- Zone d'étude

50°

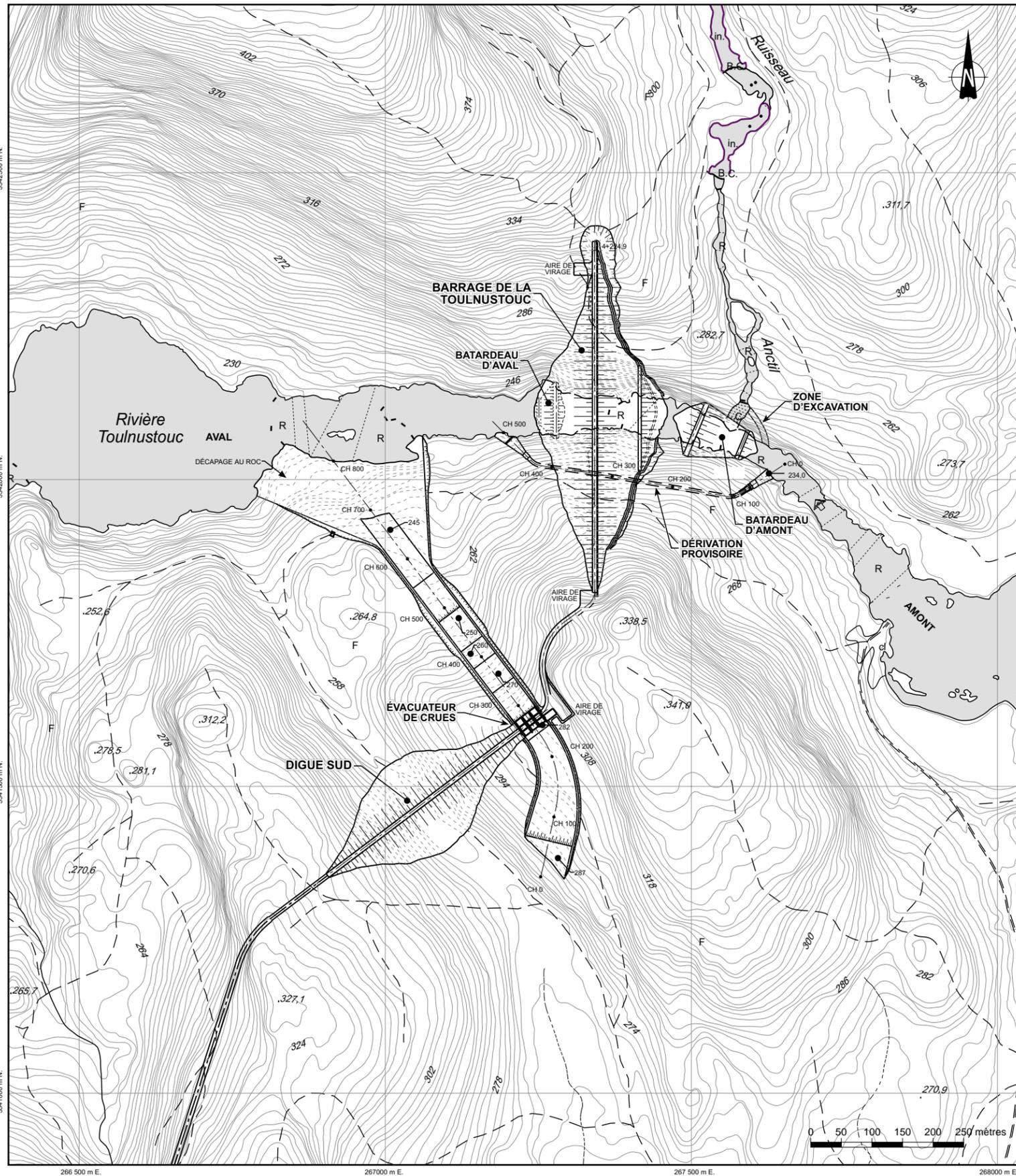
68°

68°



Annexe E

Figure 3-3



LÉGENDE CARTOGRAPHIQUE

ROUTE SECONDAIRE, ROUTE TERTIAIRE.....	—————	DÉPÔTS FLUVIAUX.....	
CHEMIN PAVÉ, NON-PAVÉ.....	—————	CHUTE, RAPIDE.....	
SENTIER.....	BARRAGE, BARRAGE DE CASTOR.....	
PONCEAU, BUSE.....	———	LAC INTERMITTENT.....	
PONT, PONT COUVERT.....	———	BOISÉ, CLAIRIÈRE.....	
BÂTIMENTS.....	■ ■ ■	BANC D'EMPRUNT.....	
LIGNE DE TRANSPORT D'ÉNERGIE.....	———		
ESKER.....	———		
COURS D'EAU SIMPLE, LAC, ÎLE.....	———		
COURS D'EAU DOUBLE.....	———		
COURS D'EAU INTERMITTENT.....		
MARAIS.....	———		
FOSSÉ, INONDÉ.....	———		

ÉQUIDISTANCE DES COURBES : 2 MÈTRES

Aménagement hydroélectrique de la
Toulousteouc
**Agencement des ouvrages de retenue,
d'évacuation et de dérivation**
Figure 3-3

Juin 2000

