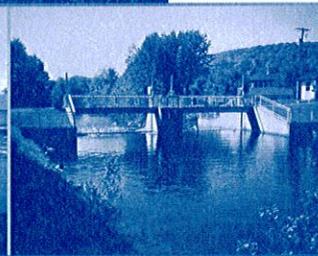


Rivière des Mille Îles



Étude des solutions de soutien des étiages critiques



Pour plus de renseignements, contactez
le Centre d'expertise hydrique du Québec.

Centre d'expertise hydrique du Québec

Édifice Marie-Guyart
675, boulevard René-Lévesque Est
Aile René-Lévesque, 2^e étage
Québec (Québec) G1R 5V7

Téléphone: (418) 521-3866
Télécopieur: (418) 643-6900
Courrier électronique: cehq@mddep.gouv.qc.ca
Site Internet: www.mddep.gouv.qc.ca/cehq

Pour des renseignements généraux, contactez le Centre d'information
du ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs.

Centre d'information

Ministère du Développement durable,
de l'Environnement et des Parcs
Édifice Marie-Guyart, rez-de-chaussée
675, boulevard René-Lévesque Est
Québec (Québec) G1R 5V7

Téléphone:
Québec (appel local): (418) 521-3830
Ailleurs au Québec: 1 800 561-1616
Télécopieur: (418) 646-5974
Courriel: info@mddep.gouv.qc.ca
Internet: www.mddep.gouv.qc.ca

Crédits photos: Centre d'expertise hydrique du Québec
Denis Chabot, © Le Québec en images, CCDMD

Dépôt légal
Bibliothèque nationale du Québec, 2005
ISBN 2-550-45152-X
Envirodoq: ENV/2005/0207
6398-05-08

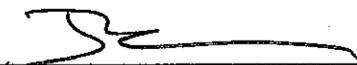
CENTRE D'EXPERTISE HYDRIQUE DU QUÉBEC

**DIRECTION DE L'EXPERTISE HYDRIQUE ET DE LA
GESTION DES BARRAGES PUBLICS**

RIVIÈRE DES MILLE ÎLES

ÉTUDE DES SOLUTIONS DE SOUTIEN DES ÉTIAGES CRITIQUES

Préparé par :



Jean-François Cyr, ing., M.Sc.



Mickaël Fontin, Dr-Ing.

Août 2005

Équipe de réalisation

- Chargé de projet :** Jean-François Cyr, ingénieur, M.Sc.
- Rédactions du rapport :** Jean-François Cyr, ingénieur, M.Sc.
Mickaël Fontin, ingénieur, Dr-Ing., ingénieur de projet principal
- Collaboration :** Geneviève Audet, technicienne
André Carpentier, ingénieur, M.Sc., expertise conseil
Patricia Clavet, ingénieure, M.Sc., expertise conseil
Jean Francoeur, ingénieur, M.Sc., ingénieur de projet
Pierre Lacombe, analyste, modélisation « Archipel »
William Larouche, ingénieur, M.Sc., analyses statistiques
Alain Nadeau, ingénieur, analyses des coûts
Yvon Roy, technicien, DAO
- Corrections et mise en page :** Danielle Caron, secrétaire

TABLE DES MATIÈRES

1	INTRODUCTION	1
1.1	Mise en situation	1
1.2	Rappel de l'étude préliminaire.....	2
1.3	Mandat de la présente étude et contenu du rapport.....	3
2	Système hydraulique du lac des Deux Montagnes et de ses exutoires	5
2.1	Cadre physique.....	5
2.1.1	Le bassin versant.....	5
2.1.2	L'archipel de Montréal et le lac des Deux Montagnes	5
2.1.3	La rivière des Mille Îles	6
2.1.3.1	Entrée de la rivière	6
2.1.3.2	Le barrage du Grand-Moulin	17
2.1.3.3	Géotechnique	18
2.1.3.4	Écosystèmes.....	19
2.1.4	Caractérisation des étiages de 2001 et 2002	19
2.2	Données hydrométriques	20
2.3	Niveaux du lac et courbe d'emmagasinement	21
2.4	Relations niveau/débit aux exutoires du lac des Deux Montagnes.....	22
3	Paramètres de conception : Débit à soutenir et niveau d'eau	26
3.1	Débit à soutenir dans la rivière des Mille Îles.....	26
3.2	Niveau minimal de référence du lac des Deux Montagnes.....	28
4	Analyses complémentaires des options d'interventions	33
4.1	Option A - Optimisation des excavations du lit à l'entrée de la rivière des Mille Îles.....	33
4.1.1	Hiérarchisation des séquences d'intervention.....	34
4.1.2	Gestion de compensation	38
4.1.3	Résultats de l'analyse des scénarios d'excavation par le modèle réduit.....	38

4.1.3.1	Relations niveau/débit de la rivière des Mille Îles fournies par le modèle réduit	40
4.1.3.2	Champ des vitesses d'écoulement	47
4.1.3.3	Dimensions et coûts des excavations	47
4.1.4	Impact hydraulique des scénarios d'excavation	51
4.1.4.1	Événements de référence choisis pour les simulations	52
4.1.4.2	Calage du modèle Archipel	52
4.1.4.3	Scénarios de gestion de la compensation	61
4.1.4.4	Résultats de l'évaluation de l'impact hydraulique des interventions à l'entrée de la rivière des Mille Îles	63
4.1.5	Résumé et discussion de l'option A	87
4.2	Option B - Diminution de la capacité hydraulique des autres exutoires du lac des Deux Montagnes par l'installation d'estacades-rideaux amovibles	88
4.2.1	Principe des structures estacade-rideau	89
4.2.2	Conclusion sur la faisabilité hydraulique et technique de l'option B	90
4.3	Option C - Accroître les apports en eau au lac des Deux Montagnes	90
5	ANALYSE ET DISCUSSION	94
5.1	Comparaison des trois options	94
5.2	Réflexion sur les objectifs et les paramètres de conception	98
5.2.1	Rationalisation du débit minimal à soutenir en fonction de la persistance de l'étiage	99
5.2.2	Utilisation du niveau minimal de référence comme critère de hiérarchisation des interventions	103
5.3	Solution globale et plan d'action	104
6	CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS	106
	BIBLIOGRAPHIE	109
	ANNEXES	111

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Stations hydrométriques.....	21
Tableau 2 : Courbe d'emménagement du lac des Deux Montagnes (source : Hydro-Québec, 1982).....	22
Tableau 3 : Scénarios de débits critiques estimés.....	28
Tableau 4 : Lac des Deux Montagnes à Sainte-Anne-de-Bellevue (02OA013) Quantiles d'étiage (période 1962-2002).....	31
Tableau 5 : Rivière des Mille Îles à Bois-des-Filion (02OA003) Quantiles d'étiage (période 1962-2002).....	31
Tableau 6 : Volume des excavations	47
Tableau 7 : Superficies des excavations	48
Tableau 8 : Profondeurs moyennes des excavations.....	48
Tableau 9 : Estimation des coûts des scénarios B et C.....	50

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Bassin versant de la rivière des Outaouais.....	7
Figure 2 : Région de l'archipel de Montréal	9
Figure 3 : Schéma hydraulique de l'archipel de Montréal	11
Figure 4 : Territoire à l'étude	13
Figure 5 : Secteur de l'entrée de la rivière des Mille Îles.....	15
Figure 6 : Courbe d'emménagement du lac des Deux Montagnes	22
Figure 7 : Répartition des débits entre les exutoires du lac des Deux Montagnes	23
Figure 8 : Exutoires du lac des Deux Montagnes - Relations niveau / débit (valeurs observées).....	25
Figure 9 : Courbe de durée d'écoulement d'étiage - Lac des Deux Montagnes	29
Figure 10 : Schéma du modèle réduit.....	35
Figure 11A : Scénarios d'excavation B-35 m ³ /s	41
Figure 11B : Scénarios d'excavation C-72 m ³ /s - Variante 2	43
Figure 12 : Relations niveau/débit pour les scénarios d'excavation	45
Figure 13 : Relations niveau/débit en condition de gestion de compensation statique ..	45

Figure 14 :	Débit de la rivière des Mille Îles lors de différents épisodes d'étéage observés.....	53
Figure 15 :	Paramètres de calage « Débits fictifs » en pourcentage du débit de la rivière des Outaouais.....	57
Figure 16 :	Étiage 1998 - Comparaison des niveaux observés et simulés du lac des Deux Montagnes.....	59
Figure 17 :	Étiage 2001 - Comparaison des niveaux observés et simulés du lac des Deux Montagnes.....	59
Figure 18 :	Étiage 2002 - Comparaison des niveaux observés et simulés du lac des Deux Montagnes.....	61
Figure 19 :	Comparaison des effets de scénarios de gestion de compensation Débit de la rivière des Mille Îles - Été 2001	65
Figure 20 :	Été 2001 - Effet du scénario d'excavation B-35 m ³ /s sur le niveau du lac des Deux Montagnes.....	71
Figure 21 :	Été 2001 - Effet du scénario d'excavation B-35 m ³ /s sur le débit des exutoires du lac des Deux Montagnes	73
Figure 22 :	Été 2001 - Effet du scénario d'excavation C-72 m ³ /s sur le niveau du lac des Deux Montagnes.....	75
Figure 23 :	Été 2001 - Effet du scénario d'excavation C-72 m ³ /s sur le débit des exutoires du lac des Deux Montagnes	77
Figure 24 :	Été/automne 1998 - Effet du scénario d'excavation C-72 m ³ /s sur le niveau du lac des Deux Montagnes.....	79
Figure 25 :	Été/automne 1998 - Effet du scénario d'excavation C-72 m ³ /s sur le débit des exutoires du lac des Deux Montagnes	81
Figure 26 :	Été/automne 2002 - Effet du scénario d'excavation C-72 m ³ /s sur le niveau du lac des Deux Montagnes.....	83
Figure 27 :	Été/automne 2002 - Effet du scénario d'excavation C-72 m ³ /s sur le débit des exutoires du lac des Deux Montagnes	85
Figure 28 :	Estacade-rideau (schéma)	89
Figure 29 :	Persistance des étiages - Période estivale (1962-2002)	100
Figure 30 :	Persistance des étiages - Période automnale et hivernale (1962-2002)	101
Figure 31 :	Persistance des étiages - Occurrence des événements	101

LISTE DES ANNEXES

- Annexe 1 : Données météorologiques et débits de la rivière des Mille Îles pour les années 2001 et 2002
- Annexe 2 : Évaluation des débits minimums requis dans la rivière des Mille Îles - Évaluation par la direction du suivi de l'état de l'environnement
- Annexe 3 : Schémas des analyses de l'option A sur modèle réduit
- Annexe 4 : Estimation des coûts de l'option A
- Annexe 5 : Résultats graphiques de calage du modèle Archipel
- Annexe 6 : Schémas de localisation des estacades-rideaux pour l'option B
- Annexe 7 : Note sur les opérations intérimaires de soutien des étiages 2001 et 2002 par vidange de réservoirs du bassin versant de la rivière des Outaouais et réflexion sur la faisabilité de l'option C

1 INTRODUCTION

1.1 MISE EN SITUATION

La rivière des Mille Îles a connu des débits d'étiage critiques à l'été 2001, de même qu'au cours de l'été et de l'automne 2002. Les conséquences socioenvironnementales de telles situations sont majeures, car quelque 410 000 personnes s'approvisionnent en eau potable dans ce cours d'eau, lequel reçoit aussi les rejets de nombreuses stations d'épuration des eaux usées. Lors de phénomènes hydrologiques de cette ampleur, la dilution des eaux usées devient faible dans la rivière et la qualité des eaux brutes aux sites des prises d'eau est problématique, particulièrement en ce qui concerne le paramètre azote ammoniacal, dont la concentration peut alors dépasser le critère de qualité. L'azote ammoniacal présent dans les eaux brutes réagit chimiquement avec le chlore injecté au traitement et réduit ainsi la disponibilité de ce dernier pour la désinfection bactériologique.

La rivière des Mille Îles prend sa source dans le lac des Deux Montagnes et son débit varie en fonction du niveau de ce dernier. L'entrée de la rivière se situe à la hauteur des rapides du Grand Moulin, dans le secteur de l'île Turcotte où se trouvent des hauts-fonds et des seuils de roc. Lorsque le niveau du lac est bas, la capacité d'entrée dans la rivière est davantage contrôlée par ces formations rocheuses naturelles du lit qui restreignent les débits s'écoulant vers la rivière. C'est ce qui explique les conditions d'étiage critiques que peut parfois connaître la rivière des Mille Îles lorsque le niveau du lac des Deux Montagnes atteint des valeurs aussi faibles.

À l'été 2001, les municipalités riveraines ont demandé le soutien du ministère de l'Environnement (MENV)¹. Le Centre d'expertise hydrique du Québec (CEHQ) du MENV est alors intervenu d'urgence en coordonnant une sortie de débits plus élevés que la normale en provenance de réservoirs situés dans le bassin versant de la rivière des Outaouais.

Par la suite, les municipalités concernées ont demandé au Ministère de définir des interventions permanentes qui permettraient d'assurer un débit minimal à la rivière en cas d'épisodes semblables. À cet effet, mentionnons que le problème étant relatif à la qualité de l'eau brute aux sites des prises d'eau potable, différents axes de solution peuvent être considérés et analysés, dont les suivants :

- La réduction des charges polluantes rejetées dans le cours d'eau au moyen, par exemple, d'un renforcement du traitement des eaux usées et/ou du contrôle des déversements d'eaux usées en temps de pluie;
- L'adaptation et/ou le renforcement du traitement de l'eau potable;

¹ Désormais le ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs (MDDEP).

- Le maintien d'un taux de dilution minimal des eaux usées par un soutien des débits d'étiage;
- Des mesures d'urgence ou des sources d'eau potable de remplacement.

Le champ d'expertise du CEHQ couvre les interventions à caractère hydraulique et de gestion des cours d'eau pouvant correspondre, comme dans le cas présent, à des solutions, telles que le soutien d'étiage. C'est dans cette perspective qu'à l'automne 2001, le CEHQ a réalisé, à la demande des municipalités, une étude préliminaire des solutions possibles de soutien d'étiage de la rivière des Mille Îles et qu'il a déposé un rapport au printemps 2002 (CEHQ, 2002). Ce rapport contient des recommandations relatives à certaines options d'intervention et détermine le besoin de procéder à certaines analyses complémentaires, ce dont rend compte le présent rapport.

1.2 RAPPEL DE L'ÉTUDE PRÉLIMINAIRE

L'analyse de faisabilité, menée par le Centre d'expertise hydrique du Québec (CEHQ, 2002), a consisté à établir la liste des avenues de solutions hydrauliques possibles et à les analyser en fonction de différents critères. Les considérations suivantes ont guidé cette recherche de solutions :

- En situation d'étiage critique, la disponibilité de la ressource eau est faible pour toutes les composantes du système hydrique, que ce soit à l'échelle du système du lac des Deux Montagnes, de l'archipel de Montréal et même du bassin versant tributaire, notamment celui de la rivière des Outaouais.
- La solution à préconiser devrait donc être celle qui fait l'usage le plus rationnel possible de la ressource et, par conséquent, celle qui crée l'impact le plus faible possible sur le bilan hydrique des autres composantes du système.
- En conséquence, la solution retenue devrait chercher à satisfaire le critère du rendement hydrique le plus élevé possible.

Essentiellement, l'étude préliminaire a déterminé trois grandes catégories ou options d'interventions hydrauliques :

‣ **Accroître la capacité hydraulique à l'entrée de la rivière des Mille Îles (option A)**

L'écrêtement par excavation de certains seuils et hauts-fonds à l'entrée de la rivière dans le secteur de l'île Turcotte constitue la variante de cette option qui a été retenue au plan technique par l'étude préliminaire. D'autres variantes secondaires, telles que le pompage, le siphon, la canalisation de contournement des rapides par les rives et la canalisation souterraine par forage directionnel ont été analysées et n'ont pas été retenues en raison de difficultés techniques, d'impacts majeurs sur le paysage ou de coûts trop élevés.

‣ **Restreindre la capacité hydraulique d'autres exutoires du lac des Deux Montagnes (option B)**

Cette option consiste à contrôler les évacuations dans l'ensemble ou dans une partie des autres exutoires du lac des Deux Montagnes, de façon à rehausser le niveau de ce dernier jusqu'à ce qu'il soit suffisant pour assurer le passage du débit recherché à l'exutoire à la rivière des Mille Îles. Les variantes courantes, qui impliquent la construction de barrages régulateurs ou de seuils fixes en enrochement, n'ont pas été retenues en raison de leur coût trop élevé. Par contre, une variante novatrice, impliquant la technique d'estacade-rideau avait été désignée afin d'évaluer sa faisabilité technico-économique, laquelle n'est pas connue, puisque la technologie est encore en développement.

‣ **Accroître les apports en eau au lac des Deux Montagnes (option C)**

Cette option consiste à gérer une sortie de débit accrue en provenance de réservoirs du bassin versant de la rivière des Outaouais. Elle correspond aux activités mises en œuvre, en conditions d'urgence, à l'été 2001 et à l'été/automne 2002, lesquelles sont, à court terme, les seules activités accessibles et réalisables.

1.3 MANDAT DE LA PRÉSENTE ÉTUDE ET CONTENU DU RAPPORT

Le mandat de la présente étude fait suite aux recommandations de l'étude préliminaire. Il comporte les trois points suivants :

- a) Optimiser la conception hydraulique de la variante retenue de l'option A, soit l'écrêtement des seuils et des hauts-fonds à l'entrée de la rivière des Mille Îles.
- b) Évaluer la faisabilité technico-économique de la variante par estacade-rideau de l'option B.
- c) Évaluer les impacts hydrauliques de ces options sur le niveau du lac des Deux Montagnes et sur le débit des autres exutoires.

Un retour sur l'option C fait également partie du présent rapport. Une réflexion est proposée relativement à cette option à la suite du bilan des interventions d'urgence de soutien d'étiage effectuées par le CEHQ en 2001 et 2002. L'analyse en profondeur de cette option implique la prise en compte des politiques et des critères de la gestion intégrée des réservoirs du bassin versant de la rivière des Outaouais, dont la révision et la modification font partie du mandat de la Commission de planification de la régularisation de la rivière des Outaouais (CPRRO). La CPRRO est un organisme multipartite formé de représentants des gouvernements fédéral, ontarien et québécois, de même que des organismes Ontario Power Generation et Hydro-Québec.

Certains aspects de l'étude, nécessitant une analyse sur modèle réduit, ont fait l'objet de mandats confiés à des firmes d'experts-conseils. D'une part, la complexité des écoulements à l'entrée de la rivière des Mille Îles a motivé une étude sur modèle réduit pour optimiser les excavations prévues dans l'option A; cette étude a été réalisée par le Groupe-Conseil Lasalle (Groupe-Conseil Lasalle, 2003 et 2004).

D'autre part, le concept d'estacade-rideau, proposé dans l'option B, a fait l'objet d'une étude de faisabilité réalisée par la firme BMT Fleet Technologies, qui est le promoteur de la technique et qui a testé, à un stade préliminaire, cette structure dans un tronçon de canal en laboratoire (Abdelnour R. et al, 2003).

Le chapitre 2 porte sur le système hydraulique du lac des Deux Montagnes et de ses exutoires. On y présente le cadre physique du lac, en particulier celui de la rivière des Mille Îles, de même que les conditions hydro-météorologiques qui caractérisent les étiages de 2001 et de 2002. On a ensuite considéré les données hydrométriques utilisées, une analyse des niveaux et de la courbe d'emmagasinement du lac ainsi que les relations niveau/débit des exutoires. Le chapitre 3 rappelle les paramètres de conception des solutions hydrauliques, soit le débit minimal à soutenir et le niveau minimal de référence du lac des Deux Montagnes. On y propose une revue et une certaine ventilation aux fins de l'étude de l'option A sur modèle réduit. Le chapitre 4 fait état des résultats obtenus relativement aux scénarios évalués pour les options A et B et présente une réflexion relative à l'option C. Dans le chapitre 5, la pertinence d'une analyse globale des solutions possibles de toutes natures est abordée et des avenues conséquentes de rationalisation ou d'optimisation des paramètres de la solution sont suggérées. Enfin, les résultats et les recommandations de l'étude sont présentés au chapitre 6.

2 SYSTÈME HYDRAULIQUE DU LAC DES DEUX MONTAGNES ET DE SES EXUTOIRES

2.1 CADRE PHYSIQUE

2.1.1 Le bassin versant

La figure 1 présente le bassin versant de la rivière des Outaouais. Le système hydraulique du lac des Deux Montagnes est très majoritairement alimenté par les eaux de ce bassin versant, dont la superficie totalise environ 146 000 km². Une grande partie (65 %) de ce bassin versant se situe au Québec avec, comme principaux affluents, les rivières Gatineau, du Lièvre, Kipawa et Rouge, et le reste (35 %) se situe en Ontario avec, comme principaux affluents, les rivières Madawaska, Montréal, Blanche et Petawawa.

Pourvu d'un fort potentiel hydraulique, ce bassin versant fournit un module interannuel de l'ordre de 2 000 m³/s à son exutoire de Carillon. Les apports de ce bassin versant sont gérés en fonction d'usages multiples, y compris la production d'énergie hydroélectrique, la lutte contre les inondations, la navigation, les besoins relatifs aux loisirs, à la qualité de l'eau, à l'utilisation municipale et industrielle et aux problèmes créés par les étiages dans certains cours d'eau. À ces fins, de nombreux réservoirs, d'une capacité totale de stockage qui dépasse 14 milliards de mètres cubes, ont été créés (Comité de planification de la régularisation de la rivière des Outaouais, 1980), dont 30 réservoirs d'une capacité individuelle de plus de 28 millions de mètres cubes. Soulignons que le soutien des étiages de la région de l'archipel de Montréal ne constitue toutefois pas un objectif de cette gestion.

2.1.2 L'archipel de Montréal et le lac des Deux Montagnes

Le système hydraulique du lac des Deux Montagnes fait partie de celui de l'archipel de Montréal. Le lac des Deux Montagnes est alimenté principalement par la rivière des Outaouais et se déverse dans le fleuve Saint-Laurent par cinq exutoires, soit la rivière des Mille Îles, les chenaux Lalemant et Cap Saint-Jacques en tête de la rivière des Prairies et les chenaux Vaudreuil et Sainte-Anne-de-Bellevue, qui mènent au lac Saint-Louis. La figure 2 présente la région de l'archipel de Montréal et la figure 3 en présente le schéma d'écoulement. La figure 4 présente plus en détail le système du lac des Deux Montagnes et de ses exutoires.

2.1.3 La rivière des Mille Îles

Des cinq exutoires du lac des Deux Montagnes, celui qui alimente la rivière des Mille Îles possède la plus faible capacité d'évacuation. En conditions de crue, sa capacité d'évacuation représente environ 15 % de la capacité totale et cette proportion atteint entre 2 % et 4 % en conditions d'étiage critique.

La rivière des Mille Îles borde la rive nord de l'île de Laval et se jette dans la rivière des Prairies qui en borde la rive sud. Le long de son parcours, qui fait environ 40 km, le développement urbain est principalement de type résidentiel, tant sur la rive nord que sur la rive sud (Ville de Laval). On trouve, de l'amont vers l'aval, les municipalités suivantes :

- Sur la rive nord : Deux-Montagnes, Saint-Eustache, Boisbriand, Sainte-Thérèse, Blainville, Rosemère, Lorraine, Terrebonne, Mascouche et Lachenaie.
- Sur la rive sud : Laval (secteurs Fabreville, Sainte-Rose et Auteuil).

2.1.3.1 Entrée de la rivière

À l'entrée de la rivière, l'écoulement se divise de part et d'autre d'une petite île (l'île Boisée) suivie, quelque 30 m en aval, de l'île Turcotte, qui poursuit la séparation du débit de part et d'autre. Entre les deux îles, un échange mineur de débit peut s'effectuer entre les deux chenaux. Le secteur comporte deux ouvrages : un pont ferroviaire suivi, environ 25 m en aval, du barrage du Grand-Moulin. Du côté du chenal droit, le lit de la rivière a été creusé sous le pont lors des travaux de construction du barrage en 1984-1985. La figure 5 présente ce secteur de l'entrée de la rivière des Mille Îles.

Les berges de ce secteur sont généralement aménagées sur les deux rives.

- Sur la rive gauche :
 - en amont du pont, la berge du lac des Deux Montagnes est aménagée par des ouvrages de protection, par endroits sous forme de murs de béton;
 - en direction aval, la berge gauche se caractérise d'abord par les épaulements du pont, puis par celles du barrage;
 - en aval du barrage, la berge gauche est protégée par un enrochement et sa rive comporte un parc municipal et une propriété privée aménagée jusqu'au bord de la rivière.

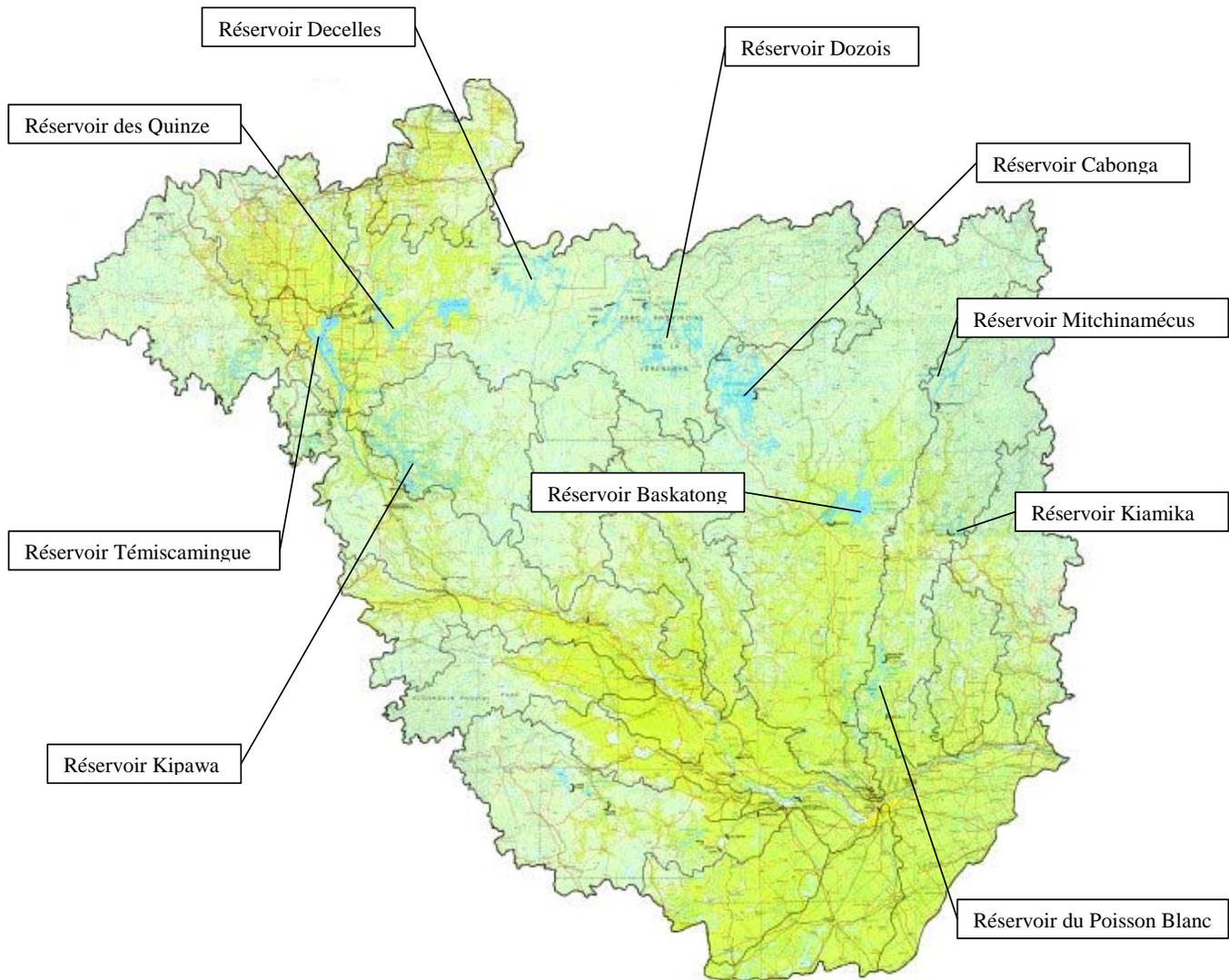


Figure 1 : Bassin versant de la rivière des Outaouais
(source : Commission de planification de régularisation de la rivière des Outaouais)



Figure 2: Région de l'archipel de Montréal

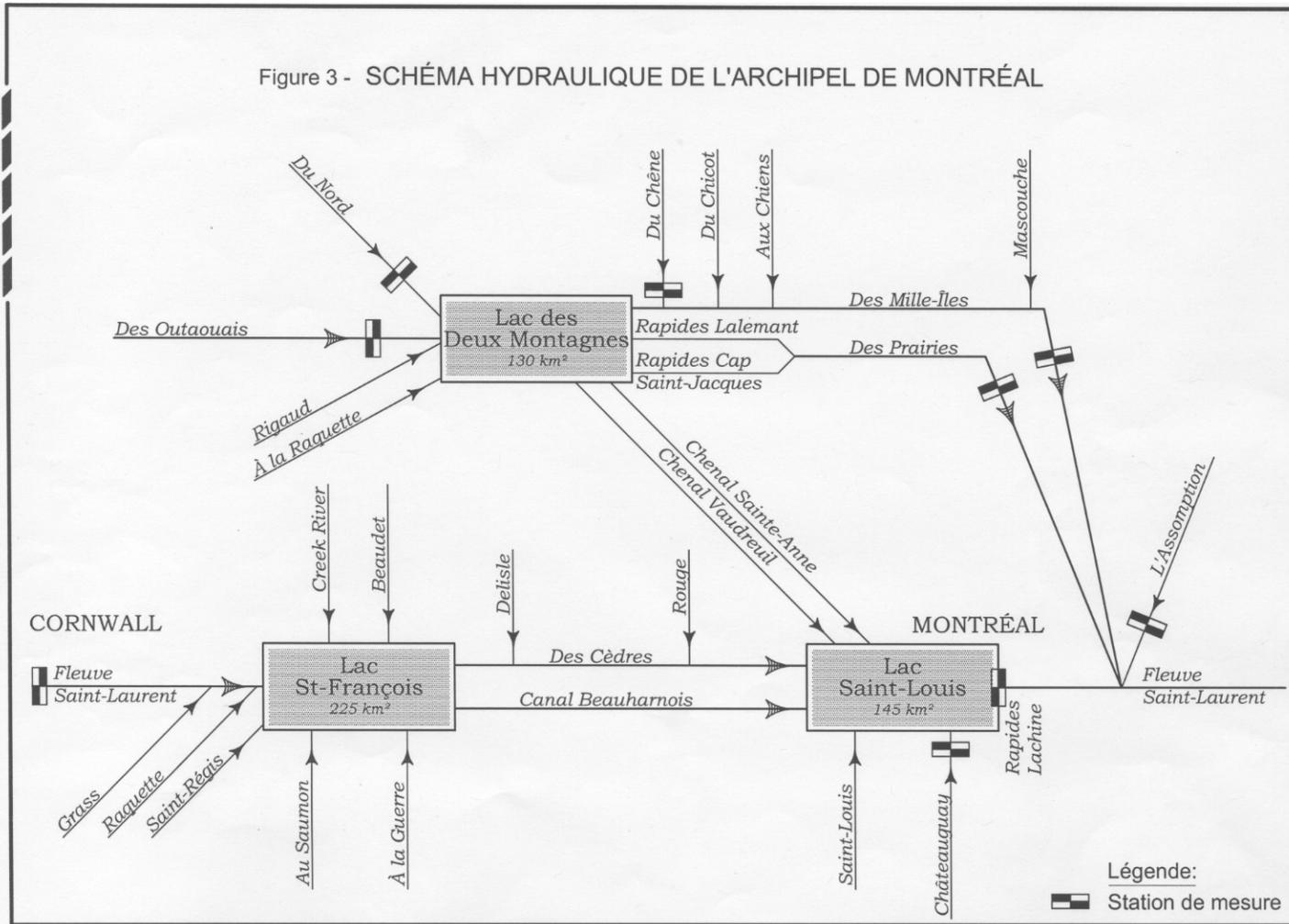


Figure 3 : Schéma hydraulique de l'archipel de Montréal

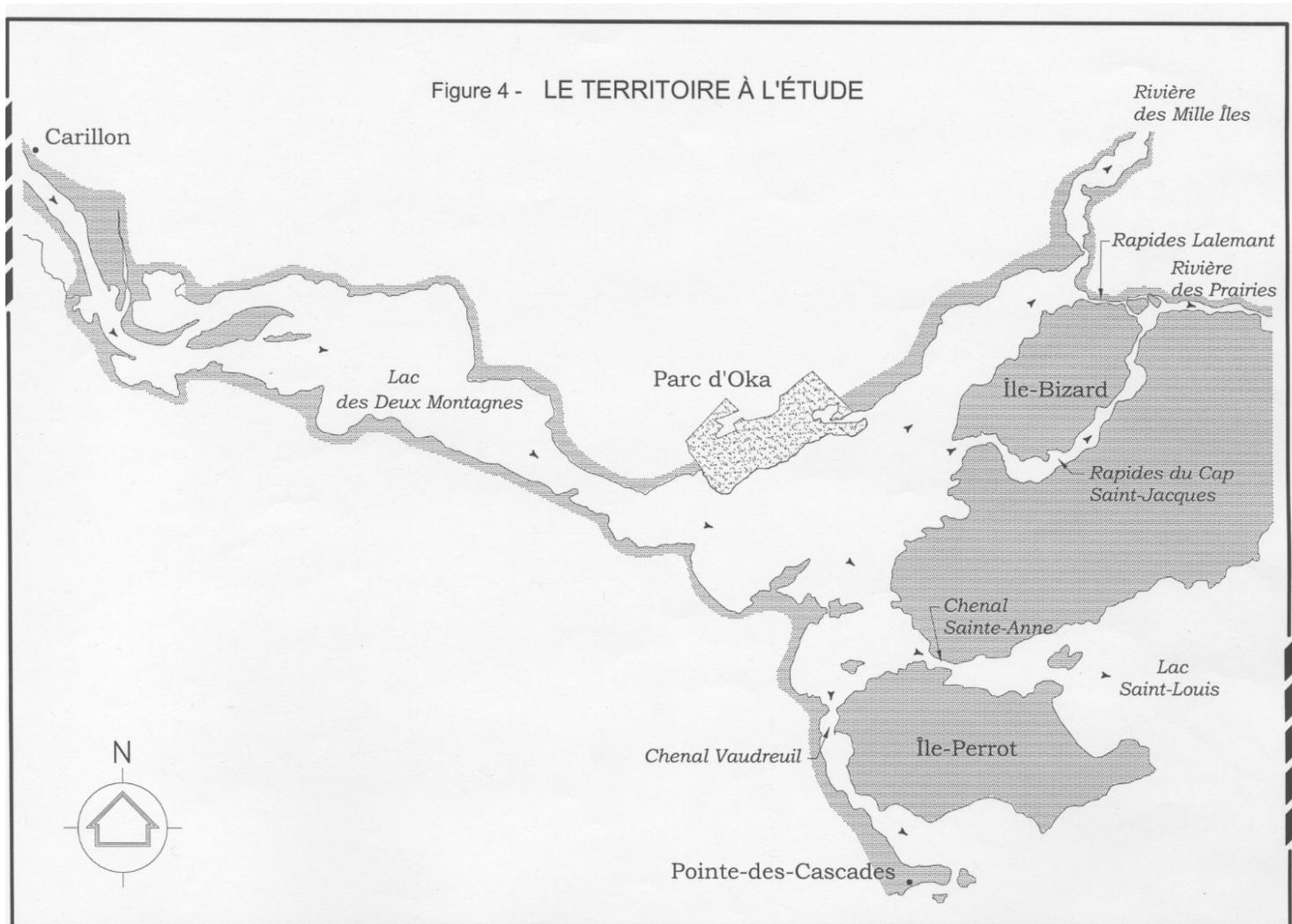


Figure 4 : Territoire à l'étude

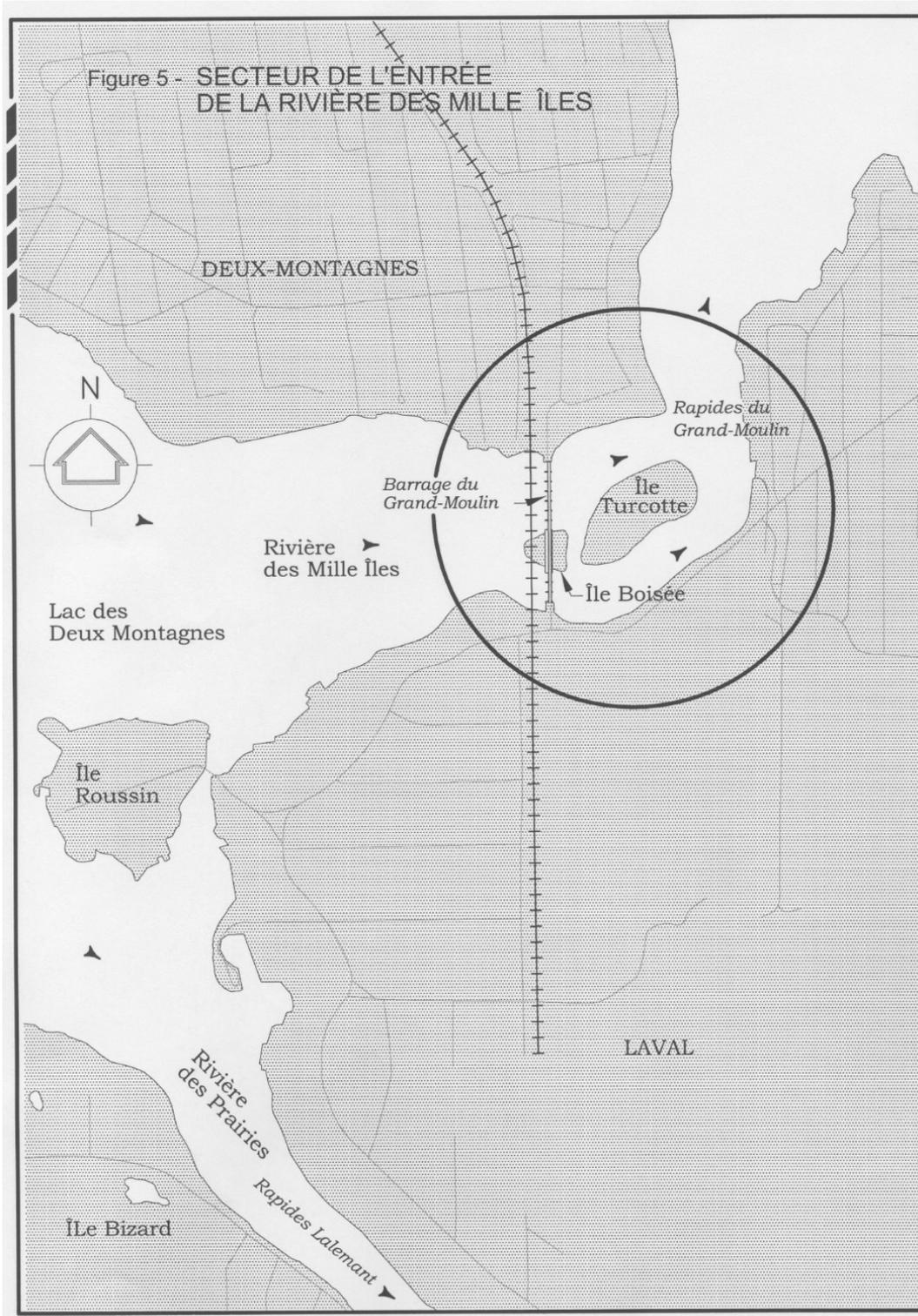


Figure 5 : Secteur de l'entrée de la rivière des Mille Îles

- Sur la rive droite :
 - en amont, la berge du lac des Deux Montagnes est occupée par des résidences et elle est relativement « artificialisée » par des enrochements de protection contre l'érosion;
 - à la hauteur du pont et du barrage, la berge est occupée par les épaulements de ces ouvrages;
 - en aval du barrage, le boulevard Sainte-Rose occupe la rive dont la berge est, elle aussi, généralement protégée par des enrochements.
- Les deux îles du site ne sont pas aménagées à proprement parler, si ce n'est que la petite île en amont de l'île Turcotte, pour sa part entièrement boisée, est presque totalement occupée par les structures du pont et du barrage.

2.1.3.2 Le barrage du Grand-Moulin

Le barrage du Grand-Moulin appartient au ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs et est géré par le Centre d'expertise hydrique du Québec en ce qui concerne la lutte contre les inondations. Le barrage n'a aucun effet sur les conditions d'étiage, car sa conception et sa gestion visent essentiellement à limiter les débits de crues à environ $780 \text{ m}^3/\text{s}$ pour la lutte contre les inondations. En pratique, cet ouvrage de contrôle de crues n'est utilisé qu'au printemps, lorsque le débit approche le seuil de $780 \text{ m}^3/\text{s}$, sinon les conditions d'écoulement naturelles sont maintenues par un abaissement complet des vannes.

L'ouvrage de 480 m de longueur comporte dix vannes, soit sept pertuis du côté du chenal gauche (chenal nord) et trois pertuis sur le chenal droit (chenal sud). Les piliers de ces dix vannes sont alignés sur ceux du pont de chemin de fer. Les vannes sont de type « à bascule » et sont submergées en permanence (abaissées complètement, soit en position horizontale), sauf pour le contrôle des crues. Lorsqu'elles sont abaissées, comme c'est le cas en situation d'étiage, la cote du seuil de l'ouvrage se situe à l'élévation 20,43 m, ce qui correspond à la cote naturelle du lit de la rivière. Elles peuvent être élevées jusqu'à la cote 22,7 m en période de crue pour contrôler le débit.

2.1.3.3 Géotechnique

Par le passé, différentes reconnaissances géotechniques ont été réalisées à l'entrée de la rivière des Mille Îles en vue de la construction du barrage. Les données concernent :

- Quatre forages réalisés par le Laboratoire d'inspection et d'essais (1974), sur un axe en amont de la ligne de chemin de fer;
- Neuf forages réalisés en aval du site du barrage, de part et d'autre de l'île Turcotte, par le Laboratoire Ville-Marie (1980);
- Dix forages réalisés dans l'axe du barrage par le Laboratoire International (1981).

Ces forages ont mis en évidence :

- Dans l'axe du barrage et en amont, un socle rocheux constitué de dolomie gris foncé, finement cristallin, (groupe de Beekmantown) interstratifié de minces passées de schistes argileux;
- En aval du barrage, un roc formé de dolomie gréseuse à grès dolomitique, à certains endroits vacuolaires.

Le socle rocheux est visible dans les hauts-fonds et les rapides. Les forages réalisés sur des profondeurs d'environ 3 m ont traversé des couches de roc en surface, lesquelles présentent un pendage subhorizontal, avec des plans de fractures parallèles au pendage, d'une part, et subverticaux, d'autre part. Le RQD (*Rock Quality Designation*) est faible, généralement autour de 50 %, en raison de la présence des nombreux joints.

Lors de la construction du barrage, des excavations ont été réalisées dans le roc, en particulier dans le bras droit qui a été canalisé pour permettre l'alimentation de l'aval pendant la mise en place des batardeaux dans le bras gauche. Lorsque les excavations ont été réalisées près des piles du pont de chemin de fer, un renforcement des semelles du pont a été alors effectué pour stabiliser la structure de fondations.

2.1.3.4 Écosystèmes

La présence des rapides du Grand Moulin, associée aux régimes d'écoulements variés qui prévalent dans la zone, confère au site de l'entrée de la rivière des Mille Îles un caractère privilégié pour divers écosystèmes aquatiques. Massé et al. (1981) a recensé de nombreuses zones de fraie utilisées par des espèces de poissons très variées.

2.1.4 Caractérisation des étiages de 2001 et 2002

La rivière des Mille Îles a connu, en 2001 et 2002, des étiages critiques qui ont nécessité des interventions d'urgence de soutien des débits.

Le 25 août 2001, à Sainte-Anne-de-Bellevue, le niveau a atteint la valeur extrême de 21,23 m, tandis qu'à la station de Bois-des-Filion sur la rivière des Mille Îles, le débit est descendu à 13,5 m³/s. La figure 9 de l'annexe 1 montre l'hydrogramme de la rivière des Mille Îles de l'année 2001 et le compare à celui des valeurs minimales, médianes et maximales historiques (années 1970 à 2000). On y voit que, en 2001, après une crue légèrement au-dessus des valeurs médianes, le débit n'a cessé de se tenir sous ces valeurs en mai, juin et juillet, pour se retrouver en août sous les valeurs minimales historiques. À partir de la fin d'août, des vidanges de réservoirs spécifiquement coordonnées pour soutenir le débit, alliées par la suite à des précipitations sur le bassin versant, sont venues faire remonter « confortablement » le débit en septembre. Ensuite, le débit est remonté au-dessus des valeurs médianes, d'octobre à décembre.

Comparées aux statistiques disponibles, les valeurs minimales obtenues au plus fort de l'étiage à la fin d'août seraient comparables à des niveaux ou à des débits d'étiage extrêmes non dépassés pendant sept jours, d'une occurrence de 100 ans².

La précipitation totale sur le bassin versant de la rivière des Outaouais est variable, compte tenu de la grande superficie concernée, mais de façon générale, les précipitations du printemps 2001 se sont situées sous les valeurs normales. À la station Charteris, dans la partie aval du bassin, les précipitations de mars et d'avril ont donné respectivement 74 % et 26 % de la précipitation normale de 1970 à 1998 et seulement 50 % en juillet. À la station de Mont-Laurier, située plutôt dans la partie centrale du bassin, les mois de mars, d'avril et de mai ont produit respectivement 55 %, 71 % et 71 % de la précipitation normale de 1970 à 1998. Le mois de juillet n'y a fourni que 65 % de cette normale. À la station de Parent, dans la partie est en amont, aux mois d'avril, de mai, de juillet et

² Il convient de rappeler que les débits et les niveaux observés dans le secteur de l'archipel de Montréal sont des données issues d'un régime hydrique influencé. Les notions de récurrence et de période de retour présentées dans ce rapport sont utilisées à titre indicatif de l'intensité ou de la gravité des phénomènes considérés.

d'août, les précipitations totales équivalaient respectivement à 65 %, 76 %, 69 % et 54 % de la normale de 1970 à 1998. À la station de Belleterre, dans la partie ouest en amont du bassin, les précipitations des mois de mars, de juin et de juillet ont été de 34 %, 79 % et 75 % de la normale de 1970 à 1998.

En ce qui a trait à l'année 2002, la figure 10 de l'annexe 1 montre que les débits ont commencé à passer sous les valeurs médianes à partir de la mi-août et à frôler la valeur minimale de 25 m³/s vers la fin de septembre. Le soutien d'étiage par une vidange des réservoirs a été entrepris à partir de la fin de septembre pour maintenir le débit au-dessus de cette valeur minimale, et ce, jusqu'en novembre. La Direction régionale des Laurentides a alors avisé le CEHQ que les concentrations en azote ammoniacal redevenaient élevées en raison des conditions d'eau froide s'étant développées depuis quelques jours. Il a donc été convenu, à partir de ce moment, de soutenir le débit à une valeur minimale de 50 m³/s. Malgré cet effort, suffisant pour la sécurisation de l'alimentation en eau potable des municipalités riveraines, les débits ont avoisiné les valeurs minimales historiques de façon continue en novembre, et sont même passés sous ces valeurs en décembre. Le chapitre 3 explique plus en détail les raisons justifiant le soutien à un débit plus élevé en conditions d'eau froide.

En 2002, les fortes précipitations totales du printemps se sont affaiblies aux mois de juillet, d'août et de septembre, à la station de Charteris, avec des enregistrements respectifs de 50 %, de 31 % et de 51 % de la normale de 1970 à 1998. À la station Mont-Laurier, les précipitations d'août à décembre ont été faibles, soit 22 % de la normale en août et 24 % en décembre, les autres mois affichant autour de 88 %. À la station de Parent, les précipitations ont été faibles de juin jusqu'à décembre, soit de 65 % à 70 % de la normale. À la station Belleterre, la même situation a été observée de juillet à décembre, soit des précipitations aux alentours de 65 %, puis de 85 %, avec une remontée à 155 % en novembre pour revenir à 75 % en décembre.

2.2 DONNÉES HYDROMÉTRIQUES

Les données hydrométriques nécessaires à l'évaluation du système hydraulique du lac des Deux Montagnes sont issues des stations hydrométriques de niveau et de débit présentées dans le tableau 1 et la carte de la figure 2.

Tableau 1 : Stations hydrométriques

Numérotation du CEHQ	Nom	Emplacement	Type	Source
043108	Lac des Deux Montagnes	Pointe-Calumet	Niveau	CEHQ
043116	Lac des Deux Montagnes	Sainte-Anne- De-Bellevue	Niveau	Environnement Canada
043201	Rivière des Mille Îles	Bois-des-Filion	Débit	Environnement Canada
043205	Rivière des Mille Îles	Amont du barrage du Grand-Moulin	Niveau	CEHQ
043206	Rivière des Mille Îles	Aval du barrage du Grand-Moulin	Niveau	CEHQ
043212	Rivière des Mille Îles	Station de pompage Deux Montagnes	Niveau	CEHQ
043118	Rivière des Outaouais	Carillon	Débit	Hydro-Québec
---	Rivière des Outaouais	Aval du barrage de Carillon	Niveau	Hydro-Québec
043301	Rivière des Prairies	Tête du rapide du Cheval Blanc	Débit	CEHQ
040110	Rivière du Nord	Saint-Jérôme	Débit	CEHQ

Compte tenu de la régularisation que connaît le bassin versant de la rivière des Outaouais, toutes ces stations sont désignées comme étant influencées dans l'annuaire hydrologique.

2.3 NIVEAUX DU LAC ET COURBE D'EMMAGASINEMENT

En conditions d'étiage, les valeurs de niveaux et de débits des exutoires, de même que leurs variations, sont généralement faibles. Il importe donc de s'assurer au départ que les différentes sources d'imprécision des données observées ne soient pas trop importantes par rapport aux valeurs enregistrées. À cet effet, différentes vérifications ont été effectuées. Dans un premier temps, une vérification de la cohérence entre les données de niveau provenant des différentes stations implantées sur le lac des Deux Montagnes a été effectuée. Par la suite, une estimation des effets du vent (effet de seiche et fluctuations par les vagues) a permis de conclure que ces effets étaient négligeables aux fins de la présente étude.

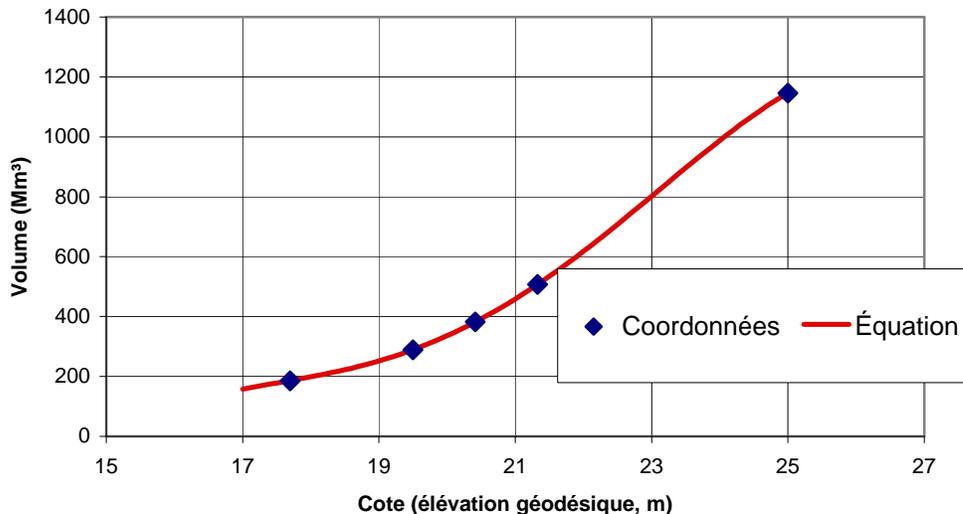
Une vérification de la courbe d'emménagement du lac des Deux Montagnes a également été effectuée afin de s'assurer qu'elle demeure valide dans le contexte actuel, compte tenu de l'âge des données bathymétriques utilisées pour sa réalisation. La courbe a été établie par Hydro-Québec, en 1982, à partir des cartes maritimes (échelle 1 : 30 000) de Pêches et Océans Canada, pour les zones immergées (cotes inférieures à 21,327 m), et des cartes géodésiques (échelle 1 : 10 000) du ministère des Terres et Forêts du Québec, pour les zones terrestres. Elle a été tracée dans l'intervalle des cotes 17,669 m et 25 m, à

partir des cinq points affichés dans le tableau 2 ci-dessous et illustrées à la figure 6. Les vérifications effectuées montrent que la courbe actuelle demeure tout à fait valide et suffisamment détaillée aux fins de la présente étude.

**Tableau 2 : Courbe d'emmagasinement du lac des Deux Montagnes
(source : Hydro-Québec, 1982)**

Cote (m)	Surfaces (km ²)	Volume (10 ⁶ m ³)
17,669	30,47	185,045 0
19,498	83,79	289,535 8
20,412	118,68	382,064 6
21,327	155,23	507,378 4
25,000	192,50	1 145,984 5

Figure 6 : Courbe d'emmagasinement du lac des Deux Montagnes



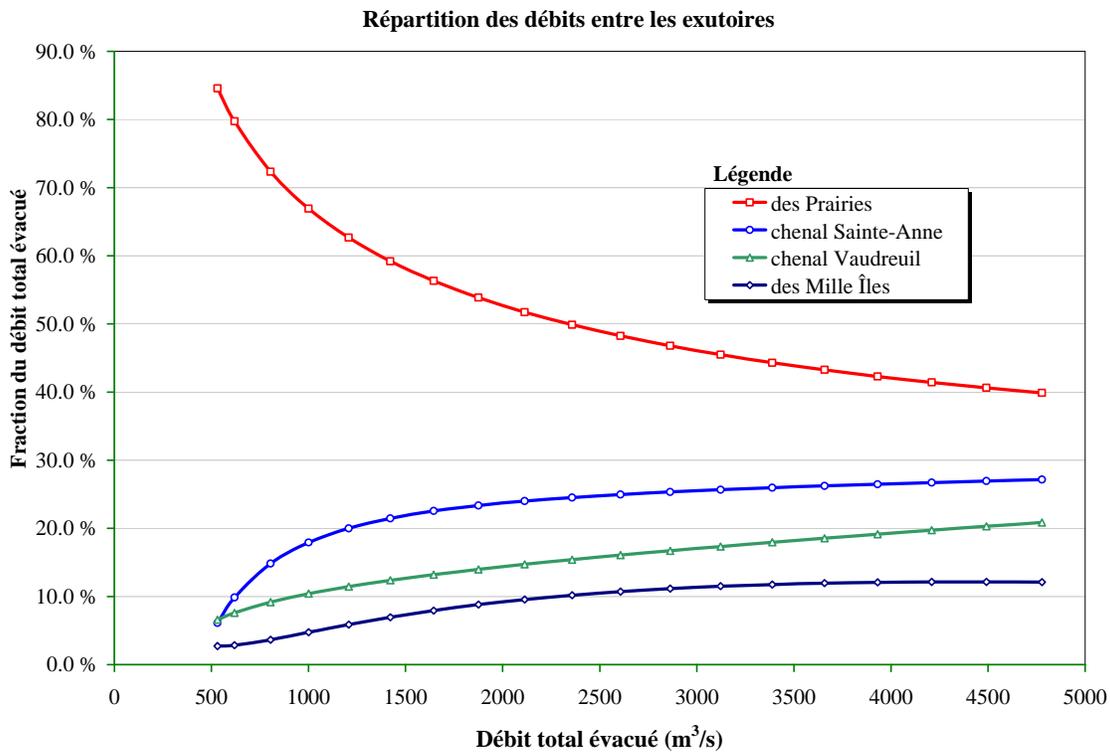
2.4 RELATIONS NIVEAU/DÉBIT AUX EXUTOIRES DU LAC DES DEUX MONTAGNES

Les débits évacués par les exutoires du lac des Deux Montagnes varient en fonction du niveau du lac et augmentent avec ce niveau. La connaissance des relations entre ces débits et le niveau du lac est importante pour effectuer l'analyse hydraulique des écoulements.

La capacité d'évacuation des exutoires du lac des Deux Montagnes est d'environ 5 000 m³/s lorsque le lac atteint le niveau de 23 m. À ce niveau, la rivière des Prairies reçoit environ 40 % du débit, les deux chenaux Sainte-Anne-de-Bellevue et Vaudreuil en reçoivent ensemble 48 %, alors que la rivière des Mille Îles n'évacue qu'environ 12 % du total.

Cette répartition change complètement en faveur de la rivière des Prairies lorsque le niveau baisse. En conditions de faibles niveaux comme ceux atteints à l'été 2001, alors que les cotes du lac ont diminué jusqu'à des valeurs au-dessous de 21,25 m, les chenaux n'ont reçu qu'environ 12 % du débit total évalué à peu près à 520 m³/s, alors que la rivière des Prairies a bénéficié d'environ 85 % de ce débit; la rivière des Mille Îles a reçu alors une part très faible, soit environ 3 % du total. La figure 7 affiche la répartition des débits entre les différents exutoires, en fonction du débit total évacué.

Figure 7 : Répartition des débits entre les exutoires du lac des Deux Montagnes



Mentionnons au départ que le lac des Deux Montagnes ne possède pas de capacité tampon à proprement parler. Les exutoires du lac sont contrôlés naturellement par un ensemble de seuils, suivis de rapides plus ou moins prononcés. Les conditions hydrauliques qui prévalent aux différentes sorties font en sorte que le contrôle peut changer avec l'écoulement et subir une influence du niveau en aval (seuils noyés).

De façon générale, ces relations niveau/débit sont modélisées par des relations empiriques, représentant le meilleur ajustement statistique d'une formule de régression, respectivement entre les niveaux moyens journaliers du lac et les débits moyens journaliers concomitants aux exutoires. Le niveau qui sert de référence pour le lac des Deux Montagnes est celui mesuré à la station fédérale de Sainte-Anne-de-Bellevue. Les données utilisées sont principalement issues des observations récentes qui présentent une certaine homogénéité sur la période considérée, tout en procurant un échantillon suffisamment important d'observations pour couvrir toute la gamme requise de conditions d'écoulement. Rappelons que les conditions qui intéressent particulièrement cette étude concernent l'étiage et qu'à cet effet, les données de l'été 2001 fournissent les valeurs les plus faibles disponibles dans l'historique.

Soulignons que les chenaux Sainte-Anne-de-Bellevue et Vaudreuil ne sont pas équipés de stations de mesure de débit. Les débits de ces chenaux sont ceux évalués par Environnement Canada à partir de modèles de seuils à crête épaisse qui tiennent compte du degré de submergence des seuils naturels par le niveau d'eau du lac Saint-Louis. Il s'agit de la méthode de représentation la plus récente disponible au moment de cette étude. Cette méthode a été présentée dans un rapport d'Environnement Canada qui faisait état des différentes évaluations et estimations de relations niveau/débit de ces deux chenaux disponibles antérieurement.

Étant donné le problème des couverts de glace, qui varient d'un hiver à un autre et qui peuvent modifier sensiblement les conditions d'écoulement, on a choisi, pour établir ces relations niveau/débit, de n'utiliser que les données recueillies en eau libre d'avril à novembre, hors des périodes de l'année pendant lesquelles un couvert de glace risque d'avoir une influence.

Les relations retenues aux fins de l'étude associent le débit des exutoires au niveau correspondant du lac des Deux Montagnes. Dans le cas des chenaux Sainte-Anne-de-Bellevue et Vaudreuil, la prise en compte du seul niveau du lac des Deux Montagnes va à l'encontre de la réalité générale du comportement de ces exutoires, dont la capacité varie également en fonction du niveau du lac Saint-Louis. La relation univoque a néanmoins été retenue car, après analyse, on constate qu'elle s'avère bien représentative des conditions d'étiage observées au cours des dernières années et qui constituent précisément le type de conditions hydrologiques et hydrauliques pour lesquelles la présente recherche de solutions est effectuée. En effet, on constate qu'en conditions d'étiage, telles que celles observées ces dernières années (1999-2002) où le niveau du lac Saint-Louis était lui-même bas, le débit de ces exutoires se corrèle très bien avec le seul niveau du lac des Deux Montagnes, indiquant une influence négligeable du niveau aval. Leur utilisation dans les simulations ne semble pas, par ailleurs, avoir une grande influence sur les résultats obtenus pour ces conditions.

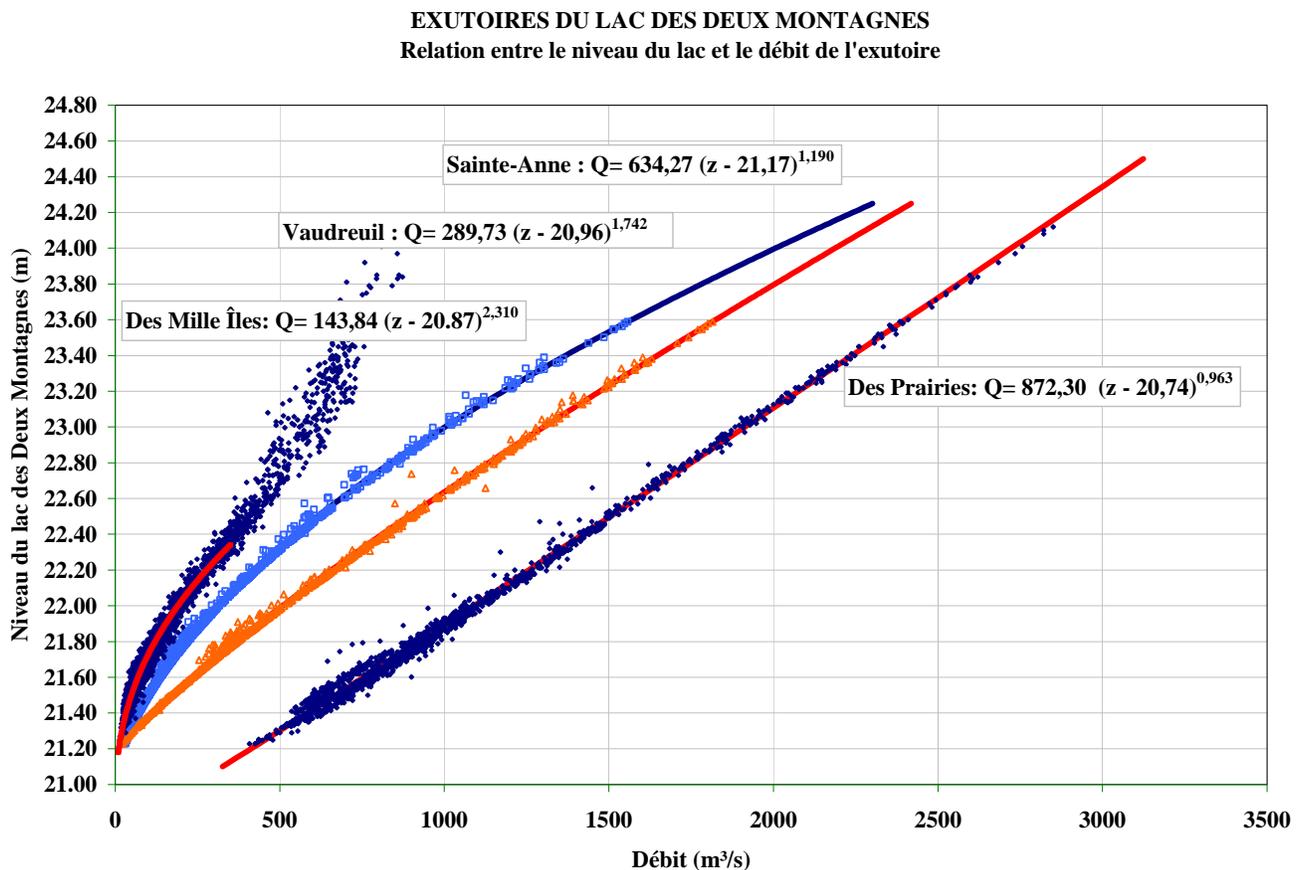
En ce qui concerne la rivière des Mille Îles, on sait que l'effet de submergence des seuils et des rapides du Grand Moulin par les conditions de niveau aval commence à se faire sentir à partir d'un débit d'environ 400 m³/s. On remarque que la relation niveau/débit montre une inflexion de cette tendance aux environs de 350 m³/s, ce qui confirmerait un tel comportement hydraulique. Dans le cas présent, on ne s'intéresse qu'aux conditions

d'étiage et l'évaluation de la relation niveau/débit ne prend en compte que les débits inférieurs à la valeur de $350 \text{ m}^3/\text{s}$.

Mentionnons que, globalement, le coefficient de corrélation des relations ainsi établies présente des valeurs allant de 0,972 à 0,999, ce qui indique que les relations utilisées rendent bien les valeurs observées.

La figure 8 présente, sous forme de graphique, les relations niveau/débit établies pour chaque exutoire aux fins de la présente étude. Dans le cas de la rivière des Mille Îles, des relations ont également été établies à l'aide du modèle réduit pour représenter l'effet des différents scénarios d'excavation simulés. Cet aspect sera présenté au chapitre 4.

Figure 8 : Exutoires du lac des Deux Montagnes - Relations niveau / débit (valeurs observées)



3 PARAMÈTRES DE CONCEPTION : DÉBIT À SOUTENIR ET NIVEAU D'EAU MINIMAL DE RÉFÉRENCE

Dans le cadre de l'étude préliminaire (CEHQ, 2002), les paramètres et les critères de l'étude avaient été définis comme suit, en termes de débits à soutenir et de conditions d'étiage à gérer :

- Assurer un débit minimal de 50 m³/s, pour une condition hydrologique comme celle observée lors de l'épisode critique de l'été 2001, soit d'une période de retour d'environ 100 ans (niveau du lac)³.

Soulignons que de nouveaux éléments d'information pourraient entraîner la décision d'intervenir à un degré différent de celui défini dans l'étude préliminaire. Une analyse de la problématique des déversements d'eaux usées ou du traitement de l'eau potable, par exemple, pourrait mener à suggérer un autre débit minimal requis en rivière. Il pourrait aussi être possible de définir un niveau minimal de référence du lac des Deux Montagnes différent de celui d'un niveau de période de retour centennale.

Dans le cas présent, en l'absence de telles considérations, on a décidé, principalement aux fins de l'étude d'optimisation des excavations sur modèle réduit, de définir des scénarios couvrant une gamme étendue de débits minimaux à soutenir, permettant d'étudier autant de variantes d'excavation. En ce qui concerne le niveau minimal de référence du lac des Deux Montagnes, la récurrence centennale, apparentée au niveau minimal observé en 2001, a été maintenue pour ce paramètre de conception (voir la section 3.2). Ce niveau correspond pratiquement au niveau minimal observé à l'été 2001. Les analyses sur modèle réduit ont été effectuées de façon à offrir la possibilité d'estimer l'effet d'autres niveaux de référence sur la performance des scénarios d'intervention définis. La question de l'usage de paramètres de conception différents de ceux-ci est abordée au chapitre 5.

3.1 DÉBIT À SOUTENIR DANS LA RIVIÈRE DES MILLE ÎLES

La définition du débit minimal requis en rivière varie, comme nous l'avons mentionné plus tôt, en fonction du critère de qualité d'eau brute aux sites des prises d'eau et de la saison considérée. Par ailleurs, si une valeur peut être définie dans le cadre du fonctionnement actuel, la planification d'une intervention durable de soutien des étiages doit également prendre en compte l'évolution démographique et celle du fonctionnement des infrastructures municipales⁴. Soulignons, à cet effet, que la zone cible desservie en eau potable par la rivière des Mille Îles a connu un développement urbain intensif, dont la

³ Il convient de rappeler que les débits et les niveaux observés dans le secteur de l'archipel de Montréal sont des données issues d'un régime hydrique influencé. Les notions de récurrence et de période de retour présentées dans ce rapport sont utilisées à titre indicatif de l'intensité ou de la gravité des phénomènes considérés.

⁴ La présente étude ne tient pas compte des changements climatiques.

tendance se maintiendra à moyen terme, selon les projections établies par l'Institut de la statistique du Québec. Cela implique une pression sur les ressources et, pour l'avenir, nécessite certainement des interventions de diverses natures, normalement planifiées dans un schéma directeur de développement des municipalités.

Il y a lieu de croire que les efforts pour aborder le problème soulevé devraient viser à trouver un compromis entre des solutions hydrauliques faisables (y compris le *statu quo*) et des interventions possibles ayant trait aux infrastructures municipales pour les renforcer et les sécuriser, tout en tenant compte de l'évolution démographique future des territoires concernés. Dans ce cadre, la détermination du débit minimal requis résulterait de la recherche d'une solution intégrée.

Une telle évaluation globale n'étant pas disponible et ne faisant partie ni du mandat ni du champ de compétences du CEHQ, on a demandé à la Direction du suivi de l'état de l'Environnement (DSÉE) de procéder à des estimations permettant d'établir des scénarios de besoins en débit minimal à partir de projections probables de population et de performance des stations d'épuration (STEP). On qualifiera ces projections de basse, intermédiaire et haute, le but étant de procurer une plage suffisamment étendue de débit à atteindre pour servir de références à la recherche d'interventions. Ces scénarios de débit auraient pu être définis de manière arbitraire, mais on a jugé plus intéressant de les établir à partir de considérations réalistes, sinon plausibles. Le critère déterminant recommandé par la DSÉE à cet effet a été celui de la concentration de l'azote ammoniacal à l'eau brute, le seuil considéré étant le critère de qualité de 0,5 mg/L, bien que pour le moment, les normes applicables ne l'exigent pas.

Les hypothèses considérées par la DSÉE concernent le niveau de rejets des STEP et peuvent se résumer ainsi :

- › Conditions actuelles (projection basse);
- › Conditions de fonctionnement des STEP à leur débit de dimensionnement (projection moyenne);
- › Conditions plus défavorables de fonctionnement et pour une occupation plus dense et plus étendue du tissu urbain développable (projection haute).

Les hypothèses considèrent les périodes estivales et aussi les périodes d'automne/hiver, car le débit minimal nécessaire à la dilution de la charge polluante est plus élevé en conditions d'eau froide que celui nécessaire en été, en raison d'un pouvoir épurateur moins important en eau froide, tant de la part de la rivière que de celle des stations d'épuration par étangs aérés facultatifs. À partir de son programme de suivi de la qualité de la rivière des Mille Îles, la DSÉE a observé que la période caractérisée par la problématique d'eau froide débute, selon les années, entre la mi-octobre et la mi-novembre. Aussi, aux fins de la présente étude, la période estivale considérée s'étend du 1^{er} juin au 31 octobre et la période d'eau froide, du 1^{er} novembre au 31 mars. Au-delà de cette date s'amorce la période de la crue printanière.

Toutes les usines de filtration ne sont pas exposées de façon égale à ce problème de qualité d'eau brute lorsque les débits de la rivière des Mille Îles deviennent faibles. Les plus sévèrement affectées sont, d'après les simulations effectuées par la DSÉE, la prise d'eau de Rosemère (critique en conditions estivales) et celle de Terrebonne (critique en conditions d'eau froide). La situation dans laquelle se trouvent ces deux prises d'eau contrôlerait actuellement la détermination du débit critique en regard du paramètre azote ammoniacal.

Les débits critiques cibles ainsi retenus sont indiqués dans le tableau 3. L'annexe 2 présente les différentes valeurs estimées par la DSÉE. Rappelons que ces débits donnent lieu, pour les besoins de l'étude hydraulique, à des scénarios permettant d'obtenir de plus en plus de capacité. En ce sens, la projection haute ne correspond pas à une hypothèse réellement envisageable de besoin de débit, mais elle correspond plutôt au potentiel maximal de la solution par excavation dans ce secteur. Ces scénarios fournissent une gamme d'interventions hydrauliques, parmi lesquelles un choix pourra être fait, le cas échéant.

Tableau 3 : Scénarios de débits critiques estimés

		Débit (m³/s)	Remarques
Projection basse		25	Conditions été 2002
Projection moyenne	Été	35	Selon débits de conception des STEP - avec nitrification
	Automne/ hiver	72	Selon débits de conception des STEP - sans nitrification
Projection intermédiaire		50	≈ Q _{2,7} : étiage sur sept jours consécutifs de récurrence 2 ans
Projection haute		90	Potentiel maximal des excavations pour un niveau centennal du lac

3.2 NIVEAU MINIMAL DE RÉFÉRENCE DU LAC DES DEUX MONTAGNES

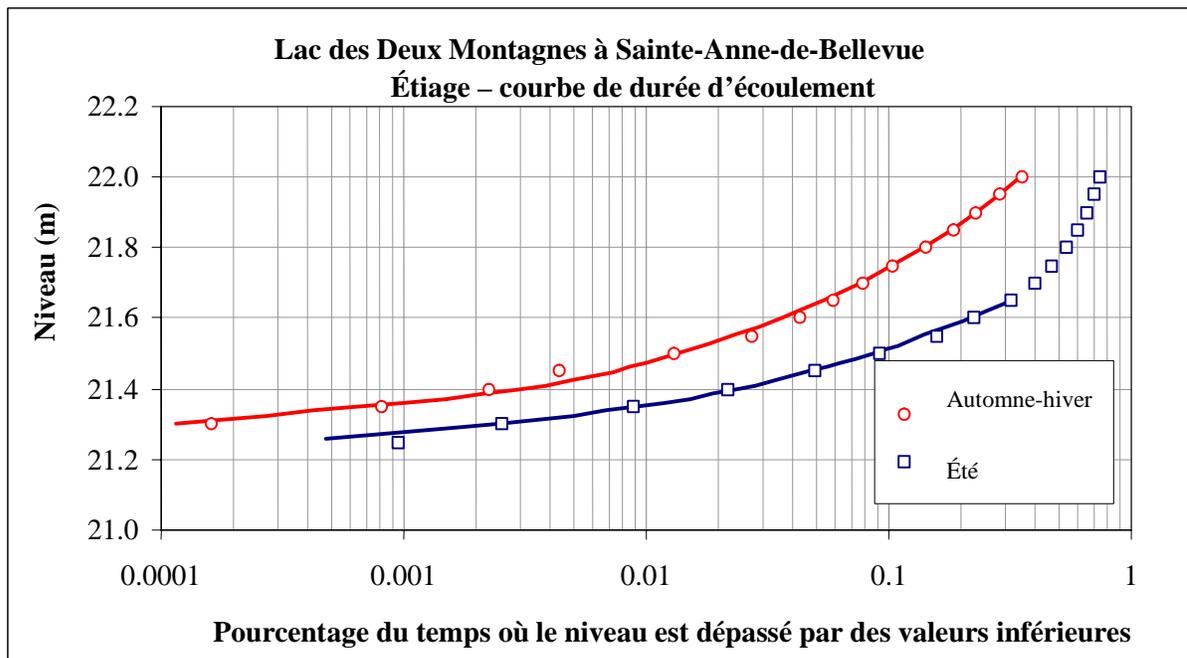
D'une certaine façon, puisqu'on peut lui associer un débit de la rivière des Mille Îles, le choix du niveau minimal de référence du lac des Deux Montagnes représente le seuil de tolérance ou d'adaptabilité du milieu à une situation au-delà de laquelle le besoin d'approvisionnement sécuritaire en eau ne serait pas satisfait. Il est donc théoriquement possible d'associer une période de retour à ce seuil en le faisant correspondre à un niveau donné du lac. Cette tolérance, relative à un degré de risque jugé acceptable, est fonction de l'intensité et de la persistance de l'événement et de ses conséquences. Une analyse de ces aspects est proposée au chapitre 5.

En analysant la bathymétrie du lac des Deux Montagnes, on constate qu'à la limite, il ne s'écoulerait aucun débit dans la rivière des Mille Îles, advenant que le niveau à l'entrée de la rivière descende à un niveau situé entre 20,60 m et 20,70 m, en raison de la présence de seuils situés à environ 200 m en amont du barrage. Les niveaux observés à Sainte-Anne-de-Bellevue, la station de référence du niveau du lac, seraient alors de 3 cm à 4 cm en moyenne supérieurs à ces valeurs.

Il ne serait pas réaliste de considérer l'un de ces niveaux comme niveau de référence minimal. Cela impliquerait un apport quasi nul au lac en provenance de la rivière des Outaouais, un événement qui paraît invraisemblable au regard des observations historiques et des connaissances du milieu. En effet, le débit le plus bas enregistré au plus fort de l'étiage de 2001 est d'environ 550 m³/s. Précisons, à titre indicatif, que pour la période de 1962 à 2002, le débit minimal calculé sur sept jours consécutifs est de 600 m³/s.

La figure 9 présente, pour la période d'observation de l'échantillon de 1962 à 2002, la courbe du pourcentage de temps où le niveau du lac est inférieur ou égal à un certain seuil. La tendance suggérée par les courbes indique que les niveaux du lac des Deux Montagnes demeurent au-dessus de la valeur 21,20 m. Bien que cela résulte du fait que les niveaux minimaux historiques sont de 21,23 m en été et de 21,29 m en automne/hiver et, bien que les valeurs journalières analysées ne soient pas statistiquement indépendantes, on peut tout de même en déduire que des valeurs inférieures à 21,2 m présenteraient sans doute une probabilité faible.

Figure 9 : Courbe de durée d'écoulement d'étiage - Lac des Deux Montagnes



Une analyse fréquentielle a été effectuée à l'aide du logiciel Hyfran sur l'échantillon 1962-2002 de valeurs minimales extraites sur un pas de temps annuel. Lorsqu'il s'agit d'analyser des débits d'étiage, il faut non seulement considérer la période de retour, mais aussi la durée sur laquelle sont observés les débits minimaux consécutifs. Statistiquement, plus la durée est courte, plus le débit d'étiage est critique. En matière d'approvisionnement en eau potable, la durée de sept jours consécutifs est habituellement utilisée pour la recherche d'une source.

Dans le cas présent, la problématique concerne la qualité de l'eau brute d'une source existante et une réflexion particulière s'imposait pour procurer un critère de durée jugé approprié. Au cours de discussions avec la DSÉE, on a estimé que la tolérance, en termes de gestion des usines de filtration aux prises avec des épisodes d'étiage critiques comme ceux observés dans les conditions ayant prévalu à la fin d'août 2001, était faible, compte tenu des risques sanitaires en jeu. Il a donc été convenu qu'une durée de sept jours consécutifs était probablement un maximum à considérer et qu'une moyenne entre les niveaux évalués pour sept jours et ceux correspondant à une durée d'une journée pourrait constituer une base de calcul raisonnable.

L'analyse statistique des phénomènes d'étiage a donc été faite à partir des données de niveau de Sainte-Anne-de-Bellevue et des données de débit de la rivière des Mille Îles, en ajustant certaines lois de probabilité aux échantillons des minimums moyens calculés sur un jour et sept jours consécutifs, et ce, pour les périodes du 1^{er} juin au 31 octobre (étiage d'été) et du 1^{er} novembre au 31 mars (étiage d'automne/hiver). Les résultats, comprenant les valeurs qui correspondent à différentes périodes de récurrence, sont présentés dans les tableaux 4 et 5.

Les résultats du tableau 4 montrent qu'un niveau de référence associé à une récurrence centennale⁵ comporte un degré de sécurité raisonnable, mais important. C'est pourquoi, comme nous l'avons mentionné plus tôt, la valeur associée à la période de retour centennale a été conservée pour déterminer le niveau minimal de référence, aux fins de la présente étude.

Ainsi, en définissant la valeur cible recherchée comme la moyenne entre la valeur sur sept jours consécutifs et la valeur sur une journée, on retient les niveaux de référence du lac des Deux Montagnes suivants :

- 21,25 m, pour la saison estivale;
- 21,27 m, pour la saison d'automne/hiver (eau froide).

⁵ Il convient de rappeler que les débits et les niveaux observés dans le secteur de l'archipel de Montréal sont des données issues d'un régime hydrique influencé. Les notions de récurrence et de période de retour présentées dans ce rapport sont utilisées à titre indicatif de l'intensité ou de la gravité des phénomènes considérés.

**Tableau 4 : Lac des Deux Montagnes à Sainte-Anne-de-Bellevue (02OA013)
Quantiles d'étiage (période 1962-2002)**

Période de retour (ans)	Minimum - Durée 1 jour		Minimum - Durée 7 jours	
	Été (Log Pearson III)	Automne/hiver (Log Normale)	Été (Log Pearson III)	Automne/hiver (Log Normale)
	Niveau géodésique (m)		Niveau géodésique (m)	
200	21,22	21,19	21,23	21,25
100	21,24	21,24	21,26	21,30
50	21,27	21,29	21,29	21,35
20	21,31	21,37	21,34	21,42
10	21,35	21,44	21,38	21,49
5	21,40	21,52	21,44	21,57
2	21,51	21,68	21,56	21,73

Remarque : Les valeurs indiquées ci-dessus proviennent de données observées en régime influencé.

**Tableau 5 : Rivière des Mille Îles à Bois-des-Filion (02OA003)
Quantiles d'étiage (période 1962-2002)**

Période de retour (ans)	Minimum - Durée 1 jour		Minimum - Durée 7 jours	
	Été (Log Normale)	Automne/hiver (Log Normale)	Été (Log Pearson III)	Automne/hiver (Log Normale)
	Débit (m ³ /s)		Débit (m ³ /s)	
200	10,6	22,9	12,3	28,7
100	12,0	25,8	14,0	32,1
50	13,8	29,5	16,0	36,3
20	16,9	35,9	19,7	43,6
10	20,2	42,8	23,6	51,4
5	25,1	52,9	29,4	62,7
2	38,1	79,5	44,9	91,6

Remarque : Les valeurs indiquées ci-dessus proviennent de données observées en régime influencé.

Ces niveaux sont raisonnablement sécuritaires par rapport aux séries historiques analysées. On peut constater que ces valeurs sont proches l'une de l'autre, étant donné que l'étiage en période d'eau chaude se prolonge souvent jusqu'au mois de novembre en période d'eau froide.

Selon la relation niveau/débit de la figure 8, les débits de la rivière des Mille Îles correspondant à ces deux valeurs de niveau sont respectivement de 15,4 m³/s et de 17,3 m³/s. En les comparant aux valeurs de débit de même récurrence, issues de l'analyse statistique des données de débit de la station de Bois-des-Filion et qui sont présentées au tableau 5, on constate une meilleure correspondance entre les valeurs de la période estivale (12 m³/s à 14 m³/s au tableau 5) qu'entre celles de la période d'eau froide (25,8 m³/s à 32,1 m³/s au tableau 5). L'écart observé peut s'expliquer par la variabilité des observations pour cette plage de faibles valeurs de débit et de niveau (étiage). Les valeurs présentées dans le tableau 5 laissent aussi supposer que les débits en conditions d'eau froide peuvent être supérieurs à ceux indiqués par la relation niveau/débit. Néanmoins, à des fins de sécurité et par souci de couvrir le plus grand nombre possible de scénarios dans la recherche des solutions, on retient la valeur de niveau 21,27 m comme niveau de référence en conditions d'eau froide.

Finalement, précisons que le niveau de référence estival fourni au Groupe-Conseil LaSalle pour l'étude de l'option A sur modèle réduit, ainsi qu'à la firme BMT Fleet technologies pour l'étude de l'option B, avait été fixé à 21,24 m à la suite d'analyses préliminaires et que les évaluations de ces experts-conseils ont été faites à partir de ces données. On verra, au chapitre 4, que les conséquences d'avoir utilisé 21,24 m au lieu de 21,25 m (différence de 1 cm) sont négligeables au regard de l'ampleur des solutions requises. Selon la relation niveau/débit indiquée à la figure 8, le débit de la rivière des Mille Îles correspondant à un niveau de 21,24 m serait de 14,5 m³/s, soit 0,9 m³/s de moins que le 15,4 m³/s correspondant au niveau 21,25 m, un écart qui se situe à l'intérieur des précisions des appareils de mesures.

Par conséquent, cette valeur de 21,24 m ayant été utilisée dans les calculs, c'est à cette valeur que fera référence la suite de ce rapport lorsqu'il sera question du niveau de référence en conditions estivales.

4 ANALYSES COMPLÉMENTAIRES DES OPTIONS D'INTERVENTIONS

4.1 OPTION A - OPTIMISATION DES EXCAVATIONS DU LIT À L'ENTRÉE DE LA RIVIÈRE DES MILLE ÎLES

Dans le cadre de l'étude préliminaire (CEHQ, 2002), l'évaluation des excavations a été faite par analyse numérique à l'aide du modèle unidimensionnel HEC-RAS. En vue d'optimiser l'étendue, l'emplacement et la forme des excavations à prévoir, un mandat d'étude sur modèle réduit de l'entrée de la rivière des Mille Îles a été confié au Groupe-Conseil LaSalle. L'utilisation d'un modèle réduit a été motivée par la complexité hydrodynamique et biophysique de la zone, qui abrite des écosystèmes variés et qui présente des frayères et des habitats privilégiés pour différentes espèces de poissons.

Différentes variantes d'excavation ont été évaluées à partir des scénarios de débits minimaux présentés précédemment, soit :

- Pour un niveau de lac de 21,24 m (conditions estivales) : 25, 35 et 50 m³/s;
- Pour un niveau de lac de 21,27 m (conditions d'eau froide) : 72 et 90 m³/s.

Un débit de 29 m³/s a aussi été simulé, lequel correspond au débit accessible par un scénario d'excavation réalisable en conditions d'urgence (conditions estivales).

Le Groupe-Conseil LaSalle a fourni un rapport d'étapes présentant les étapes de calage du modèle et de validation des conditions actuelles (Groupe-Conseil LaSalle, 2003) et un rapport final présentant les résultats issus des différents essais réalisés (Groupe-Conseil LaSalle, 2004).

Le modèle reproduit l'entrée de la rivière des Mille Îles, de part et d'autre des rapides du Grand Moulin, sur 1,3 km de longueur et englobe les sites où les interventions d'excavation possibles ont été déterminées lors de l'étude préliminaire (CEHQ, 2002). Il inclut la partie la plus en aval du lac des Deux Montagnes, les ouvrages existants à l'entrée de la rivière (pont ferroviaire et barrage), les rapides du Grand Moulin de part et d'autre de l'île Turcotte et le bassin profond qui forme le début de la partie fluviale de la rivière des Mille Îles. La figure 10 présente la vue en plan du modèle réduit et montre l'emplacement des zones de fraie relevées dans l'étude de Massé et al. (1981).

Le modèle a été construit sur une superficie de 230 m² dans le laboratoire de Groupe-Conseil LaSalle, aux échelles 1/15 verticalement et 1/60 horizontalement.

Les précisions attendues sur les résultats sont très bonnes, soit, pour les niveaux, une précision modèle de 0,1 mm conduisant à une précision nature de 1,5 mm et, pour les débits, une précision de 3 %.

Pour la partie du modèle touchant le lac des Deux Montagnes, le niveau de référence retenu pour l'étude fût également basé sur le niveau mesuré à la station fédérale de Sainte-Anne-de-Bellevue via un calcul de transposition au site de l'entrée de la rivière des Mille Îles. En effet, comme le modèle réduit représente la partie extrême est du lac et qu'il existe un gradient hydraulique sur ce plan d'eau à l'approche de l'exutoire de la rivière des Mille Îles, l'étude sur modèle prend d'abord sa référence à la station de niveau de Pointe-Calumet et y relie le niveau de l'entrée du modèle au moyen d'une courbe de remous calculée à l'aide du modèle numérique HEC-RAS. Les niveaux relatifs à Pointe-Calumet sont ensuite ramenés par régression linéaire aux niveaux de référence de Sainte-Anne-de-Bellevue, des données étant disponibles en concomitance à ces deux stations.

4.1.1 Hiérarchisation des séquences d'intervention

La réalisation d'excavations à l'entrée de la rivière des Mille Îles doit tenir compte de différentes contraintes liées à la richesse environnementale de la zone et à la présence des ouvrages.

- a) La majorité des frayères inventoriées par Massé et al. (1981) sont situées en aval des ouvrages dans les rapides du Grand Moulin, de part et d'autre de l'île Turcotte.
- b) D'après le rapport précédent, le bras droit présente une densité plus importante de frayères, ce qui orienterait des interventions dans le bras gauche, qui est d'ailleurs de plus grande capacité hydraulique.
- c) Le barrage est un ouvrage majeur. Il est donc important, dans la mesure du possible, de ne pas y toucher, ce qui alourdirait les travaux.
- d) Tout travail d'excavation près des piles du pont de chemin de fer devra être associé à des travaux de renforcement des semelles concernées.

En conséquence, les recherches de solutions de canalisation par excavations dans le lit de la rivière ont été menées selon l'ordre décroissant de préférence d'excavation suivant :

- › Excavations en amont du pont;
- › Excavations sous le pont et en amont du barrage;
- › Excavations en aval du barrage dans le bras gauche;
- › Et en dernier recours, excavations en aval du barrage dans le bras droit.

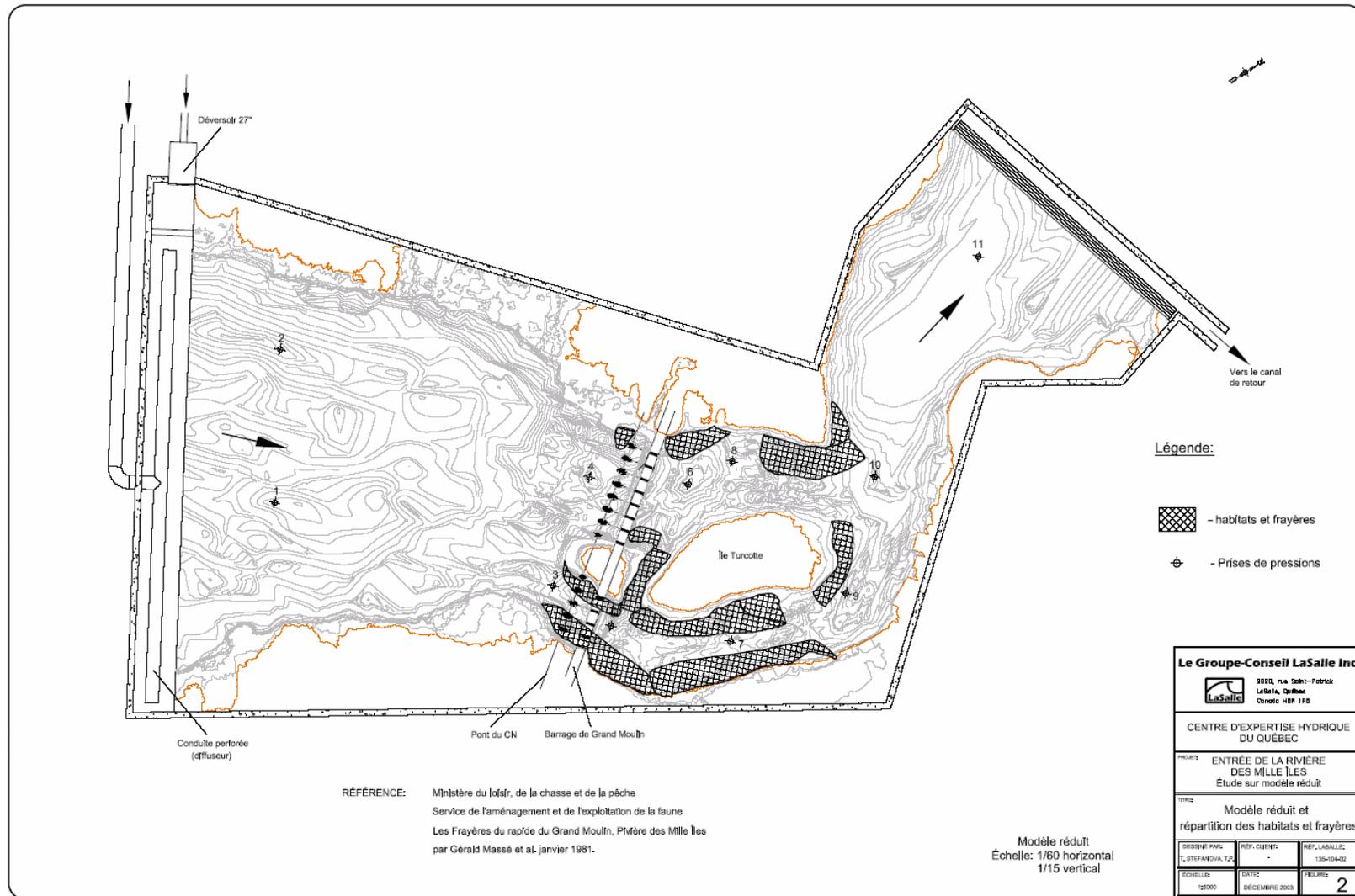


Figure 10 : Schéma du modèle réduit

Il apparaît que le bras droit présente toutefois certains avantages dignes de mention :

- › Un accès plus facile et un plus grand espace disponible, ce qui pourrait faciliter les travaux;
- › Des travaux d'excavation avec renforcement des semelles ont été déjà réalisés dans le bras droit, sous le pont; une intervention dans ce bras éviterait donc d'avoir à toucher aux structures du pont, mais malheureusement, le seuil rocheux est plus long, ce qui, combiné avec la moindre capacité de ce bras, devrait entraîner des travaux d'excavation de plus grande ampleur.

Ces avantages ont été mis en lumière lors de l'étude sur modèle réduit réalisée à l'été 2003, lorsque l'éventualité de devoir procéder à une intervention d'urgence par excavation a dû être analysée par le CEHQ, en raison des conditions d'hydraulicité très faible ayant prévalu en début d'été, cette année là, dans l'archipel de Montréal et dans le bassin versant de la rivière des Outaouais.

Soulignons également que l'emplacement et la configuration des excavations ont été optimisés en fonction de l'emplacement documenté des frayères, de même qu'à la suite de consultations préliminaires avec des représentants de la Société de la Faune et des Parcs du ministère des Ressources naturelles du Québec⁶.

En fonction de ces priorités et de ces contraintes, de même que des débits et des niveaux de conception retenus et présentés au chapitre 3, les scénarios d'excavation suivants ont été présentés :

- › Les conditions actuelles, avant les interventions
- › **Le scénario A**, dans lequel 25 m³/s sont garantis sous le niveau 21,24 m
- › **Le scénario B**, dans lequel 35 m³/s sont garantis sous le niveau 21,24 m
- › **Le scénario C**, dans lequel 72 m³/s sont garantis sous le niveau 21,27 m (deux variantes sont présentées pour ce scénario : variantes 1 et 2)
- › **Le scénario D**, dans lequel 50 m³/s sont garantis sous le niveau 21,24 m
- › **Le scénario E**, dans lequel 90 m³/s sont garantis sous le niveau 21,27 m
- › **Le scénario U** (scénario d'urgence), dans lequel 29 m³/s sont garantis sous le niveau 21,24 m

⁶ Désormais le ministère des Ressources naturelles et de la Faune.

Les deux principaux scénarios sont les scénarios B et C, car ils permettent d'atteindre les deux objectifs principaux, soit le besoin de débit en condition estivale (35 m³/s) et celui en condition d'eau froide (72 m³/s).

En plus de définir les scénarios d'excavation requis (emplacement, superficies, profondeurs et volumes), l'étude a établi les courbes des relations niveau/débit de chaque scénario, de même que celles des conditions actuelles.

4.1.2 Gestion de compensation

Le modèle a aussi permis d'évaluer des positions de vannes du barrage du Grand-Moulin visant à rapprocher les relations niveau/débit « après intervention » de celles des conditions actuelles. Cette position de vannes, que l'on peut appeler « position de compensation », a été analysée pour permettre d'évaluer la pertinence d'une telle gestion et ses incidences compensatoires sur la variation du niveau du lac apportée par les excavations lors des périodes où le soutien de l'étiage n'est pas requis. L'évaluation proprement dite des incidences de cette gestion sur le niveau du lac sera faite dans une étape subséquente, à l'aide du modèle Archipel (voir la section 4.1.5). Une position de compensation a ainsi été déterminée dans les scénarios principaux, soit B et C, ainsi que dans le scénario d'urgence.

Soulignons que dans le cas du scénario C, qui vise un débit de 72 m³/s, un scénario dit de « demi-compensation » a aussi été élaboré pour limiter le débit entrant dans la rivière en été, alors que le débit minimum requis n'est que de 35 m³/s. Cette mesure a cependant été rejetée pour les deux raisons suivantes :

- › Elle impliquait une concentration excessive de l'écoulement dans le chenal à creuser sur le rapide et exondait ainsi une trop grande superficie du bras gauche;
- › Son incidence sur le contrôle du niveau du lac des Deux Montagnes était peu significative.

4.1.3 Résultats de l'analyse des scénarios d'excavation par le modèle réduit

Les résultats obtenus à l'aide du modèle réduit sont présentés dans le rapport final fourni par le Groupe-Conseil LaSalle (2004).

Les plans des excavations pour chacun des scénarios, extraits du rapport du Groupe-Conseil LaSalle, sont présentés à l'annexe 3.

Le rapport LaSalle détermine quatre zones potentielles d'excavation (voir l'annexe 3), soit d'amont en aval :

- a) En amont du pont (zone d'excavation A);
- b) Sous le pont, jusqu'à 10 m du seuil du barrage (zone d'excavation B);
- c) En amont immédiat du barrage (zone d'excavation C);
- d) En aval du barrage, dans les rapides du bras gauche (zone d'excavation D).

Les scénarios A et B sont les seuls qui nécessitent uniquement des excavations dans les zones A et B, soit celles en amont du barrage. Le scénario B, de plus grande capacité, implique que l'excavation dans la zone B soit pratiquée sous quatre travées du pont, comparativement à une seule travée dans le scénario A.

Le scénario C nécessite les excavations dans les zones A, B, C et D. Deux variantes sont présentées dans ce scénario. La différence entre ces deux variantes concerne l'emplacement et la configuration de l'excavation dans la zone D. La variante 1 la situe le long de la rive droite du bras gauche et la variante 2 implique une excavation plus centrée dans le bras gauche. La variante 1 a été définie pour exploiter la cicatrice d'une excavation amorcée par le passé le long de l'île Turcotte et réduire ainsi l'aire totale d'intervention humaine dans le secteur. La variante 2 intervient sur une zone intacte, mais elle évite la zone d'excavation de la variante 1 qui, selon des observations de la Société de la Faune et des Parcs, aurait été colonisée par certaines espèces de poissons à la suite de la fragmentation du substrat rocheux, causée par l'excavation réalisée par le passé dans ce secteur.

Le scénario D prévoit les excavations dans les zones A, B et D, mais l'excavation dans la zone D a moins d'ampleur que dans le scénario C.

Le scénario E vise à exploiter au maximum l'écrêtement des seuils et nécessite des excavations de plus grande ampleur.

Enfin, un scénario d'urgence, impliquant des interventions dans le bras droit et en amont du pont, a été analysé.

En ce qui concerne les excavations près des piles du pont, on prévoit y associer des travaux de renforcement des semelles des piles du pont similaires à ceux réalisés dans le bras droit lors de la construction du barrage.

Les deux principaux scénarios, soit B et C, sont illustrés aux figures 11a et 11b respectivement. On y présente la variante 2 du scénario C, puisque c'est la variante qui permet de limiter au mieux les impacts sur les frayères situées dans les zones de rapides.

4.1.3.1 Relations niveau/débit de la rivière des Mille Îles fournies par le modèle réduit

Les relations niveau/débit sont fournies sous forme d'équations donnant le débit (Q) en fonction du niveau (z) du lac des Deux Montagnes à Sainte-Anne-de-Bellevue. Ces équations sont illustrées par les figures 12 et 13. La figure 12 compare les courbes des différents scénarios d'excavation modélisés à celle des conditions actuelles et la figure 13 présente, en mode de compensation par le barrage, les courbes des scénarios B et C de même que celle du scénario d'urgence.

Le mode de compensation du barrage qui a été défini pour chacun de ces trois scénarios d'intervention est un mode de gestion statique basé sur la sélection d'un pourcentage d'ouverture fixe et spécifique à chacune des vannes et qui permet d'approcher au mieux la relation niveau/débit actuelle. La figure 13 montre que cette position de compensation s'approche bien des valeurs de la courbe actuelle pour les valeurs avoisinant $150 \text{ m}^3/\text{s}$ et qu'elle s'en écarte un peu pour les valeurs inférieures et supérieures. L'allure générale de la courbe compensée respecte néanmoins très bien celle de la courbe actuelle et peut être considérée comme un compromis pratique très satisfaisant.

Une gestion plus complexe aurait pu tenter de rétablir fidèlement une relation niveau/débit identique à la relation actuelle en déterminant, pour différentes gammes de niveau, un jeu de positions des vannes qui permettrait de ramener à chaque instant le débit aux valeurs observées avant les excavations. Toutefois, une telle gestion serait lourde à exercer et n'apporterait pas d'amélioration significative dans la précision de la gestion qui puisse se justifier sur le plan des résultats pratiques. Il ne s'agirait là que d'une solution théorique qui nécessiterait, dans les faits, des opérations quotidiennes tout au long de l'année sur les vannes.

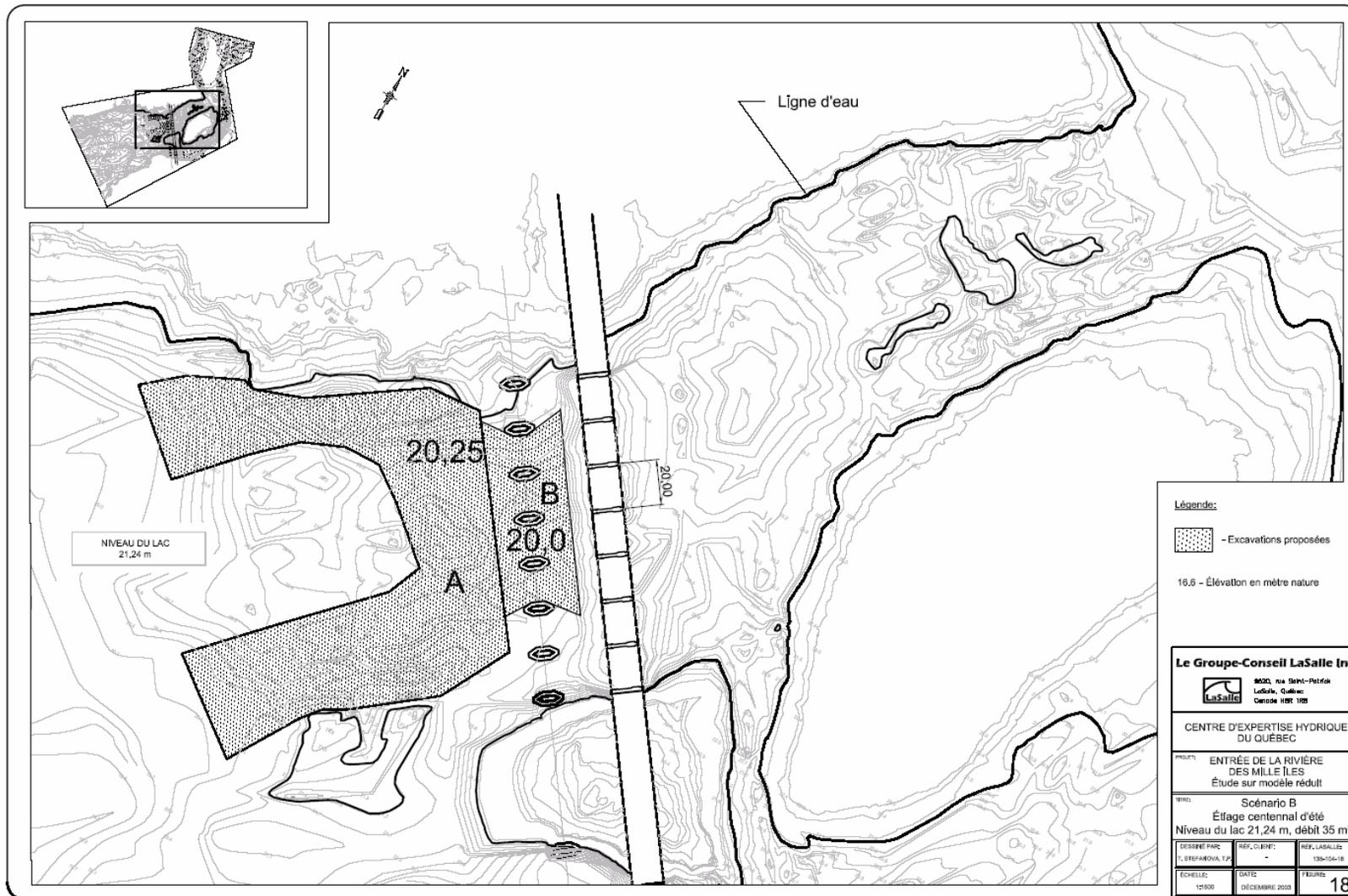


Figure 11A : Scénario d'excavation B-35 m³/s (source: Groupe-conseil LaSalle inc.)

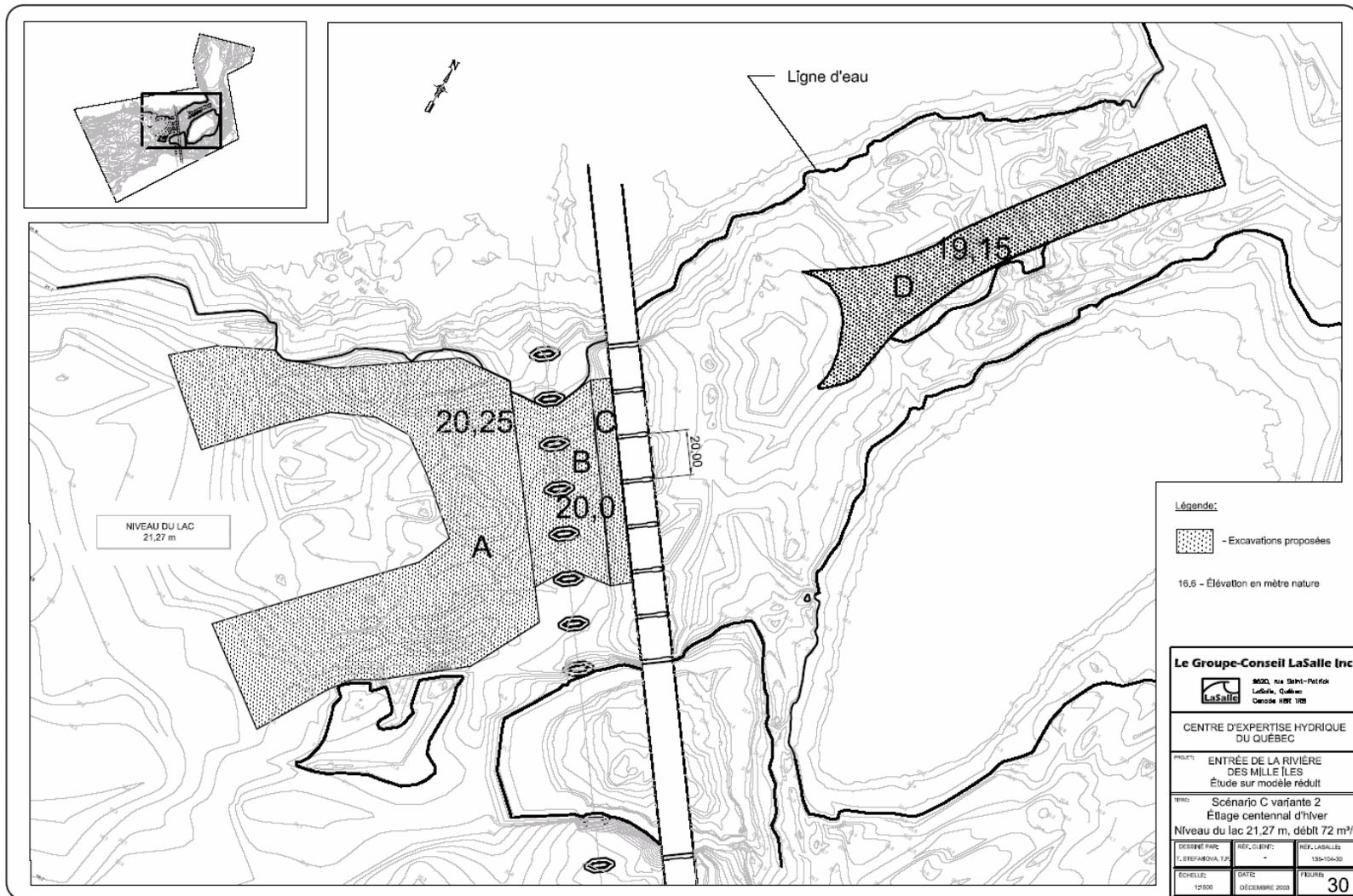


Figure 11B : Scénario d'excavation C-72 m³/s - Variante 2 (source : Groupe-conseil LaSalle inc.)

Figure 12 : Relations niveau/débit pour les scénarios d'excavation

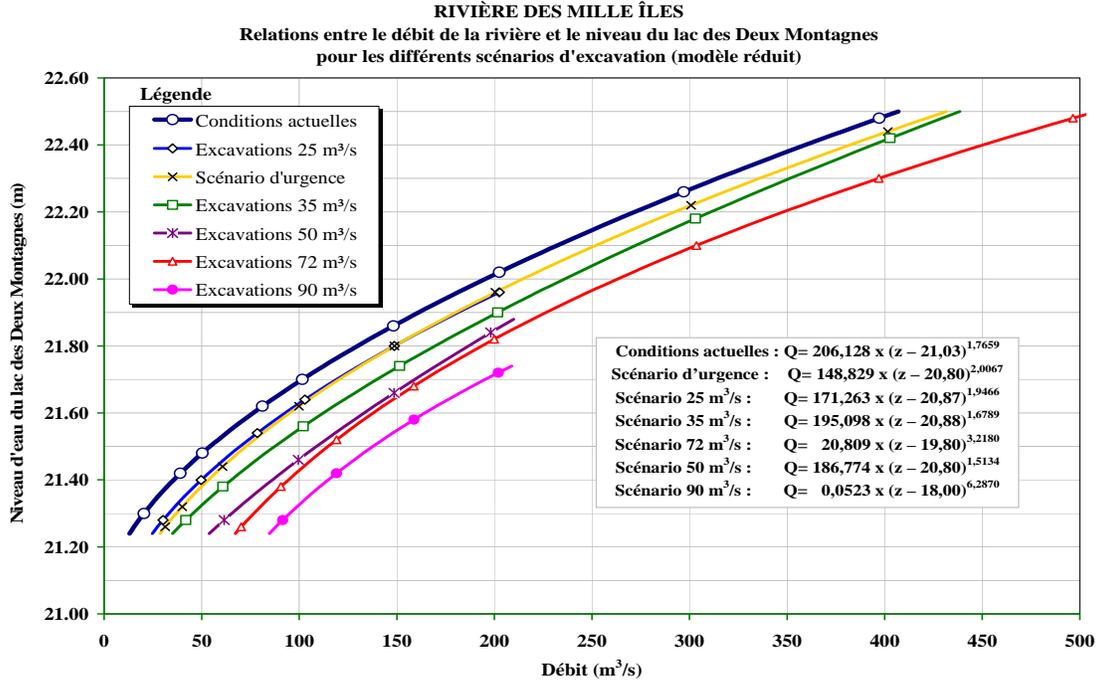
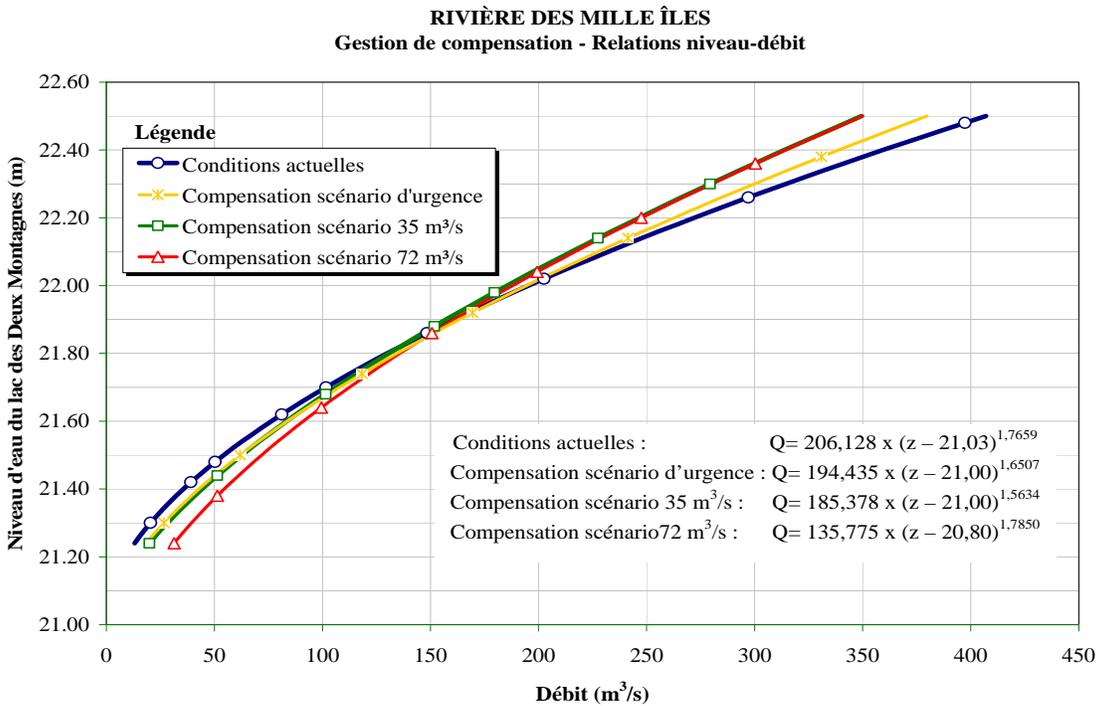


Figure 13 : Relations niveau/débit en condition de gestion de compensation statique



4.1.3.2 Champ des vitesses d'écoulement

Dans l'éventualité d'une analyse des impacts des travaux d'excavation sur l'environnement, un champ des vitesses d'écoulement a été établi sur le modèle réduit pour des conditions automnales moyennes de débit correspondant à un niveau du lac de 21,95 m et à un débit de 180 m³/s (conditions critiques pendant la période probable de construction). Le champ de vitesses est présenté à l'annexe 3. De même, des vitesses ont été mesurées sur cinq sections, dans les conditions moyennes en période de fraie (moyenne interannuelle sur la période du 1^{er} avril au 30 juin : débit de l'ordre de 340 m³/s), dans les scénarios B et C (variante 2) et pour les conditions actuelles avant l'aménagement. La mesure des vitesses a d'ailleurs servi, au cours de ces essais, à s'assurer que les conditions hydrodynamiques aux sites des frayères demeurent pratiquement inchangées.

4.1.3.3 Dimensions et coûts des excavations

Les tableaux 6, 7 et 8 donnent respectivement le volume, les superficies et les profondeurs moyennes des excavations requises.

Tableau 6 : Volume des excavations

	Excavation A	Excavation B	Excavation C	Excavation D	TOTAL		
	(m³)	(m³)	(m³)	(m³)	(m³)		
Scénario A : 25 m³/s	6 120	430	---	---	6 550		
Scénario B : 35 m³/s	7 440	1 950	---	---	9 390		
Scénario C1 : 72 m³/s	7 440	1 950	390	5 150	14 930		
Scénario C2 : 72 m³/s	7 440	1 950	390	5 760	15 540		
Scénario D : 50 m³/s	7 440	1 950	---	2 940	12 330		
Scénario E : 90 m³/s	10 020	2 780	540	8 580	21 920		
	Exc. A	Exc. B	Exc. C1	Exc. C2	Exc. C3	Exc. C4	TOTAL
Scénario U : 30 m³/s	750	2 014	3 080	650	1 056	960	8 510

Tableau 7 : Superficies des excavations

	Excavation A (m ²)	Excavation B (m ²)	Excavation C (m ²)	Excavation D (m ²)	TOTAL (m ²)
Scénario A : 25 m³/s	10 200	720	---	---	10 920
Scénario B : 35 m³/s	12 400	2 600	---	---	15 000
Scénario C1 : 72 m³/s	12 400	2 600	850	4 900	20 750
Scénario C2 : 72 m³/s	12 400	2 600	850	4 800	20 650
Scénario D : 50 m³/s	12 400	2 600	---	4 900	19 900
Scénario E : 90 m³/s	16 700	3 700	1 200	7 800	29 400

	Exc. A	Exc. B	Exc. C1	Exc. C2	Exc. C3	Exc. C4	TOTAL
Scénario U : 30 m³/s	5 000	3 800	4 400	1 300	1 760	1 600	17 860

Tableau 8 : Profondeurs moyennes des excavations

	Excavation A (m)	Excavation B (m)	Excavation C (m)	Excavation D (m)
Scénario A : 25 m³/s	0,60	0,60	---	---
Scénario B : 35 m³/s	0,60	0,75	---	---
Scénario C1 : 72 m³/s	0,60	0,75	0,45	1,05
Scénario C2 : 72 m³/s	0,60	0,75	0,45	1,20
Scénario D : 50 m³/s	0,60	0,75	---	0,60
Scénario E : 90 m³/s	0,60	0,75	0,45	1,10

	Exc. A	Exc. B	Exc. C1	Exc. C2	Exc. C3	Exc. C4	TOTAL
Scénario U : 30 m³/s	0,15	0,53	0,70	0,50	0,60	0,60	

Le tableau 9 présente les coûts des scénarios B et C, lesquels constituent les scénarios de base servant respectivement à soutenir un débit de 35 m³/s en conditions estivales et un débit de 72 m³/s en conditions d'eau froide. L'annexe 4 en donne le détail.

L'estimation des coûts des excavations comprend aussi les coûts des travaux de confortement des semelles des piles du pont de chemin de fer. Ces estimations ont été réalisées, dans le cadre du mandat du Groupe-Conseil LaSalle, par la firme d'experts-conseils Tecslut.

Les estimations ont été effectuées en considérant les coûts de la main-d'œuvre, des matériaux et de l'équipement pour chacune des activités à réaliser, ainsi que les éléments de conditions de terrain et de méthode de construction suivants :

a) **Conditions du site**

- › Roc fracturé et relativement friable, constitué d'un calcaire dolomitique ayant des valeurs d'indice de qualité du roc (RQD) de 50 % avec une capacité portante minimale de 575 kPa.
- › Hauteur d'eau relativement faible au droit des excavations (de l'ordre de 500 mm).

b) **Techniques de travaux**

- › L'utilisation d'un marteau hydraulique monté sur pelle (Tramak) est préconisée pour les excavations dans les zones A, B, C et D (le dynamitage n'est pas jugé nécessaire).
- › Les travaux relatifs aux excavations dans les zones B et C seraient réalisés à sec, tandis que ceux des excavations dans les zones A et D seraient effectués en eau.

c) **Précautions environnementales**

- › En raison de la présence du roc affleurant, de la dimension relativement importante des morceaux de roc excavés et de l'absence de matériaux fins à excaver, l'expert-conseil prévoit que seules de très faibles quantités de matériaux excavés seront charriées en aval des travaux et ne juge pas nécessaire de prévoir de dispositif de confinement des sédiments dans les secteurs d'excavation en eau A et D.
- › L'expert-conseil ajoute que, compte tenu de la nature rocheuse du lit de la rivière, du fort courant de l'eau et de sa faible profondeur, il serait difficilement réalisable, voire pratiquement impossible, de construire un ouvrage temporaire de retenue des matériaux en suspension.
- › Pour limiter au minimum les fuites d'hydrocarbures provenant de la machinerie lourde durant les travaux, l'expert-conseil préconise des exigences limitatives émises lors des appels d'offres, telles que l'utilisation de machinerie récente plutôt que la mise en place d'estacades flottantes temporaires, qu'il juge trop coûteuses et difficiles à installer dans ce secteur.

d) **Protection du pont ferroviaire**

- › L'expert-conseil prévoit que les vibrations imposées à la structure du pont ferroviaire durant les travaux projetés d'excavation du roc au périmètre de la fondation des piliers du pont ferroviaire seront minimales et contrôlées lors de l'exécution des travaux. Il recommande qu'un trait de scie soit effectué dans le socle rocheux au pourtour des piles du pont, de façon à bien contenir les volumes de roc excavés, de même que des travaux de renforcement, à la base des piliers, semblables à ceux déjà effectués dans le chenal droit en 1985.

Tableau 9 : Estimation des coûts des scénarios B et C

Tableau 9: Estimation des coûts des scénarios B et C

Art.	Description	Scénario B -35 m ³ /s	Scénario C -72 m ³ /s	
			Variante 1	Variante 2
01	Accès amont (et aval pour scénario C)	17 886 \$	37 772 \$	37 772 \$
02	Batardeau amont - Phase 1	54 345 \$	54 345 \$	54 345 \$
03	Jetée aval	0 \$	95 935 \$	95 935 \$
04	Excavation en eau amont (et aval pour scénario C)	189 089 \$	307 886 \$	322 911 \$
05	Pont temporaire	88 060 \$	88 060 \$	88 060 \$
06	Batardeau - Phase 2	70 349 \$	70 349 \$	70 349 \$
07	Assèchement aires B et C	62 912 \$	62 912 \$	62 912 \$
08	Excavation de roc à sec	48 485 \$	62 014 \$	62 014 \$
09	Renforcement des piles	597 114 \$	597 114 \$	597 114 \$
10	Réaménagement des accès	5 000 \$	25 000 \$	25 000 \$
Sous-Total Coûts directs		1 133 240 \$	1 401 387 \$	1 416 412 \$
	Coûts indirects : (15% des coûts directs)	169 986 \$	210 208 \$	212 462 \$
	Sous-total Directs et Indirects :	1 303 226 \$	1 611 595 \$	1 628 874 \$
	Contingences : (10% des coûts directs et indirects)	130 323 \$	161 160 \$	162 887 \$
	Sous-total :	1 433 549 \$	1 772 755 \$	1 791 761 \$
	Frais Siège social et Profits : (15%)	215 032 \$	265 913 \$	268 764 \$
TOTAL		1 648 581 \$	2 038 668 \$	2 060 525 \$
	Volume total excavé (m ³)	9390	14930	15540
	Accroissement de capacité (m ³ /s)	20.5	54.7	54.7
	Rendement économique (\$ / m³/s)	80419	37270	37670

- Notes :
1. Les montants présentés ont été augmentés pour protéger la chaussée des rues en diminuant la charge des camions.
 2. Une provision budgétaire pour réfection des rues pourrait aussi être envisagée par mesure de sécurité. Des montants de 200 000 \$ et 400 000 \$ pourraient être réservés à cette fin pour les scénarios B et C respectivement.
 3. Le coût de la variante 2 du scénario C a été estimé par le CEHQ en tenant compte de la différence de volume à excaver avec la variante 1.

- L'expert-conseil considère que la méthode de construction préconisée permet de maintenir la libre circulation des trains sur le pont durant les travaux et en tient compte dans ses estimations de coûts. Il suggère qu'une rencontre ait lieu avec les autorités concernées, dans une étape ultérieure du projet, pour coordonner les travaux de façon à ce que la sécurité soit maintenue en tout temps lors du passage des trains durant les travaux.

e) **Transport des matériaux**

- L'expert-conseil a jugé pertinent, compte tenu de l'information disponible, d'augmenter les coûts estimés des travaux pour tenir compte de la contrainte imposée au réseau routier municipal par la circulation des véhicules lourds, en prévoyant que le chargement des camions soit réduit pour minimiser l'impact du passage répété des véhicules lourds sur la voirie municipale, qu'il juge néanmoins suffisamment solide pour permettre le transport des véhicules lourds. Par conséquent, il n'inclut pas dans son estimation le coût d'éventuels travaux de remise en état des routes d'accès.

Malgré cela, le CEHQ a jugé prudent d'ajouter une certaine provision budgétaire pour tenir compte d'éventuels travaux de réparation, en cas de détérioration des rues malgré les mesures de prévention proposées. Considérant un parcours total en rues résidentielles locales d'environ 1 km à 2 km, selon les scénarios, et un coût unitaire préliminaire soumis par le Consultant, des sommes de 200 000 \$ à 400 000 \$ respectivement pourraient ainsi être prévues pour une éventuelle réparation de surface (pulvérisation de l'asphalte du pavage existant, épandage et compaction d'une couche d'environ 15 cm de pierres concassées et ajout d'une couche de pavage neuf).

Mentionnons, concernant l'excavation en rivière, qu'il serait également possible, le cas échéant, de considérer d'autres techniques de construction au moyen de pelles ou de marteaux piqueurs montés sur des véhicules amphibies ou flottants. La faisabilité technique et économique de telles approches de remplacement, non courantes, pourrait alors être évaluée par des entreprises disposant de tels équipements.

Enfin, soulignons un coût indirect lié à la gestion de compensation par le barrage du Grand-Moulin, laquelle impliquerait, le cas échéant, une certaine augmentation de la charge de l'équipe technique d'exploitation des barrages publics du CEHQ.

4.1.4 Impact hydraulique des scénarios d'excavation

L'analyse de l'impact hydraulique des excavations sur le niveau du lac des Deux Montagnes et sur le débit de ses autres exutoires a été réalisée par simulations, à l'aide du modèle de bilan Archipel. Ce modèle a été utilisé à cette fin lors de l'étude préliminaire; il a alors été présenté dans le rapport correspondant (CEHQ, 2002).

Le modèle avait été utilisé pour simuler les niveaux et les débits de l'été 2001 du lac des Deux Montagnes et de ses exutoires et pour comparer les valeurs obtenues dans les conditions dites « actuelles » et dans les conditions dites « après intervention d'excavation ».

4.1.4.1 Événements de référence choisis pour les simulations

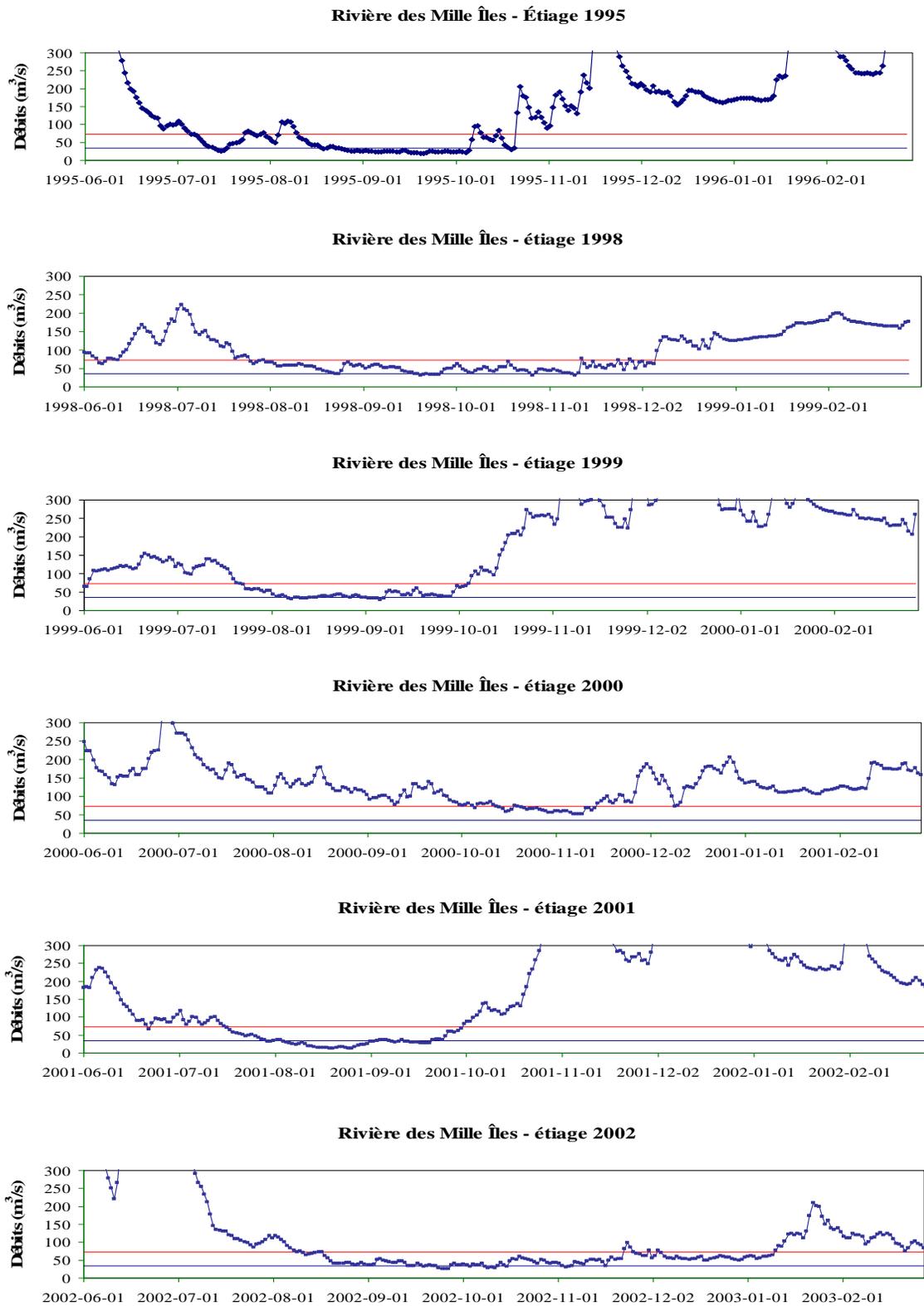
Aux fins de la présente étude, on a également décidé, par souci de réalisme, de rattacher l'évaluation des impacts à la simulation d'épisodes réels récemment observés. Le choix s'est porté sur des années qui ont présenté des observations de débits à la rivière des Mille Îles en dessous des seuils critiques estimés, soit 35 m³/s en été et 72 m³/s en hiver. Les données de quelques années respectent l'un de ces critères. La figure 14 les présente en indiquant aussi, à titre de référence, la ligne représentant l'objectif de débit recherché, soit 35 m³/s ou 72 m³/s. Les années 1998, 2001 et 2002 ont été retenues aux fins d'analyse, soit les trois épisodes récents au cours desquels des étiages critiques ont été observés. La période du 1^{er} juin au 30 septembre 2001 a été retenue pour l'analyse des impacts en conditions critiques d'étiage estival, et les périodes du 1^{er} juin au 31 décembre 1998 et 2002 ont été retenues pour l'analyse des impacts en conditions d'étiage automnal (eau froide).

L'été 2001, au cours duquel les débits du mois d'août sont descendus à environ 14 m³/s, a servi à illustrer les impacts des scénarios 35 m³/s et 72 m³/s en période estivale. Les années 1998 et 2002 ont servi, pour leur part, à illustrer l'impact de l'objectif de 72 m³/s pour la période d'eau froide correspondant spécifiquement à cet objectif. Au cours de l'automne 1998, les débits sont descendus aux alentours de 40 m³/s. Au cours de l'automne 2002, ils ont été de 50 m³/s, alors qu'une opération de soutien d'étiage était en cours pour éviter que les débits ne baissent en dessous de cette valeur.

4.1.4.2 Calage du modèle Archipel

Rappelons que le modèle Archipel est un modèle de bilan en usage au CEHQ et utilisé chaque printemps pour effectuer des prévisions de niveaux durant la crue pour le système de l'archipel de Montréal, et ce, à des fins de lutte contre les inondations de ce secteur. Il contient les courbes de comportement des lacs des Deux Montagnes et Saint-Louis et de leurs exutoires, et évalue les équilibres de niveau et de débit à partir des intrants qui lui sont fournis. Ces courbes de comportement peuvent être modifiées à volonté, notamment les relations niveau/débit des exutoires, pour représenter, par exemple, l'effet d'une intervention sur le comportement hydraulique de l'exutoire. C'est ce qui a été fait pour représenter l'effet des différents scénarios d'excavation à l'entrée de la rivière des Mille Îles et des modifications apportées par le positionnement compensatoire des vannes du barrage du Grand-Moulin.

Figure 14 : Débit de la rivière des Mille Îles lors de différents épisodes d'étiage observés



En mode prévision, le délai des prévisions est de trois jours, et le calage du modèle est assuré par l'estimation d'un apport fictif moyen à chacun des lacs (des Deux Montagnes et Saint-Louis) pour fermer le bilan. Cet apport est établi à partir des observations des quatre jours précédents et il est modifiable par l'utilisateur. Ce calage est repris lors de chaque mise à jour de la prévision pendant la période de gestion de la crue.

Aux fins de la présente étude, le modèle n'est pas utilisé en mode prévision, mais en mode différé, pour la simulation d'événements historiques, en l'occurrence, les années 1998, 2001 et 2002. Le calage du modèle, qui doit se faire aussi par l'ajustement du bilan hydraulique sur le système modélisé, notamment sur le système du lac des Deux Montagnes, est effectué en considérant non pas les quelques jours du début de la simulation, mais bien toute la période simulée. Comme les bilans peuvent varier au cours de la période, l'ajustement doit être variable en fonction du temps. On n'utilise donc pas un débit fictif, mais une série chronologique de débits fictifs comme moyen de calage du modèle. Le pas de temps sur lequel le bilan peut être fermé peut varier, selon la précision recherchée et la réponse du système. Il peut aller de serré (horaire) à global (mensuel).

De fait, l'écoulement n'étant pas permanent, le pas de temps doit être suffisamment grand pour intégrer certaines réponses transitoires résultant des variations à l'entrée. La réponse du lac des Deux Montagnes à une augmentation de débit étant d'environ deux heures, une série de débits fictifs au pas de temps journalier appelée Q_{fictif} a été reconstituée pour fermer le bilan. Il existe une bonne corrélation entre cette série Q_{fictif} , les apports et les sorties ($R^2 = 0,92$). Puisque les apports sont donnés *a priori* et que le débit de la rivière des Outaouais constitue la majeure composante de ces apports (en moyenne, plus de 96 %), cette série Q_{fictif} est évaluée en pourcentage du débit de la rivière des Outaouais.

Pour réaliser la simulation des périodes d'étiages de 1998, 2001 et 2002, différents jeux de ce paramètre de calage ont été essayés à partir de la confection de moyennes mobiles sur sept jours des valeurs journalières calculées. Sur cette base, des paramètres de calage variant sur des intervalles bimestriels (tous les deux mois), mensuels, bimensuels (tous les quinze jours) et hebdomadaires ont été testés. Les paramètres de calage retenus, ainsi que les moyennes mobiles sur sept jours, sont présentés à la figure 15, et les figures 16, 17 et 18 comparent les limnigrammes (niveaux du lac des Deux Montagnes) simulés, obtenus de ce calage, en les comparant aux limnigrammes observés. On peut constater que le modèle reproduit fidèlement les trois épisodes. À partir de ce résultat, les simulations qui serviront par la suite à évaluer l'effet des interventions à la rivière des Mille Îles se feront par comparaison à ces séquences « avant interventions » simulées par le modèle ainsi calibré. L'annexe 5 présente les résultats graphiques de calage du modèle Archipel.

Figure 15 : Paramètres de calage « Débits fictifs » en pourcentage du débit de la rivière des Outaouais

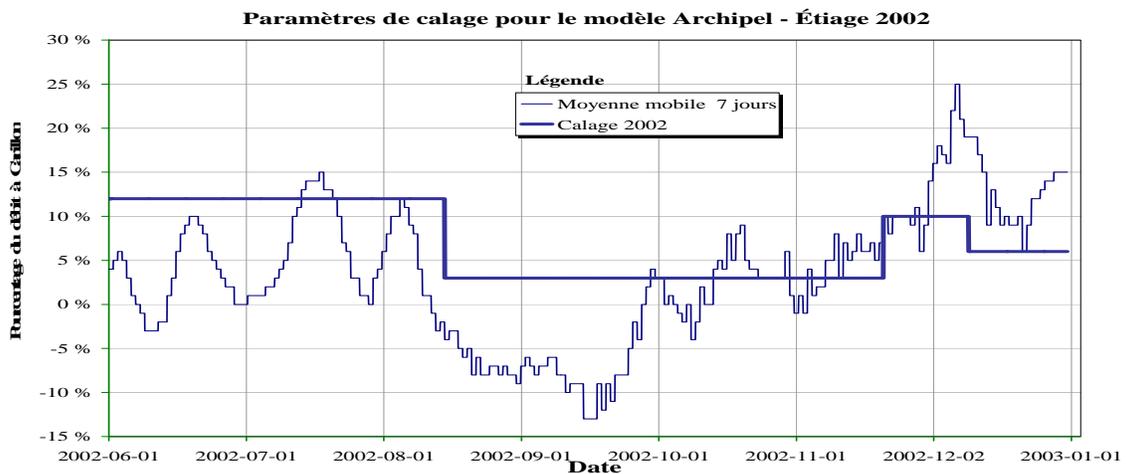
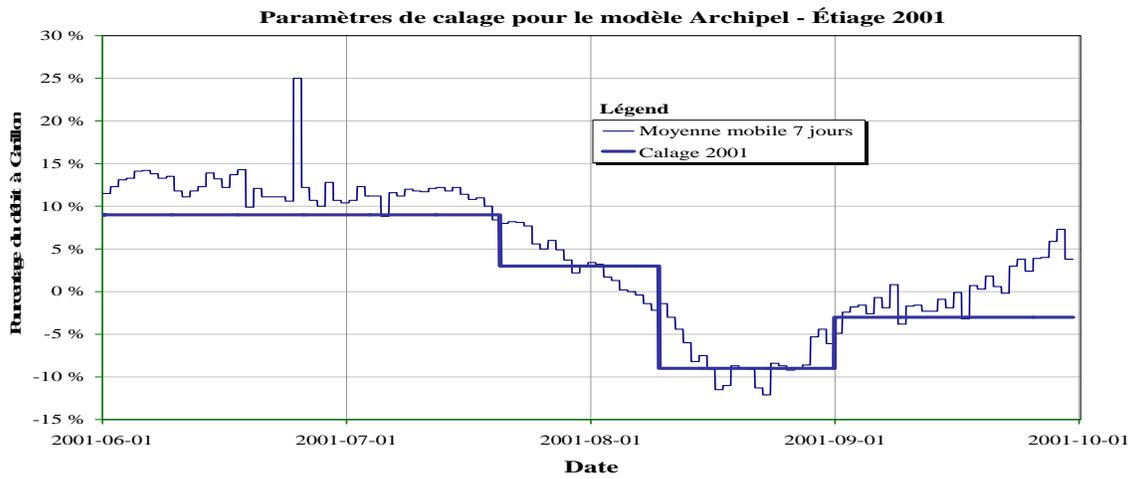
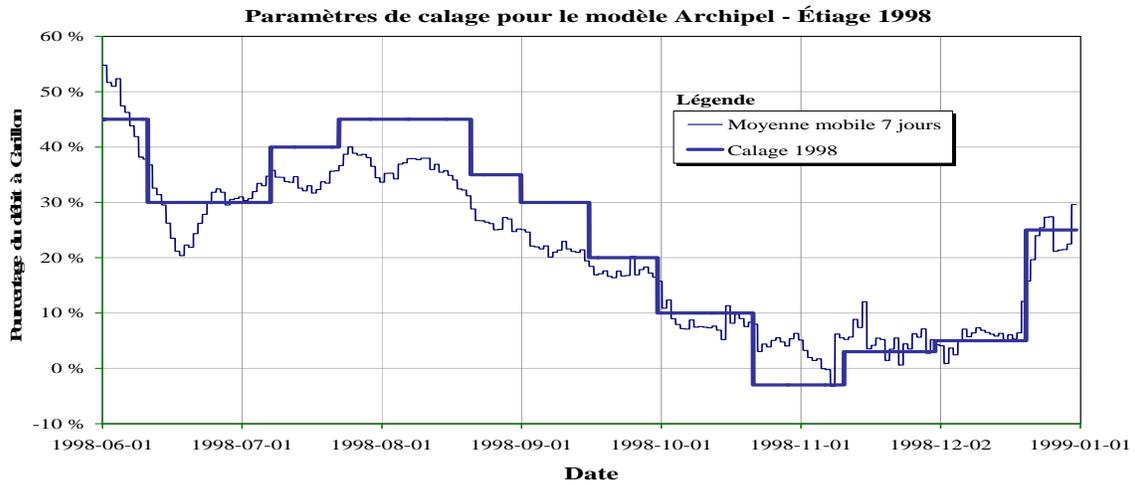


Figure 16 : Étiage 1998 - Comparaison des niveaux observés et simulés du lac des Deux Montagnes

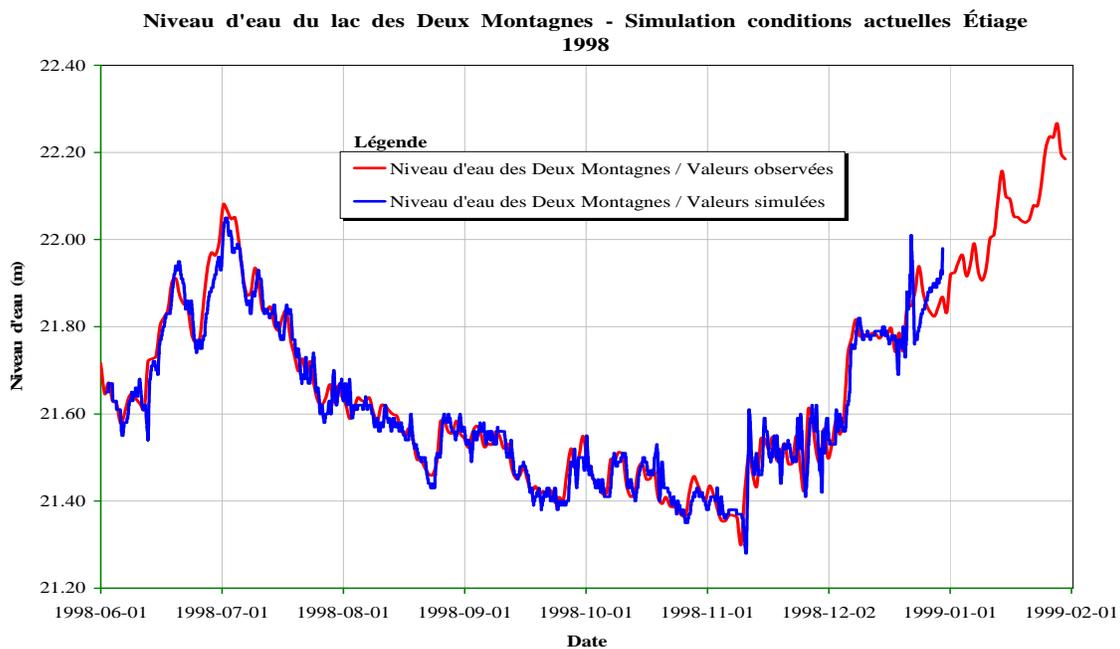


Figure 17 : Étiage 2001 - Comparaison des niveaux observés et simulés du lac des Deux Montagnes

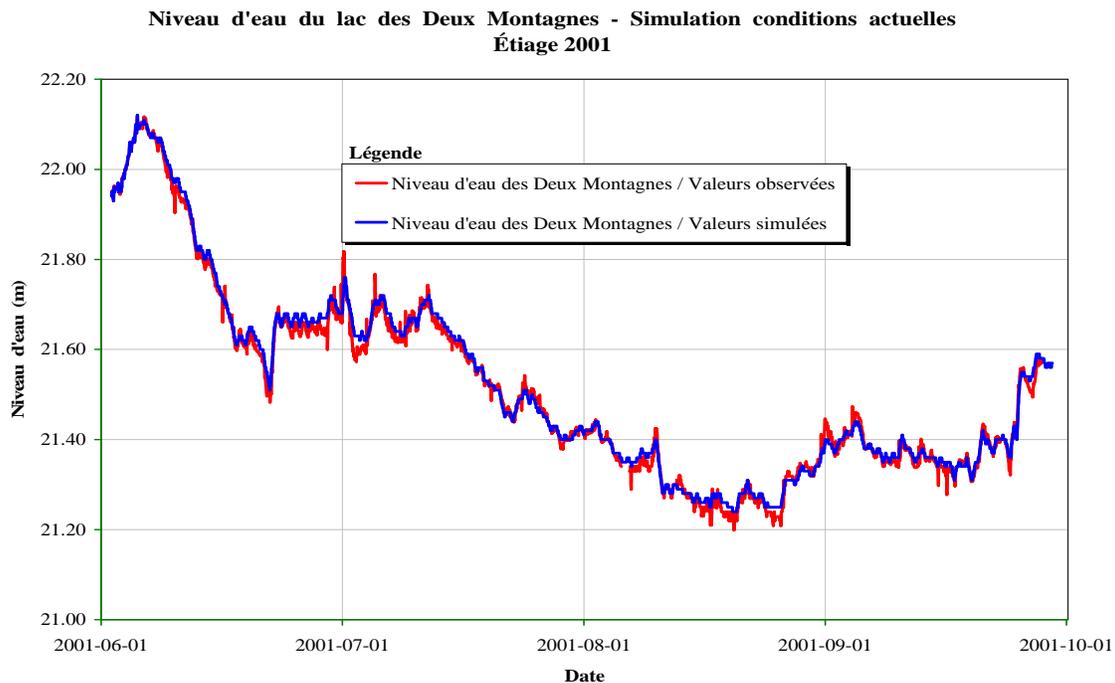
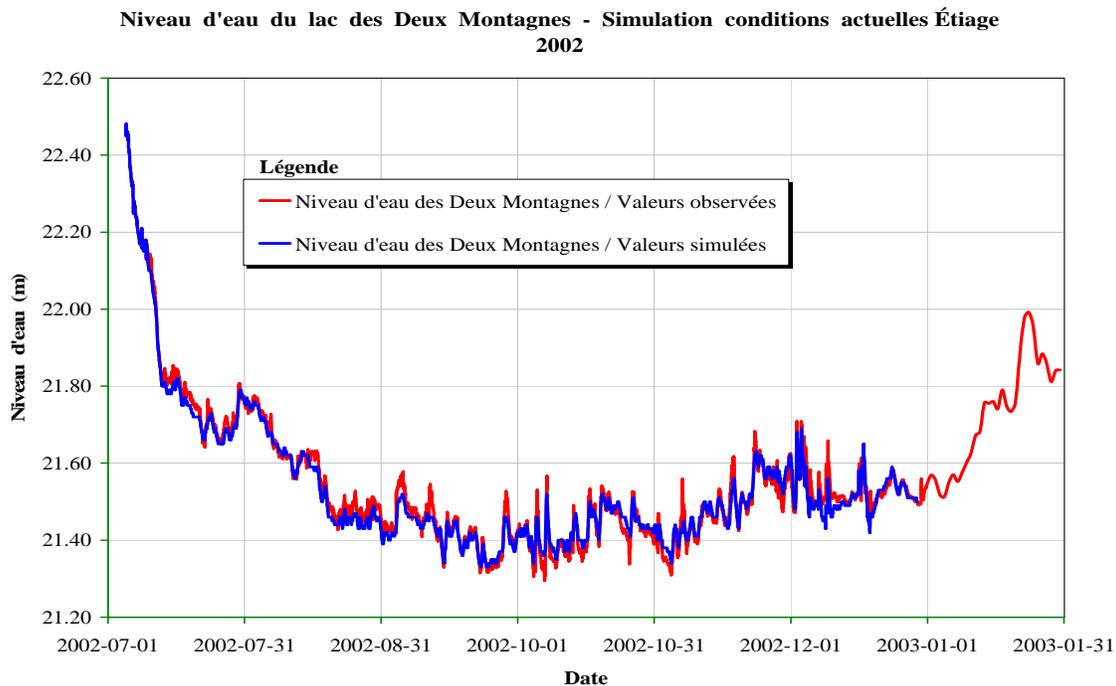


Figure 18 : Étiage 2002 - Comparaison des niveaux observés et simulés du lac des Deux Montagnes



4.1.4.3 Scénarios de gestion de la compensation

En termes d'actions de gestion à réaliser, la compensation consiste à maintenir, en temps normal, la position de vannes définie comme compensation et, en période d'étiage critique, à abaisser les vannes et à les laisser dans cette position, et ce, tant que l'on demeure dans la période critique. Selon ce mode de gestion, les vannes sont ramenées à la position de compensation après la période de crue printanière et maintiennent cette position le reste de l'année sauf si, pendant la période d'étiage, on fait face à une sécheresse critique. Aux fins de la simulation des impacts hydrauliques sur le système du lac des Deux Montagnes à partir des événements d'étiage 1998, 2001 et 2002, des périodes fixes ont été définies comme périodes critiques au cours desquelles les vannes du barrage sont abaissées en position horizontale. Comme nous l'avons mentionné précédemment, l'événement 2001 sert à l'évaluation des impacts en étiage estival, lorsque les débits descendent sous $35 \text{ m}^3/\text{s}$ et les événements des années 1998 et 2002 permettent d'évaluer les impacts au cours d'un étiage d'automne (conditions d'eau froide) lorsque les débits passent sous la valeur de $72 \text{ m}^3/\text{s}$. À l'été 2001, les débits sont descendus de façon soutenue sous la limite de $35 \text{ m}^3/\text{s}$, à partir du 5 août, et cette date a été retenue dans la simulation comme début de la période critique. En ce qui a trait aux conditions d'étiage automnal, comme nous l'avons mentionné précédemment, il a été convenu, de concert avec la Direction du suivi de l'état de l'environnement (DSÉE), de fixer au 1^{er} novembre en moyenne, le début effectif de la période d'eau froide, par rapport aux observations de qualité de l'eau de la rivière. Selon ces observations, l'objectif de

débit à soutenir passerait, vers cette date, de 35 m³/s à 72 m³/s. En se fondant sur ces données, les scénarios de gestion de la compensation ont donc été définis comme suit aux fins des simulations :

‣ Année 2001 (étiage estival)

Scénario B (35 m³/s)

- Du 5 août au 25 septembre : aucune compensation (vannes abaissées horizontalement);
- Le reste de la période : position de compensation des vannes prévue dans le scénario 35 m³/s.

Scénario C (72 m³/s)

- Sans la compensation du 72 m³/s sur toute la période;
- Avec la compensation du 72 m³/s sur toute la période.

‣ Année 1998 (étiage d'eau froide)

- Du 1er novembre au 8 décembre : aucune compensation (vannes abaissées horizontalement);
- Le reste de la période : position de compensation des vannes prévue dans le scénario 72 m³/s.

‣ Année 2002 (étiage d'eau froide)

- Du 1er novembre au 31 décembre : aucune compensation (vannes abaissées horizontalement);
- Le reste de la période : position de compensation des vannes prévue dans le scénario 72 m³/s.

Divers autres scénarios de compensation, qui ne sont pas présentés ici, ont été simulés, mais n'ont pas été retenus, principalement en raison des différences non significatives que cela apportait aux résultats obtenus, tant dans le cas de la rivière des Mille Îles que dans celui du système du lac des Deux Montagnes (impacts hydrauliques).

Ces scénarios consistaient essentiellement en des variantes de gestion plus dynamique qui visaient à ajuster la position des vannes en fonction de situations intermédiaires de variation du débit. Comme nous l'avons mentionné précédemment, un concept de « demi-compensation » pour l'étiage d'été avait aussi été défini dans le cas du scénario d'excavation C (72 m³/s), afin de soutenir un débit de 35 m³/s sans le dépasser indûment.

Des tests de simulation ont permis de conclure que les bénéfices additionnels apportés par ces modes de gestion dynamique de la position des vannes ne justifient pas la lourdeur de gestion qu'ils imposent et pour lesquels le système d'opération des vannes n'a pas été conçu. La figure 19 illustre les différences de résultats en termes du débit à la rivière des Mille Îles que procurent ces différents scénarios de gestion. Cette figure présente des cas de compensation relatifs au scénario d'excavation B (35 m³/s) pour l'été 2001. Le cas de compensation 02 est le seul scénario retenu. Il est plus simple et offre un rendement généralement comparable aux autres. Soulignons que le cas de compensation 00 est un cas théorique dans lequel la courbe niveau/débit actuelle serait parfaitement restaurée et le contrôle des vannes serait continu, de sorte que le débit pourrait être maintenu parfaitement à la valeur cible de 35 m³/s, lorsque le débit naturel descend sous cette valeur. Le cas de compensation 01 présente peu de différences par rapport au scénario 2 retenu. Il s'agit d'un scénario intermédiaire qui pourrait entraîner une opération intempestive des vannes lorsque le débit oscille autour de la valeur cible de 35 m³/s.

4.1.4.4 Résultats de l'évaluation de l'impact hydraulique des interventions à l'entrée de la rivière des Mille Îles

L'analyse des impacts hydrauliques est présentée comme suit :

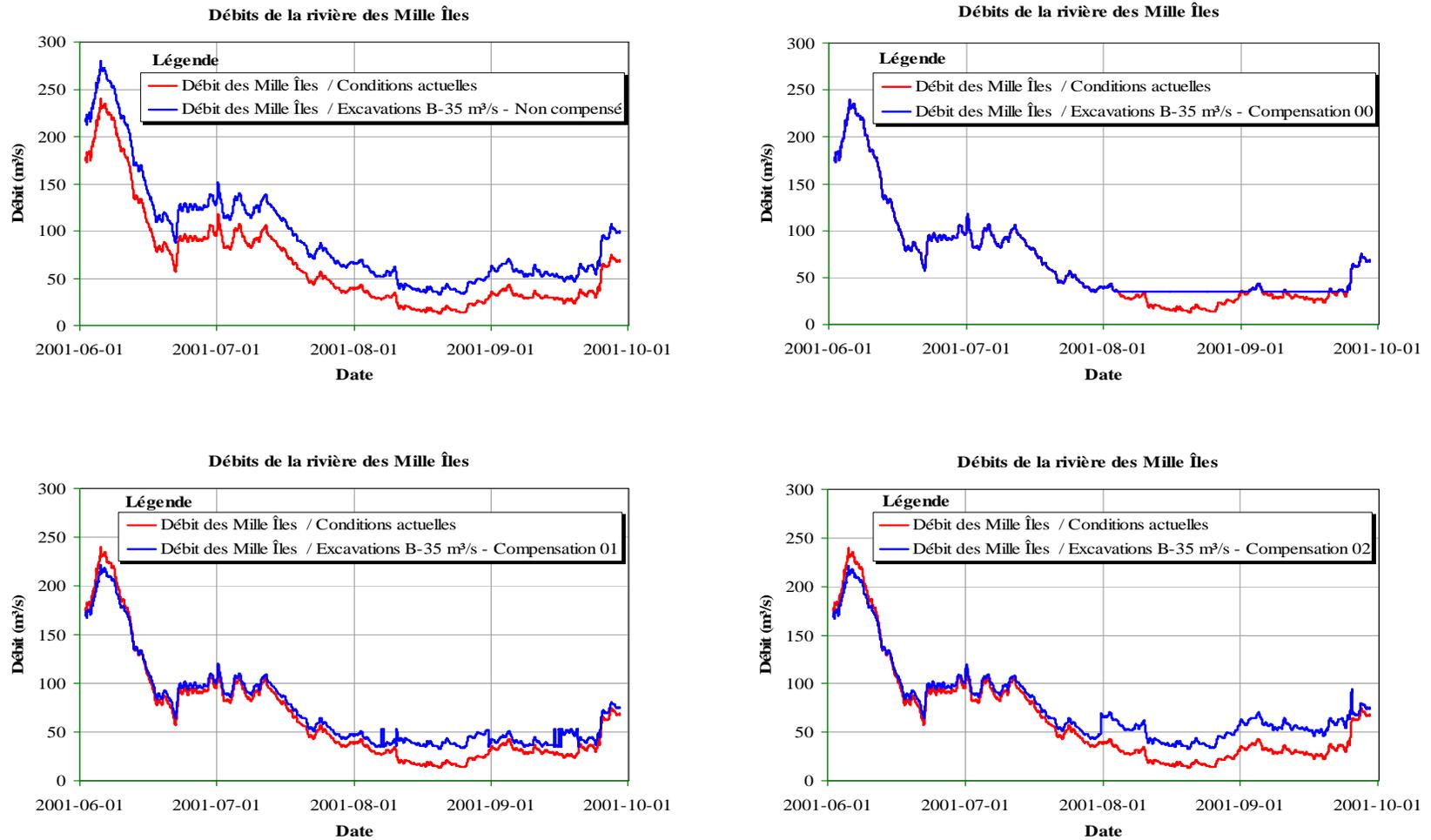
- a) Impacts sur le débit de la rivière des Mille Îles
- b) Impacts sur le niveau du lac des Deux Montagnes
- c) Impacts sur le débit des autres exutoires

Les impacts hydrauliques sont présentés sous forme de graphiques aux figures 20 à 27. Pour chaque année simulée, on trouve, d'une part, une figure illustrant les variations du niveau du lac des Deux Montagnes et, d'autre part, une figure présentant les variations de débit simulées aux exutoires, y compris l'exutoire de la rivière des Mille Îles. Chaque figure compare la situation actuelle avec les scénarios d'excavation, avec et sans compensation.

Les figures 20, 21, 22 et 23 illustrent le cas de l'été 2001. Chaque graphique présente la courbe des conditions actuelles, celle du scénario d'excavation sans compensation par le barrage et celle du scénario d'excavation avec compensation. Les figures 20 et 21 illustrent le cas du scénario d'excavation B (objectif de 35 m³/s) et les figures 22 et 23, le cas du scénario C (72 m³/s).

Les figures 24, 25, 26 et 27 illustrent, pour leur part, les impacts du scénario C-72 m³/s, avec et sans compensation, pour les épisodes d'étiage 1998 et 2002.

**Figure 19 : Comparaison des effets de scénarios de gestion de compensation
Débit de la rivière des Mille Îles - Été 2001**



a) Impact sur le débit de la rivière des Mille Îles

La figure 21 montre bien la précision du scénario d'excavation B-35 m³/s. En effet, sachant qu'à l'été 2001 on a observé un étiage de récurrence à peu près centennale, l'accroissement de débit obtenu pour la période critique du 5 août au 29 septembre est d'environ 21 m³/s, ce qui rehausse le débit minimal observé de 14 m³/s à la valeur cible de 35 m³/s. Avant cette période, la position de compensation des vannes du barrage du Grand-Moulin réduit légèrement cet accroissement à environ 6 m³/s pour la période de la mi-juin au début du mois d'août, une différence somme toute peu conséquente sur le plan hydraulique et qui, en ce sens, justifie peu la manœuvre de compensation.

Dans le cas du scénario C-72 m³/s (figure 23), l'accroissement de débit pour la période estivale de 2001 serait de 50 m³/s, amenant le débit de la période critique aux alentours de 65 m³/s. Le débit minimal requis pour cette période étant de 35 m³/s, la compensation pourrait avoir un effet plus significatif bien que modéré, les valeurs de débit en jeu demeurant toujours relativement modestes. L'hydrogramme avec compensation de la figure 23 montre que cette gestion aurait effectivement maintenu le débit de cette période autour de cette valeur cible, soit une réduction d'environ 30 m³/s par rapport au scénario sans compensation.

Les figures 25 et 27 montrent l'effet qu'aurait eu le scénario d'excavation C-72 m³/s sur les conditions de débits automnaux de 1998 et de 2002 (conditions d'eau froide). Sans compensation, les débits auraient été rehaussés d'environ 54 m³/s, de façon assez stable sur la période dans les deux cas. Avec la compensation, le rehaussement de débit aurait été maintenu de 15 m³/s à 17 m³/s, soit environ 35 m³/s de moins, jusqu'au 1^{er} novembre, date à laquelle l'objectif de 72 m³/s alors en vigueur aurait exigé l'abaissement des vannes. Dans le cas de l'étiage 2002, la situation sans compensation a été simulée jusqu'à la fin de la période de simulation, soit jusqu'au 31 décembre, entraînant les débits à quelque 30 m³/s au-dessus de l'objectif. Pour l'année 1998, compte tenu de la remontée naturelle du débit qui s'est opérée au début de décembre, la reprise de la compensation a été simulée à partir du 8 décembre, alors que les débits naturels auraient d'eux-mêmes atteint des valeurs d'environ 125 m³/s. À ce débit, l'effet de la compensation est plus précis et le rehaussement de débit simulé, par rapport à la situation sans excavation, est d'environ 4 m³/s, au lieu du 15 m³/s obtenu en saison estivale. On doit toutefois constater qu'il s'agit de différences minimales au regard des débits et des volumes en jeu dans l'ensemble du système du lac des Deux Montagnes.

Les simulations démontrent que les scénarios d'excavation permettent d'atteindre de façon efficace et précise les objectifs de débit recherchés. On peut aussi dire que les débits en jeu font, au départ, que l'application ou la non-application d'une compensation n'a pas un impact majeur sur le régime hydrique de la rivière des Mille Îles. Par ailleurs, dans le contexte des objectifs de cette étude, un surplus de débit au-delà de la cible visée ne comporte pas d'enjeu réel sur cette rivière. Il importe évidemment d'analyser ces impacts relatifs aux autres composantes du système du lac des Deux Montagnes.

b) Impact sur le niveau du lac des Deux Montagnes

La figure 20 montre que, dans des conditions critiques d'étiage estival (été 2001), l'effet du scénario B-35 m³/s crée, même sans compensation, un effet très limité sur le niveau du lac des Deux Montagnes, soit une baisse de 1 cm à 2 cm. L'effet de la compensation est à peine perceptible dans ce scénario d'intervention, si bien que les baisses simulées se situent elles aussi entre 1 cm et 2 cm.

Dans les mêmes conditions estivales (été 2001), la figure 22 montre que le scénario C-72 m³/s entraînerait une baisse du niveau du lac d'environ 3 cm à 4 cm, sans action de compensation. Avec action de compensation, la baisse serait plutôt de l'ordre de 1 cm à 2 cm.

Les figures 24 et 26 illustrent l'effet de ce scénario d'excavation sur les étiages d'automne de 1998 et de 2002 respectivement. Dans les deux cas, la baisse simulée est d'environ 3 cm, sans compensation. Avec compensation, la baisse simulée est de l'ordre de 1 cm.

Dans l'ensemble, les simulations des différents scénarios d'excavation analysés montrent que les baisses de niveau imposées par ceux-ci au lac des Deux Montagnes sont relativement faibles. Elles demeurent du même ordre de grandeur que la marge de précision des mesures de niveau, qui est de 1 à 2 cm

c) Impact sur le débit des autres exutoires

Les figures 21 et 23 montrent les effets des deux scénarios d'excavation (B-35 m³/s et C-72 m³/s) dans les conditions critiques d'étiage estival observées à l'été 2001. En conséquence de l'effet constaté sur le niveau du lac des Deux Montagnes, le scénario B-35 m³/s a un faible effet sur le débit des autres exutoires et cet effet est pratiquement le même, qu'il y ait ou non compensation. Dans le cas de la rivière des Prairies, la réduction de débit simulée serait d'environ 11 m³/s et d'environ 7 m³/s et 3 m³/s respectivement dans le cas des chenaux Sainte-Anne-de-Bellevue et Vaudreuil. En termes du volume moyen écoulé par ces exutoires au cours du mois d'août 2001, soit le mois critique de cet épisode d'étiage estival, les réductions représentent respectivement environ 2 %, 13 % et 7 % de ce volume.

Sous l'effet du scénario C-72 m³/s, la variante avec compensation procure des effets semblables à ceux du scénario B-35 m³/s sans la compensation, soit des réductions de débit simulées moyennes pour le mois d'août d'environ 9 m³/s, 6 m³/s et 3 m³/s respectivement pour les exutoires des Prairies, Sainte-Anne-de-Bellevue et Vaudreuil. Par rapport au volume moyen d'août 2001, les diminutions seraient de 2 %, 10 % et 5 % pour ces mêmes exutoires respectivement. Sans la compensation, les réductions de débit deviennent respectivement, d'environ 28 m³/s, 16 m³/s et 7 m³/s pour le volume moyen du mois d'août, les réductions seraient de 5 %, 29 % et 16 %.

Les figures 25 et 27 présentent respectivement les cas des années 1998 et 2002, illustrant les effets des excavations du scénario C-72 m³/s en conditions d'été automnal (période d'eau froide). Dans les deux cas, les réductions simulées de débit, sans la compensation, sont d'environ 26 m³/s, 18 m³/s et 10 m³/s respectivement pour les exutoires des Prairies, Sainte-Anne-de-Bellevue et Vaudreuil. Au cours de la période du 1^{er} novembre au 31 décembre de ces deux années, les débits de ces exutoires ont avoisiné 700 m³/s, 175 m³/s et 100 m³/s respectivement. Dans ces conditions, les réductions de débit causées par les excavations concernées auraient donc représenté environ 3,5 %, 10 % et 10 % respectivement du débit de ces exutoires pour ces périodes. Avec la compensation, les réductions de débit auraient été d'environ 7 m³/s, 5 m³/s et 3 m³/s, soit environ 1 %, 3 % et 3 % respectivement du débit de ces exutoires pour cette période.



Figure 20 : Été 2001 - Effet du scénario d'excavation B-35 m³/s sur le niveau du lac des Deux Montagnes

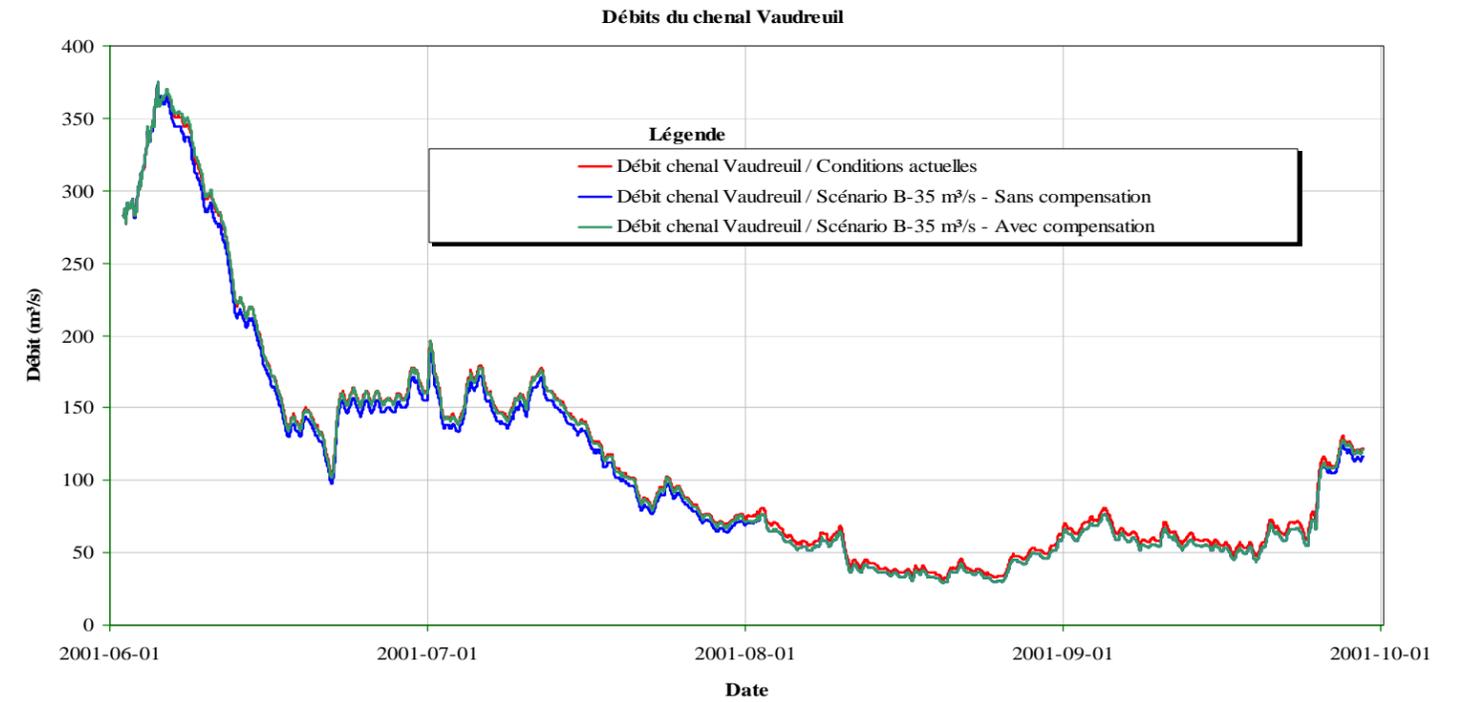
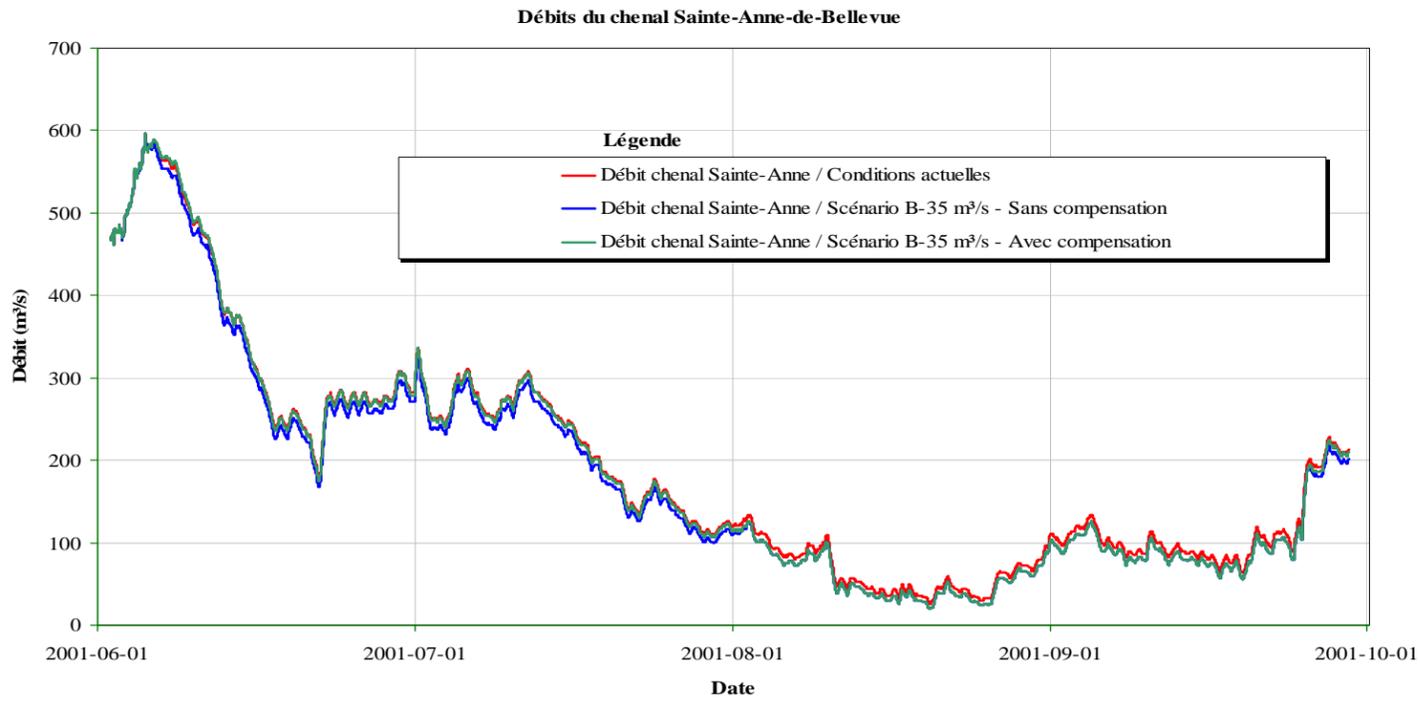
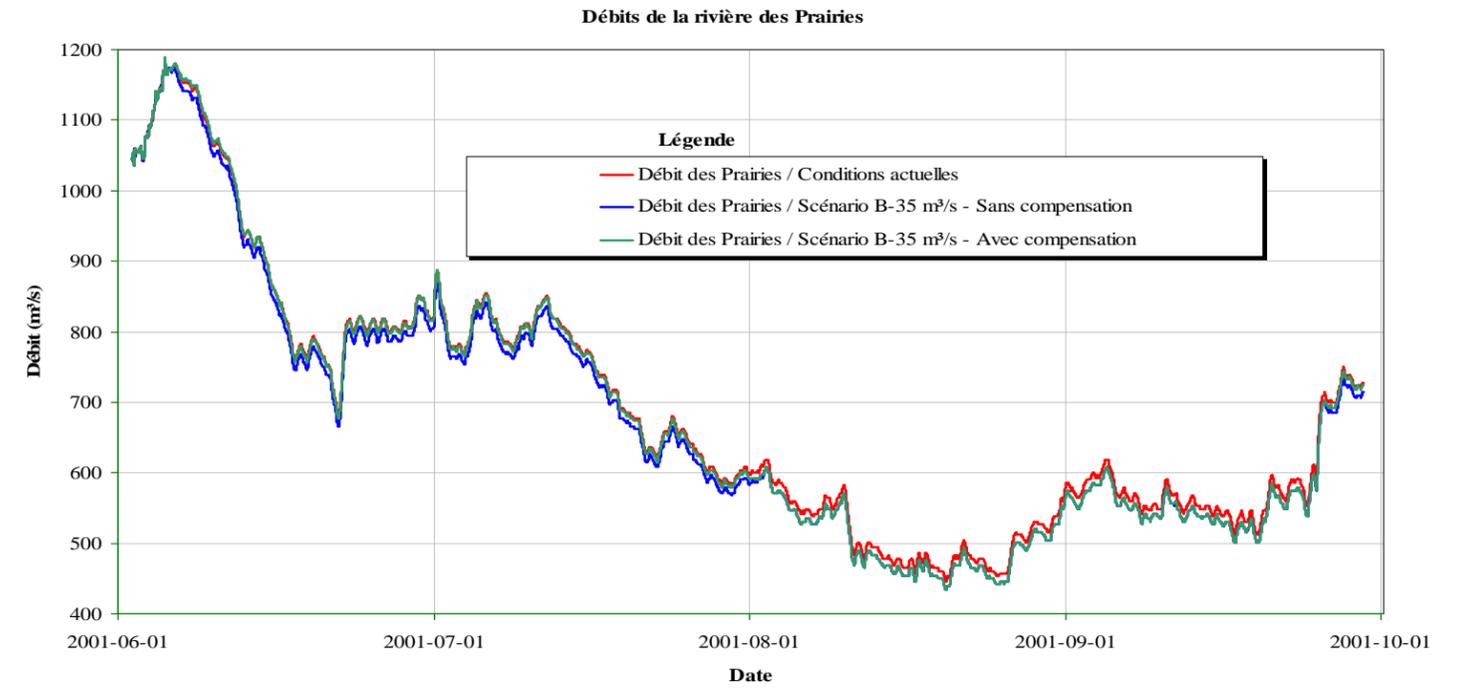
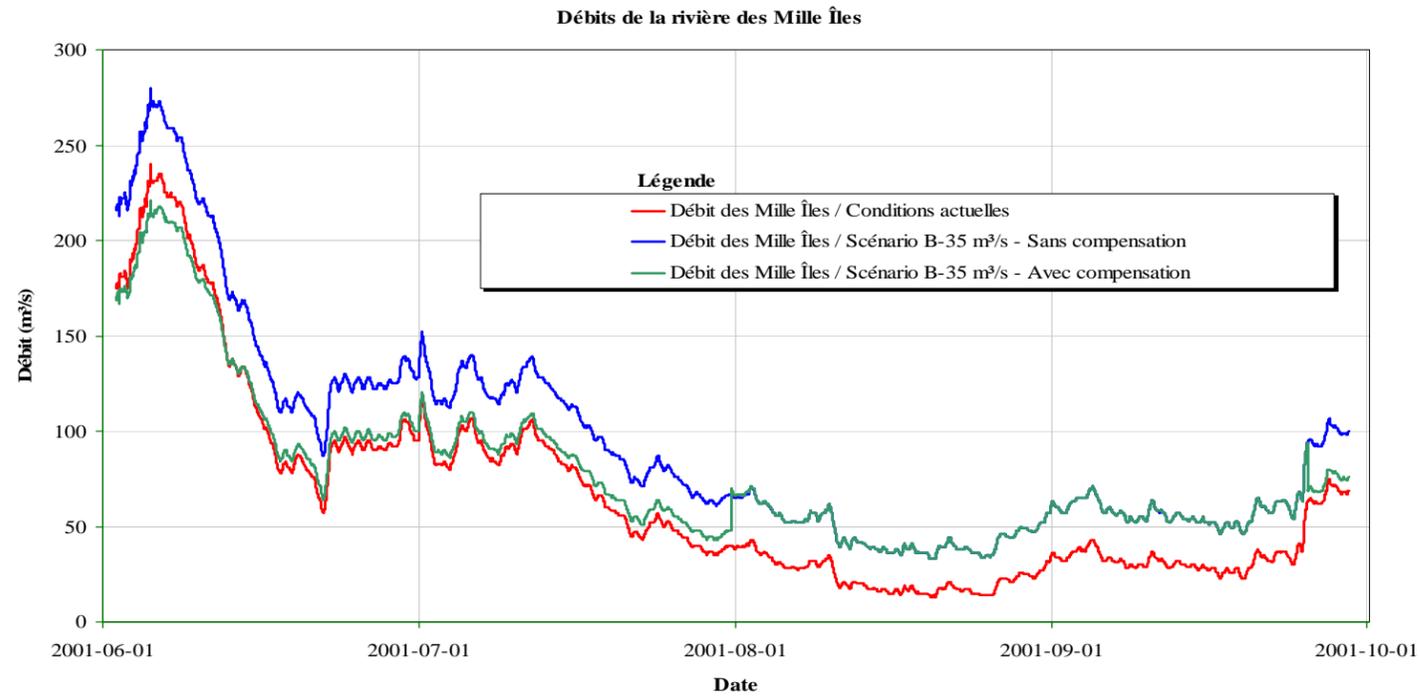


Figure 21 : Été 2001 - Effet du scénario d'excavation B-35 m³/s sur le débit des exutoires du lac des Deux Montagnes

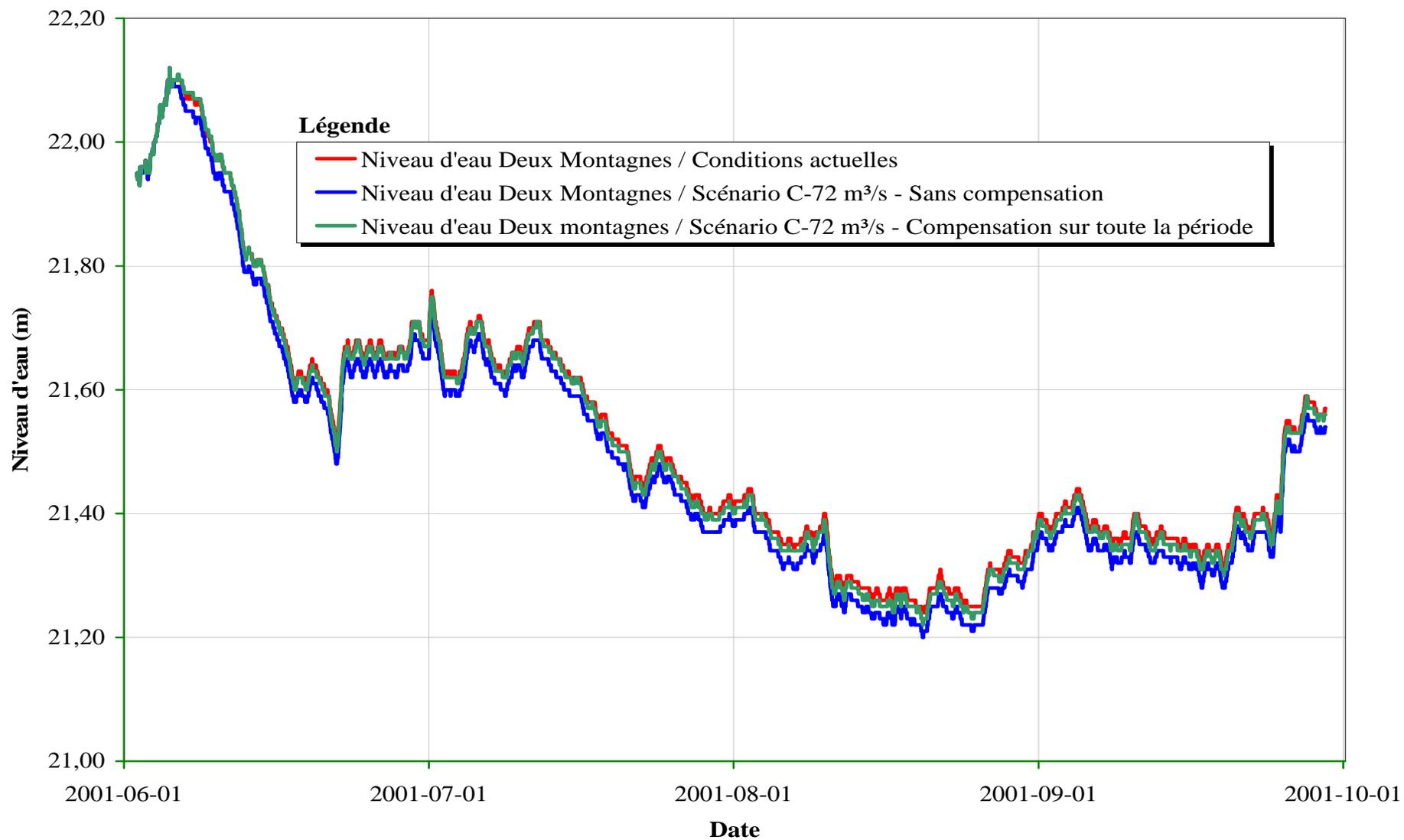
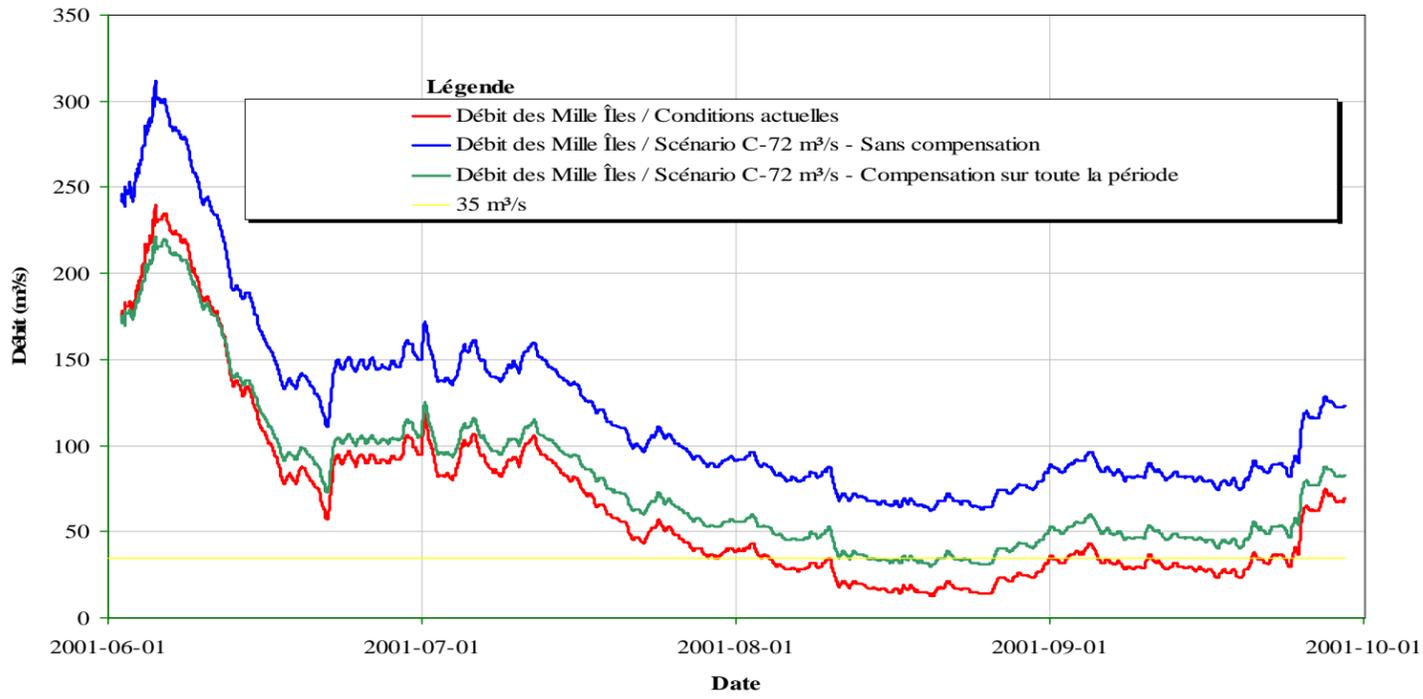
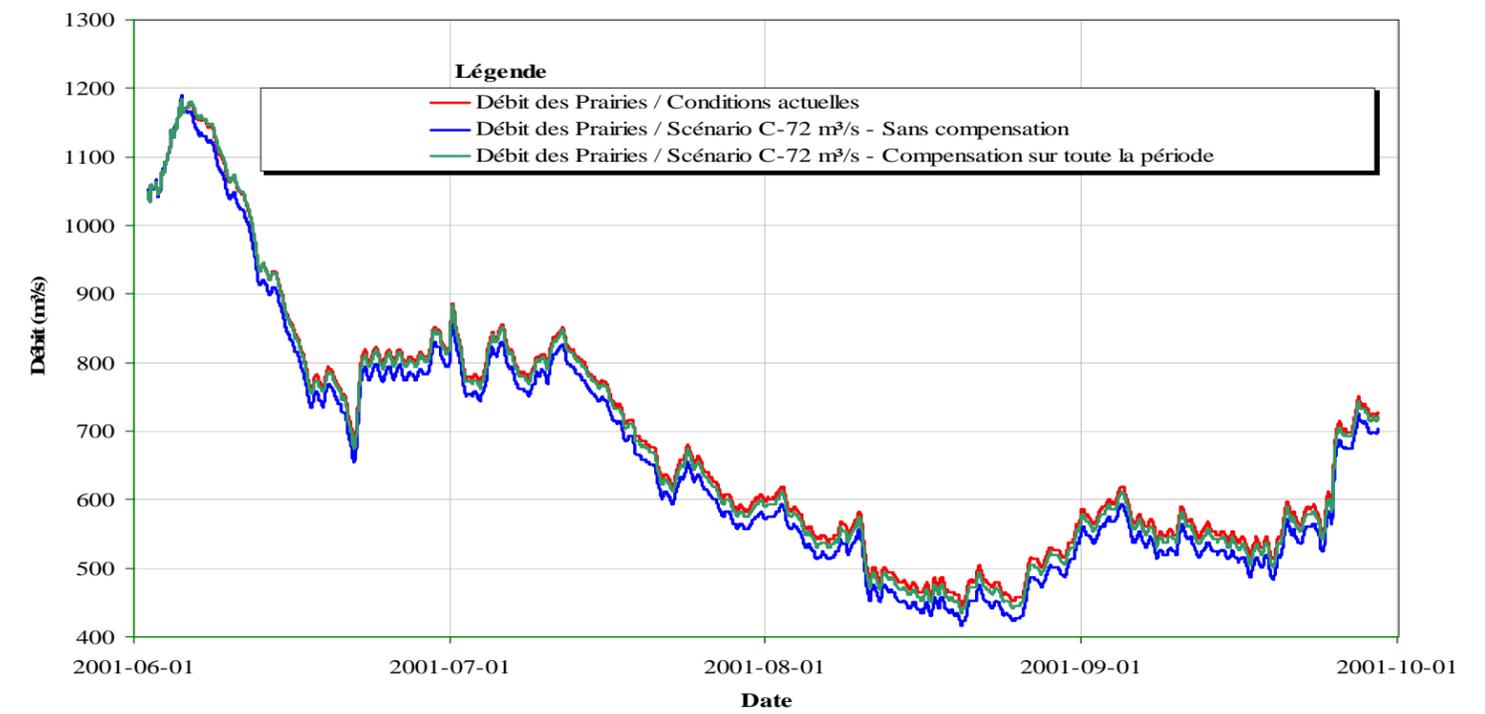


Figure 22 : Été 2001 - Effet du scénario d'excavation C-72 m³/s sur le niveau du lac des Deux Montagnes

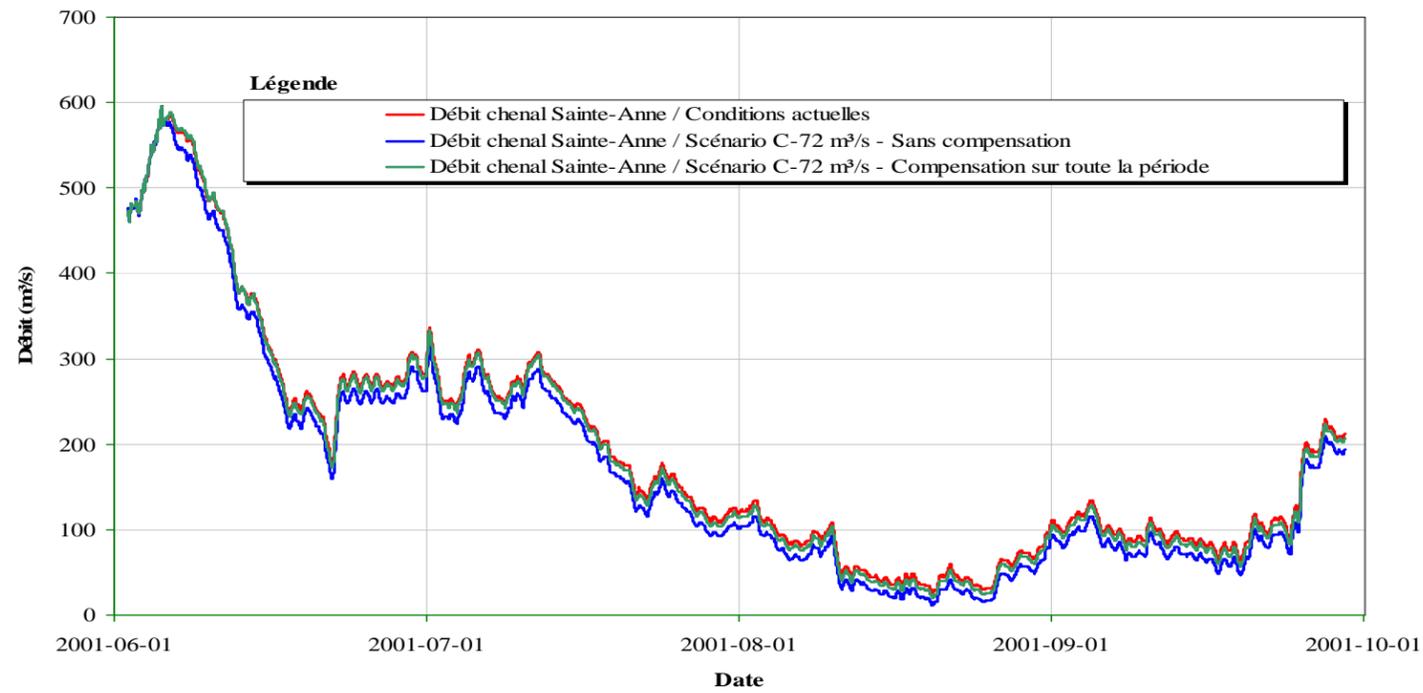
Débites de la rivière des Mille Îles - Étiage 2001



Débites de la rivière des Prairies - Étiage 2001



Débites du chenal Sainte-Anne de Bellevue - Étiage 2001



Débites du chenal Vaudreuil - Étiage 2001

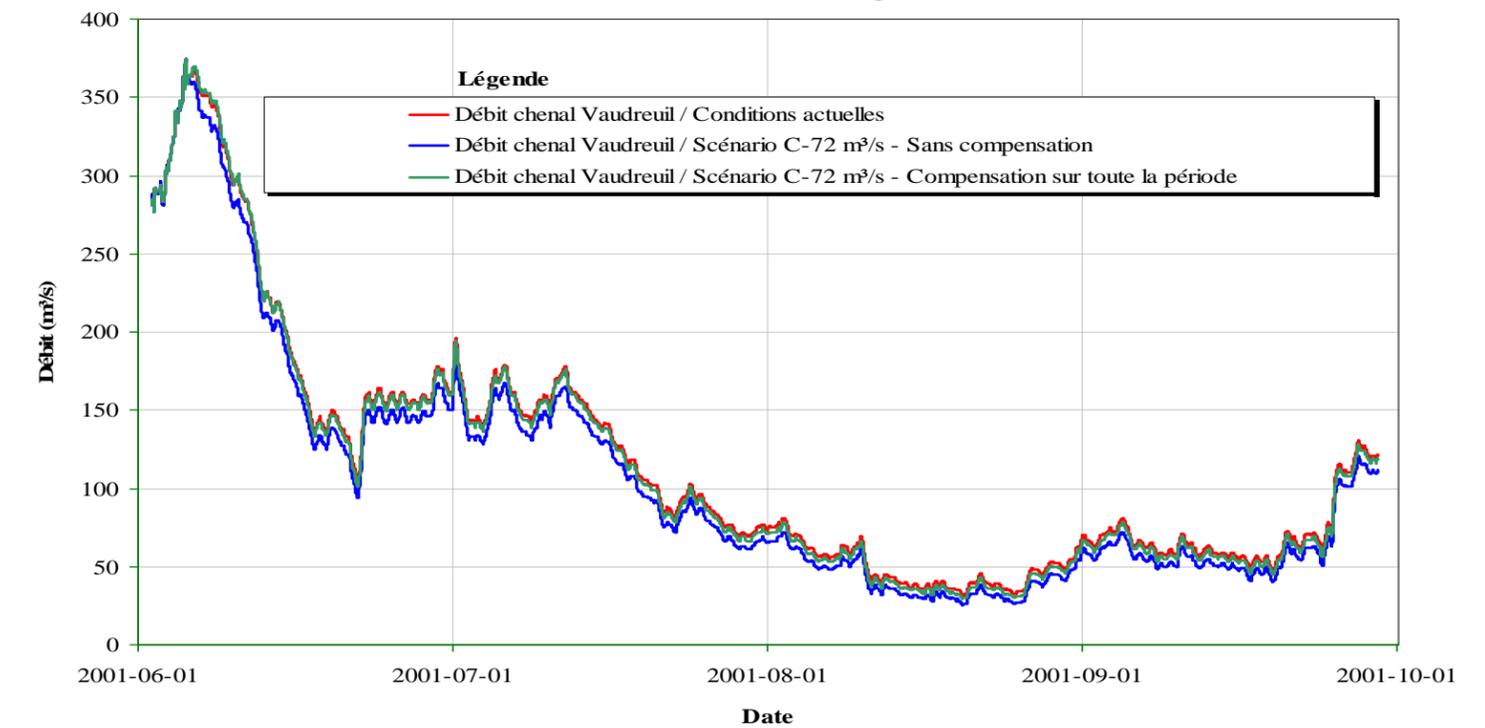


Figure 23 : Été 2001 - Effet du scénario d'excavation C-72 m³/s sur le débit des exutoires du lac des Deux Montagnes

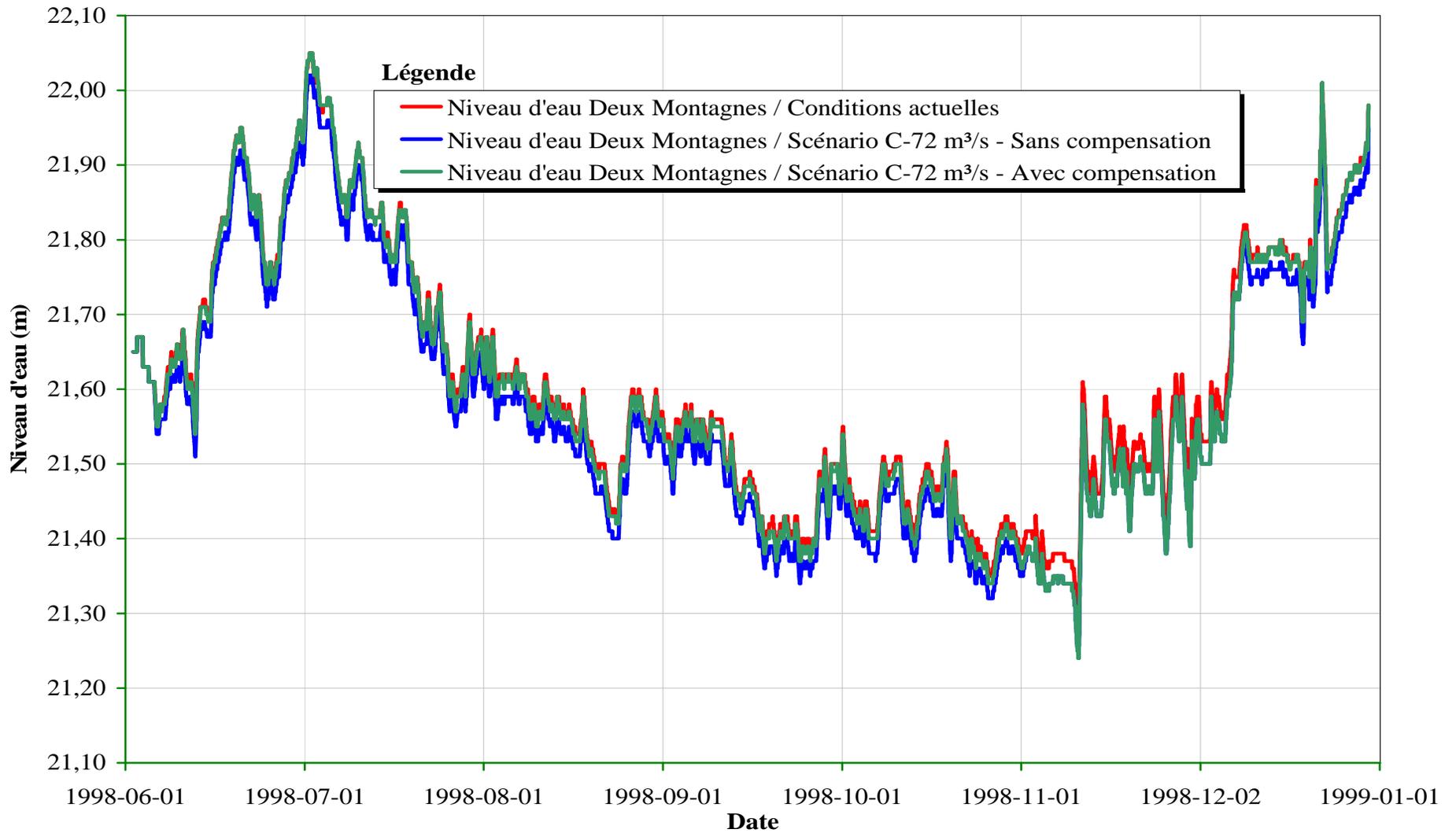


Figure 24 : Été/automne 1998 - Effet du scénario d'excavation C-72 m³/s sur le niveau du lac des Deux Montagnes

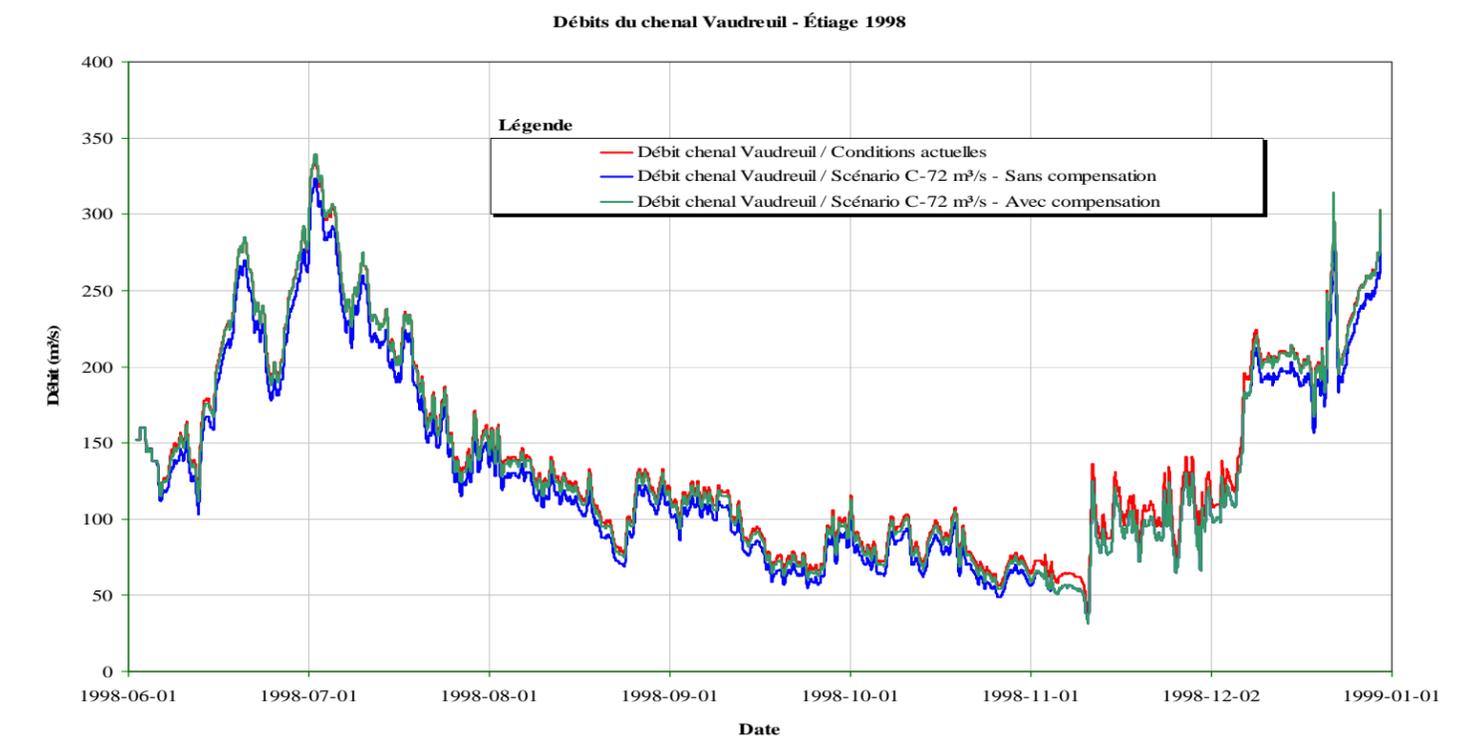
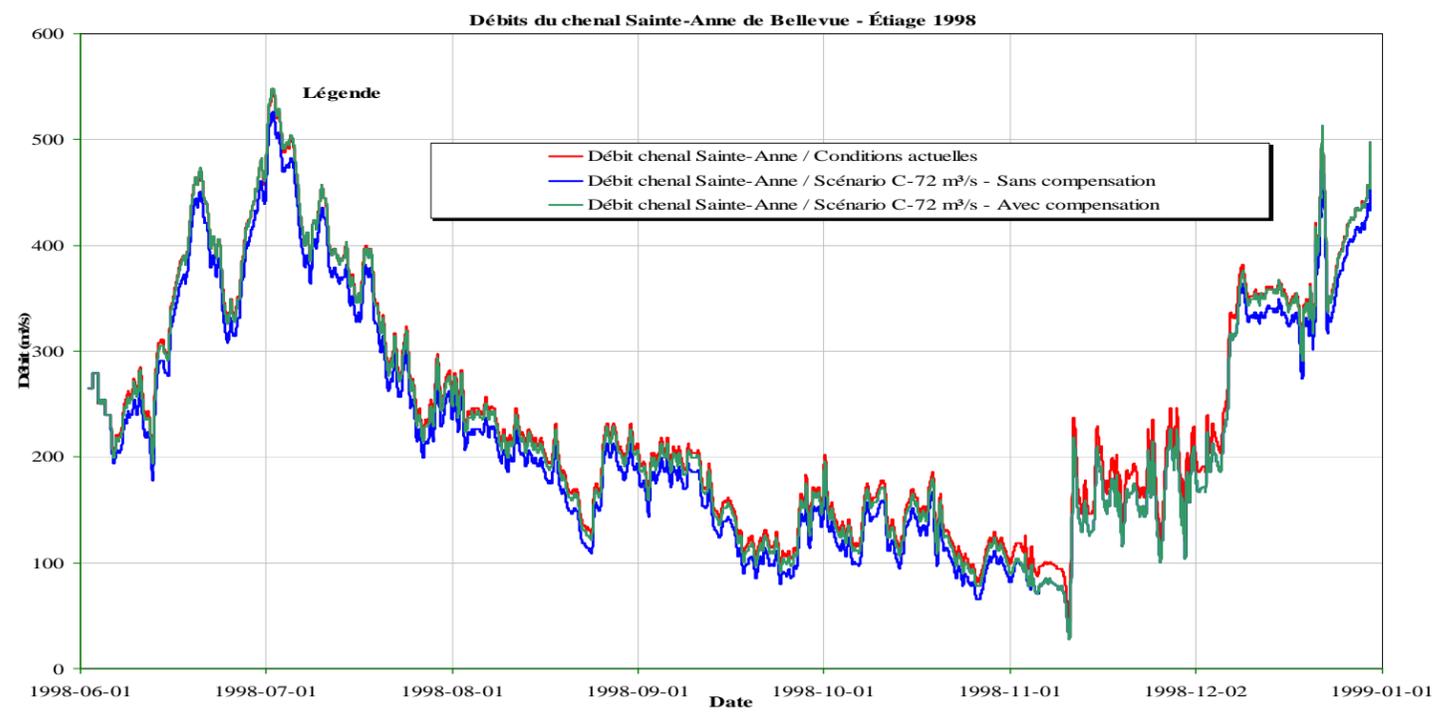
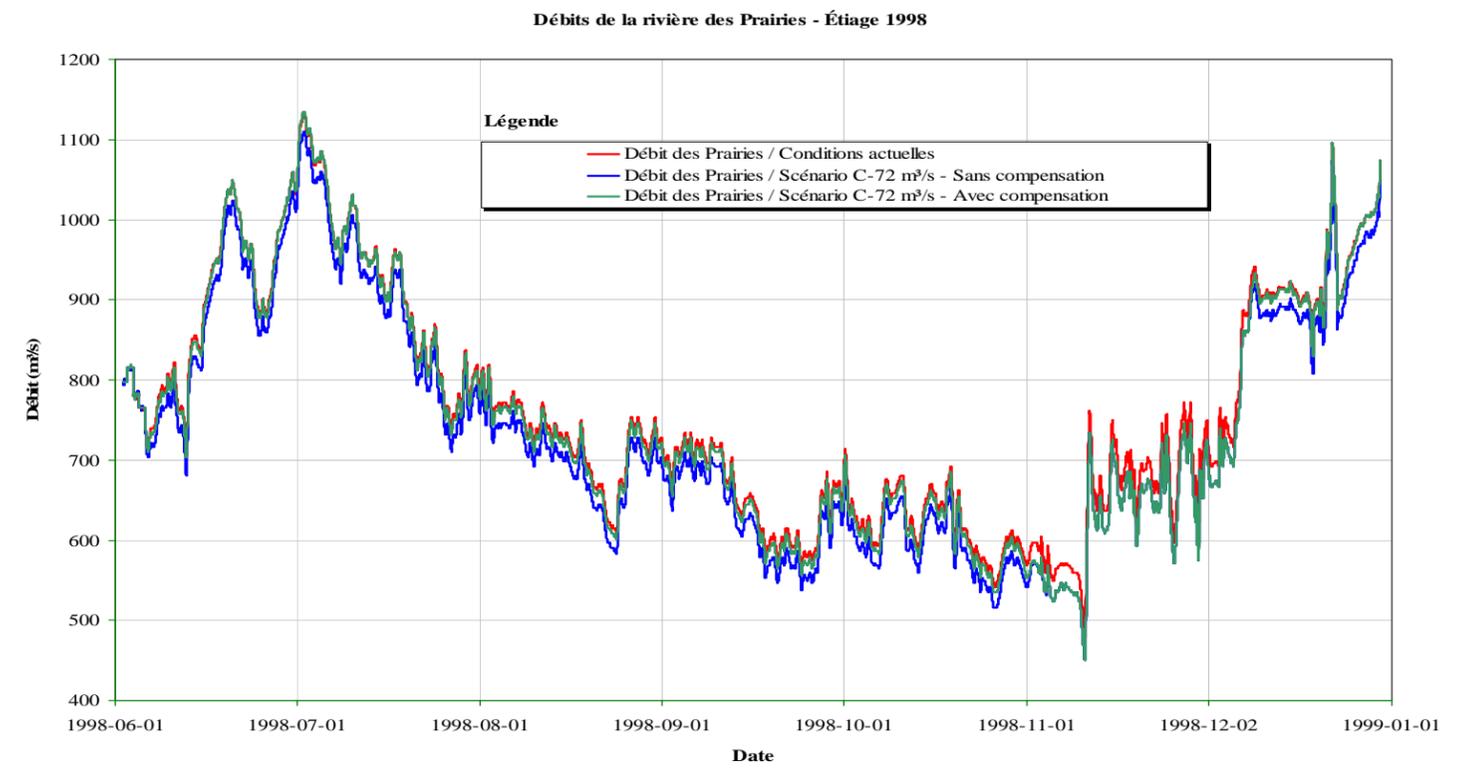
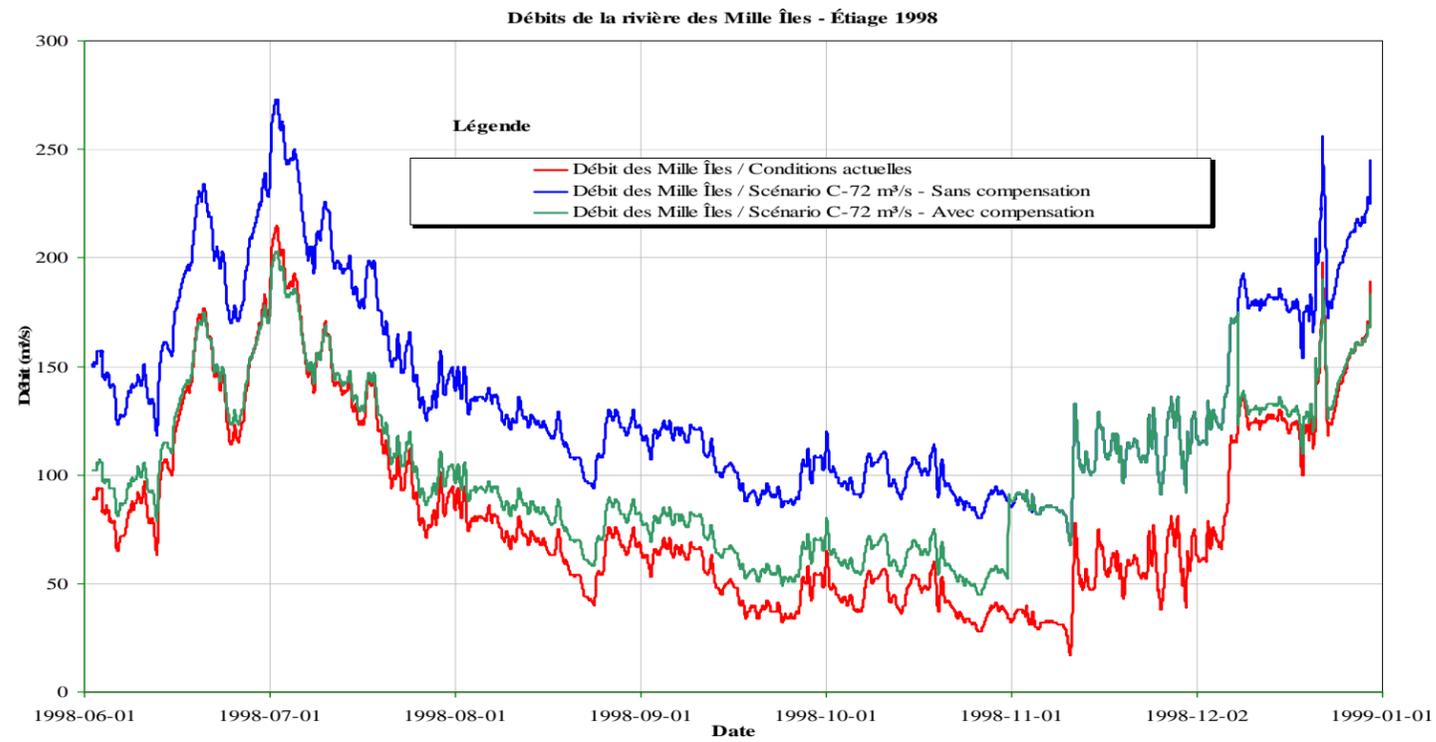


Figure 25 : Été/automne 1998 - Effet du scénario d'excavation C-72 m³/s sur le débit des exutoires du lac des Deux Montagnes

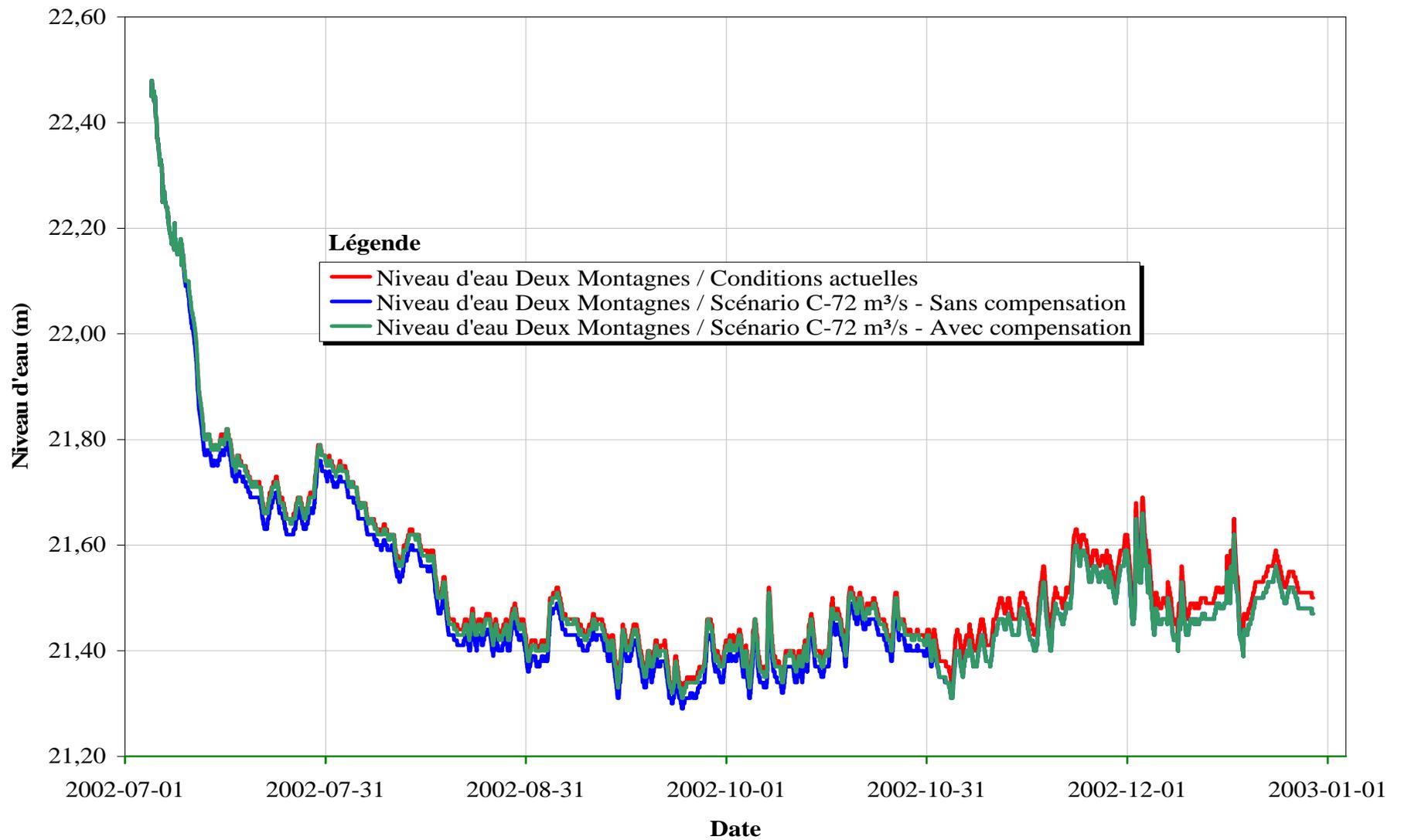
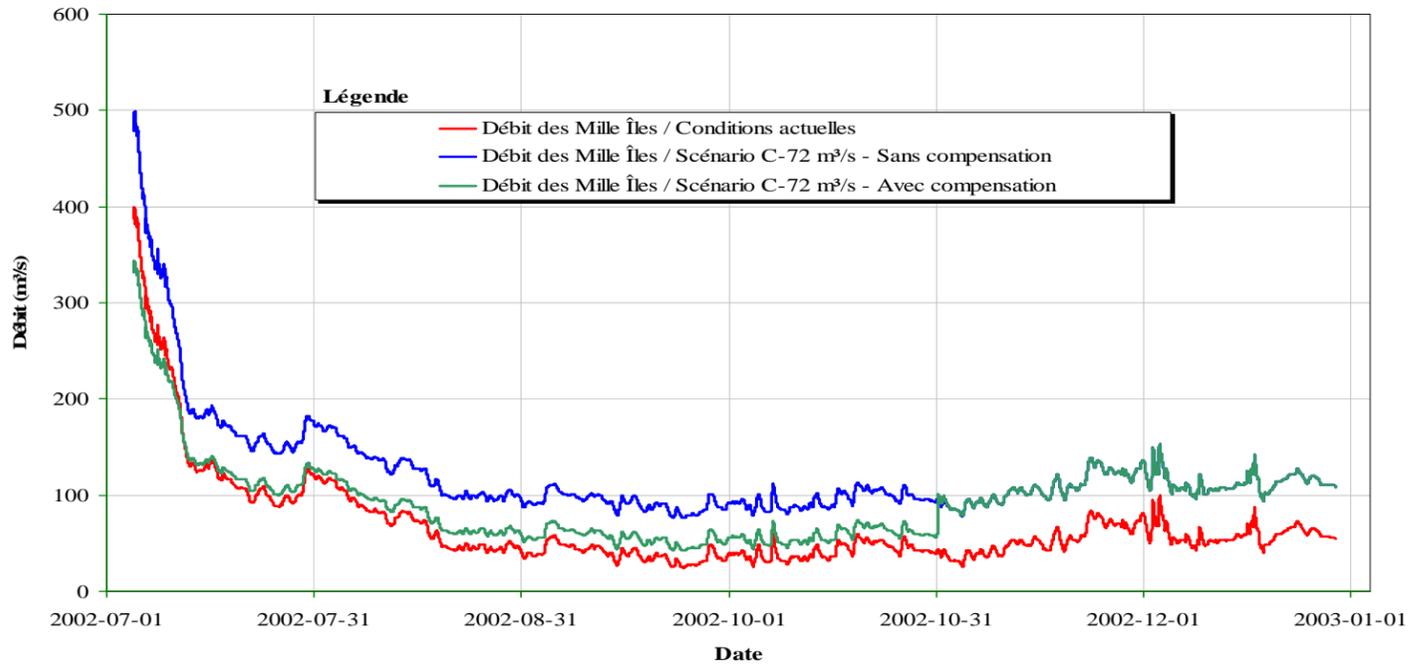
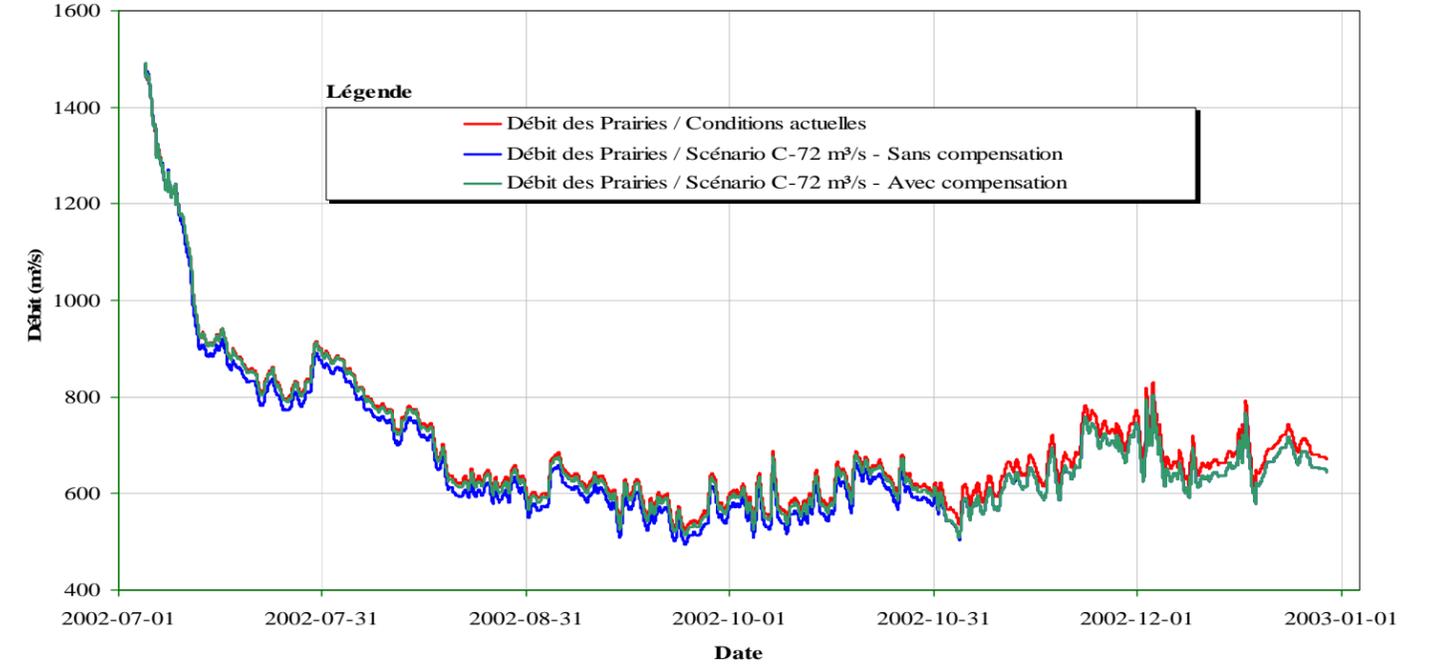


Figure 26 : Été/automne 2002 - Effet du scénario d'excavation C-72 m³/s sur le niveau du lac des Deux Montagnes

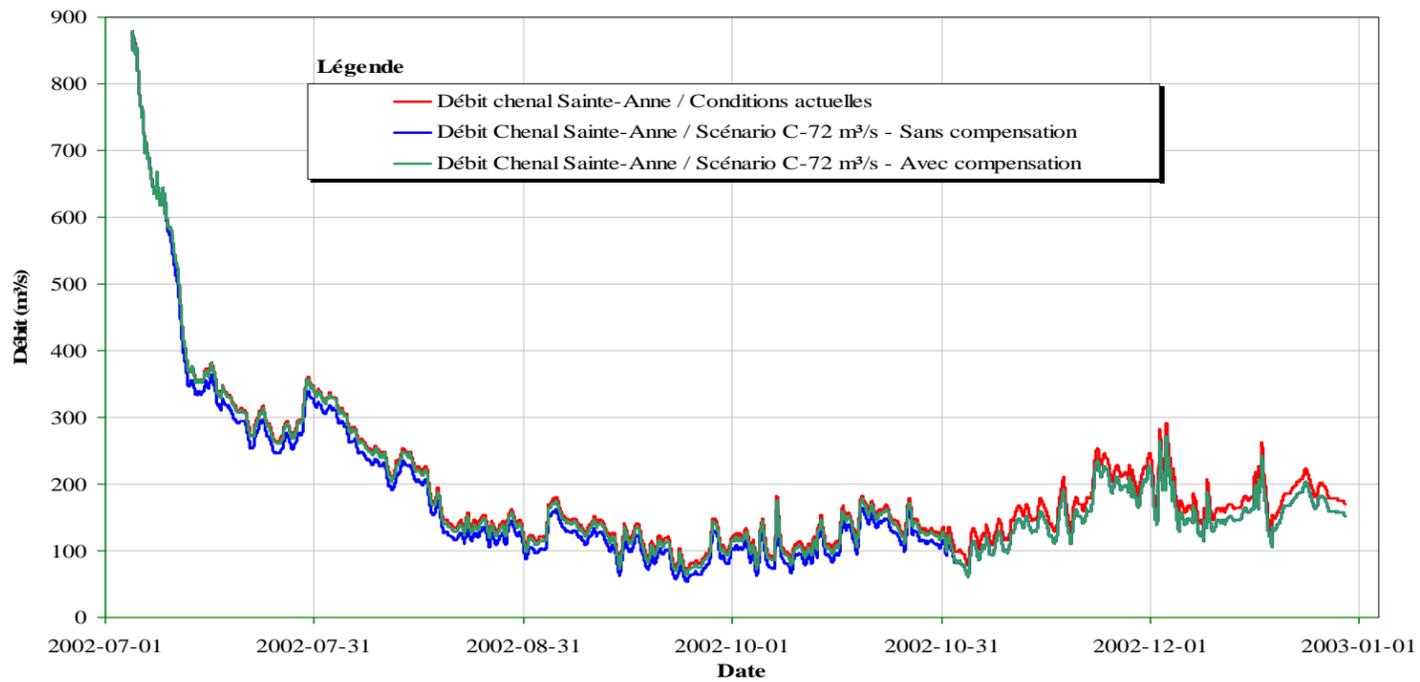
Débits de la rivière des Mille Îles - Étiage 2002



Débits de la rivière des Prairies - Étiage 2002



Débits du chenal Sainte-Anne de Bellevue - Étiage 2002



Débits du chenal Vaudreuil - Étiage 2002

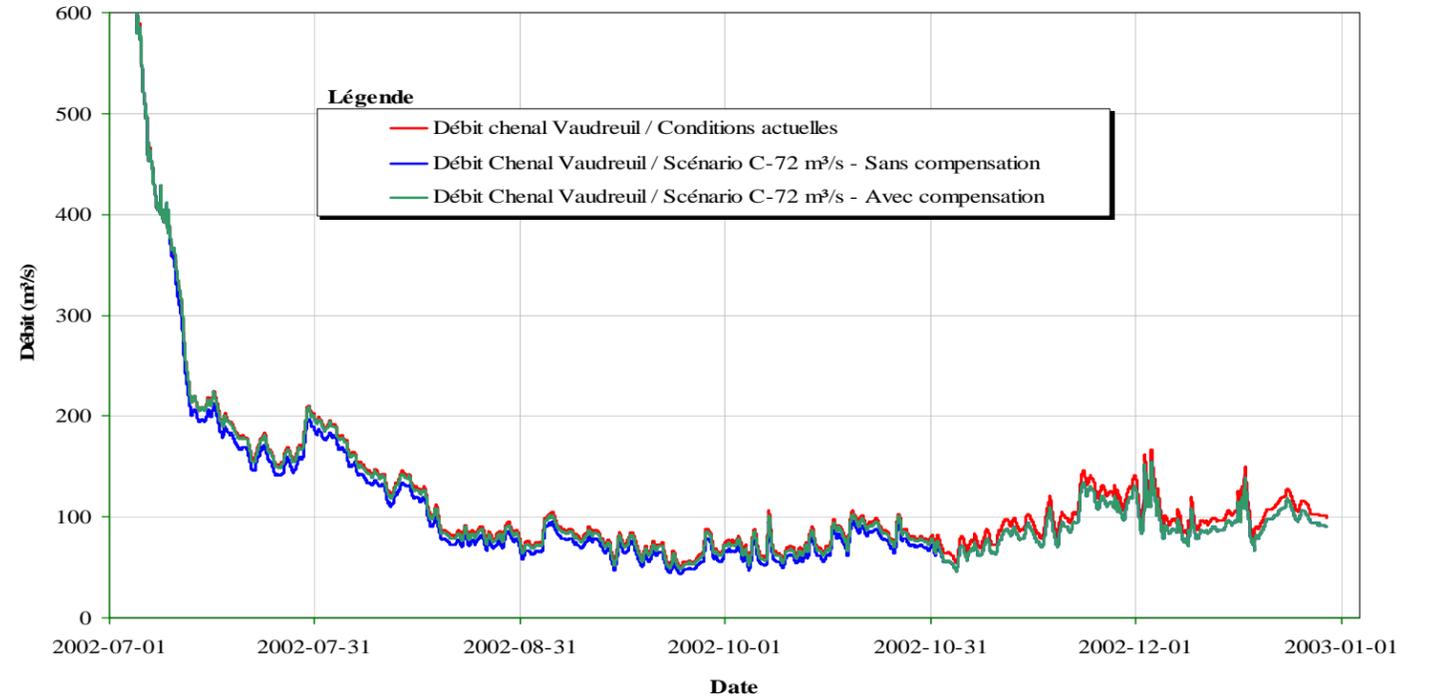


Figure 27 : Été/automne 2002 - Effet du scénario d'excavation C-72 m³/s sur le débit des exutoires du lac des Deux Montagnes

4.1.5 Résumé et discussion de l'option A

De façon générale, les interventions d'excavation analysées (point de vue hydraulique), atteignent avec une précision satisfaisante les objectifs de soutien d'étiage de la rivière des Mille Îles et entraînent un effet relativement faible sur le niveau du lac des Deux Montagnes et sur le débit des autres exutoires. Cet effet correspond généralement à la précision des mesures de niveau du lac, particulièrement dans le cas du scénario B-35 m³/s. On peut penser qu'il serait vraisemblablement peu perceptible, surtout compte tenu des conditions habituelles de régime non permanent des apports au lac (variabilité des apports). L'effet de la compensation est négligeable dans le scénario d'excavation B-35 m³/s.

L'effet simulé du scénario C-72 m³/s est de 3 cm à 4 cm sans action de compensation pour des conditions critiques d'étiage estival (ex. : été 2001). La gestion de compensation permettrait de réduire quelque peu cet effet en le ramenant pratiquement au niveau de celui du scénario B-35 m³/s (1 cm à 2 cm), un écart somme toute assez faible par rapport au scénario sans compensation. Pour les conditions automnales simulées, l'effet du scénario C-72 m³/s sur le niveau du lac est d'environ 3 cm, pouvant être ramené à environ 1 cm en conditions de compensation, une réduction de 2 cm, donc encore ici, l'effet correspond à la précision des mesures.

Globalement, on constate que les effets des excavations sur le niveau du lac seraient limités, ce qui explique en bonne partie pourquoi les effets de la gestion de compensation seraient eux aussi relativement faibles.

Ces effets limités sur les niveaux du lac entraînent conséquemment de relativement faibles impacts aussi sur le débit des autres exutoires. Sur la rivière des Prairies, les effets sont faibles, tant en valeur absolue qu'en pourcentage de son débit total (entre 1 % et 5 %, selon les options), les impacts les plus faibles étant évidemment les impacts relatifs au scénario B-35 m³/s, les effets de la compensation étant alors négligeables dans ce scénario. Sur les chenaux Sainte-Anne-de-Bellevue et Vaudreuil, bien que les variations en valeur absolue demeurent faibles (3 m³/s à 18 m³/s, tous scénarios confondus), les effets en pourcentage de leur débit total peuvent paraître plus importants (seulement 3 % pour certaines variantes, mais jusqu'à 29 % dans le pire des cas, soit dans le cas du scénario C-72 m³/s sans compensation en conditions critiques d'étiage estival). Le scénario B-35 m³/s entraînerait, dans ces conditions, des réductions plus modérées, de l'ordre de 10 % (entre 3 m³/s et 7 m³/s). Les conséquences environnementales et socioéconomiques concrètes de ces réductions de débit restent aussi à déterminer.

En règle générale, on constate, sous certains aspects analysés, une certaine différence entre les effets du scénario B-35 m³/s et ceux du scénario C-72 m³/s. Une différence d'abord et surtout au site d'intervention lui-même, où l'ampleur et l'emplacement des travaux d'excavation requis à l'entrée de la rivière des Mille Îles diffèrent sensiblement d'un scénario à l'autre, avec ce que cela comporte de différences possibles relativement aux conséquences sur les écosystèmes du secteur. Au chapitre des impacts hydrauliques

sur le système du lac des Deux Montagnes, la différence est un peu moins marquée, bien qu'elle soit quand même observable dans les résultats. Au chapitre de la gestion de compensation par le barrage du Grand-Moulin, celle-ci n'est pas justifiée sur le plan hydraulique dans le cas du scénario B-35 m³/s, alors qu'elle commence à faire sentir un certain effet dans le scénario C-72 m³/s. Ainsi, dans le cas où l'excavation devait être retenue comme faisant partie des mesures de sécurisation de l'approvisionnement en eau potable à la rivière des Mille Îles, on pourrait voir dans les résultats obtenus ici un incitatif à limiter la contribution de cette intervention à celle correspondant au scénario B-35 m³/s et à tenter de combler, si nécessaire, le besoin résiduel, en débit ou en qualité d'eau résultante, par des interventions complémentaires de natures différentes.

4.2 OPTION B - DIMINUTION DE LA CAPACITÉ HYDRAULIQUE DES AUTRES EXUTOIRES DU LAC DES DEUX MONTAGNES PAR L'INSTALLATION D'ESTACADES-RIDEAUX AMOVIBLES

Le principe d'application de l'option B est d'arriver à restreindre suffisamment le débit pouvant s'écouler aux exutoires autres que celui qui alimente la rivière des Mille Îles, pour que cela entraîne un rehaussement du niveau du lac des Deux Montagnes capable d'augmenter à la valeur requise le débit à la rivière des Mille Îles.

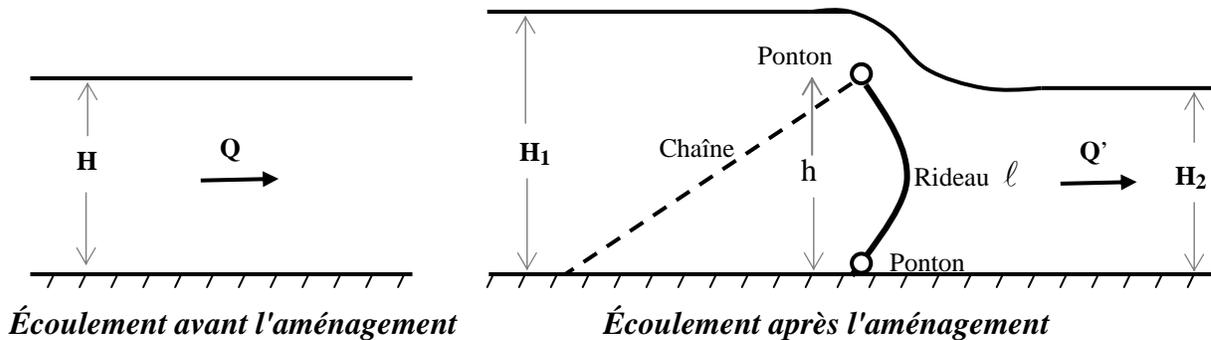
Tel que mentionné à la section 1.3 au sujet de cette option, l'étude préliminaire (CEHQ, 2002) faisait ressortir que le caractère plutôt rare (période de retour de 50 ans à 100 ans) des étiages à soutenir défavorise les ouvrages de contrôle permanents conventionnels, tels que des barrages régulateurs ou même des seuils fixes en enrochement, en raison de leur coût très élevé et de leur rapport bénéfice/coût défavorable. En retour, cependant, les structures estacades-rideaux, inspirées des structures estacades utilisées pour contrôler les champs de glaces et les embâcles, paraissent *a priori* attrayantes pour l'objectif visé, car elles sont amovibles, ce qui permettrait donc, en principe, de les installer au besoin pour soutenir un étiage critique et de les retirer par la suite.

Cette solution de rechange a été proposée par BMT Fleet Technologies, firme spécialisée dans la conception et l'installation de ce type d'ouvrages. Par la suite, le CEHQ a mandaté cette firme pour étudier la faisabilité technico-économique de l'aménagement des exutoires Saint-Jacques et Lalemant au moyen de telles structures estacades-rideaux (Abdelnour R. et Liddiard A., 2003). L'exutoire à la rivière des Prairies étant le point d'évacuation majeur du lac des Deux Montagnes en conditions d'étiage (environ 80 % de la capacité totale d'évacuation), on a décidé d'évaluer la faisabilité d'implantation des estacades-rideaux sur cet exutoire. Soulignons que devant l'insuffisance de rendement de la solution appliquée à ce seul exutoire, BMT Fleet Technologies a ensuite évalué, à la demande du CEHQ, la possibilité d'ajouter de semblables aménagements aux chenaux Sainte-Anne-de-Bellevue et Vaudreuil.

4.2.1 Principe des structures estacade-rideau

La structure estacade-rideau, telle qu'elle est proposée, comporte un ensemble d'unités. Schématiquement, il s'agit d'un rideau en matériau souple et imperméable (caoutchouc, néoprène, etc.), maintenu par un ponton supérieur flottant et un ponton inférieur fixé au fond de la rivière (voir la figure 28). La résistance mécanique du rideau est renforcée par des câbles fixés aux pontons et l'équilibre dynamique du système soumis à l'action des forces hydrodynamiques est assuré, d'une part, par la flottabilité des pontons supérieurs reliés par des segments de chaînes et, d'autre part, par des câbles ancrés dans le fond et retenant les pontons.

Figure 28 : Estacade-rideau (schéma)



Pour parvenir à un dimensionnement adéquat et à l'estimation des coûts de la structure estacade-rideau, les résultats escomptés doivent servir à estimer, d'une part, les augmentations de niveaux d'eau et, d'autre part, les efforts exercés sur les éléments de rétention (chaînes, câbles, ancrage, etc.).

Les paramètres hydrauliques du mandat de cette étude de faisabilité étaient les suivants :

- › Une condition d'étiage de base correspondant à un niveau du lac des Deux Montagnes de 21,24 m, soit le niveau de référence en période estivale;
- › À partir de cette situation d'étiage de base, deux options de débit minimal à soutenir dans la rivière des Mille Îles, soit 25 m³/s et 50 m³/s pour le même apport à Carillon.

Soulignons que ces objectifs, qui avaient été définis en début d'étude aux fins du mandat d'étude de faisabilité, sont inférieurs aux objectifs définis aux fins du mandat d'étude sur modèle réduit de l'option A d'excavation de l'entrée de la rivière des Mille Îles, lesquels ont été précisés plus tard en cours d'étude, et qui sont, rappelons-le, de 35 m³/s pour un niveau de 21,24 m et de 72 m³/s pour un niveau de 21,27 m.

Lorsque les sorties sont modélisées par les relations niveau/débit établies précédemment, les niveaux du lac des Deux Montagnes nécessaires pour assurer, dans les conditions actuelles, ces débits de 25 m³/s et 50 m³/s à la rivière des Mille Îles devraient être en moyenne 21,37 m (une augmentation de 13 cm) et 21,51 m (une augmentation de 27 cm) respectivement.

4.2.2 Conclusion sur la faisabilité hydraulique et technique de l'option B

L'étude de faisabilité effectuée par la firme BMT Fleet Technologies ainsi que la mise en contexte de ses résultats dans le cadre d'une application aux exutoires du lac des Deux Montagnes ne permettent pas de retenir cette technique comme solution applicable au cas particulier du soutien du débit d'étiage de la rivière des Mille Îles. Les éléments principaux menant à cette conclusion sont les suivants :

- Les rehaussements requis de niveau du lac sont trop importants par rapport aux capacités hydrauliques du dispositif.
- Le système hydrique est complexe (le système du lac des Deux Montagnes) et trop contraignant pour l'application.
- Cette option entraîne des conséquences négatives majeures et inacceptables pour les débits de la rivière des Prairies, dans le cas où les ouvrages seraient installés sur cet exutoire uniquement.
- Les conditions d'écoulement testées en laboratoire s'écartent des conditions naturelles observées.
- Les extrapolations des résultats obtenus grâce aux essais hydrauliques présentent une marge d'incertitude importante.
- Des investigations et des recherches restent à faire pour déterminer le matériau qui offrirait la résistance suffisante pour la confection du rideau.
- Au plan financier, les coûts globaux ne semblent pas significativement différents de ceux de l'option A (excavation à l'entrée de la rivière des Mille Îles) et les coûts connexes sont difficiles à évaluer en raison de l'incertitude relative aux conditions de mise hors service des ouvrages (submersion ou entreposage).

Compte tenu de ces éléments, on ne juge pas qu'il soit justifié, à ce stade-ci, d'investir dans une analyse plus approfondie de cette option.

4.3 OPTION C - ACCROÎTRE LES APPORTS EN EAU AU LAC DES DEUX MONTAGNES

L'analyse des avantages et des inconvénients de cette option est complexe. Elle implique non pas des travaux ou des ouvrages à implanter ponctuellement, mais des interventions dispersées dans l'espace et qui doivent s'intégrer dans une gestion globale impliquant un vaste territoire à l'intérieur duquel des questions de natures technique, sociale,

environnementale, économique et récréotouristique sont interreliées. La comparaison de ces questions qui ne reposerait que sur l'aspect économique ne serait pas représentative de la complexité de la situation. On trouve, à l'annexe 7, une description des événements de l'été 2001 et de l'été et automne 2002, de même qu'une analyse préliminaire des avantages et des inconvénients de l'option.

La réflexion présentée à l'annexe 7 montre qu'en termes des bénéfices visés pour la rivière des Mille Îles, l'option C est celle des trois options analysées qui présente le rendement hydrique de loin le moins performant. En ce qui a trait aux conditions d'étiage visées, de faibles pourcentages des débits ajoutés par ce moyen à l'entrée du lac des Deux Montagnes bénéficierait à la rivière des Mille Îles; la majeure partie, serait acheminée vers les exutoires de la rivière des Prairies.

Sur le plan de la capacité hydraulique de l'option, le soutien d'un débit de 35 m³/s pour un niveau du lac de 21,24 m, soit l'objectif considéré pour les conditions estivales, impliquerait un besoin minimal d'environ 500 m³/s en apport additionnel à fournir au lac des Deux Montagnes. Selon l'expérience de gestion du CEHQ relative au bassin versant de la rivière des Outaouais, cette exigence serait sans doute difficile à satisfaire. Si l'on se réfère à la situation observée à l'été 2001, on peut affirmer qu'elle serait du moins impossible à satisfaire sans transgresser les contraintes estivales de niveau minimal à respecter dans les réservoirs concernés, ces derniers étant alors touchés eux aussi par la sécheresse. De plus, en raison de l'éloignement de certains réservoirs et des faibles débits et volumes (à l'échelle de l'Outaouais) à acheminer jusqu'au lac des Deux Montagnes, l'efficacité du cheminement du débit à travers le système peut ne pas être complète.

En conditions d'eau froide (automne/hiver), l'objectif considéré est, en soi, plus exigeant encore puisqu'il implique de soutenir un débit de 72 m³/s pour un niveau du lac de 21,27 m. Au-delà de ce premier constat, toutefois, différents autres aspects doivent être pris en compte. Soulignons d'abord qu'en cette période, les contraintes de niveau minimal à respecter dans les réservoirs sont levées, ce qui fournit en principe une marge de manœuvre additionnelle, au plan opérationnel. De plus, si l'on considère les valeurs de débit d'étiage de la rivière des Mille Îles (voir le tableau 5) pour différentes périodes de retour, on constate que les débits d'étiage d'automne/hiver tendent à être un peu moins critiques que ceux d'été. On peut constater cette tendance sur la figure 10 de l'annexe 1. Elle présente l'hydrogramme, enveloppe des valeurs de débit journalières minimales, médianes et maximales historiques (de 1970 à 2000) et tend effectivement à démontrer qu'en général, les débits minimaux d'octobre à mars sont plus élevés que ceux de juillet à septembre. D'un autre côté, on doit aussi prendre en compte le fait que c'est généralement pendant la période d'octobre à décembre que s'effectue la reconstitution des réserves à la faveur des pluies d'automne en prévision de leur utilisation pour la production hydroélectrique hivernale. À cet égard, des automnes qui, au contraire, seraient particulièrement secs pourraient s'avérer plus contraignants si des demandes de soutirage de débit sont formulées dans le but de soutenir l'étiage de la rivière des Mille Îles, au moment où les gestionnaires de barrages tentent de minimiser les sorties d'eau en vue d'une utilisation future. D'un point de vue plus général, néanmoins, l'expérience de gestion du CEHQ relative au bassin versant de la rivière des Outaouais nous porterait

plutôt à envisager que la gestion d'un soutien d'étiage d'automne/hiver se heurterait globalement à moins de contraintes qu'une opération de soutien d'étiage estival. Une analyse plus approfondie de scénarios de gestion des réservoirs serait requise si l'on voulait préciser davantage cette appréciation.

Les impacts sur la population des régions où se situent ces réservoirs et sur les usagers des réservoirs et des territoires impliqués sont de nature principalement socioéconomique même si, dans des conditions extrêmes, certains usages d'approvisionnement en eau potable pourraient être menacés. En contrepartie, il est raisonnable de croire que le fait de soutenir ainsi le débit d'étiage puisse apporter des bénéfices pour certains cours d'eau intermédiaires situés en aval des réservoirs utilisés en soutenant, par exemple, certaines activités récréotouristiques pratiquées dans ces cours d'eau. Les autres types d'impacts possibles sont abordés au chapitre suivant.

Dans le cas du lac des Deux Montagnes et de l'ensemble de ses exutoires, de même que de la région de l'archipel en général, l'impact est évidemment positif, bien que, rappelons-le, la rivière des Mille Îles soit celle qui bénéficie de la plus faible proportion de cet impact positif.

L'option comporte néanmoins trois avantages :

- a) Elle n'implique, à première vue, l'implantation d'aucune infrastructure additionnelle pour sa mise en œuvre. Elle n'implique donc, par le fait même, aucun investissement de départ, donc aucune dépense en immobilisation.
- b) Elle ne constitue un « coût » ou un impact économique que lorsque les conditions hydrologiques justifient la mise en œuvre de l'opération.
- c) Elle n'implique, à première vue, aucune intervention ou travaux directs en milieu hydrique et permet donc d'éviter les impacts environnementaux qui pourraient en résulter.

La gestion des réservoirs dans le bassin versant de la rivière des Outaouais ne comporte pas, à l'heure actuelle, de contraintes ou de consignes particulières relatives au soutien des conditions d'étiage de l'archipel de Montréal. Ce besoin de gestion n'aurait pas été identifié dans le passé par les intervenants du milieu, en partie parce qu'aucun épisode d'étiage aussi prononcé ou persistant que ceux de 2001 et de 2002 n'a été observé au cours des années antérieures à 2001, mais aussi parce que le contexte démographique étant différent de ce qu'il est actuellement, les épisodes observés n'avaient pas entraîné de conséquences aussi critiques que celles des années 2001 et 2002. Il est complexe d'évaluer les incidences de l'introduction de telles contraintes ou consignes au processus de gestion intégrée des eaux de ce bassin versant. Cet exercice déborde la portée et le mandat de ce rapport et correspond davantage au mandat de la Commission de planification de la régularisation de la rivière des Outaouais (CPRRO), qui est l'organisme responsable de formuler des politiques et des critères de régularisation permettant la gestion intégrée des principaux réservoirs du bassin versant de cette rivière

(voir l'annexe 7). La CPRRO est formée de représentants des gouvernements fédéral, ontarien et québécois, de même que des sociétés Ontario Power Generation et Hydro-Québec. Comme il s'agit d'un organisme multipartite, la modification des politiques et des critères de gestion nécessite la concertation des différents groupes qui la constituent.

5 ANALYSE ET DISCUSSION

5.1 COMPARAISON DES TROIS OPTIONS

Des trois options possibles de solution hydraulique au problème des étiages critiques de la rivière des Mille Îles, deux s'avèrent techniquement applicables actuellement, soit l'intervention par excavation à l'entrée de la rivière des Mille Îles (option A) et le soutien des apports au lac des Deux Montagnes par une vidange accrue de réservoirs dans le bassin versant de la rivière des Outaouais (option C). L'option B n'est pas retenue en raison, principalement, de capacités hydraulique et technique insuffisantes pour l'application en cause et aussi du fait que certaines caractéristiques de composantes de l'équipement demeurent inconnues.

Principaux critères de comparaison des options A et C

a) Capacité de l'intervention

Option A

Les analyses sur modèle réduit montrent que l'intervention par excavation offre un potentiel hydraulique important. Les simulations ont en effet permis d'élaborer un scénario qui pourrait porter le débit jusqu'à 90 m³/s, pour un niveau du lac des Deux Montagnes de 21,27 m.

Option C

La capacité hydraulique de l'option C n'est pas connue de façon précise, mais, selon les données disponibles et l'expérience de l'été 2001 et de l'été/automne 2002, il y a lieu de croire qu'il serait difficile, voire impossible, d'offrir un potentiel de soutien aussi élevé que celui de l'option A.

En période estivale, le soutirage de débit des barrages doit respecter des critères locaux de maintien d'un niveau d'eau minimum dans les réservoirs. Réaliser l'objectif de débit minimum estival de 35 m³/s dans la rivière des Mille Îles en condition d'étiage critique obligerait donc, très probablement, à ne pas respecter ces critères.

En conditions d'automne/hiver, le débit minimal à soutenir est plus élevé qu'en période estivale, mais les contraintes de niveau minimal des réservoirs ne sont plus appliquées au cours de cette période, ce qui procure une certaine marge de manœuvre sur le plan opérationnel. Il faut souligner par ailleurs que le besoin de soutirer un débit additionnel pour le soutien d'étiage peut entrer en conflit avec le besoin qu'ont généralement les gestionnaires de barrages, à l'automne, de constituer des réserves en prévision de la production hydroélectrique hivernale. Bien que la saison automnale soit généralement caractérisée par des périodes pluvieuses, favorisant justement la reconstitution de ces réserves, l'avènement d'une sécheresse importante, nécessitant

le soutien du débit de la rivière des Mille Îles, impliquerait aussi probablement un appauvrissement des apports aux réservoirs.

En résumé, selon l'expérience de gestion du CEHQ sur le bassin versant de la rivière des Outaouais, le potentiel offert par l'option C est limité et visiblement inférieur à celui offert par l'option A.

Le cas échéant, l'évaluation détaillée de l'option C devra se faire en collaboration avec la Commission de planification de la régularisation de la rivière des Outaouais.

b) Rendement hydrique

L'un des critères ayant guidé, au premier chef, l'analyse des solutions a été le rendement hydrique de l'intervention, plus particulièrement, le souci d'efficacité et de rationalité de l'usage de la ressource eau en condition de rareté.

Option A

Relativement à ce critère, l'option A est, sans contredit et de loin, le choix à privilégier, car elle consiste en un accroissement direct de la capacité de l'exutoire à la rivière des Mille Îles.

Option C

En ce qui concerne l'option C, au contraire, toute augmentation d'apport au lac des Deux Montagnes, sentie à la centrale de Carillon, se traduit, en condition d'étiage critique, par un faible taux de transfert de ce débit à la rivière des Mille Îles. De plus, des pertes d'efficacité peuvent aussi se produire relativement au cheminement du débit entre son point de départ des réservoirs d'où sont relâchés les volumes et son point d'arrivée à l'embouchure de la rivière des Outaouais à Carillon. Ce phénomène est amplifié en périodes de sécheresse, alors que les débits et les volumes à transiter sont faibles et risquent ainsi d'être plus facilement absorbés dans le système.

c) Impacts socioéconomiques

Option A

L'option A produit un impact positif à l'égard de la sécurisation de l'alimentation en eau potable de la rivière des Mille Îles. De plus, il y a lieu de croire que le soutien de l'étiage ait aussi certains autres effets positifs, de nature socioéconomique. Dans le cas de cette option, ces effets positifs ne concernent strictement que la rivière des Mille Îles. Sur le plan des impacts négatifs, l'option A touche faiblement, au plan hydraulique, les autres composantes du système du lac des Deux Montagnes. Dans ce contexte, les aspects socioéconomiques qui pourraient être touchés seraient la villégiature, la baignade et le nautisme, des activités très importantes sur le lac des Deux Montagnes. L'impact sur les prises d'eau devrait aussi être évalué.

Option C

Sur le plan des impacts positifs, l'option C procure un soutien d'étiage à l'ensemble de l'Archipel et aussi aux rivières par lesquelles transiteraient ces débits additionnels jusqu'à la rivière des Outaouais.

Les impacts négatifs de l'option C concernent les réservoirs du bassin versant de la rivière des Outaouais visés par la procédure de soutien d'étiage. Au cours des étiages 2001 et 2002, ces réservoirs étaient les réservoirs Baskatong, Poisson Blanc et Témiscamingue. Comme nous l'avons mentionné à l'annexe 7, ceux-ci ont été particulièrement visés en raison, notamment, de leur proximité et, par conséquent, de leur influence plus directe sur les débits acheminés en aval. L'utilisation de réservoirs plus éloignés accroîtrait considérablement les temps de réponse à une demande de débit et accentuerait aussi les risques de perte d'efficacité évoqués précédemment, en raison de la difficulté plus grande d'assurer le transit des volumes jusqu'en aval, au travers d'autres réservoirs dont la gestion devrait aussi être impliquée en ce sens. En outre, plus un réservoir est éloigné, plus son usage nécessite une prévision à long terme, donc risquée sur le plan de la précision météorologique. Cet état de fait entraîne le risque de commander un effort de soutien qui s'avérerait finalement inutile plusieurs jours plus tard.

Les réservoirs Baskatong, Poisson Blanc et Témiscamingue sont fréquentés par de nombreux utilisateurs (vacanciers, pourvoyeurs, amateurs d'activités nautiques et de pêche). Ces activités sont essentielles à la vitalité de l'économie de ces régions. Dans certains cas extrêmes, le fonctionnement de prises d'eau pourrait aussi être menacé. Rappelons qu'en contrepartie, il y a lieu de croire que le soutien indirect du débit des cours d'eau par lesquels transiteraient les apports jusqu'au lac des Deux Montagnes serait bénéfique pour certaines activités récréotouristiques. En ce qui concerne la production hydroélectrique, l'évaluation des impacts est complexe, car comme nous l'avons mentionné à l'annexe 7, le turbinage supplémentaire pourrait entraîner soit des pertes, soit des gains pour les producteurs, dépendant des conditions de la demande électrique.

d) Impacts environnementaux

L'information relative aux impacts environnementaux, présentée ci-après, provient d'avis et d'analyses sommaires effectuées par la Société de la faune et des parcs du ministère des Ressources naturelles⁷ du Québec.

Option A

Les évaluations préliminaires des répercussions potentielles, sur l'environnement, des travaux d'excavation étudiés révèlent que certaines variantes d'intervention risquent de perturber des milieux particulièrement importants pour la flore et la faune aquatiques. Ces variantes les plus dommageables, en termes de risque de destruction

⁷ Désormais le ministère des Ressources naturelles et de la Faune.

d'habitat du poisson, sont celles qui impliquent des travaux en aval du barrage, à la hauteur des rapides du Grand Moulin. Ce site, considéré comme un écosystème d'eaux vives de grande valeur et offrant un degré de polyvalence écologique exceptionnellement élevé pour le Québec, est fréquenté ou occupé par un grand nombre d'espèces fauniques et floristiques, dont certaines sont vulnérables, menacées ou susceptibles de l'être. En contrepartie, la zone éventuelle de travaux située en amont du barrage, bien qu'inventoriée de façon moins détaillée du point de vue écologique, présente un potentiel faunique et floristique qui paraît significativement moins élevé et où les impacts pourraient être sensiblement moins importants, selon les analyses préliminaires. Il y a donc une différence d'impact potentiellement significative entre le scénario B-35 m³/s, dont l'application se limite en amont du barrage, et le scénario C-72 m³/s, qui requiert une intervention en aval du barrage, dans la zone des rapides.

Les impacts hydrauliques sur le niveau du lac des Deux Montagnes et le débit des autres exutoires étant somme toute limités, on peut penser qu'il en soit de même des impacts environnementaux associés. Selon les analyses préliminaires, les impacts environnementaux des bas niveaux du lac concerneraient principalement les conséquences d'un assèchement plus étendu du littoral, particulièrement sur la rive nord dont la pente est faible. Ces milieux constituent des habitats du poisson, mais aussi des aires d'alimentation et de reproduction de la sauvagine et de certains amphibiens. Il faut toutefois rappeler que ces impacts possibles peuvent se produire aussi actuellement, sans même qu'il y ait intervention dans l'exutoire à la rivière des Mille Îles et que ce qu'il faut évaluer, ce sont les impacts additionnels apportés par une intervention dans cet exutoire. Dans le cas du scénario d'intervention B-35 m³/s, l'impact à évaluer est celui d'une éventuelle baisse additionnelle de 1 cm à 2 cm du niveau du lac, comparativement à une baisse de 3 cm à 4 cm dans le scénario C-72 m³/s, sans compensation par le barrage du Grand-Moulin (1 cm à 2 cm avec la compensation).

Option C

L'option C n'implique aucun besoin connu d'intervention en milieu hydrique. Il n'y aurait donc pas d'impact environnemental à cet égard. Les impacts environnementaux de cette solution ont été sommairement identifiés. Dans certains cas, comme il s'agit de réservoirs qui sont, de toute façon, fortement abaissés chaque année, les impacts sur la faune aquatique seraient modérés. C'est notamment le cas du réservoir Baskatong, dont le marnage annuel important assèche régulièrement cette portion de la berge et la soumet chaque année à l'action des glaces, de sorte que l'on n'y trouve aucun herbier ni aucun élément significatif d'habitat du poisson. Dans le cas du réservoir du Poisson Blanc, une baisse de niveau en août, en septembre et en octobre pourrait toutefois avoir des impacts sur la faune aquatique pendant la période la plus active du poisson, en réduisant les habitats littoraux qui permettent la protection et l'alimentation des juvéniles de certaines espèces. D'autres effets négatifs de la baisse sont à envisager, bien que certains autres effets puissent aussi s'avérer positifs dans certains cas spécifiques, selon les estimations préliminaires.

e) Coût de l'intervention

Option A

Les coûts des scénarios B-35 m³/s et C-72 m³/s de l'option A ont été estimés et sont respectivement de l'ordre de 1,7 M\$ et de 2,1 M\$, auxquels pourraient s'ajouter, par mesure de sécurité, un montant de l'ordre de 200 000 \$ et de 400 000 \$, selon le scénario, en prévision d'une réfection de base des rues résidentielles utilisées pour le camionnage. Le cas échéant, la gestion de compensation par le barrage du Grand-Moulin impliquerait aussi une certaine augmentation de la charge de l'équipe technique opérationnelle de gestion des barrages publics du CEHQ.

Option C

L'analyse actuelle des coûts de cette option demeure qualitative, car il est très complexe de la quantifier en raison des multiples aspects qui la composent. Néanmoins, elle ne comporte pas de coûts directs, puisque sa mise en œuvre n'exige aucune intervention ni aucun investissement de départ connu. Cette option implique toutefois un coût indirect pour l'économie de la région; les éléments de ces impacts économiques sont mentionnés au point (b) précédent.

La quantification de la comparaison entre les deux options est complexe et nécessiterait une étude détaillée de la faisabilité hydraulique, technique et socioéconomique de l'option C. Même en disposant d'une telle étude, il serait complexe de vouloir quantifier tous les éléments en raison des impacts sur une grande région et du fait qu'il faille tenir compte, à cet effet, des autres partenaires faisant partie de la structure fédérale-provinciale de gestion du bassin versant de la rivière des Outaouais. En effet, comme nous l'avons déjà mentionné, puisque la Commission de planification de la régularisation de la rivière des Outaouais (CPRRO) est l'organisme responsable de formuler des politiques et des critères de régularisation permettant la gestion intégrée des principaux réservoirs de ce bassin versant, elle devrait être intégrée, le cas échéant, au processus d'une telle analyse détaillée.

Rappelons que le mandat de la CPRRO relatif à la région de l'archipel de Montréal concerne la gestion des crues et la lutte contre les inondations, l'étiage n'ayant jamais constitué un enjeu majeur jusqu'à tout récemment. Si le soutien des étiages de la région de l'archipel par la gestion des réservoirs devait être intégré à la gestion du bassin versant de l'Outaouais, sa faisabilité devrait être examinée en détail et les modalités devraient être présentées, pour en évaluer les conséquences, aux membres de la CPRRO, de même qu'aux membres du Comité de régularisation de la rivière des Outaouais, chargé d'établir les pratiques et les modalités de gestion.

5.2 RÉFLEXION SUR LES OBJECTIFS ET LES PARAMÈTRES DE CONCEPTION

Les paramètres de conception, que sont le débit minimal à soutenir et le niveau minimal de référence du lac des Deux Montagnes ont évidemment une grande influence sur l'ampleur de la solution, tant celle de l'option A que celle de l'option C.

Aux fins de la présente étude, ces deux paramètres fondamentaux ont fait l'objet d'hypothèses; comme tels, leur valeur devrait être confirmée dans le cadre de la détermination d'une solution globale à apporter au problème de sécurisation de l'approvisionnement en eau potable à la rivière des Mille Îles. Compte tenu de l'importance de la valeur de ces deux paramètres dans le choix de la solution, la présente section suggère des pistes de réflexion sur la quantification de ces derniers, selon une approche plus globale de recherche de la solution.

5.2.1 Rationalisation du débit minimal à soutenir en fonction de la persistance de l'étiage

La détermination du débit minimal à soutenir représente l'objectif d'intervention que l'on se fixe. Les valeurs utilisées dans la présente étude ont été estimées par la DSÉE, en tenant compte du rendement des stations d'épuration et du développement urbain prévisible des différentes municipalités concernées. La quantification de cet objectif repose donc sur l'évaluation de la capacité des infrastructures urbaines de gestion de l'eau à faire face à des conditions d'étiage critiques et sa détermination finale devrait résulter de la recherche des solutions pour accroître cette capacité. Le débit minimal à soutenir, résultant de cet exercice, serait alors considéré comme la valeur plancher, soit la limite inférieure sous laquelle on juge que les infrastructures, même après un effort d'optimisation ou de renforcement, ne peuvent plus approvisionner de façon sécuritaire les populations desservies.

Parmi les facteurs pouvant affecter la capacité de ces infrastructures à faire face à un épisode d'étiage critique ou à le supporter, la persistance du phénomène lui-même est sans doute un élément important. Or, dépendant de la saison d'étiage, été ou automne/hiver, la persistance de l'étiage peut varier et présenter une contrainte plus ou moins importante.

On peut en effet démontrer que les conditions historiques d'étiage de la rivière des Mille Îles sont moins persistantes durant la période d'eau froide que durant la période estivale, l'automne 2002 ayant toutefois fait exception à cette tendance. La persistance est ce que l'on pourrait définir comme le nombre de jours consécutifs durant lesquels la valeur observée se situe en dessous d'un seuil donné. Les figures 29 et 30 présentent, à cet effet, le nombre moyen annuel de fois où le niveau du lac est inférieur ou égal à un niveau donné, en été et en hiver, en fonction de la longueur des séquences observées. L'analyse des graphiques de ces figures indique que la persistance de l'étiage est plus grande en été qu'en hiver. Le nombre moyen annuel de fois qu'un niveau donné a été maintenu sur une longue durée est plus élevé en été qu'en hiver.

Un autre indicateur de cette tendance saisonnière pourrait être le nombre de fois, en moyenne annuelle, que l'on peut observer une séquence de durée donnée pour un seuil de niveau donné. C'est ce qu'illustre la figure 31 qui indique que, pour la période analysée (1962-2002), on observe de longues séquences de faible niveau plus souvent en été qu'en hiver. Autrement dit, pour un même seuil minimum d'étiage, la persistance de l'étiage est beaucoup moins importante en hiver qu'en été. On peut constater, par exemple, que le

niveau minimal de 21,50 m sur une durée de 10 jours consécutifs présente une fréquence d'occurrence au moins 10 fois supérieure en été qu'en hiver.

La persistance des conditions critiques étant un facteur de risque important au regard de la sécurisation de l'approvisionnement en eau potable, il y a donc lieu de croire que le soutien du débit en été revêt un caractère encore plus primordial que celui à procurer en période d'eau froide, au cours de laquelle, par ailleurs, la consommation d'eau potable est inférieure à celle observée en période de canicule estivale.

Considérant ce qui précède, il pourrait être intéressant d'évaluer les possibilités pour les municipalités concernées de faire face à un étiage critique d'eau froide dans un contexte d'effort de soutien d'étiage limité, par exemple à la valeur de l'objectif estival de 35 m³/s.

La figure 12 permet d'estimer qu'une intervention correspondant au scénario B-35 m³/s, appliquée sur le niveau du lac des Deux Montagnes, utilisé dans cette étude pour les conditions d'eau froide à 21,27 m, procurerait un débit d'un peu plus de 40 m³/s. Dans une approche de solution globale et intégrée au problème de sécurisation de l'approvisionnement en eau à la rivière des Mille Îles, il pourrait être intéressant, par exemple, d'évaluer les avenues d'intervention pouvant permettre aux infrastructures de traitement d'eau potable de faire face aux conséquences en eau froide d'un étiage soutenu à la hauteur de ce débit durant une certaine période de temps.

Figure 29 : Persistance des étiages - Période estivale (1962-2002)

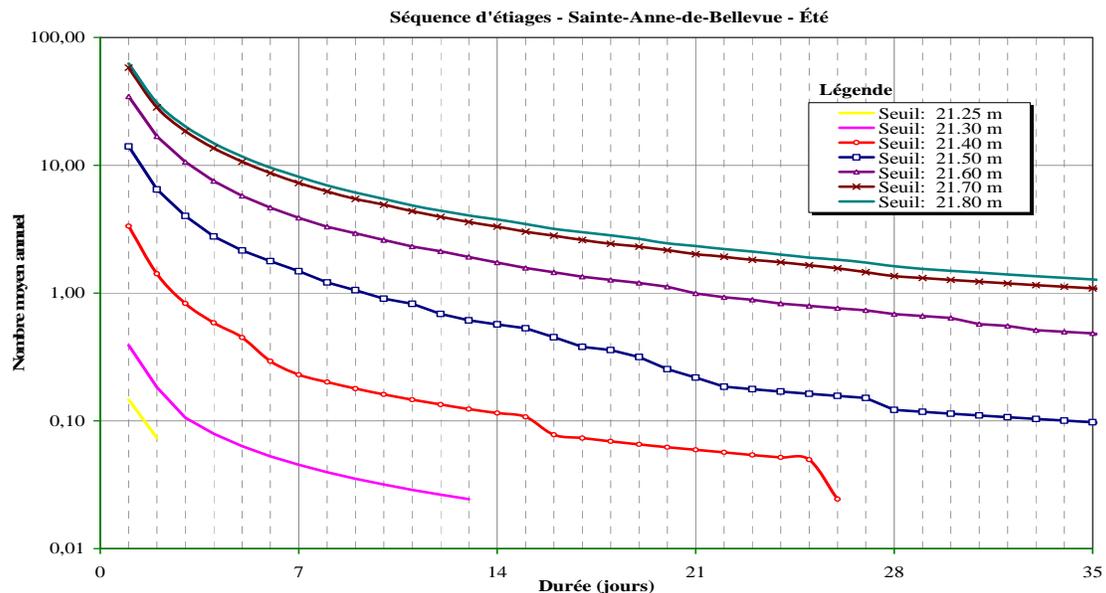


Figure 30 : Persistance des étiages - Période automnale et hivernale (1962-2002)

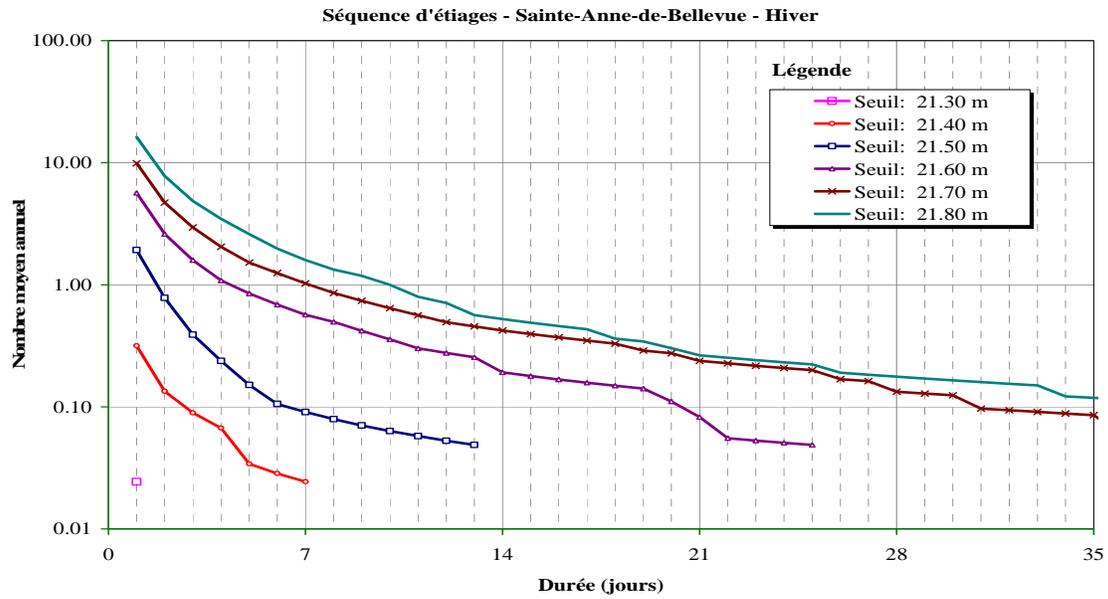
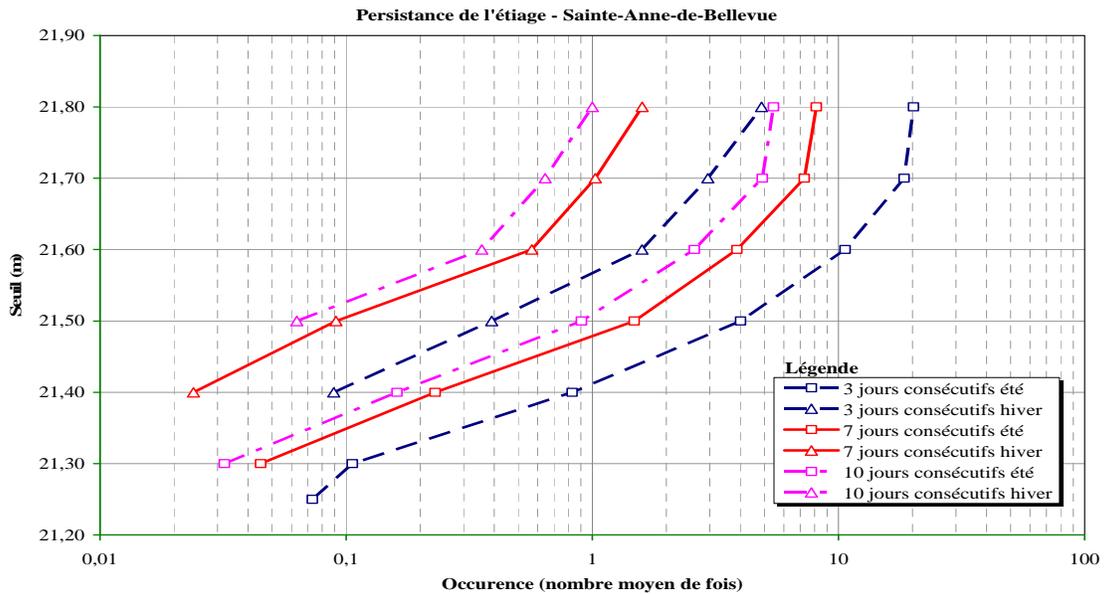


Figure 31 : Persistance des étiages - Occurrence des événements



5.2.2 Utilisation du niveau minimal de référence comme critère de hiérarchisation des interventions

Si on reprend l'exemple précédent, on peut constater dans la figure 12 que, pour un niveau du lac d'un peu moins de 21,45 m, l'intervention B-35 m³/s permettrait d'atteindre l'objectif de 72 m³/s. En période de conditions d'eau froide (1^{er} novembre au 31 mars), le tableau 4 indique que ce niveau du lac correspond à une période de retour de l'ordre de 10 ans⁸. On peut donc voir l'intérêt de considérer l'optimisation de la solution globale en fonction également du paramètre du niveau minimal de référence.

Le niveau de référence minimal du lac des Deux Montagnes réfère à la tolérance au risque des communautés concernées. Plus le niveau de référence choisi sera faible, plus le risque de ne pas satisfaire l'objectif sera réduit, mais, en contrepartie, plus les interventions requises pour y arriver seront importantes, donc coûteuses.

Tenant compte de ces éléments, il est permis d'imaginer un plan d'intervention global qui serait composé d'actions hiérarchisées en fonction de leur complexité et de leur fréquence d'application. Une intervention plus simple ou plus courante serait appliquée en première ligne, donc plus souvent qu'une solution plus complexe ou plus coûteuse, que l'on jugerait plutôt applicable à des situations plus rares. Rappelons que la fréquence de l'événement à contrôler peut effectivement s'exprimer en termes du niveau d'eau du lac des Deux Montagnes utilisé comme seuil minimal de référence.

Ainsi, selon ce type de plan, plutôt que de concevoir l'intervention hydraulique comme étant la seule intervention à réaliser, et ce, pour une période de retour élevée (comme la récurrence centennale), une séquence d'intervention progressive pourrait être planifiée par exemple, comme suit :

Événements d'étiage de fréquence moyenne	Adaptation et optimisation du rendement des infrastructures municipales
Événements d'étiage de fréquence plutôt faible	Intervention de soutien du débit d'étiage
Événements d'étiage plus rares	Application d'un plan de mesures d'urgence

La description qui précède n'est pas quantifiée; elle n'expose que le principe d'une structure d'intervention combinant divers moyens d'action s'ajoutant progressivement les uns aux autres en fonction de l'accroissement de la gravité de l'étiage.

⁸ Il convient de rappeler que les débits et les niveaux observés dans le secteur de l'archipel de Montréal sont des données issues d'un régime hydrique influencé. Les notions de récurrence et de période de retour présentées dans ce rapport sont utilisées à titre indicatif de l'intensité ou de la gravité des phénomènes considérés.

Illustrons le concept à l'aide d'un exemple. Prenons le cas d'un seuil de référence fixé à 21,40 m (ce qui correspond à une période de retour de 5 ans) et supposons que ce seuil soit jugé représentatif des événements d'étiage de fréquence moyenne. Cela pourrait donner lieu au canevas suivant :

- Pour des valeurs de seuils supérieures ou égales à 21,40 m, la sécurité d'approvisionnement pourrait être assurée par l'utilisation normale ou optimisée des infrastructures municipales.
- Si les niveaux du lac descendent dans une plage de niveaux inférieure à 21,40 m, jusque, par exemple, au niveau centennal⁹ 21,24 m, une ou des interventions de soutien d'étiage agiraient en support aux infrastructures municipales en assurant que le débit se maintienne au-dessus du 35 m³/s requis.
- Pour des situations plus rares, correspondant à des niveaux inférieurs à 21,24 m, le plan d'intervention passerait en mode de gestion de crise, lequel prévoirait la mise en œuvre d'un plan de mesures d'urgence.

La combinaison de mesures d'intervention, ajoutées séquentiellement en support les unes aux autres, permet d'éviter l'application extrême d'une seule de ces mesures, avec les impacts qui y seraient associés. Cet exemple met en lumière l'importance de connaître avec précision la valeur du débit minimal requis en rivière au regard de la sécurisation de l'approvisionnement en eau potable, de même que les moyens de rationaliser, si possible, ce besoin en débit par une adaptation des infrastructures municipales.

5.3 SOLUTION GLOBALE ET PLAN D'ACTION

La solution finale au problème de sécurisation de l'approvisionnement en eau potable à la rivière des Mille Îles sera probablement une solution globale intégrant différents éléments d'intervention.

La présente étude souligne certains éléments de nature hydraulique pouvant servir, le cas échéant, à la réflexion et à la détermination d'une telle solution globale. Ces éléments ont été traités à l'intérieur du champ de compétences et du mandat du Centre d'expertise hydrique du Québec (CEHQ). En ce sens, l'analyse des options A et B a pu être menée jusqu'à l'obtention de conclusions et de recommandations complètes sur leur applicabilité technique. L'option C, qui exige l'usage des réservoirs du bassin de la rivière des Outaouais, implique des actions dont la gestion est très complexe, tant sur les plans technique, administratif, social et économique que sur le plan de la gouvernance même de la solution. En outre, sa définition déborde le mandat du CEHQ.

⁹ Il convient de rappeler que les débits et les niveaux observés dans le secteur de l'archipel de Montréal sont des données issues d'un régime hydrique influencé. Les notions de récurrence et de période de retour présentées dans ce rapport sont utilisées à titre indicatif de l'intensité ou de la gravité des phénomènes considérés.

On voit aussi que, sur le seul plan hydraulique, certaines combinaisons d'interventions pourraient être imaginées. Certains scénarios d'apports au lac des Deux Montagnes auraient pu être simulés à partir des outils disponibles pour la présente étude et des combinaisons de ces scénarios avec des variantes de l'option d'excavation auraient pu aussi être analysés. Bien qu'il soit à la portée du CEHQ de produire de tels scénarios, l'évaluation de leur faisabilité en termes de gestion intégrée des réservoirs revêt le même degré de complexité et pose le même problème de juridiction que celui de l'analyse de l'option C comme telle.

En ce qui a trait à une solution globale au problème de sécurisation de l'approvisionnement en eau potable à la rivière des Mille Îles et du plan de gestion qui en découlerait, l'ajout de la contribution de la gestion optimisée ou renforcée des infrastructures municipales devrait sans doute se situer au premier plan, *a fortiori* si l'on tient compte des impacts des solutions hydrauliques. En vertu de principes d'intervention à la source et de développement durable, il convient d'ailleurs de favoriser, autant que possible en première ligne, les solutions locales et ayant le moins d'impacts possible sur les autres communautés, ce que ne peuvent satisfaire pleinement et parfaitement les solutions à caractère hydraulique.

On voit donc que plusieurs variantes de scénarios d'intervention pourraient ainsi être définies par la combinaison de diverses interventions. Cette analyse, qui s'inscrit effectivement dans la recherche d'une solution globale, devrait être amorcée et orientée au préalable par la connaissance des besoins confirmés en soutien d'étiage, à la suite de la détermination des solutions possibles d'optimisation, d'adaptation ou de renforcement des infrastructures municipales.

6 CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS

La présente étude a servi à analyser les trois grandes options possibles de soutien d'étiage de la rivière des Mille Îles, soit :

- **L'option A** Accroître la capacité hydraulique à l'entrée de la rivière des Mille Îles par l'excavation de certains seuils et hauts-fonds à l'entrée de la rivière dans le secteur de l'île Turcotte.
- **L'option B** Restreindre la capacité hydraulique d'autres exutoires du lac des Deux Montagnes par l'implantation d'estacades-rideaux sur ces exutoires.
- **L'option C** Accroître les apports en eau au lac des Deux Montagnes par la gestion d'une vidange accrue de certains réservoirs du bassin versant de la rivière des Outaouais.

Deux de ces options sont techniquement applicables, soit l'option A et l'option C. Bien que ces deux options n'aient pu être analysées de manière aussi détaillée l'une que l'autre, une certaine comparaison demeure possible en fonction de différents critères énoncés ci-après.

Capacité de soutien d'étiage de l'intervention

Sur le plan de sa capacité à atteindre les objectifs fixés de soutien d'étiage, l'option A satisfait le critère. L'option C est plus difficile à évaluer sur ce plan, car sa mise en œuvre est complexe. Il y a lieu de croire, en se fondant sur l'expérience de gestion du CEHQ relative au bassin versant de la rivière des Outaouais, que la satisfaction du critère de soutien d'été de 35 m³/s pour un niveau d'étiage de 21,24 m du lac des Deux Montagnes impliquera le non-respect de la contrainte de niveau minimal actuellement imposée aux réservoirs concernés, ces derniers étant eux-mêmes en situation de vulnérabilité dans de telles conditions de sécheresse. Le potentiel du soutien en conditions d'automne/hiver est plus difficile à évaluer. Alors que le débit à soutenir y serait plus élevé que pour les conditions estivales, le scénario d'automne/hiver bénéficie en revanche d'une relative marge de manœuvre sur l'opération des réservoirs, du fait que les contraintes de niveau minimal de ces derniers ne s'appliquent pas pour cette période de l'année. Par ailleurs, l'automne est généralement une période favorable au remplissage des réservoirs, une activité préalable à la période de production hydroélectrique hivernale. Un automne très sec, procurant de faibles apports aux réservoirs, s'avérerait contraignant s'il fallait de plus soutirer de ces derniers un débit additionnel pour le soutien d'étiage.

Rendement hydraulique et utilisation de la ressource eau

L'option A est celle qui, de loin, répond le mieux à ce critère. Le rendement hydraulique de l'opération est de 100 %, puisque l'effort d'accroissement de son débit est directement appliqué sur le site même de l'exutoire qui pose le problème. Ainsi, chaque m³/s retiré au bilan du lac des Deux Montagnes par cette intervention est directement acheminé à la

rivière des Mille Îles, contrairement à l'option C, qui n'achemine à la rivière des Mille Îles qu'un faible pourcentage de l'apport total ajouté au lac.

Impacts environnementaux

L'option A implique des impacts environnementaux potentiels de deux ordres, soit locaux, au site même de l'intervention et régionaux, à l'échelle du système du lac des Deux Montagnes. L'ampleur des impacts locaux dépend de l'objectif de soutien d'étiage choisi. L'objectif de soutien d'étiage estival, de 35 m³/s, entraînerait des impacts que l'on anticipe modérés, alors que l'objectif de soutien d'étiage d'eau froide, de 72 m³/s, entraînerait à l'évidence des impacts majeurs. Dans les deux cas, l'étendue des travaux en milieu hydrique assujettit l'option au processus d'évaluation des impacts sur l'environnement. À l'échelle régionale, les impacts hydrauliques sur la baisse du niveau du lac des Deux Montagnes et du débit de ses autres exutoires sont plutôt faibles, correspondant pratiquement à la précision des instruments de mesure de niveau et de débit de ces éléments. Les conséquences environnementales concrètes découlant de ces faibles variations du régime hydrique de ces composantes restent à évaluer. Soulignons également que la présence du barrage du Grand-Moulin à l'entrée de la rivière des Mille Îles offre la possibilité de limiter ces impacts en adoptant une gestion de compensation de la position des vannes. Cette gestion de compensation servirait alors à réduire l'accroissement de débit à la rivière des Mille Îles en dehors des périodes d'étiage critiques visées. Les simulations révèlent cependant qu'en raison des faibles débits mis en jeu à la rivière des Mille Îles, les effets du contrôle de compensation sont globalement mineurs à l'échelle du système du lac des Deux Montagnes.

L'option C ne comporte pas d'intervention directe ou de travaux en milieu hydrique et, par conséquent, n'implique pas d'impact environnemental sur ce plan. Selon les analyses préliminaires, des impacts découlant de la baisse du niveau des réservoirs mis à contribution sont cependant à prévoir, dont certains semblent peu importants, et d'autres, plus conséquents. Ces considérations restent à confirmer, le cas échéant. Mentionnons toutefois que l'option comporte un potentiel d'impact environnemental positif connexe, découlant du soutien général du débit des cours d'eau et des plans d'eau situés en aval des réservoirs impliqués. C'est le cas, notamment, du système de l'Archipel. L'importance relative de cet impact positif possible sur l'environnement demeure toutefois à évaluer.

Coût et impacts socioéconomiques

L'intervention d'excavation prévue par l'option A comporte des coûts directs de l'ordre de 1,7 M\$ pour l'atteinte de l'objectif de soutien d'étiage estival (35 m³/s), et d'environ 2,1 M\$ pour le soutien d'étiage en eau froide (72 m³/s), auxquels pourrait s'ajouter une provision de sécurité en prévision de travaux de réfection routière, estimée sommairement à 200 000 \$ ou 400 000 \$, selon le scénario d'intervention choisi. Le cas échéant, la gestion de compensation du barrage du Grand-Moulin impliquerait aussi une certaine augmentation de la charge de l'équipe technique opérationnelle de gestion des barrages publics du CEHQ. En termes d'impacts socioéconomiques, mentionnons l'effet

négatif possible sur le nautisme (une activité importante au lac des Deux Montagnes), la baignade et la villégiature. La présence de prises d'eau vulnérables devra également être vérifiée. Soulignons toutefois que la pratique de ces activités peut être déjà affectée lors d'épisodes d'étiage critique et que ce qu'il faut évaluer c'est si l'intervention aggrave la situation de façon significative ou non.

L'option C ne comporte pas de coût direct connu, puisque sa mise en œuvre implique la gestion d'ouvrages existants. Elle comporte cependant des coûts socioéconomiques non négligeables pour la région concernée, en raison de l'abaissement du niveau des réservoirs mis à contribution. L'utilisation de ces réservoirs à des fins de villégiature, de nautisme et de pêche est essentielle à la vitalité de l'économie de ces régions. Dans certains cas extrêmes, le fonctionnement de prises d'eau pourrait aussi être entravé. En contrepartie, il y a lieu de croire que le soutien du débit des cours d'eau par lesquels transiteraient les apports jusqu'au lac des Deux Montagnes profiterait à certaines activités récréotouristiques. Concernant la production hydroélectrique, l'évaluation d'impacts est complexe car, selon les conditions de la demande d'électricité, le turbinage supplémentaire pourrait entraîner soit des pertes, soit des gains pour les producteurs.

Qu'il s'agisse de l'option A ou de l'option C, une analyse plus détaillée des conséquences et des impacts environnementaux et socioéconomiques devrait être effectuée préalablement à la décision de les mettre en œuvre. Quant à l'option C, son analyse devrait être réalisée en collaboration avec la Commission de planification de la régularisation de la rivière des Outaouais, l'organisme chargé de définir et de réviser les politiques et les critères encadrant la gestion intégrée des réservoirs du bassin versant.

L'analyse détaillée des avantages et des inconvénients des options A et C exige toutefois que soit confirmé, au préalable, le besoin de débit minimal requis dans la rivière des Mille Îles aux fins de la sécurisation de l'approvisionnement en eau potable dans cette rivière. La décision d'intégrer l'une ou l'autre de ces options, ou même une combinaison quelconque des deux, à un éventuel plan d'intervention pour la sécurisation de l'approvisionnement en eau potable à la rivière des Mille Îles devrait être prise sur la base de la recherche d'une solution globale, intégrant aussi les solutions d'adaptation, d'optimisation et de renforcement des infrastructures urbaines de traitement des eaux potables et usées. D'une telle étude, permettant d'offrir une vue d'ensemble aux décideurs publics, pourrait probablement découler une solution intégrée, optimale et offrant le meilleur degré de sécurité possible.

Une solution intégrée qui permettrait de partager l'effort entre des interventions de diverses natures, aurait également l'avantage de réduire les impacts de certaines interventions sur le milieu ou le régime hydrique. Elle offrirait ainsi de meilleures chances d'observer les préceptes de développement durable des communautés et des ressources.

BIBLIOGRAPHIE

ABDELNOUR Razek, LIDDIARD Andrew (2003). Étude de faisabilité d'une structure temporaire afin d'augmenter le débit de la rivière des Mille Îles - Rapport final - BMT Fleet Technologies limitée.

BELZILE L., BÉRUBÉ P., HOANG V.D., LECLERC M. (1997). Méthode échohydrologique de détermination des débits réservés pour la protection des habitats du poisson dans les rivières du Québec. Rapport présenté par l'INRS-Eau et le Groupement Génivar inc. au ministère de l'Environnement et de la Faune et à Pêches et Océans Canada.

BÉRIAULT A. et SIMARD G. (1978). Carte hydrogéologique de l'île de Montréal et des îles Perrot et Bizard. Service de la cartographie. Service des eaux souterraines. Direction générale des eaux. Ministère des Richesses naturelles.

BERNIER Jacques, Éric PARENT, Jean-Jacques BOREUX (2000). Statistique pour l'environnement : traitement bayésien de l'incertitude. Éditions TEC & DOC.

BOISVERT René (1974). Conditions hydrauliques aux exutoires du lac des Deux Montagnes. Rapport n° A-1.3.4. Région de Montréal, étude d'aménagement de la ressource. Direction générale des eaux. Ministère des Richesses naturelles.

BOIVIN Richard, BOULANGER Florian (1985). Exutoire Sainte-Anne. Étude sur modèle. Données générales, conditions actuelles et travaux complémentaires. Laboratoire d'hydraulique Lasalle Itée. Secrétariat Archipel. Ministère de l'Environnement.

CENTRE D'EXPERTISE HYDRIQUE DU QUÉBEC - SERVICE DE LA CONNAISSANCE ET DE L'EXPERTISE HYDRIQUE (2002). Recherche de solutions au problème des débits d'étiages sévères de la rivière des Mille Îles.

COMITÉ DE PLANIFICATION DE LA RÉGULARISATION DE LA RIVIÈRE DES OUTAOUAIS (1980). Rapport final. Annexe 1. Atlas - Annexe 4. Avis de crue - Annexe 6. Information du public.

COMITÉ TECHNIQUE DE LA RIVIÈRE DES OUTAOUAIS (1965). Rapport sur l'hydrologie et la régularisation de la rivière des Outaouais.

COMMISSION DE PLANIFICATION DE LA RÉGULARISATION DE LA RIVIÈRE DES OUTAOUAIS (1984). Gestion de la rivière des Outaouais.

CONSULTANTS SOGEAM INC. (1984). Relevés hydrosédimentologiques complémentaires : Lac des Deux Montagnes et rivière des Mille Îles.

DUBÉ Michel (1985). Exutoires Sainte-Anne et Vaudreuil - Relations niveau-débit, conditions naturelles. Projet Archipel de Montréal. Service des Études hydriques. Direction de l'hydraulique. Ministère de l'Environnement.

DUMONT Roger (1980). Bilan des eaux de surface. Projet Archipel de Montréal.

DUMONT Roger (1983). Modèle de répartition des apports. Ministère de l'Environnement. Archipel de Montréal.

GIDAS Nicolas (1983). Projet Archipel de Montréal : Études hydrosédimentologiques en vue de la conception optimale des ouvrages hydrauliques. Rapport final : Prévion des problèmes hydrosédimentologiques possibles au cours et après la réalisation des ouvrages envisagés tome 1. Rapport - tome 2. Annexes II à VII - tome 3. Annexes VIII et IX.

GROUPE-CONSEIL LASALLE (2003). Entrée de la rivière des Mille Îles. Étude sur modèle réduit. Rapport d'étape.

GROUPE-CONSEIL LASALLE (2004). Étude sur modèle réduit de l'entrée de la rivière des Mille Îles, rapport final.

HYDRO-QUÉBEC (1982). Courbes et tables de superficie - Courbes et tables d'emmagasinement, lac Saint-Louis et lac des Deux Montagnes, Archipel de Montréal, préparé par Régnald Hébert, approuvé par J.-P. Lardeau et J.-G. Dussault, Hydro-Québec - Direction projets de centrales.

LABORATOIRES VILLE-MARIE (1984). Études géotechniques aux exutoires du lac des Deux Montagnes. Ministère de l'Environnement. Gouvernement du Québec.

LARRAS J. (1961). Cours d'hydraulique maritime et de travaux maritimes. Dunod, Paris.

MAIDMENT David R. (1992). *Handbook of hydrology*. McGraw-Hill inc.

MASSÉ Gérard, LECLERC Jean, LÉVESQUE Pierre, SAULNIER Louis (1981). Les frayères des rapides du Grand Moulin. Rivière des Mille Îles. Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche. Gouvernement du Québec.

MORISSETTE Pierre, OUELLETTE Pierre, EL-JABI Nassir, LEBLANC Daniel, ROUSSELLE Jean (1988). Évaluation économique de l'intervention de zonage des plaines inondables dans la région de l'Outaouais, étude n° 161 - Série scientifique, Environnement Canada, Direction générale des eaux intérieures, région du Québec.

NATEV MIROSLAV (2003). Étude quantitative des ressources en eau souterraine du système aquifère fracturé du Sud-Ouest du Québec. Commission géologique du Canada. Ressources Naturelles Canada.

LE RÉGIME HYDROSÉDIMENTOLOGIQUE. Vol 1. L'étude - Vol 2. Les cartes de compilation, de distribution et de la dynamique des sédiments ainsi que le rapport de forage et les notes explicatives.

ROBERSON J.A., J.J. CASSIDY, M.H. CHAUDHRY (1997). *Hydraulic Engineering*, John Wiley & Sons.

SMITH C. D. (1995). *Hydraulic Structures*. University of Saskatchewan Printing Services.

VELZ C. J. (1970). *Applied Stream Sanitation*. Wiley-Interscience.

ANNEXES

- ANNEXE 1 : DONNÉES MÉTÉOROLOGIQUES ET DÉBITS DE LA RIVIÈRE DES MILLE ÎLES POUR LES ANNÉES 2001 ET 2002
- ANNEXE 2 : ÉVALUATION DES DÉBITS MINIMAUX REQUIS DANS LA RIVIÈRE DES MILLE ÎLES - ÉVALUATION PAR LA DIRECTION DU SUIVI DE L'ÉTAT DE L'ENVIRONNEMENT
- ANNEXE 3 : SCHÉMAS DES ANALYSES DE L'OPTION A SUR MODÈLE RÉDUIT
- ANNEXE 4 : ESTIMATION DES COÛTS DE L'OPTION A
- ANNEXE 5 : RÉSULTATS GRAPHIQUES DE CALAGE DU MODÈLE ARCHIPEL
- ANNEXE 6 : SCHÉMAS D'EMPLACEMENT DES ESTACADES-RIDEAUX DE L'OPTION B
- ANNEXE 7 : NOTE SUR LES ACTIVITÉS INTÉRIMAIRES DE SOUTIEN DES ÉTIAGES 2001 ET 2002 PAR VIDANGE DE RÉSERVOIRS DU BASSIN VERSANT DE LA RIVIÈRE DES OUTAOUAIS ET RÉFLEXION SUR LA FAISABILITÉ DE L'OPTION C

ANNEXE 1

**DONNÉES MÉTÉOROLOGIQUES ET DÉBITS DE LA RIVIÈRE DES MILLE ÎLES
POUR LES ANNÉES 2001 ET 2002**

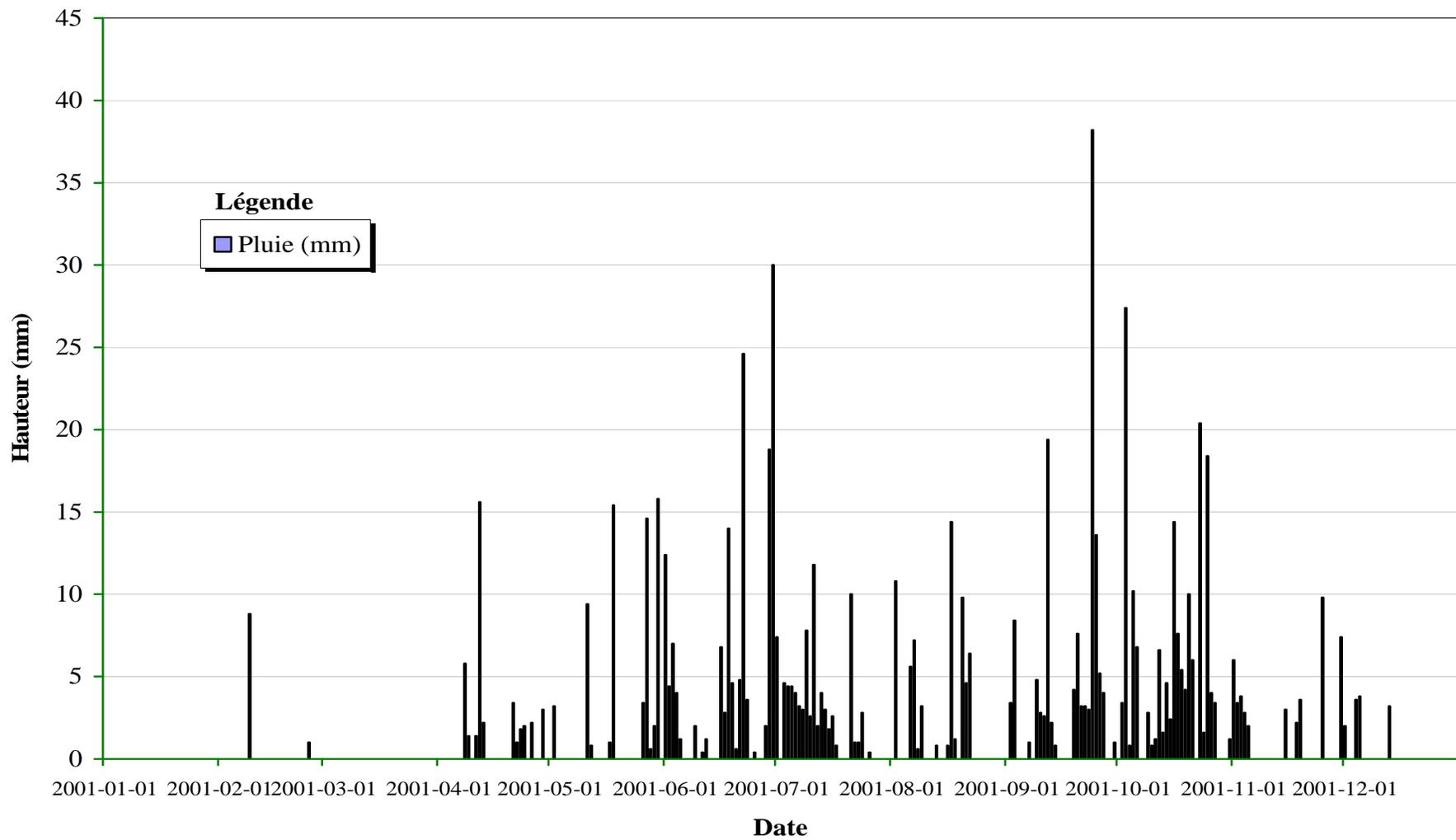


Figure 1: Enregistrement de la pluie pour l'année 2001 à la station Belleterre

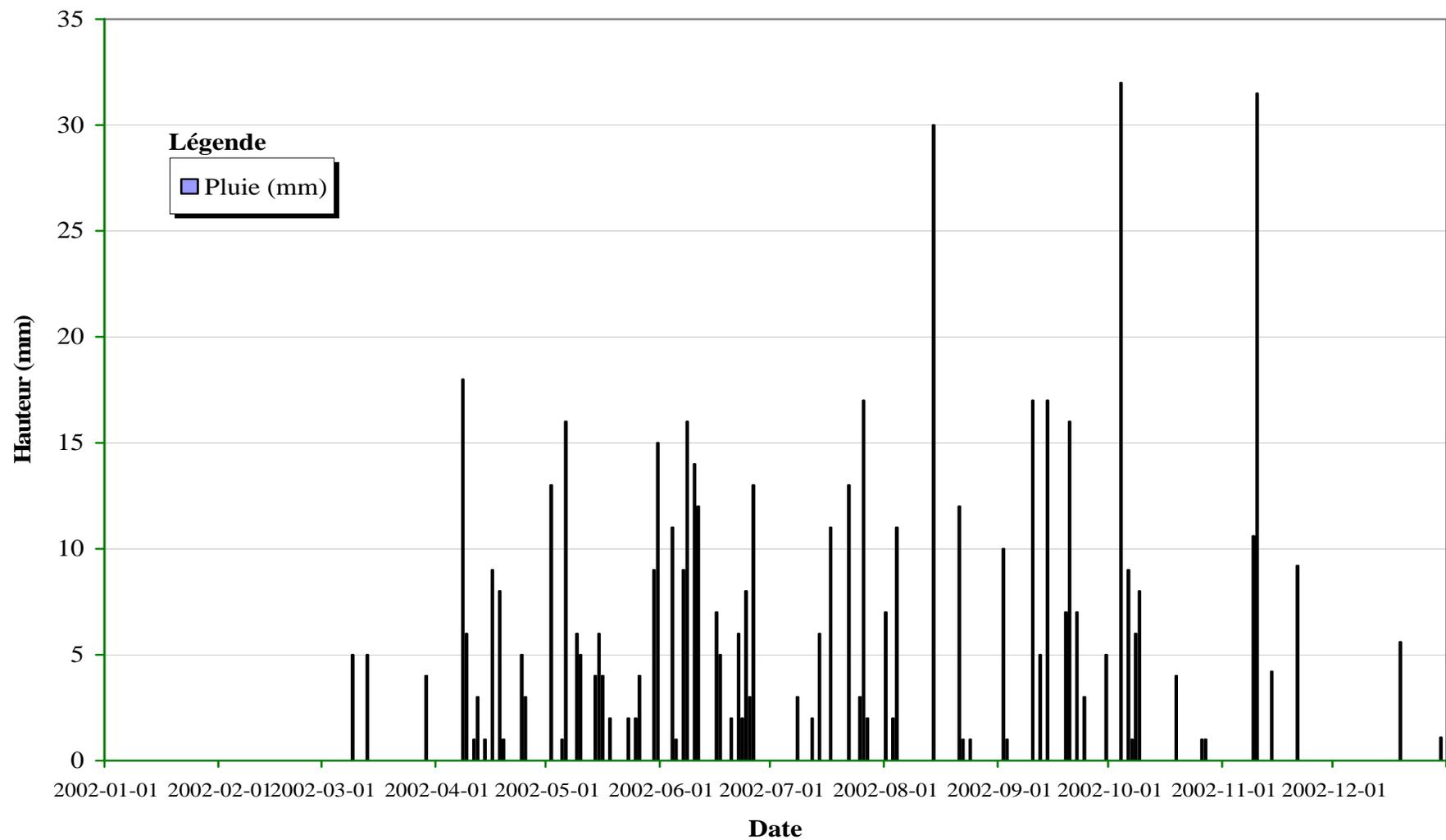


Figure 2: Enregistrement de la pluie pour l'année 2002 à la station Belleterre

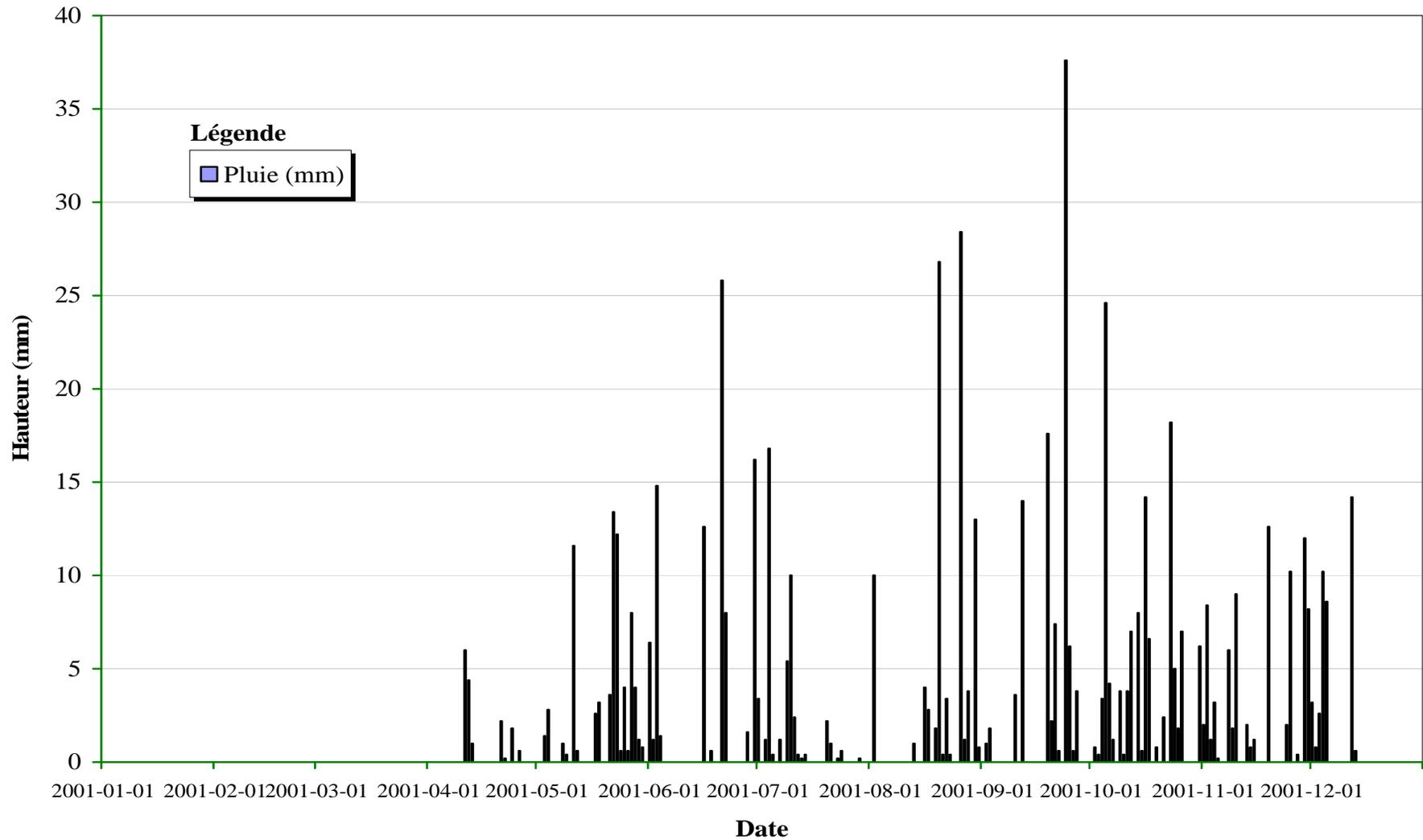


Figure 3: Enregistrement de la pluie pour l'année 2001 à la station Charteris

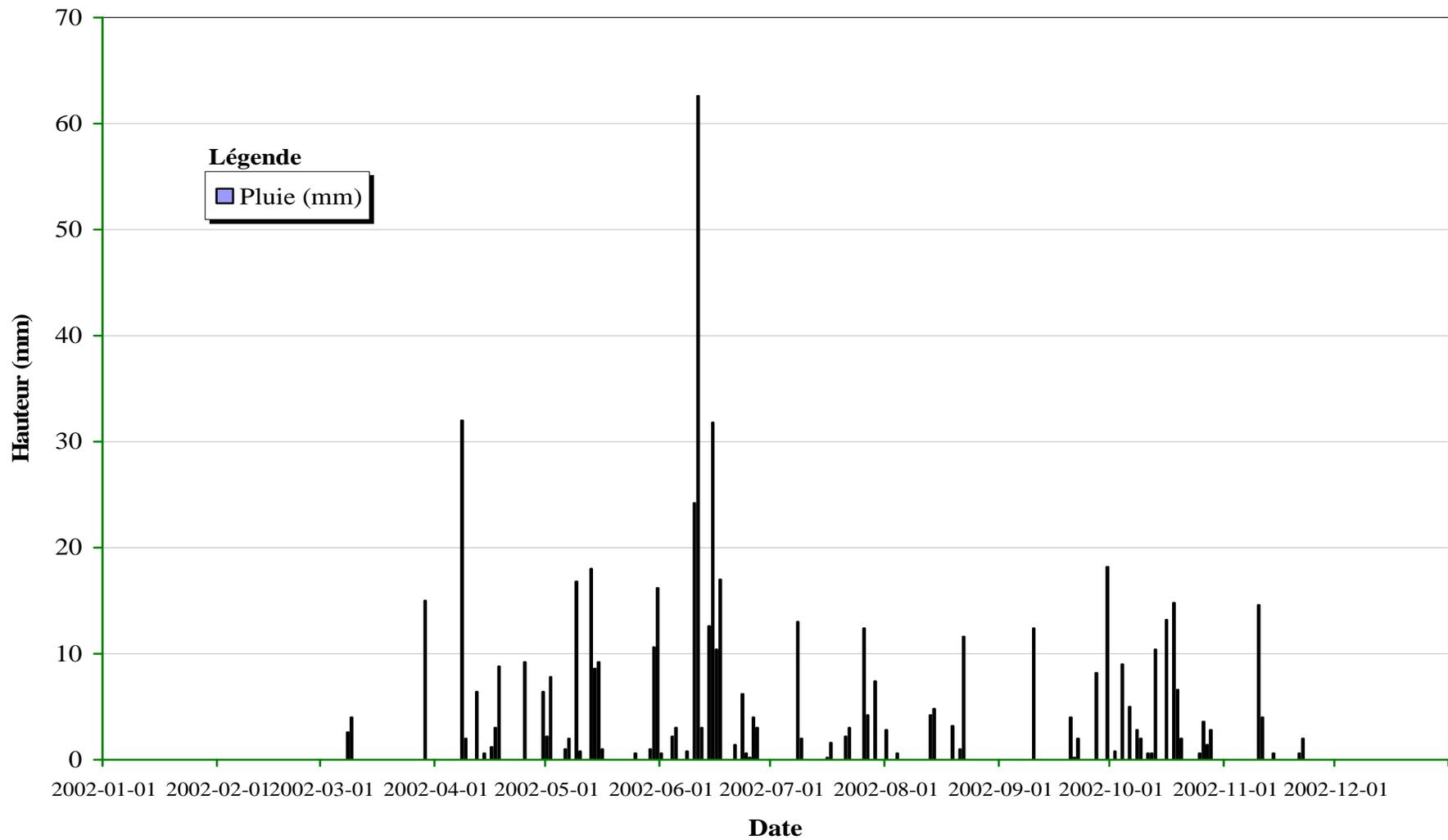


Figure 4: Enregistrement de la pluie pour l'année 2002 à la station Charteris

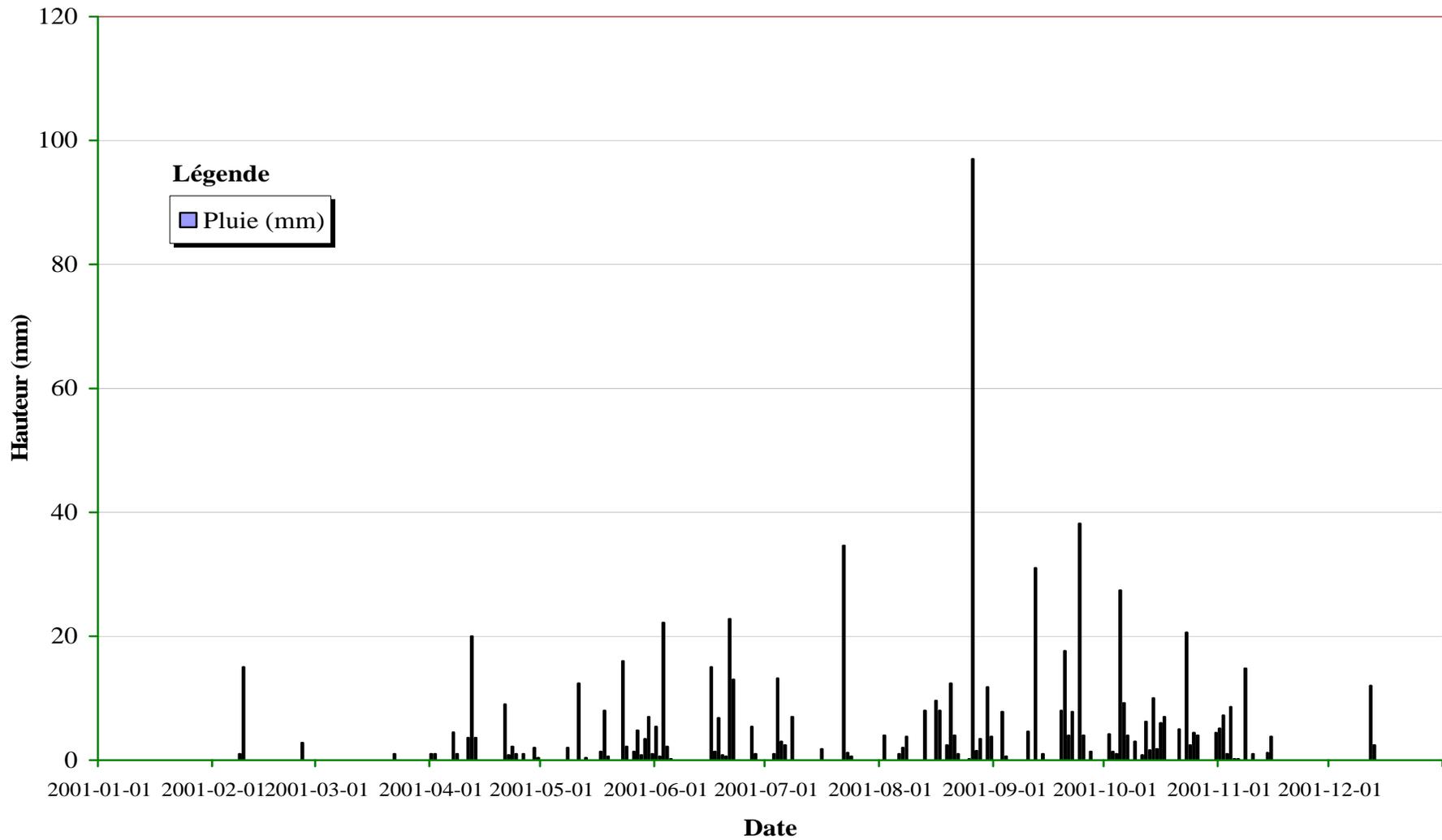


Figure 5: Enregistrement de la pluie pour l'année 2001 à la station Mont-Laurier

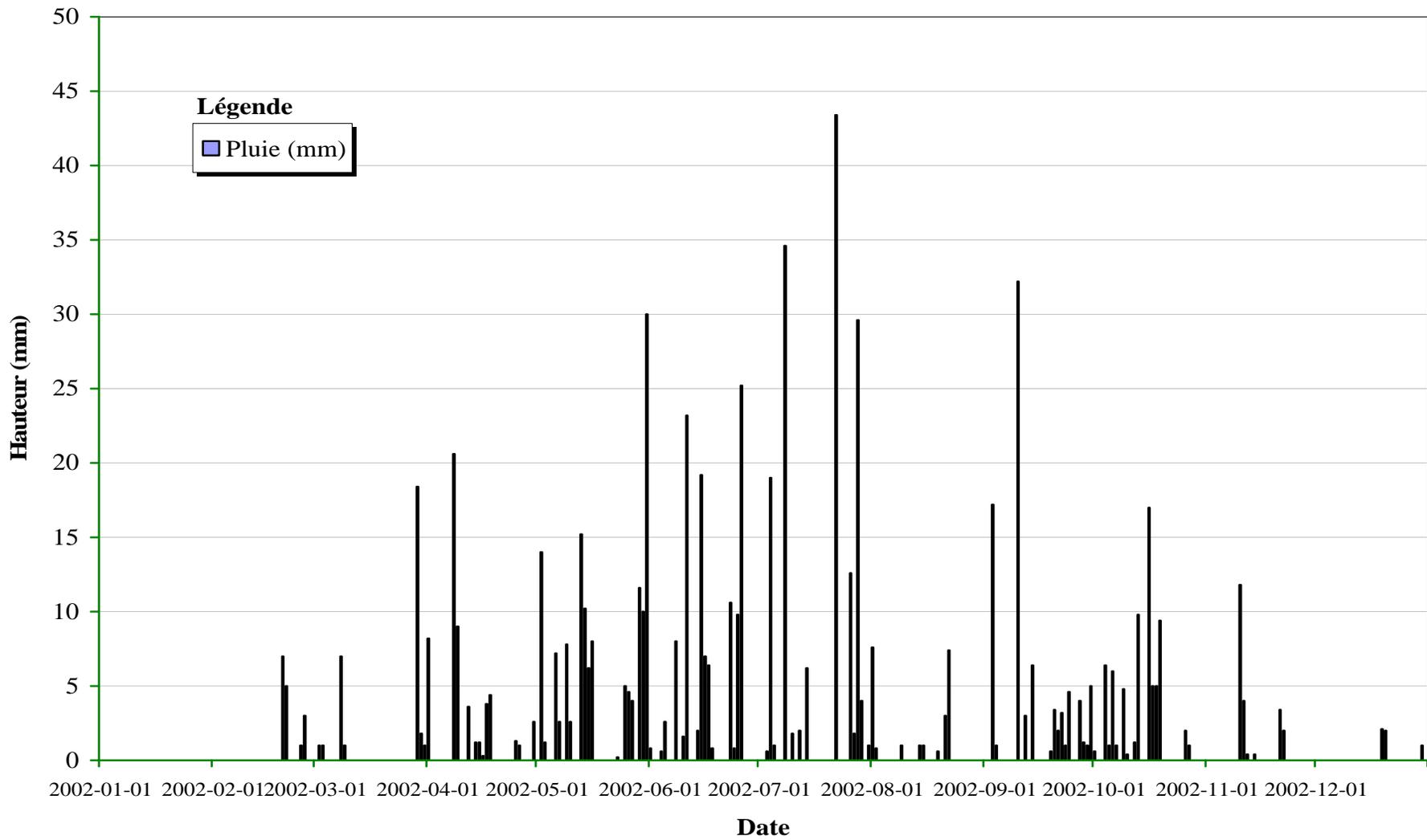


Figure 6: Enregistrement de la pluie pour l'année 2002 à la station Mont-Laurier

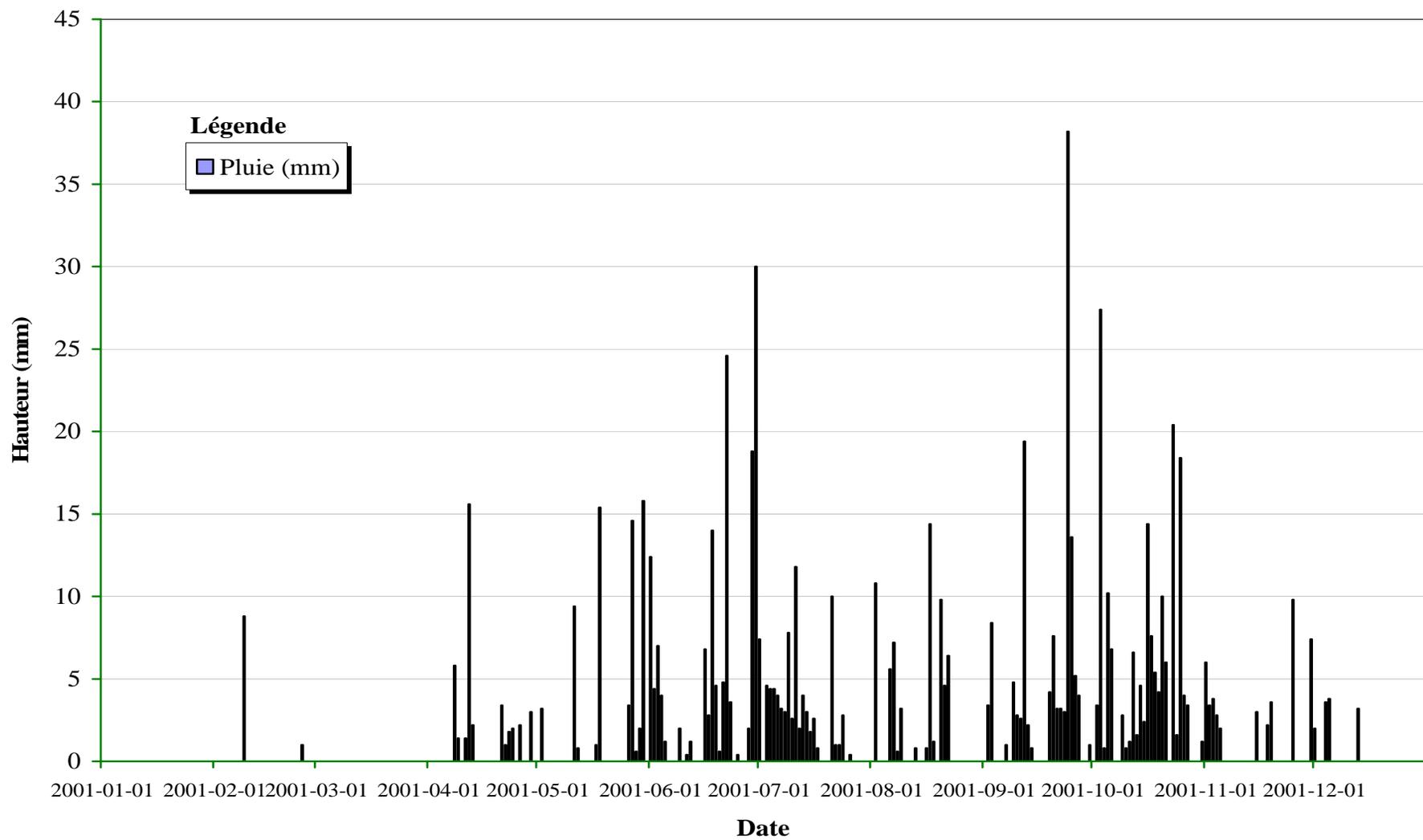


Figure 7: Enregistrement de la pluie pour l'année 2001 à la station Parent

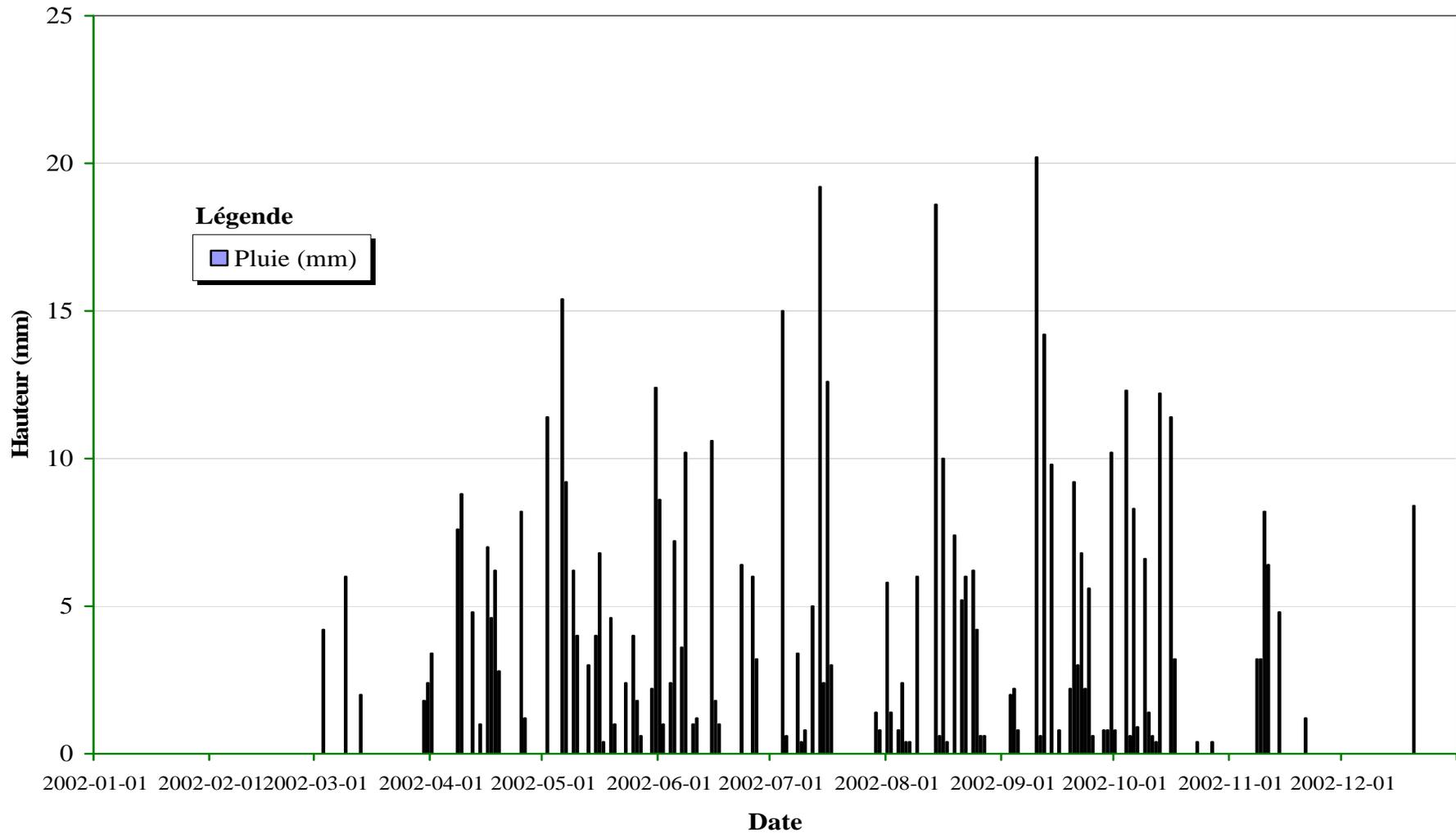
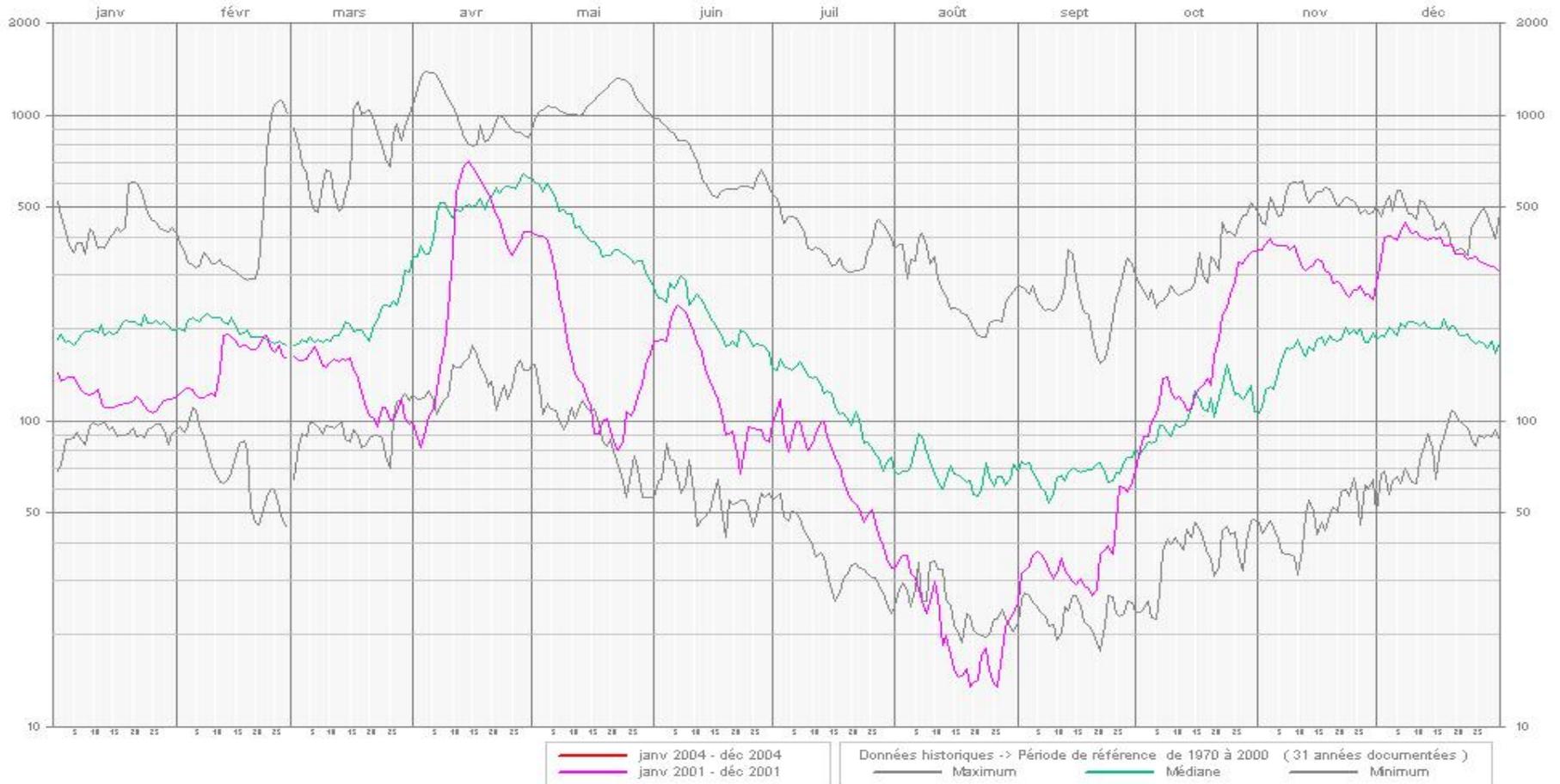


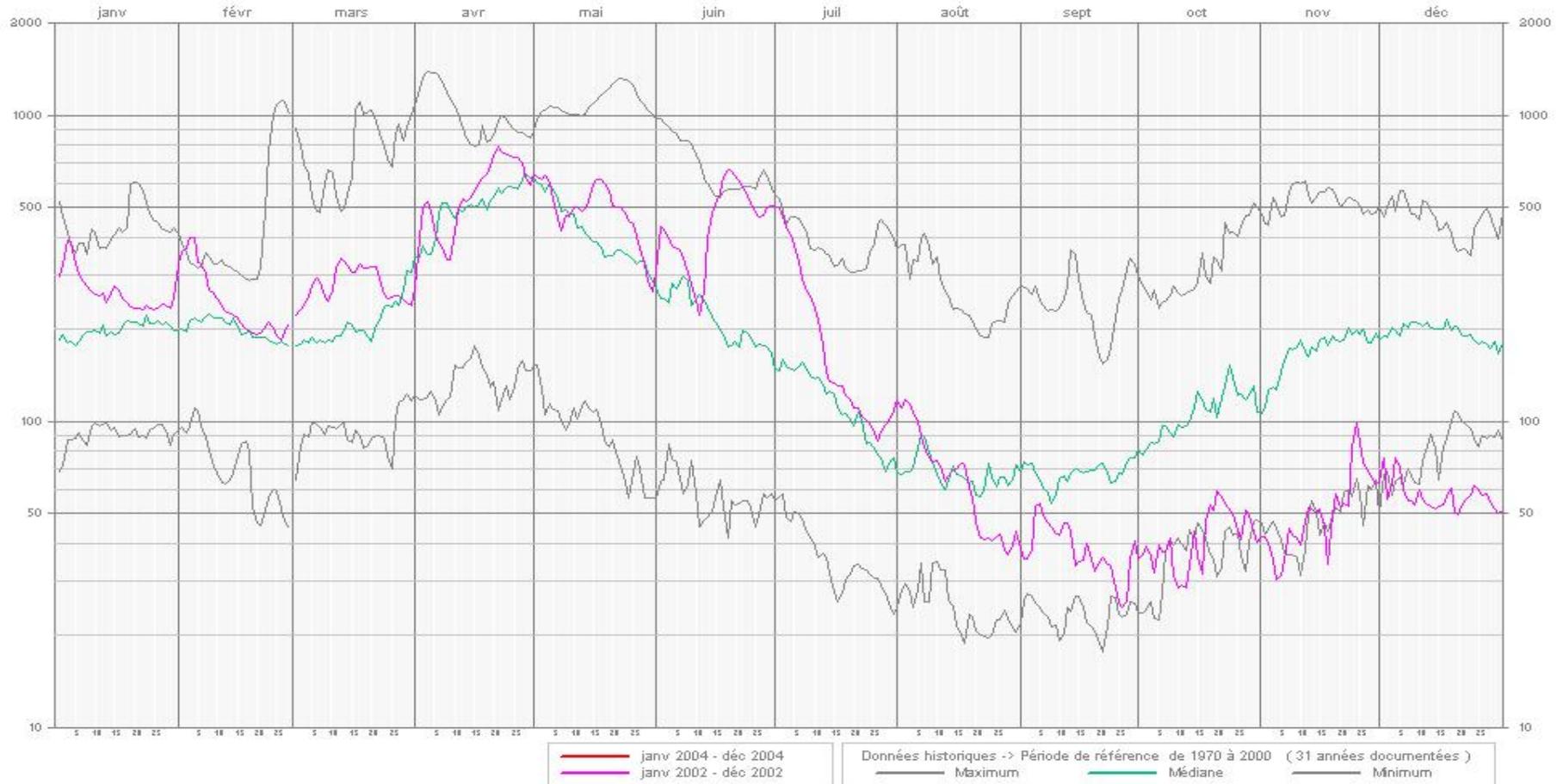
Figure 8: Enregistrement de la pluie pour l'année 2002 à la station Parent



* Station opérée par Environnement Canada (020A003).

Produit le 2004-07-30 à 16:05

Figure 9 : Débit de la rivière des Mille Îles - Année 2001



* Station opérée par Environnement Canada (020A003).

Produit le 2004-07-30 à 16:06

Figure 10 : Débit de la rivière des Mille Îles - Année 2002

ANNEXE 2

**ÉVALUATION DES DÉBITS MINIMAUX REQUIS DANS LA RIVIÈRE DES MILLE ÎLES -
ÉVALUATION PAR LA DIRECTION DU SUIVI DE L'ÉTAT DE L'ENVIRONNEMENT**

REJETS MUNICIPAUX DANS LA RIVIÈRE DES MILLE ÎLES

MUNICIPALITÉS	POPULATION DESSERVIE	Q MOYEN						Coût (million \$)
		CONCEPTION		2001		2002		
		(m³/d)	(m³/s)	(m³/d)	(m³/s)	(m³/d)	(m³/s)	
Deux-Montagnes et al.	32239	15478	0,18	11323	0,13	15232,0	0,18	
Saint-Eustache	47450	29800	0,34	27116	0,31	29587,3	0,34	
Boisbriand	20000	30000	0,35	16310	0,19	10198,9	0,12	
Sainte-Thérèse/Blainville	62860	46090	0,53	40160	0,46	41561,6	0,48	
Rosemère/Lorraine	27000	21343	0,25	21187	0,25	23662,1	0,27	
Terrebonne et al.	62490	35877	0,42	30485	0,35	35358,3	0,41	
Mascouche/Lachenaie	28826	18100	0,21	16569	0,19	17296,8	0,20	
<i>Total - rive nord</i>	<i>280865</i>	<i>196688</i>	<i>2,28</i>	<i>163150</i>	<i>1,89</i>	<i>172897,0</i>	<i>2,00</i>	239
Fabreville	55025	44225	0,51	44114	0,51	48118,7	0,56	
Ste-Rose/Auteuil	47000	36850	0,43	29175	0,34	30122,6	0,35	
<i>Total - Laval</i>	<i>102025</i>	<i>81075</i>	<i>0,94</i>	<i>73289</i>	<i>0,85</i>	<i>78241,3</i>	<i>0,91</i>	88
<i>Total - rivière des Mille Îles</i>	<i>382890</i>	<i>277763</i>	<i>3,21</i>	<i>236439</i>	<i>2,74</i>	<i>251138,3</i>	<i>2,91</i>	327
Mirabel, Saint-Benoît (du Chêne)	900	615	0,01	593,8	0,01	704,8	0,01	10,6
Mirabel, Saint-Janvier (Mascouche)	6605	3820	0,04	5123	0,06	4976,4	0,06	
Mirabel, Sainte-Marianne (Mascouche)	2000	2715	0,03	610,1	0,01	619,3	0,01	
Sainte-Anne-des-Plaines (Mascouche)	12750	5350	0,06	4265,8	0,05	4474,9	0,05	9,5
La Plaine (Mascouche)	11384	3862	0,04	2158,7	0,02	2310,1	0,03	6,7
<i>Total - tributaires</i>	<i>33639</i>	<i>16362</i>	<i>0,19</i>	<i>12751,40</i>	<i>0,15</i>	<i>13085,5</i>	<i>0,15</i>	26,8
<i>Total - Bassin rivière des Mille Îles</i>	<i>416529</i>	<i>294125</i>	<i>3,40</i>	<i>249190,40</i>	<i>2,88</i>	<i>264223,8</i>	<i>3,06</i>	353,8

Source: MAMM-SOMAE

Débits d'eaux usées rejetés en amont des prises d'eau

Usages	Q Conception	Q 2001	Q 2002
Saint-Eustache	0,18	0,13	0,18
Sainte-Thérèse	1,39	1,15	1,20
Sainte-Rose	1,39	1,15	1,20
Rosemère	1,92	1,62	1,68
Terrebonne	3,01	2,55	2,71

MENV-DSÉE, 2003-07-10

RIVIÈRE DES MILLE ÎLES			
DÉBITS CRITIQUES (en m ³ /s) AUX PRISES D'EAU MUNICIPALES			
POUR LE RESPECT DU CRITÈRE DE 0,5 mg/L EN AZOTE AMMONIACAL			
SELON DIVERSES HYPOTHÈSES DE DÉBITS ET CHARGES REJETÉS			
SCÉNARIO 1: moyennes saisonnières max. de 2002 à toutes les STEP			
PRISES D'EAU	Q 2002	Q CONCEPTION	Q ULTIME
Saint-Eustache	5,8	5,8	6,4
Sainte-Thérèse	32,6	37,3	40,4
Sainte-Rose			
Rosemère	45,1	51,1	56,9
Terrebonne	73,3	81,0	91,2
SCÉNARIO 2: moyennes saisonnières max. 2002 et nitrification dans les étangs (2 mg/L)			
PRISES D'EAU	Q 2002	Q CONCEPTION	Q ULTIME
Saint-Eustache	0,8	0,8	0,9
Sainte-Thérèse	27,6	32,2	34,8
Sainte-Rose			
Rosemère	29,7	34,6	37,6
Terrebonne	48,0	54,3	59,7
SCÉNARIO 3: 11 mg/L en azote ammoniacal partout (hiver et automne 2002)			
PRISES D'EAU	Q 2002	Q CONCEPTION	Q ULTIME
Saint-Eustache	4,2	4,3	4,7
Sainte-Thérèse	28,6	33,1	35,9
Sainte-Rose			
Rosemère	40,1	45,8	51,2
Terrebonne	64,7	71,9	81,0
SCÉNARIO 4: nitrification dans étangs (2 mg/L) et 11 mg/L ailleurs (hiver et automne 2002)			
PRISES D'EAU	Q 2002	Q CONCEPTION	Q ULTIME
Saint-Eustache	0,8	0,8	0,9
Sainte-Thérèse	25,1	29,6	32,0
Sainte-Rose			
Rosemère	27,2	31,9	34,8
Terrebonne	43,9	49,8	54,9
SCÉNARIO 5: 15 mg/L en azote ammoniacal partout (MAMSL)			
PRISES D'EAU	Q 2002	Q CONCEPTION	Q ULTIME
Saint-Eustache	5,8	5,8	6,4
Sainte-Thérèse	38,9	45,1	48,9
Sainte-Rose			
Rosemère	54,6	62,5	69,8
Terrebonne	88,3	98,0	110,4
SCÉNARIO 6: nitrification dans étangs (2 mg/L) et 15 mg/L ailleurs (hiver et automne 2002)			
PRISES D'EAU	Q 2002	Q CONCEPTION	Q ULTIME
Saint-Eustache	0,8	0,8	0,9
Sainte-Thérèse	34,0	40,0	43,4
Sainte-Rose			
Rosemère	36,0	42,4	46,1
Terrebonne	58,1	66,1	72,7
MENV-DSÉE, 2003-08-28			

DÉBITS CRITIQUES AUX PRISES D'EAU MUNICIPALES SELON LES DÉBITS ET CHARGES EN AZOTE AMMONIACAL EN 2002

2002				
	Jour	Débit (m³/d)	NH ₄	
			(mg/l)	(kg/d)
Deux-Montagnes---EA	hiver	13865,7	15,0	202,2
	été	11884,1	15,0	178,1
	automne	12443,1	14,7	180,9
	année	15232,0	13,0	183,0
Saint-Eustache---BIO	hiver	28113,9	12,1	317,4
	été	23955,9	13,5	313,0
	automne	26987,8	12,0	315,1
	année	29498,2	11,1	306,9
Boisbriand---BIO	hiver	5790,8	3,7	21,3
	été	10139,3	10,2	114,7
	automne	15077,3	11,3	170,5
	année	10398,2	7,2	87,6
Blainville-Ste-Thérèse---EA	hiver	39757,7	11,9	472,1
	été	37770,4	3,1	109,0
	automne	37242,7	8,1	312,4
	année	41561,6	8,7	356,8
Lorraine (Rosemère)---PC	hiver	20036,0	9,5	230,3
	été	19582,0	11,5	242,8
	automne	21744,6	11,3	267,1
	année	23626,6	9,5	230,4
Terrebonne---EA	hiver	32911,2	13,2	433,6
	été	31604,4	7,1	232,5
	automne	32204,6	10,8	350,0
	année	35358,3	10,0	358,3
Mascouche (Lachenaie)---EA	hiver	16738,1	22,0	323,9
	été	14900,2	19,3	288,8
	automne	17206,8	19,0	351,1
	année	17296,8	20,0	337,2
Laval (Fabreville)---PC	hiver	50756,0	9,5	230,3
	été	33852,5	11,5	242,8
	automne	37406,7	11,3	267,1
	année	48034,4	9,5	230,4
val (Sainte-Rose-Auteuil)---BIO	hiver	29252,6	12,7	352,2
	été	28706,8	10,6	300,7
	automne	31089,3	10,5	315,7
	année	30157,6	10,1	296,6
TOTAL	hiver	237221,9	10,9	2583,4
	été	212395,6	9,5	2022,4
	automne	231402,8	10,9	2530,0
	année	251163,7	9,5	2387,2

DÉBIT CRITIQUE PRISES D'EAU EN HIVER 2002

Prise d'eau	Q cumulatif OMAE	0,5	1,0
Saint-Eustache	0,16	5,09	2,44
Sainte-Thérèse	1,14	19,40	9,30
Sainte-Rose	1,14	19,40	9,30
Rosemère	1,60	31,28	14,99
Terrebonne	2,55	56,85	27,24

Q CRITIQUE PRISES D'EAU EN ÉTÉ 2002

Prise d'eau	Q cumulatif OMAE	0,5	1,0
Saint-Eustache	0,14	4,48	2,15
Sainte-Thérèse	0,92	21,35	10,23
Sainte-Rose	0,92	21,35	10,23
Rosemère	1,36	24,10	11,55
Terrebonne	2,29	43,62	20,90

Q CRITIQUE PRISES D'EAU EN AUTOMNE 2002

Prise d'eau	Q cumulatif OMAE	0,5	1,0
Saint-Eustache	0,14	4,55	2,18
Sainte-Thérèse	1,06	23,49	11,26
Sainte-Rose	1,06	23,49	11,26
Rosemère	1,49	31,35	15,02
Terrebonne	2,48	54,82	26,27

Q CRITIQUE PRISES D'EAU SELON LES Q ET CHARGES MOYENNES DE 2002

Prise d'eau	Q cumulatif OMAE	0,5	1,0
Saint-Eustache	0,18	4,30	2,06
Sainte-Thérèse	1,19	33,00	15,81
Sainte-Rose	1,19	33,00	15,81
Rosemère	1,68	45,91	22,00
Terrebonne	2,71	71,98	34,49

DONNÉES DE BASE

[] NH ₃ résiduelle (critère - amont)	0,46	0,96
--------------------------------------------------	------	------

DÉBITS CRITIQUES AUX PRISES D'EAU MUNICIPALES SELON DIVERS SCÉNARIOS (DONT Q DE CONCEPTION OMAE ET NITRIFICATION DANS LES ÉTANGS AÉRÉS)

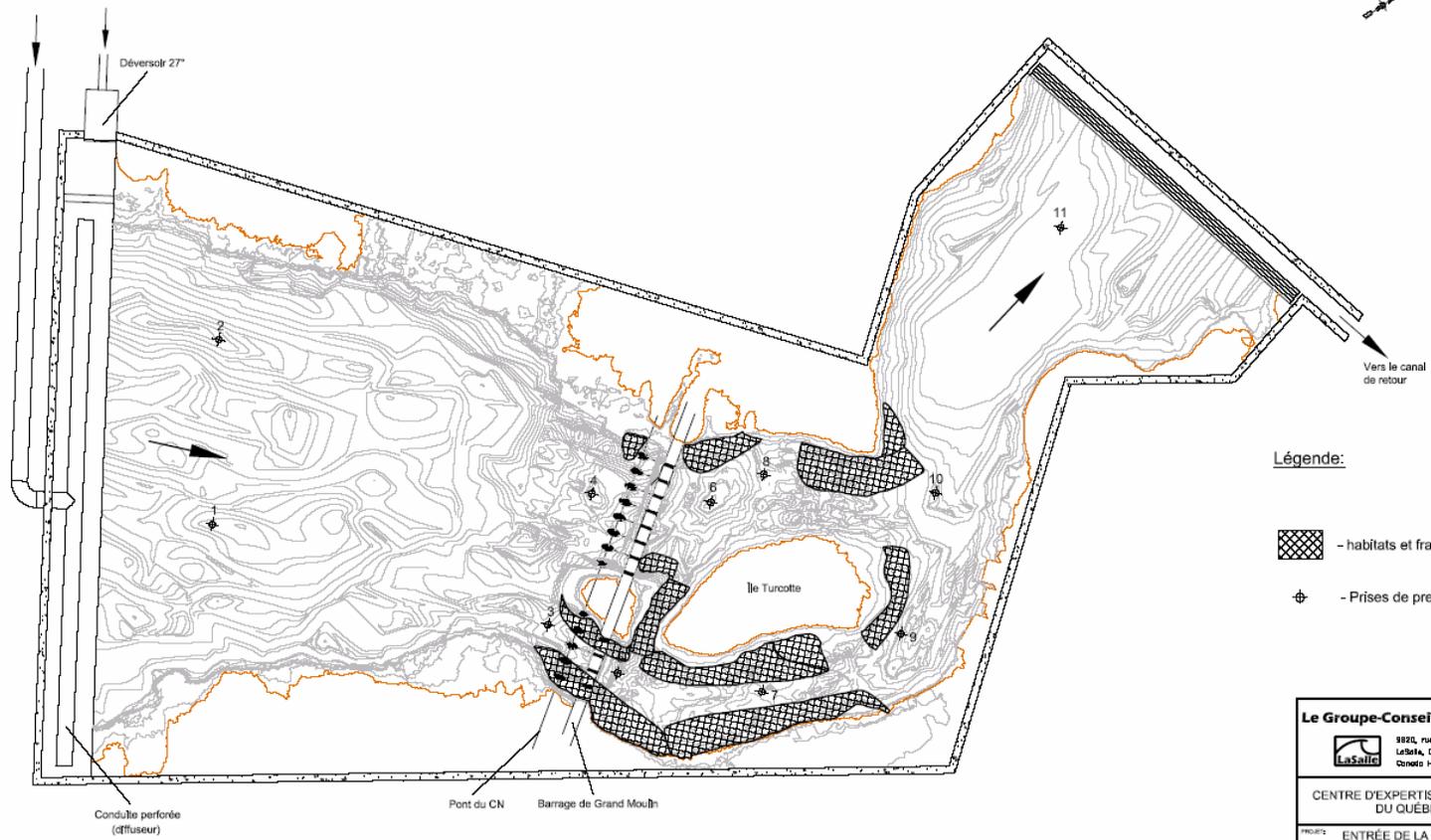
2002					Q CRITIQUE PRISES D'EAU SI Q ÉTÉ 2002 ET NITRIFICATION (2 mg/L dans les étangs)					
	Jour	Débit (m³/d)	NH ₄		Débit Conception m3/d	Débit Conception m3/s	Prise d'eau	Q cumulatif OMAE		
			(mg/l)	(kg/d)						
Deux-Montagnes---EA	hiver	13865,7	15,0	202,2	15478	0,18	Saint-Eustache	0,14	0,60	1,0
	été	11884,1	2,0	23,8			Sainte-Thérèse	0,92	17,47	8,37
	automne	12443,1	14,7	180,9			Sainte-Rose	0,92	17,47	8,37
	année	15232,0	13,0	183,0			Rosemère	1,36	19,37	9,28
Saint-Eustache---BIO	hiver	28113,9	12,1	317,4	29800	0,34	Terrebonne	2,29	34,63	16,60
	été	23955,9	13,5	313,0						
	automne	26987,8	12,0	315,1						
	année	29498,2	11,1	306,9						
Boisbriand---BIO	hiver	5790,8	3,7	21,3	30000	0,35				
	été	10139,3	10,2	114,7			Prise d'eau	Q cumulatif OMAE	0,5	1,0
	automne	15077,3	11,3	170,5						
	année	10398,2	7,2	87,6						
Blainville-Ste-Thérèse---EA	hiver	39757,7	11,9	472,1	46090	0,53	Saint-Eustache	0,18	0,78	0,37
	été	37770,4	2,0	75,5			Sainte-Thérèse	1,38	32,23	15,44
	automne	37242,7	8,1	312,4			Sainte-Rose	1,38	32,23	15,44
	année	41561,6	8,7	356,8			Rosemère	1,91	34,55	16,55
Lorraine (Rosemère)---PC	hiver	20036,0	9,5	230,3	21343	0,25	Terrebonne	3,01	45,81	21,95
	été	19582,0	11,5	242,8						
	automne	21744,6	11,3	267,1						
	année	23626,6	9,5	230,4						
Terrebonne---EA	hiver	32911,2	13,2	433,6	35877	0,42				
	été	31604,4	2,0	63,2			Prise d'eau	Q cumulatif OMAE	0,5	1,0
	automne	32204,6	10,8	350,0			Saint-Eustache	0,14	3,44	1,65
	année	35358,3	10,0	358,3			Sainte-Thérèse	1,06	25,44	12,19
Mascouche (Lachenaie)---EA	hiver	16738,1	22,0	323,9	18100	0,21	Sainte-Rose	1,06	25,44	12,19
	été	14900,2	2,0	29,8			Rosemère	1,49	35,75	17,13
	automne	17206,8	19,0	351,1			Terrebonne	2,48	59,28	28,41
	année	17296,8	20,0	337,2						
Laval (Fabreville)---PC	hiver	50756,0	9,5	230,3	44225	0,51				
	été	33852,5	11,5	242,8						
	automne	37406,7	11,3	267,1						
	année	48034,4	9,5	230,4						
Laval (Sainte-Rose-Auteuil)---BIO	hiver	29252,6	12,7	352,2	36850	0,43				
	été	28706,8	10,6	300,7			Prise d'eau	Q cumulatif OMAE	0,5	1,0
	automne	31089,3	10,5	315,7			Saint-Eustache	0,18	4,30	2,06
	année	30157,6	10,1	296,6			Sainte-Thérèse	1,38	33,00	15,81
TOTAL	hiver	237221,9	10,9	2583,4	277763	3,22	Sainte-Rose	1,38	33,00	15,81
	été	212395,6	6,6	1406,3			Rosemère	1,91	45,91	22,00
	automne	231402,8	10,9	2530,0			Terrebonne	3,01	71,98	34,49
	année	251163,7	9,5	2387,2						
DONNÉES DE BASE										
[] NH3 résiduelle (critère - amont)									0,46	0,96

Nitrification établie à 2,0 mg/L en azote ammoniacal dans les étangs aérés

MENV-DSÉE, 2003-07-10

ANNEXE 3

SCHÉMAS DES ANALYSES DE L'OPTION A SUR MODÈLE RÉDUIT



- Légende:**
-  - habitats et frayères
 -  - Prises de pressions

RÉFÉRENCE: Ministère du loisir, de la chasse et de la pêche
 Service de l'aménagement et de l'exploitation de la faune
 Les Frayères du rapide du Grand Moulín, Rivière des Mille Îles
 par Gérald Massé et al. janvier 1981.

Modèle réduit
 Échelle: 1/60 horizontal
 1/15 vertical

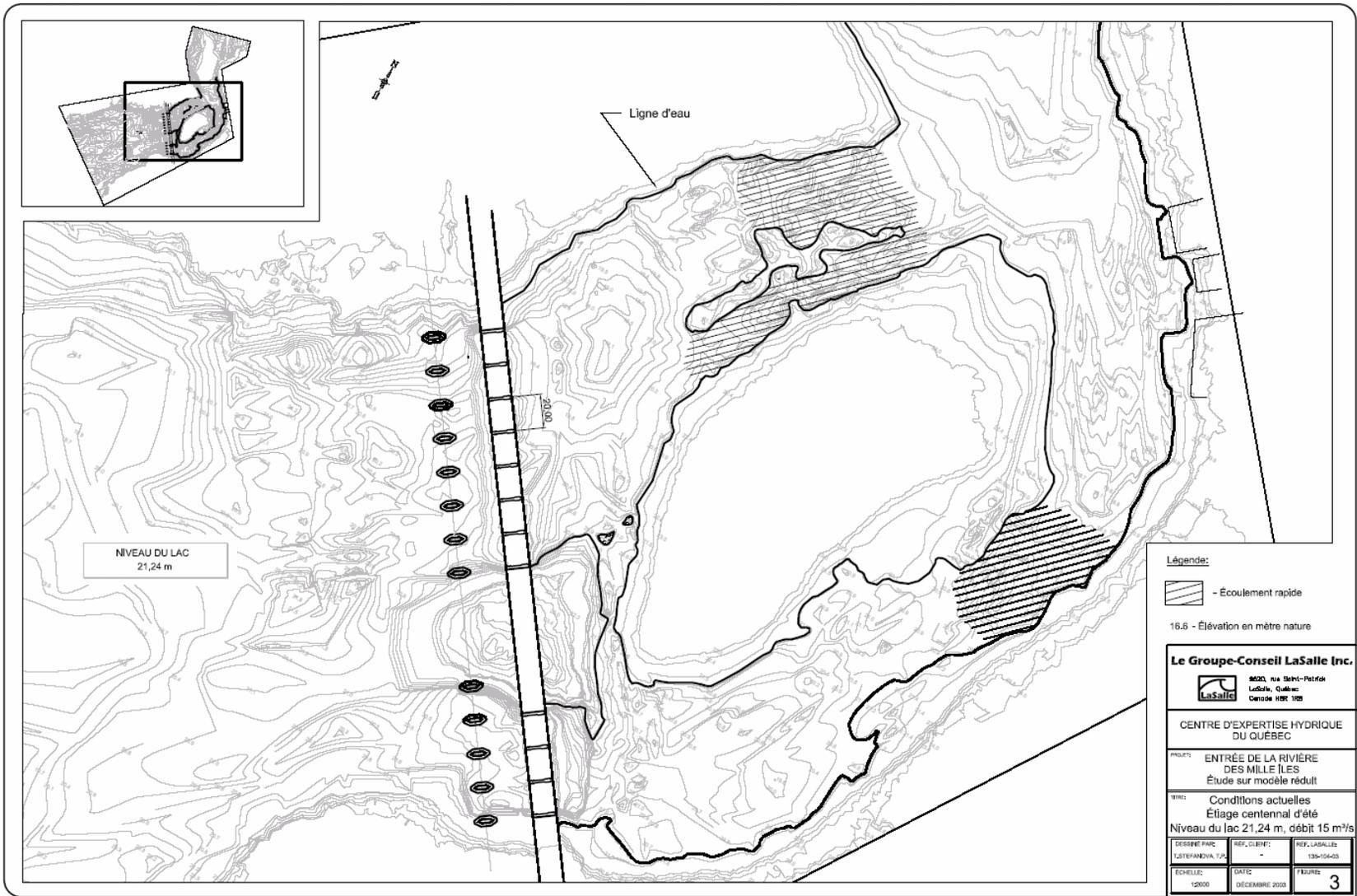
Le Groupe-Conseil LaSalle Inc.
 8820, rue Saint-Patrice
 LaSalle, Du Lac
 Québec H8R 1H8

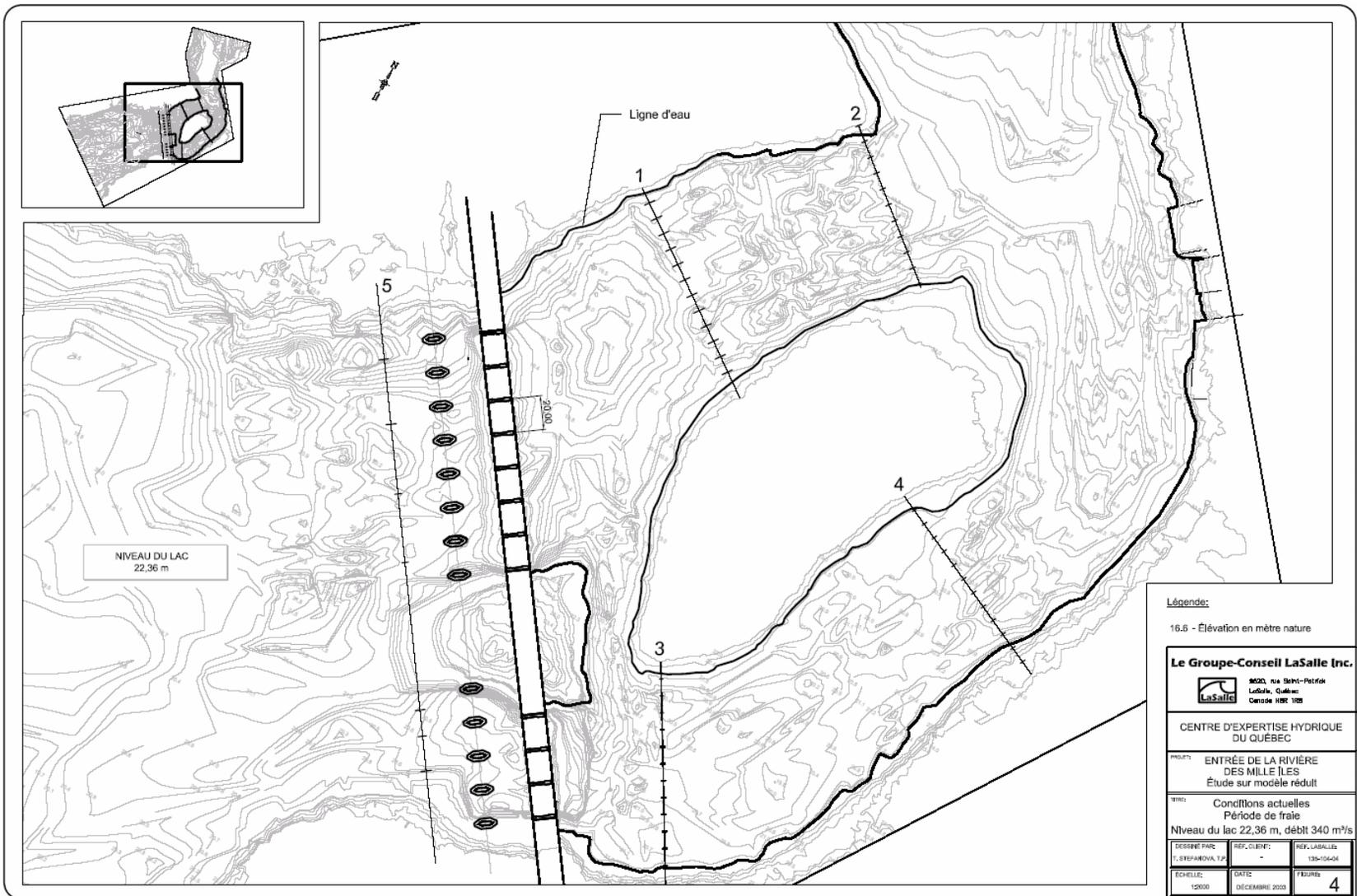
CENTRE D'EXPERTISE HYDRIQUE
 DU QUÉBEC

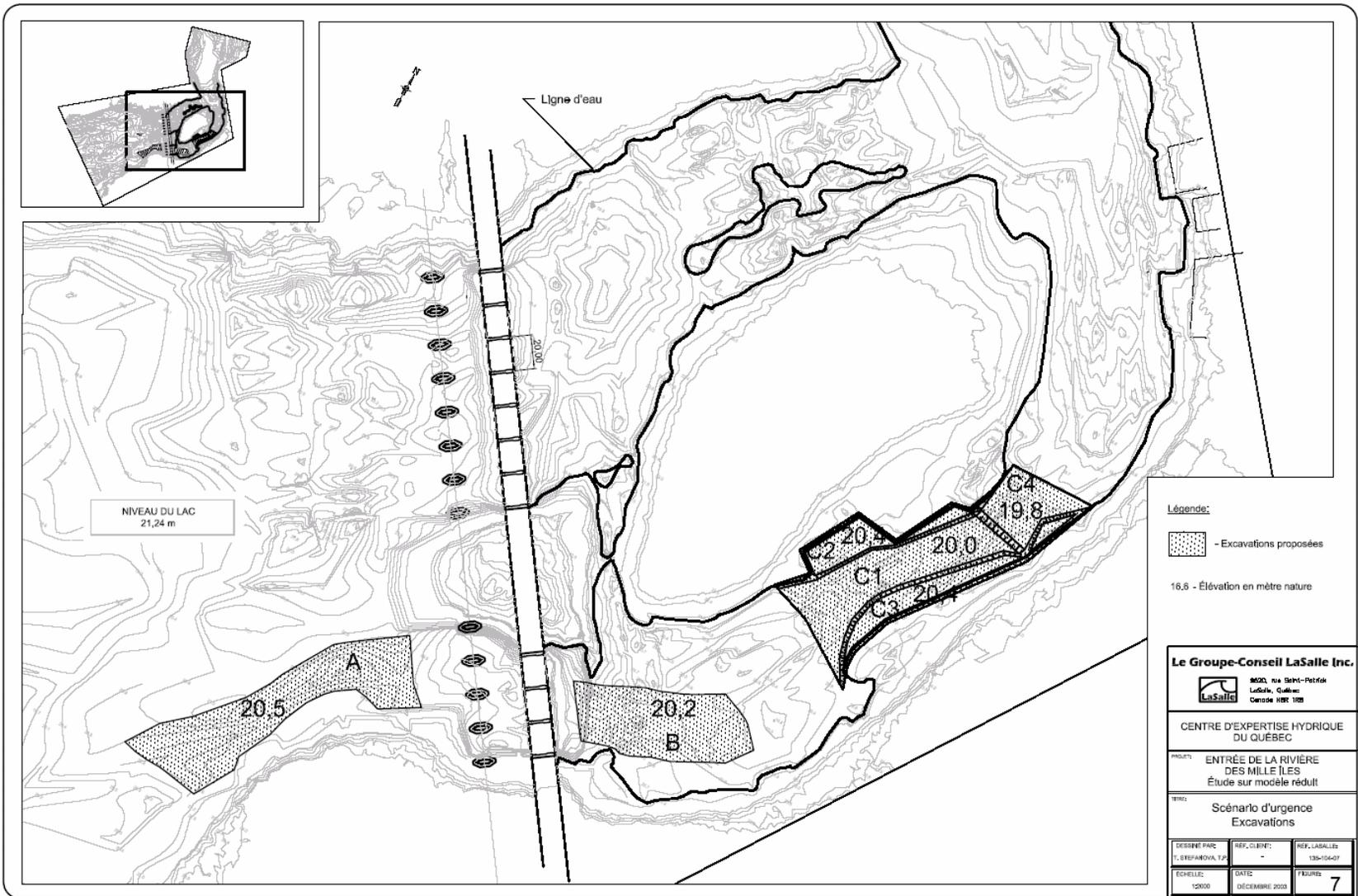
PROJET: ENTRÉE DE LA RIVIÈRE
 DES MILLE ÎLES
 Étude sur modèle réduit

TITRE: Modèle réduit et
 répartition des habitats et frayères

DESIGNÉ PAR: L. STEFANOVA, S.E.	REP. CLIENTS: -	REP. LABALIZ: 136-104-02
ÉCHELLE: 1:2000	DATE: DÉCEMBRE 2003	FIGURE: 2







Légende:

- Excavations proposées

16,6 - Élévation en mètre nature

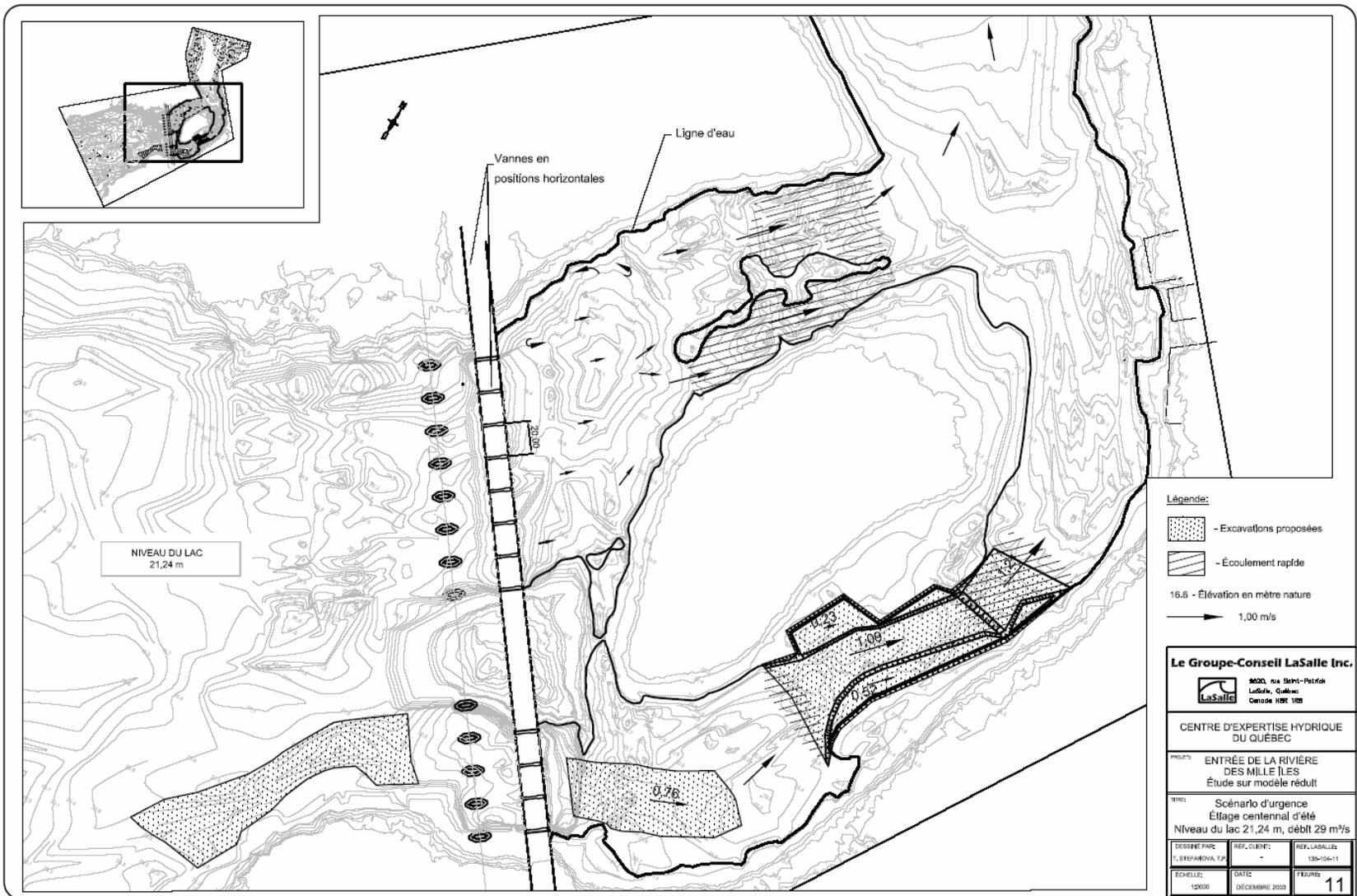
Le Groupe-Conseil LaSalle Inc.
 8620, rue Saint-Patrick
 LaSalle, Québec
 Canada H8R 1H8

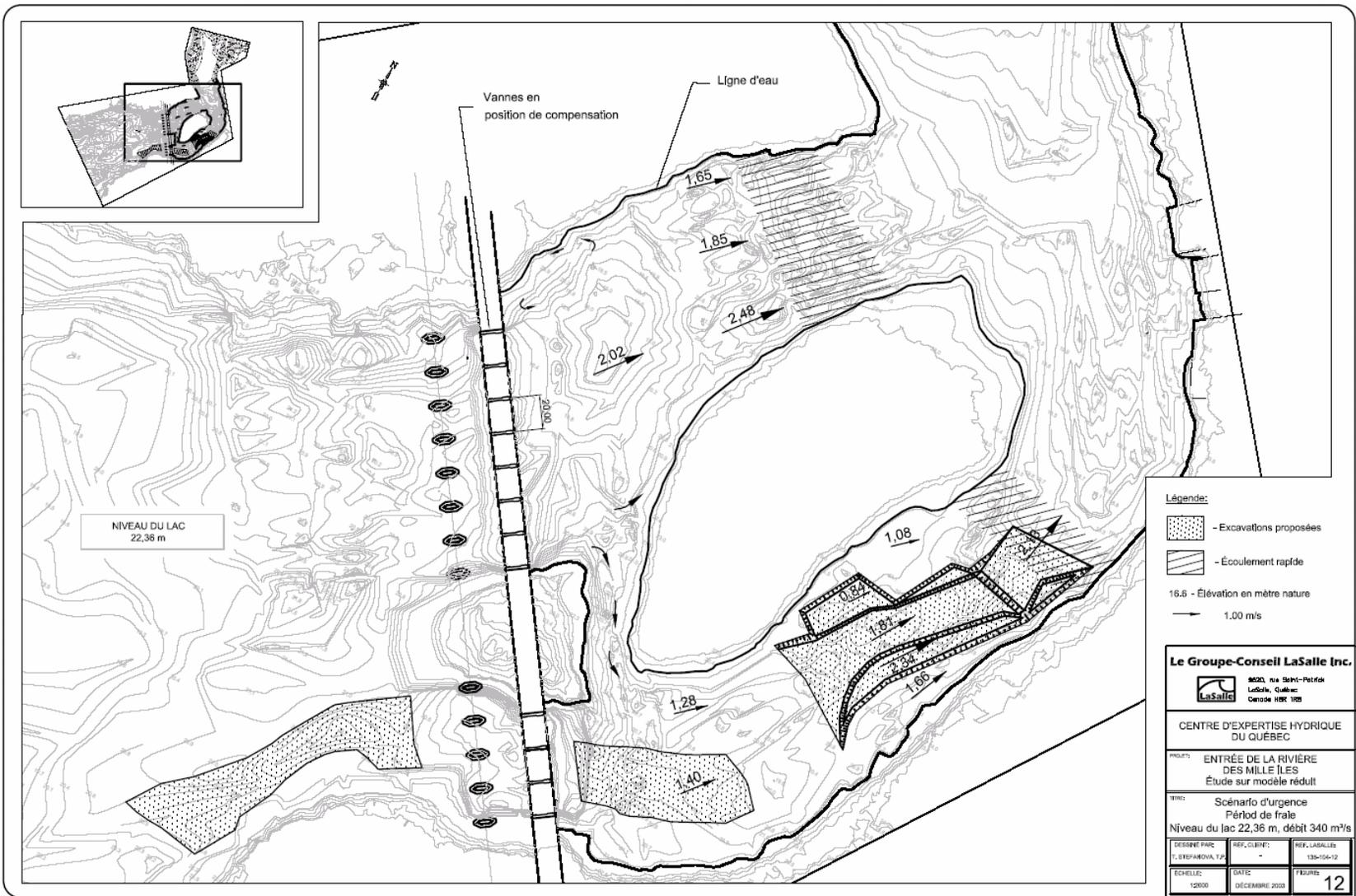
**CENTRE D'EXPERTISE HYDRIQUE
 DU QUÉBEC**

PROJET: ENTRÉE DE LA RIVIÈRE
 DES MILLE ÎLES
 Étude sur modèle réduit

TITRE: Scénario d'urgence
 Excavations

DESSINÉ PAR: L. SYEPANOVA, 122	REF. CLIENT: -	REF. LABALLE: 138-104-01
ÉCHELLE: 1:2000	DATE: DÉCEMBRE 2003	FIGURE: 7





Légende:

- Excavations proposées
- Écoulement rapide
- 16.6 - Élévation en mètre nature
- 1.00 m/s

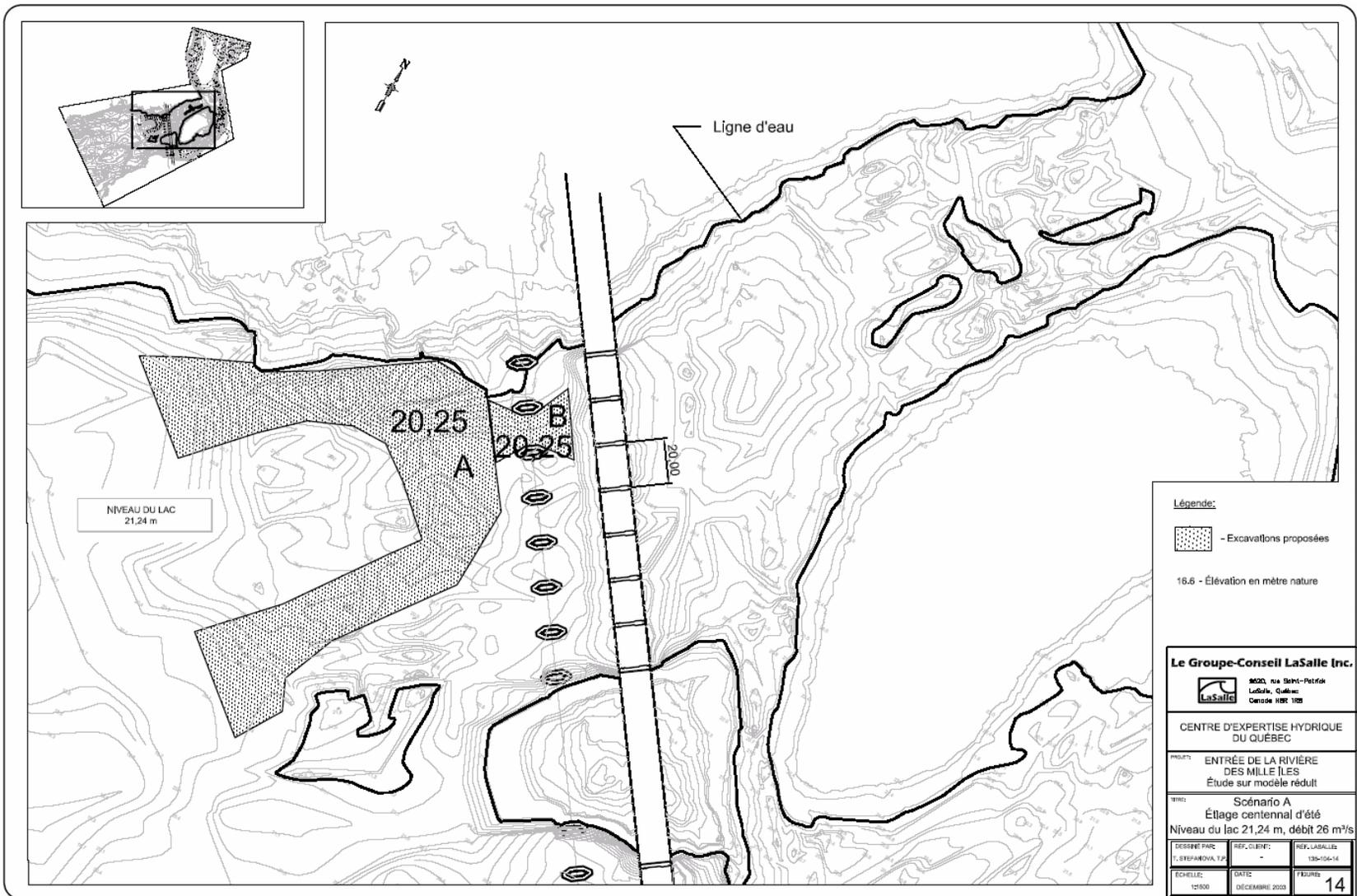
Le Groupe-Conseil LaSalle Inc.
 8620, rue Saint-Patrick
 LaSalle, Québec
 Capitale HST 1100

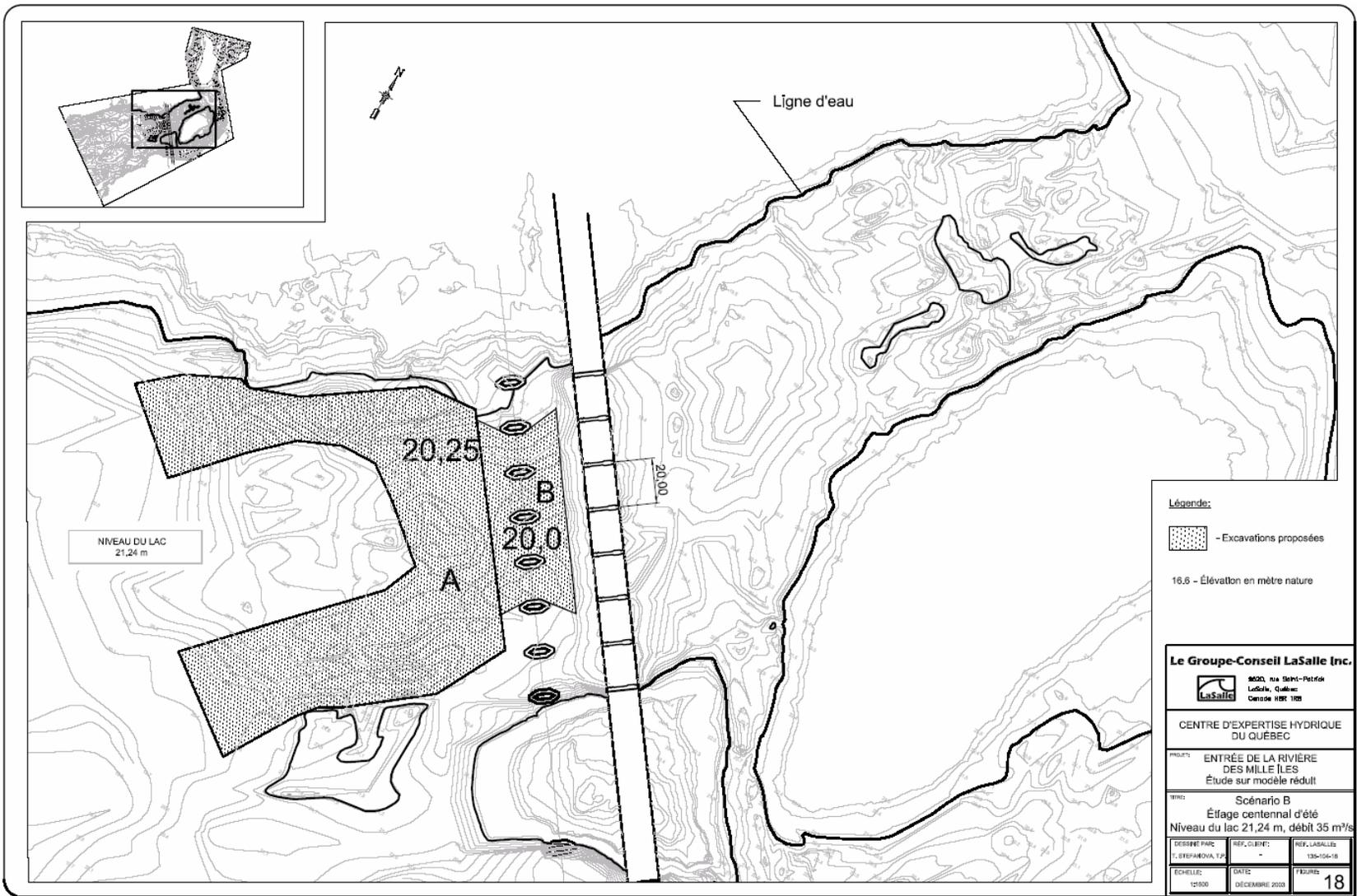
**CENTRE D'EXPERTISE HYDRIQUE
 DU QUÉBEC**

PROJET: **ENTRÉE DE LA RIVIÈRE
 DES MILLE ÎLES
 Étude sur modèle réduit**

TRIM: **Scénario d'urgence
 Périod de fraie
 Niveau du lac 22,36 m, débit 340 m³/s**

DESSINÉ PAR: I. STEPHANOVA, 122	REF. CLIENT: -	REF. LABALLE: 133a-104-12
ÉCHELLE: 1:2000	DATE: DÉCEMBRE 2020	FIGURES: 12





Légende:

- Excavations proposées
- 16,6 - Élévation en mètre nature

Le Groupe-Conseil LaSalle Inc.

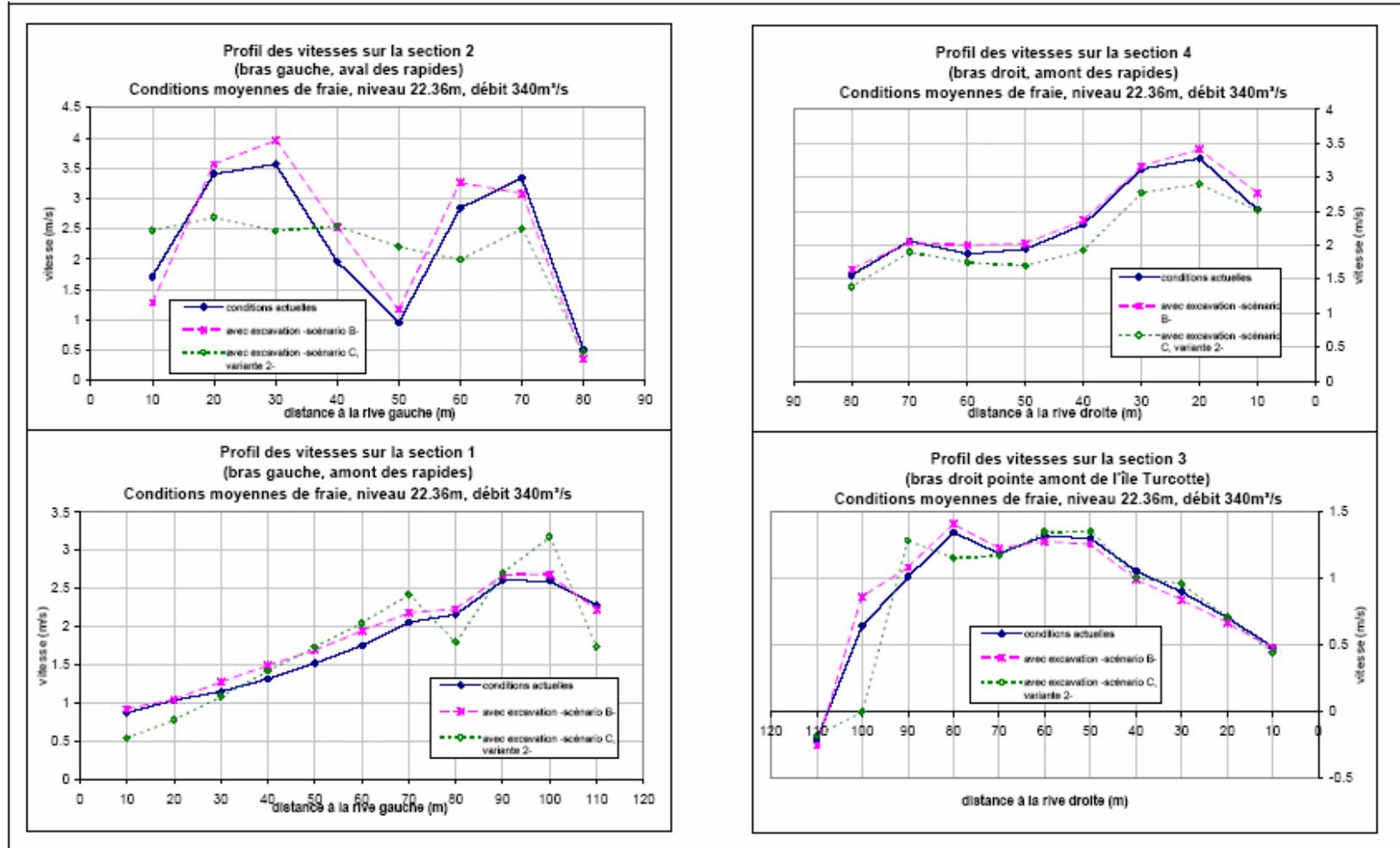
LaSalle 8020, rue Saint-Patrick
Lafayette, Québec
Canada H8P 1Y8

**CENTRE D'EXPERTISE HYDRIQUE
DU QUÉBEC**

PROJET: ENTRÉE DE LA RIVIÈRE
DES MILLE ÎLES
Étude sur modèle réduit

TITRE: Scénario B
Étage centennial d'été
Niveau du lac 21,24 m, débit 35 m³/s

DESSEINÉ PAR: S. STEPHANOVA, I.P.	REF. CLIENT: -	REF. LA SALLE: 135-104-18
ÉCHELLE: 1:25000	DATE: DÉCEMBRE 2003	FIGURE: 18



Groupe-Conseil LaSalle
janvier 2004

FIGURE 23

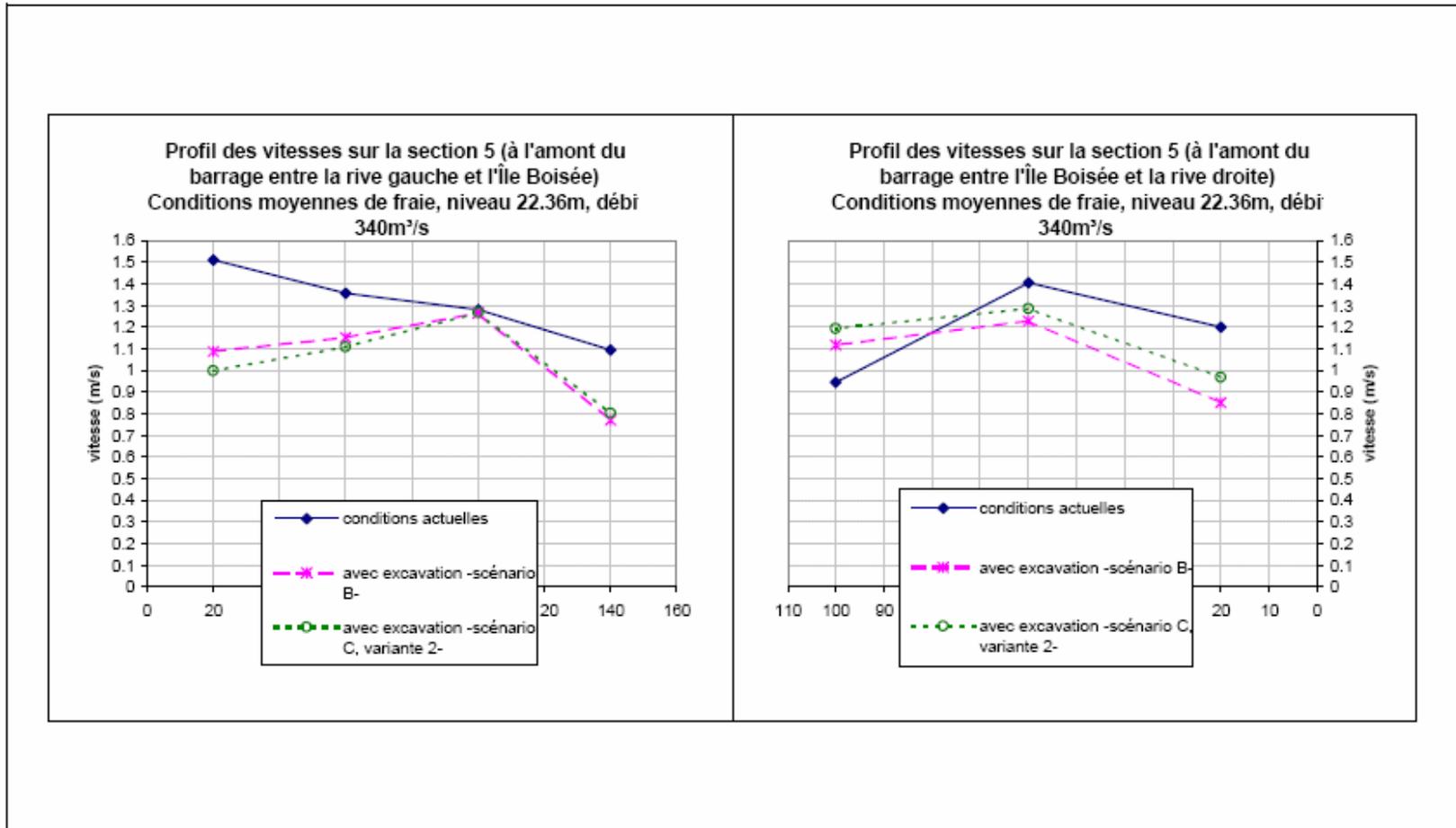
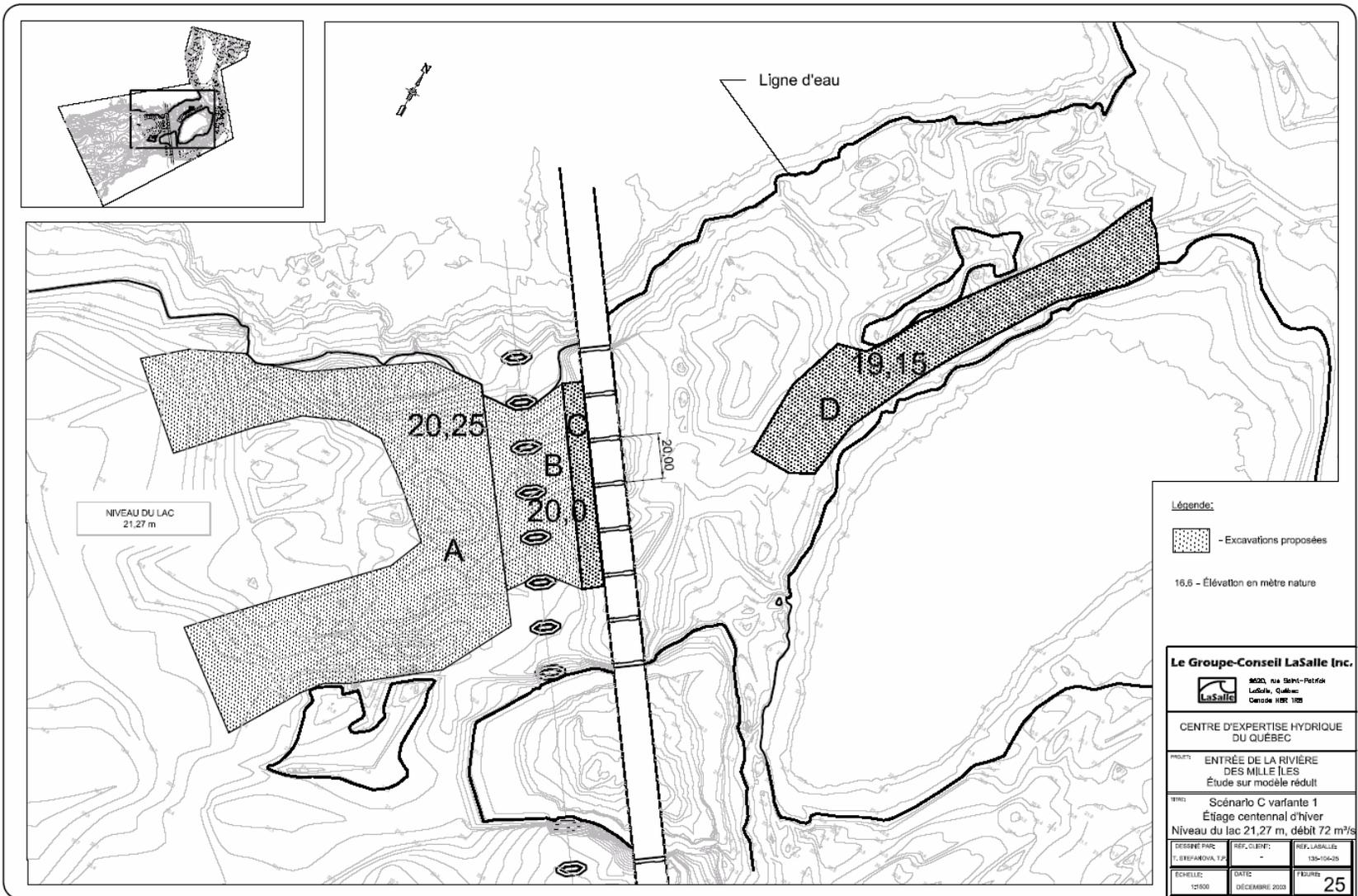
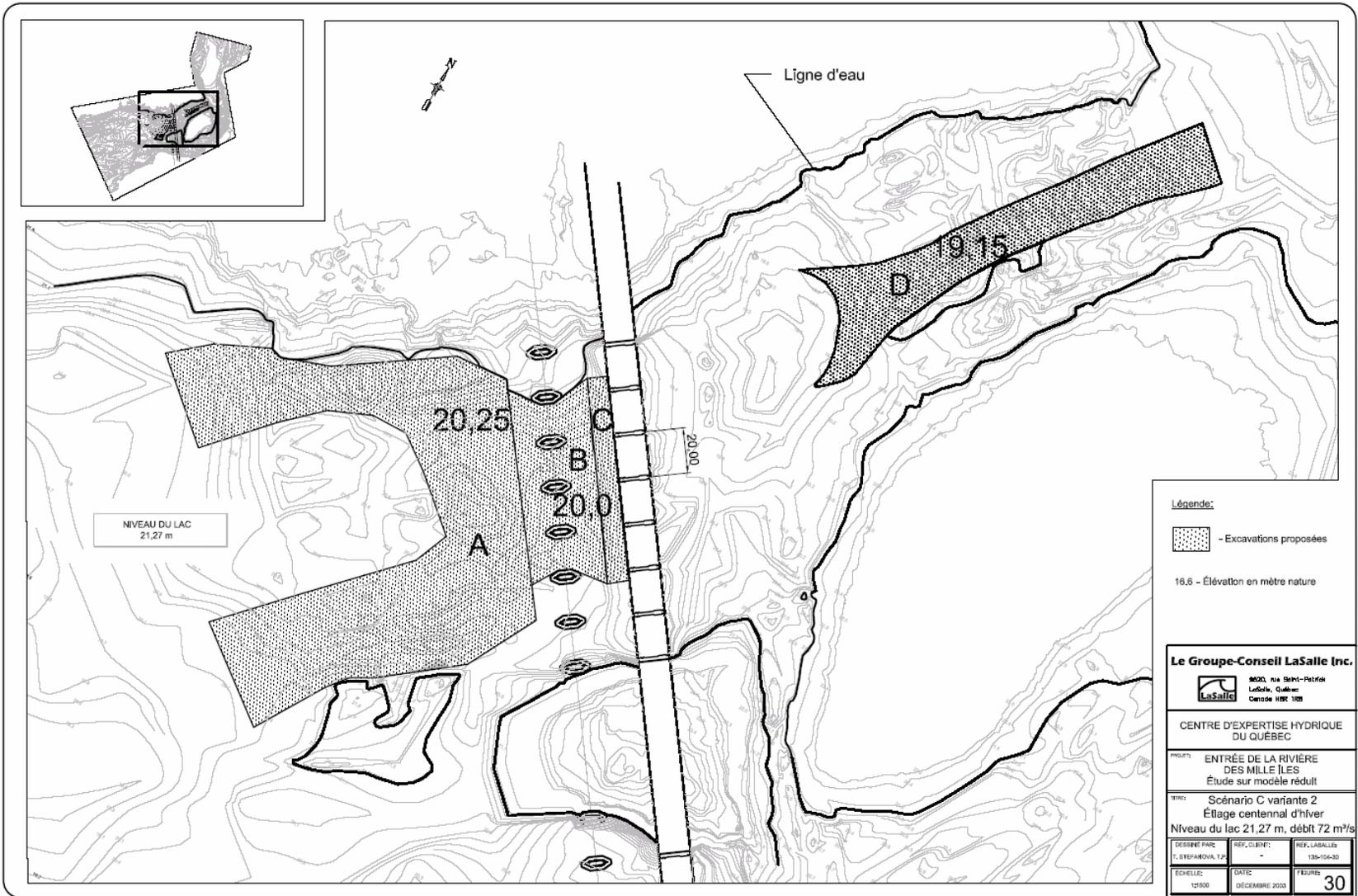
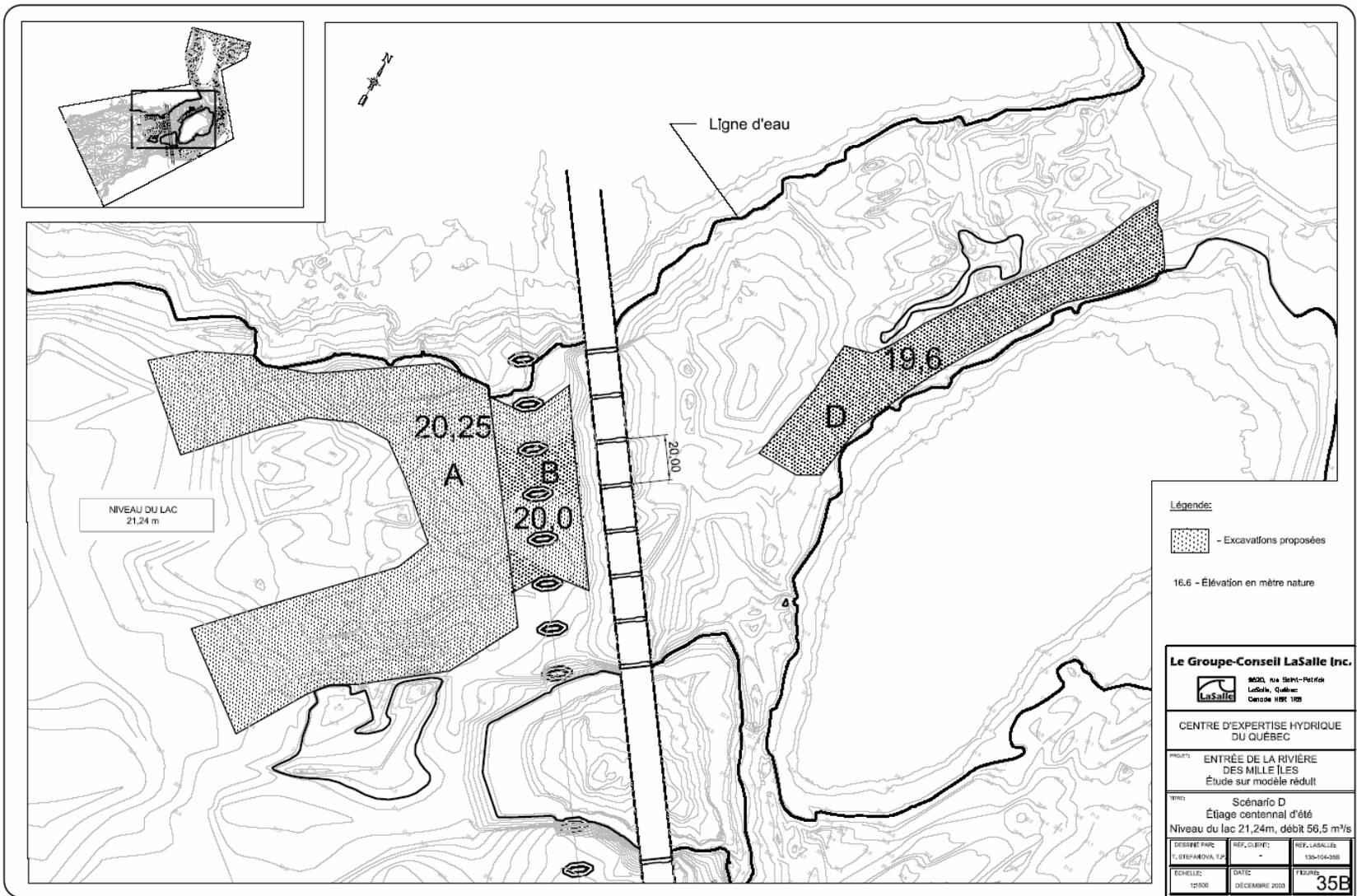


FIGURE 24







Légende:

- Excavations proposées

16.6 - Élévation en mètre nature

Le Groupe-Conseil LaSalle Inc.

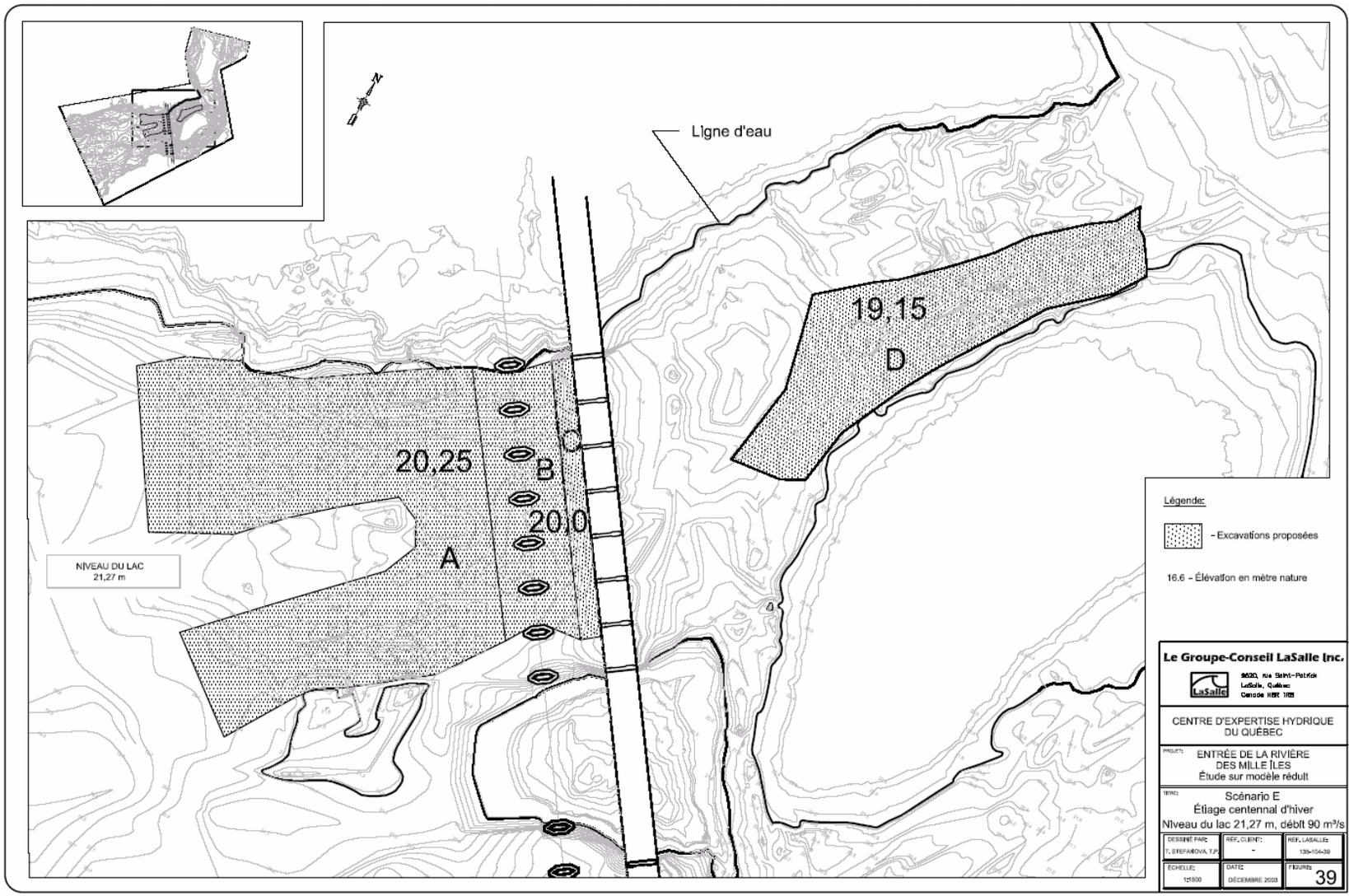
8620, rue Saint-Patrick
Lafayette, Québec
G2R 0K8 (438) 1100

**CENTRE D'EXPERTISE HYDRIQUE
DU QUÉBEC**

PROJET: ENTRÉE DE LA RIVIÈRE
DES MILLE ÎLES
Étude sur modèle réduit

VERSION: Scénario D
Étiage centennal d'été
Niveau du lac 21,24m, débit 56,5 m³/s

DESIGNÉ PAR S. STÉPHANOVA, TPE	REF. CLIENT -	REF. LABALLE 135-104-200
ÉCHELLE: 1:25000	DATE: DÉCEMBRE 2003	FIGURE: 35B



Légende:

 - Excavations proposées
 16.6 - Élévation en mètre nature

Le Groupe-Conseil LaSalle Inc.

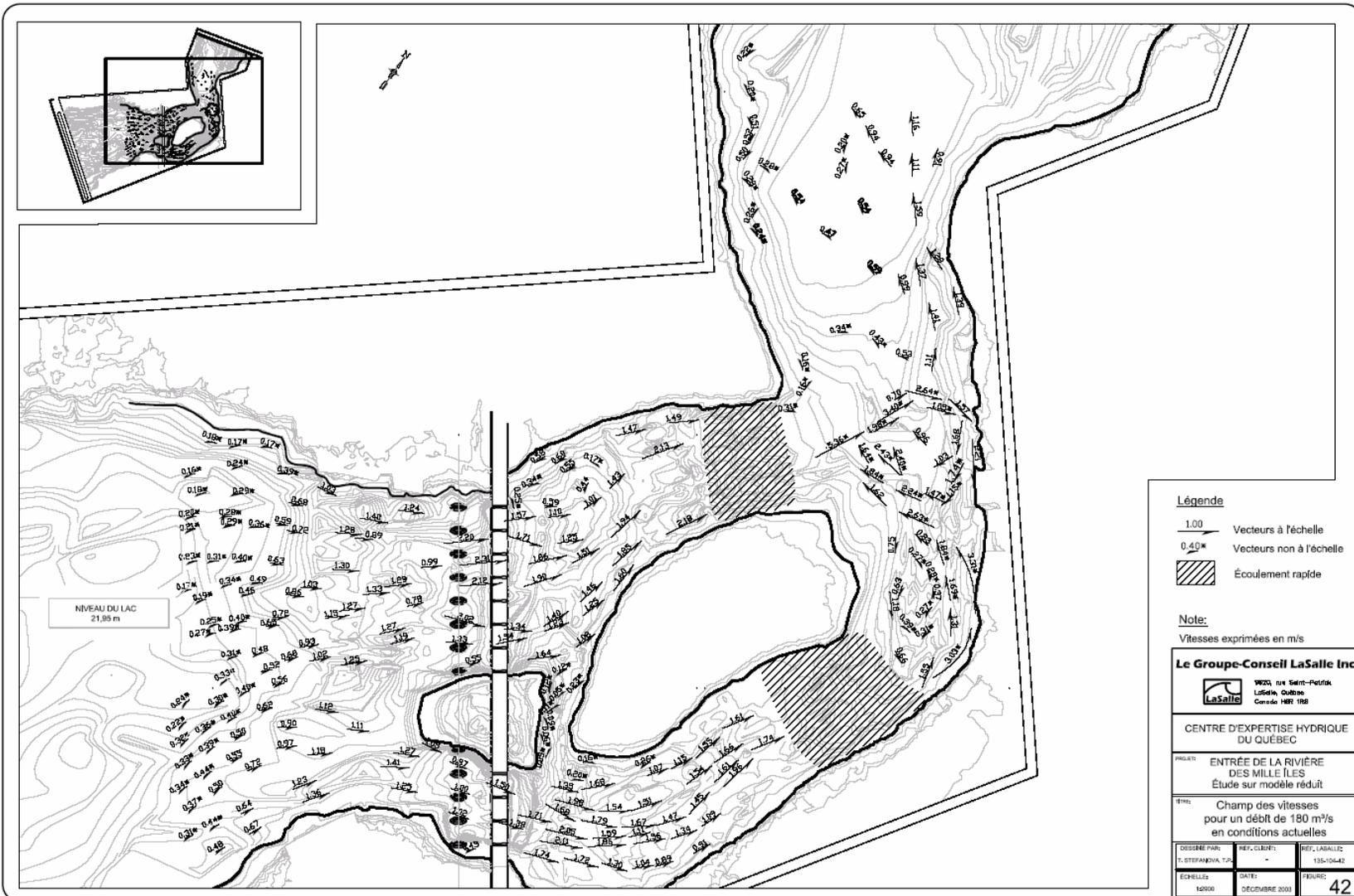
 8620, Rue Saint-Patrick
 LaSalle, Québec
 Capitale HST 108

CENTRE D'EXPERTISE HYDRIQUE
DU QUÉBEC

PROJET: ENTRÉE DE LA RIVIÈRE
DES MILLE ÎLES
Étude sur modèle réduit

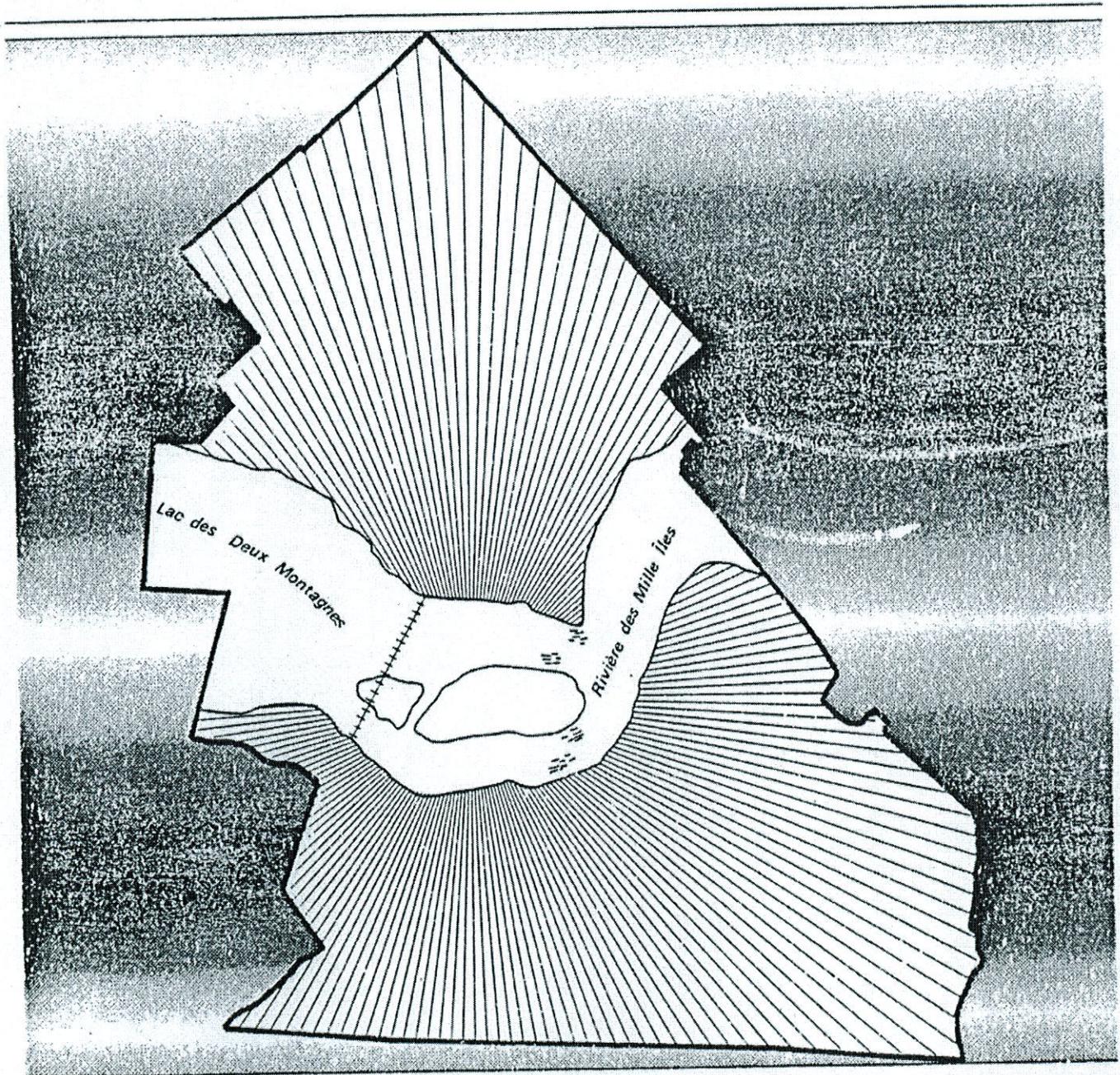
TITRE: Scénario E
Étiage centennial d'hiver
Niveau du lac 21,27 m, débit 90 m³/s

DESIGNÉ PAR T. STEPANOVA, I.P.	REF. CLIENT -	REF. LABALLE 135-154-39
ÉCHELLE 1:500	DATE DÉCEMBRE 2020	FOLIO 39

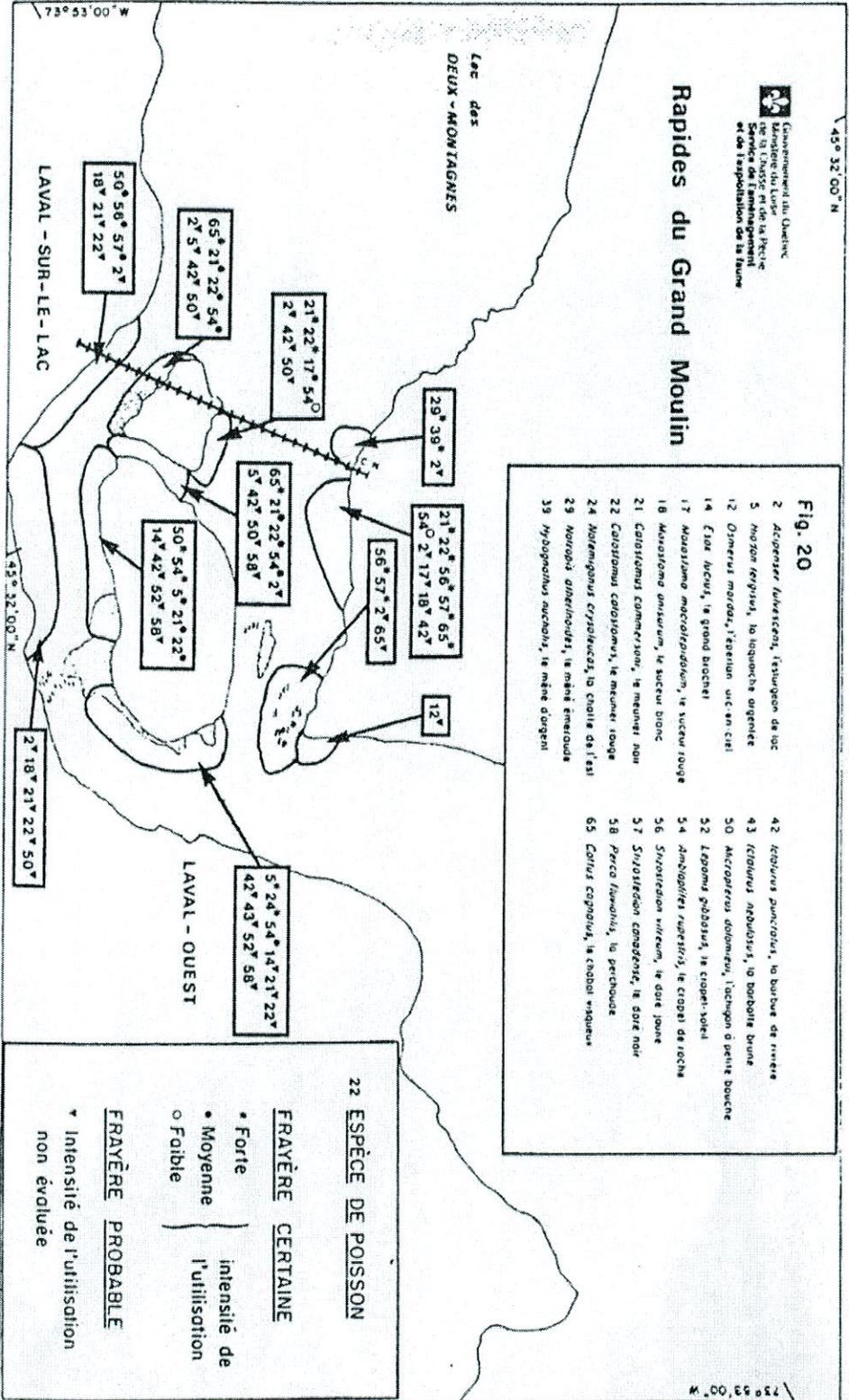


LES FRAYÈRES DU RAPIDE DU GRAND MOULIN, RIVIÈRE DES MILLE ÎLES

Gérard Massé
Jean Leclerc
Pierre Levesque
Louis Saulnier



Rapides du Grand Moulin



ANNEXE 4

ESTIMATION DES COÛTS DE L'OPTION A

TRAVAUX DE DRAGAGE

1. MANDAT

Dans le cadre de l'étude hydraulique de l'exutoire du Lac de Deux-Montagnes vers la rivière des Mille-Îles, le Groupe-conseil Lasalle inc. a mandaté la firme Tecslult dans le but d'effectuer une étude de faisabilité sur les travaux relatifs aux excavations et au confortement des piliers du pont ferroviaire. L'évaluation des coûts comparatifs et la description des travaux de dragage correspondant aux scénarios B et C variante 1 ont été réalisés par l'entrepreneur Excotech inc.

2. RELEVÉS

Des visites de reconnaissance du site ont été effectuées par MM. Alain Plante, ingénieur, et François Passemar, ingénieur, de Tecslult et Excotech respectivement. Les documents relatifs aux travaux d'excavation de roc effectués dans le bras droit de la rivière en 1984, soient les études géotechniques, les recommandations sur les travaux de dynamitage, ainsi que les plans de construction ont été consultés.

3. DESCRIPTION DES TRAVAUX

Essentiellement, les travaux nécessitent la construction d'un batardeau temporaire à l'amont du pont ferroviaire et sont réalisés en deux phases. Compte tenu qu'il faut excaver le fond de la rivière au pourtour de certains piliers du pont ferroviaire dans le bras gauche de la rivière, les semelles des piliers doivent être consolidées par la mise en place d'une surépaisseur de béton ancré à la semelle existante afin d'éviter la perte de roc sous-jacent aux piliers existants. Vous trouverez ci-joint le rapport préparé par Excotech décrivant les méthodes de travail, les contraintes liées aux travaux, les échéanciers et les estimations budgétaires de chacune des variantes d'excavation. Un plan montrant les détails de confortement des piliers du pont est également joint.

3.1 Méthode de travail

Selon les campagnes de forage réalisées antérieurement, le roc est constitué d'un calcaire dolomitique ayant des valeurs d'indice de qualité du roc (RQD) de l'ordre de 50 %, le roc est fracturé et sa capacité portante minimale est de l'ordre de 575 kPa. La hauteur d'eau au droit des excavations est relativement faible de l'ordre de 500 mm.

Le roc étant relativement friable, nous préconisons que les excavations soient réalisées à l'aide d'un marteau hydraulique monté sur pelle (Tramak). Cette méthode de travail permettra d'éviter certaines contraintes reliées aux travaux de dynamitage. La méthode d'excavation mécanique est la même pour chacune des quatre zones A, B, C et D. Les travaux d'excavation dans les zones B et C sont réalisés à sec tandis que ceux des zones A et D sont en eau.

3.2 Excavation en eau – Protection de l'environnement

Dans les secteurs A et D des zones à excaver, le roc est affleurant, il n'y a pas de matériaux fins à excaver, nous n'entrevoions pas de problème de confinement des matériaux excavés. Aucun dispositif de confinement n'est prévu.

Compte tenu qu'il n'y a pas de matériaux fins à excaver en rivière et que les morceaux de roc excavés seront de dimensions relativement importantes, nous prévoyons que seulement de très faibles quantités de matériaux excavés seront charriés en aval des travaux.

Compte tenu de la nature rocheuse du lit de la rivière, du fort courant d'eau et de la faible profondeur d'eau, il serait difficilement réalisable, voir quasi impossible de construire un ouvrage temporaire de retenu des matériaux en suspension.

Pour limiter au minimum les fuites d'hydrocarbures venant de la machinerie lourde durant les travaux, des exigences limitatives devraient être émises lors des appels d'offres. Par exemple, l'utilisation de machinerie récente devrait être préconisée plutôt que la mise en place d'estacades flottantes temporaires pour contenir les fuites d'hydrocarbures qui seraient difficiles à installer dans ce secteur et dont les coûts pourraient être élevés.

3.3 Excavation au voisinage des piles du pont ferroviaire

Les travaux projetés prévoient l'excavation du roc au périmètre de la fondation des piliers du pont ferroviaire. Pour permettre ces excavations, des travaux de renforcement à la base des piliers sont prévus. Ces travaux sont semblables à ceux déjà effectués dans le chenal droit.

Les vibrations imposées à la structure du pont durant les travaux seront minimales et contrôlées lors de l'exécution des travaux. Nous recommandons qu'un trait de scie soit effectué dans le socle rocheux au pourtour des piles du pont, de façon à bien contenir les volumes de roc excavés.

3.3.1 Passage des trains durant les travaux

La méthode de travail que nous préconisons permet de maintenir la libre circulation des trains sur le pont durant les travaux et nos estimations de coûts en tiennent compte. Dans une étape ultérieure du projet, une rencontre devrait avoir lieu avec les autorités concernées pour coordonner les travaux, de façon à ce que la sécurité soit maintenue en tout temps lors du passage des trains durant les travaux.

3.4 Transport des matériaux excavés

Dans nos estimations, nous avons considéré que le réseau routier municipal est compétent pour permettre le transport des véhicules lourds. L'entrepreneur devra s'assurer que les charges des véhicules lourds, dont il fait l'usage durant les travaux, respectent les limites de charge spécifiées sur le permis de transport qu'il aura obtenu au préalable.

Compte tenu du volume important de circulation des véhicules lourds sur les routes secondaires à prévoir durant les travaux, nous avons prévu, dans les estimations des coûts, de réduire le chargement des camions pour minimiser l'impact du passage répété des véhicules lourds. Une investigation devrait être faite au niveau des routes d'accès concernant leur état et leur capacité portante. Des informations pertinentes aux travaux devraient être prises auprès des autorités compétentes en matière de limitation des charges, types de véhicules, débit de circulation, périodes d'opération, etc. dans les zones résidentielles entre autres.

Pour les fins de ce mandat, compte tenu de l'information disponible, nous avons jugé pertinent d'augmenter les coûts pour tenir compte de cette contrainte de circulation.

3.5 Estimation des coûts

Les estimations des coûts des scénarios B et C, variante 1, ont été évaluées en considérant les coûts de main-d'œuvre, des matériaux et de l'équipement pour chacune des activités à réaliser. Nous n'avons pas utilisé la méthode à coût unitaire car ce type de travaux spéciaux s'évalue difficilement avec cette méthode et les coûts obtenus de cette méthode pourraient être très imprécis. Pour obtenir des coûts unitaires associés aux travaux d'excavation et de renforcement des piles, il faut prendre le coût total des items 4, 8 et 9 aux bordereaux et le diviser par la quantité correspondante.

Sont exclues des estimations des coûts, les mesures de protection environnementales ainsi que les travaux de remise en état des routes d'accès.

4. CONCLUSION

L'étude de faisabilité démontre que les travaux d'excavation à faire pour assurer des débits de 35 m³/s pour un niveau du lac de 21,24 m (étiage centennal d'été) et 72 m³/s pour un niveau du lac de 21,27 m (étiage centennal d'hiver) sont viables selon les zones d'excavation proposées suite à l'étude hydraulique.

Préparé par : _____
Alain Plante, ingénieur
Directeur de projet
TECSULT INC.

- p.j. - Rapport Excotech inc., 27 novembre 2003
- Plan de confortement des piliers du pont, Tecsult inc.

Art.	Description	Quantité	Un.	Main-d'oeuvre	Matériaux utilisés	Matériaux permanents	Sous-traitant	Location matériel	PRIX TOTAL	Heures-hommes	
01	Accès amont			3 200 \$	12 960 \$	0 \$	0 \$	1 726 \$	17 886 \$	80	
02	Batardeau amont - Phase 1			14 000 \$	27 866 \$	0 \$	0 \$	12 479 \$	54 345 \$	350	
03	Non utilisé										
04	Excavation en eau amont	7 400	m3	92 400 \$	2 000 \$	0 \$	0 \$	94 689 \$	189 089 \$	2 310	
05	Pont temporaire			24 800 \$	54 670 \$	0 \$	0 \$	8 590 \$	88 060 \$	620	
06	Batardeau - Phase 2			28 800 \$	21 690 \$	0 \$	0 \$	19 859 \$	70 349 \$	720	
07	Assèchement aires B			54 400 \$	4 050 \$	0 \$	0 \$	4 462 \$	62 912 \$	1 360	
08	Excavation de roc à sec	2 000	m3	22 800 \$	2 000 \$	0 \$	0 \$	23 685 \$	48 485 \$	570	
09	Renforcement des piles	660	m3	450 720 \$	27 206 \$	116 879 \$	0 \$	2 309 \$	597 114 \$	11 398	
10	Réaménagement accès amont				5 000 \$				5 000 \$		
Sous-Total Coûts directs				691 120 \$	157 442 \$	116 879 \$	0 \$	167 799 \$	1 133 240 \$	17 408	
Coûts indirects :				15%	des coûts directs				169 986 \$		
Sous-total Directs et Indirects :									1 303 226 \$		
Contingences :				10%	des coûts directs et indirects				130 323 \$		
Sous-total :									1 433 549 \$		
Frais Siège social et Profits :				15%					215 032 \$		
TOTAL									1 648 581 \$		

Note :

Montants augmentés pour protéger la chaussée des rues en diminuant la charge des camions.

Art.	Description	Quantité	Un.	Main-d'oeuvre	Matériaux utilisés	Matériaux permanents	Sous-traitant	Location matériel	PRIX TOTAL	Heures-hommes	
01	Accès amont et aval			6 400 \$	27 920 \$	0 \$	0 \$	3 452 \$	37 772 \$	160	
02	Batardeau amont - Phase 1			14 000 \$	27 866 \$	0 \$	0 \$	12 479 \$	54 345 \$	350	
03	Jetée aval			8 000 \$	83 620 \$	0 \$	0 \$	4 315 \$	95 935 \$	200	
04	Excavation en eau amont et aval	12 500	m3	151 200 \$	2 000 \$	0 \$	0 \$	154 686 \$	307 886 \$	3 780	
05	Pont temporaire			24 800 \$	54 670 \$	0 \$	0 \$	8 590 \$	88 060 \$	620	
06	Batardeau - Phase 2			28 800 \$	21 690 \$	0 \$	0 \$	19 859 \$	70 349 \$	720	
07	Assèchement aires B et C			54 400 \$	4 050 \$	0 \$	0 \$	4 462 \$	62 912 \$	1 360	
08	Excavation de roc à sec	2 400	m3	29 600 \$	2 000 \$	0 \$	0 \$	30 414 \$	62 014 \$	740	
09	Renforcement des piles	660	m3	450 720 \$	27 206 \$	116 879 \$	0 \$	2 309 \$	597 114 \$	11 398	
10	Réaménagement des accès				25 000 \$				25 000 \$		
Sous-Total Coûts directs				767 920 \$	276 022 \$	116 879 \$	0 \$	240 566 \$	1 401 387 \$	19 328	
Coûts indirects :				15%	des coûts directs				210 208 \$		
Sous-total Directs et Indirects :									1 611 595 \$		
Contingences :				10%	des coûts directs et indirects				161 160 \$		
Sous-total :									1 772 755 \$		
Frais Siège social et Profits :				15%					265 913 \$		
TOTAL									2 038 668 \$		

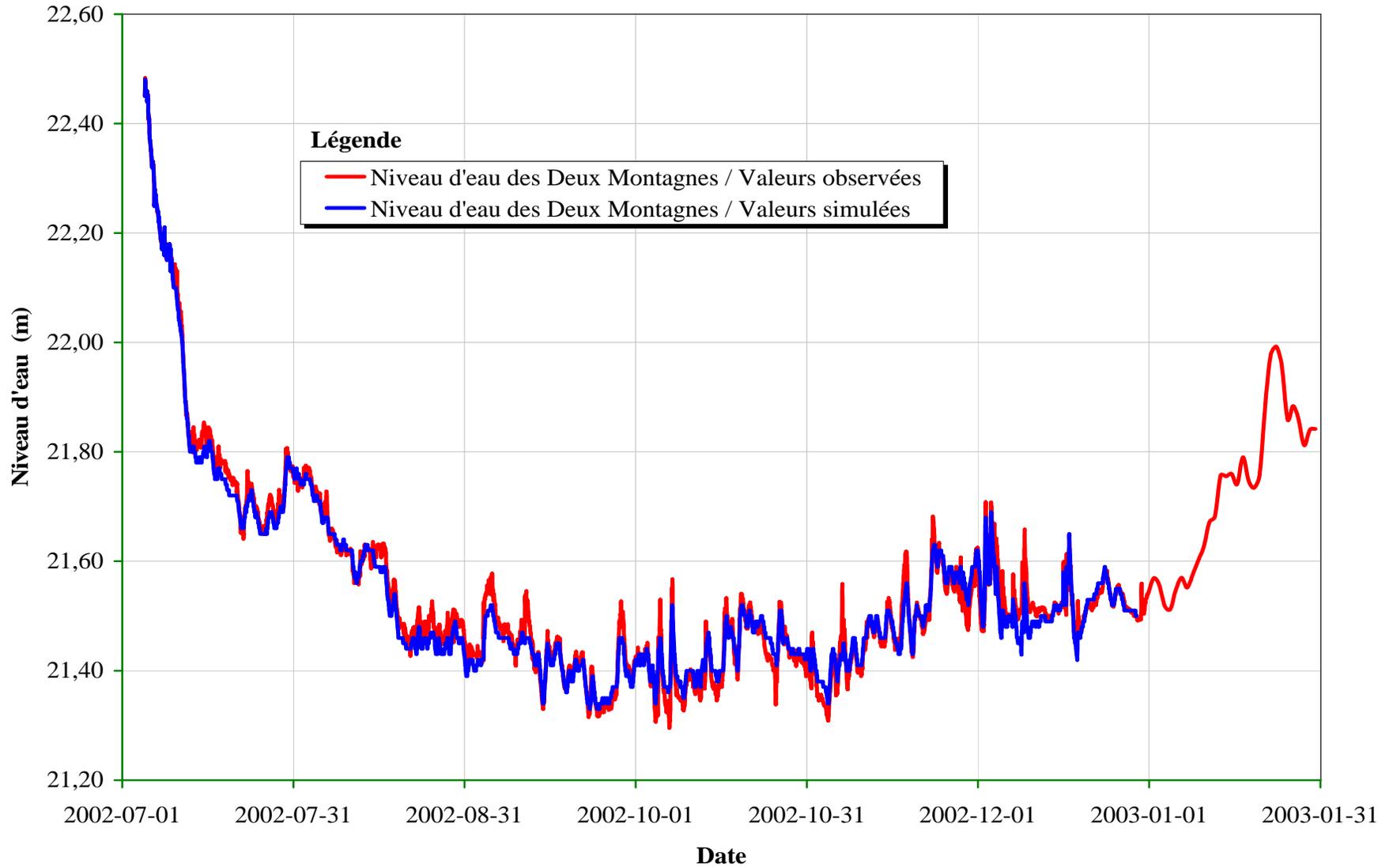
Note :

Montants augmentés pour protéger la chaussée des rues en diminuant la charge des camions.

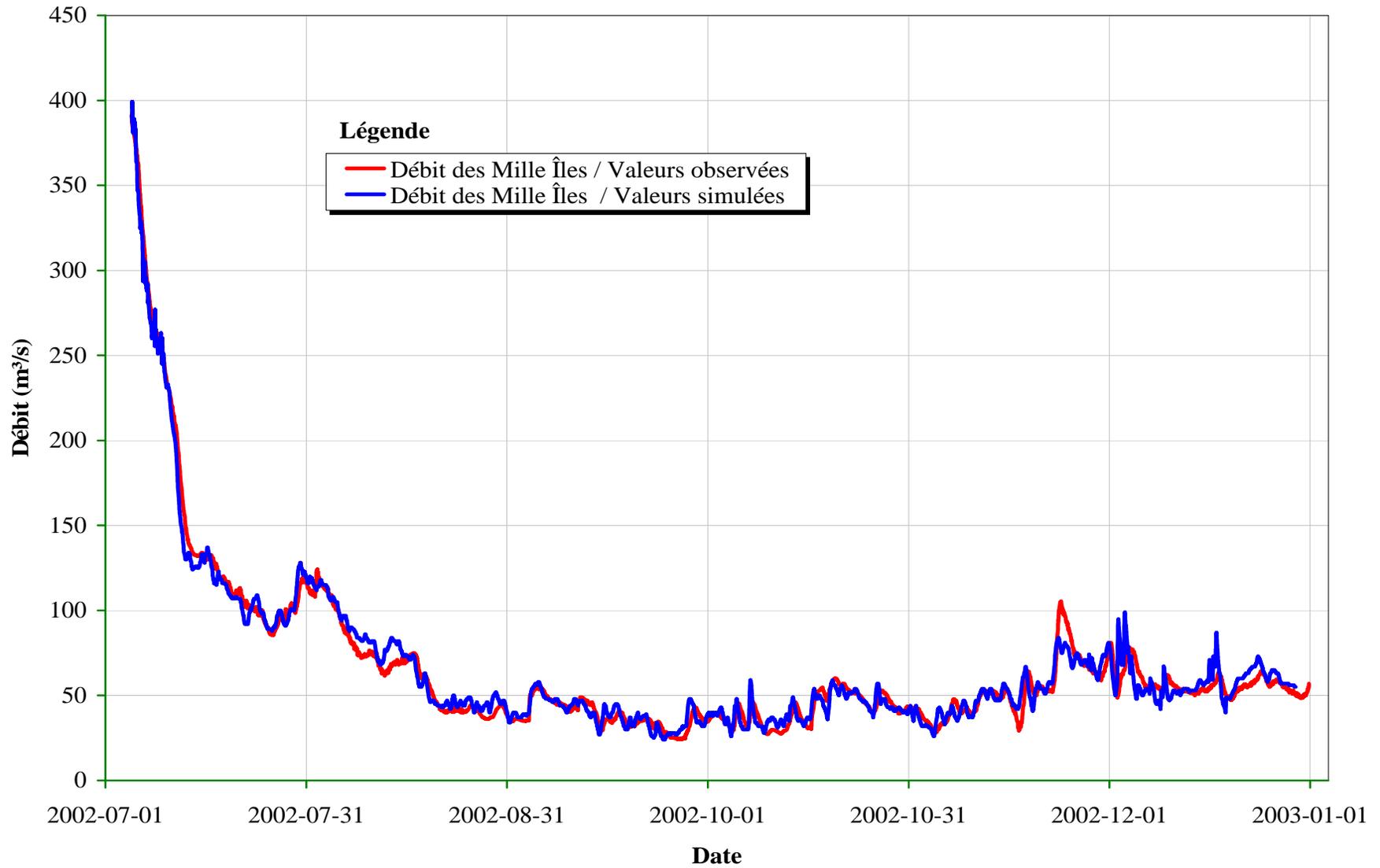
ANNEXE 5

RÉSULTATS GRAPHIQUES DE CALAGE DU MODÈLE ARCHIPEL

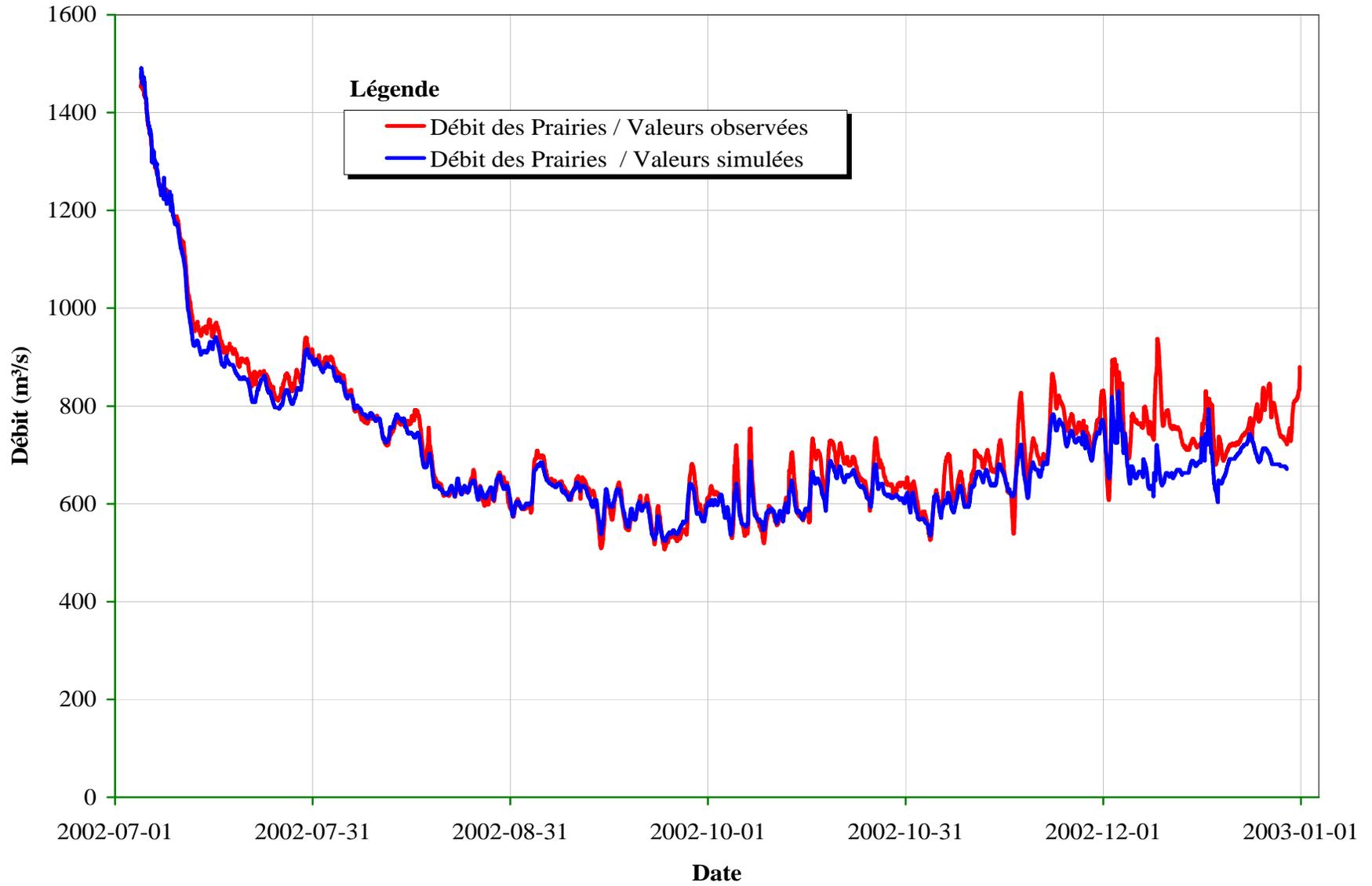
Niveau d'eau du lac des Deux Montagnes - Simulation conditions actuelles - Étiage 2002



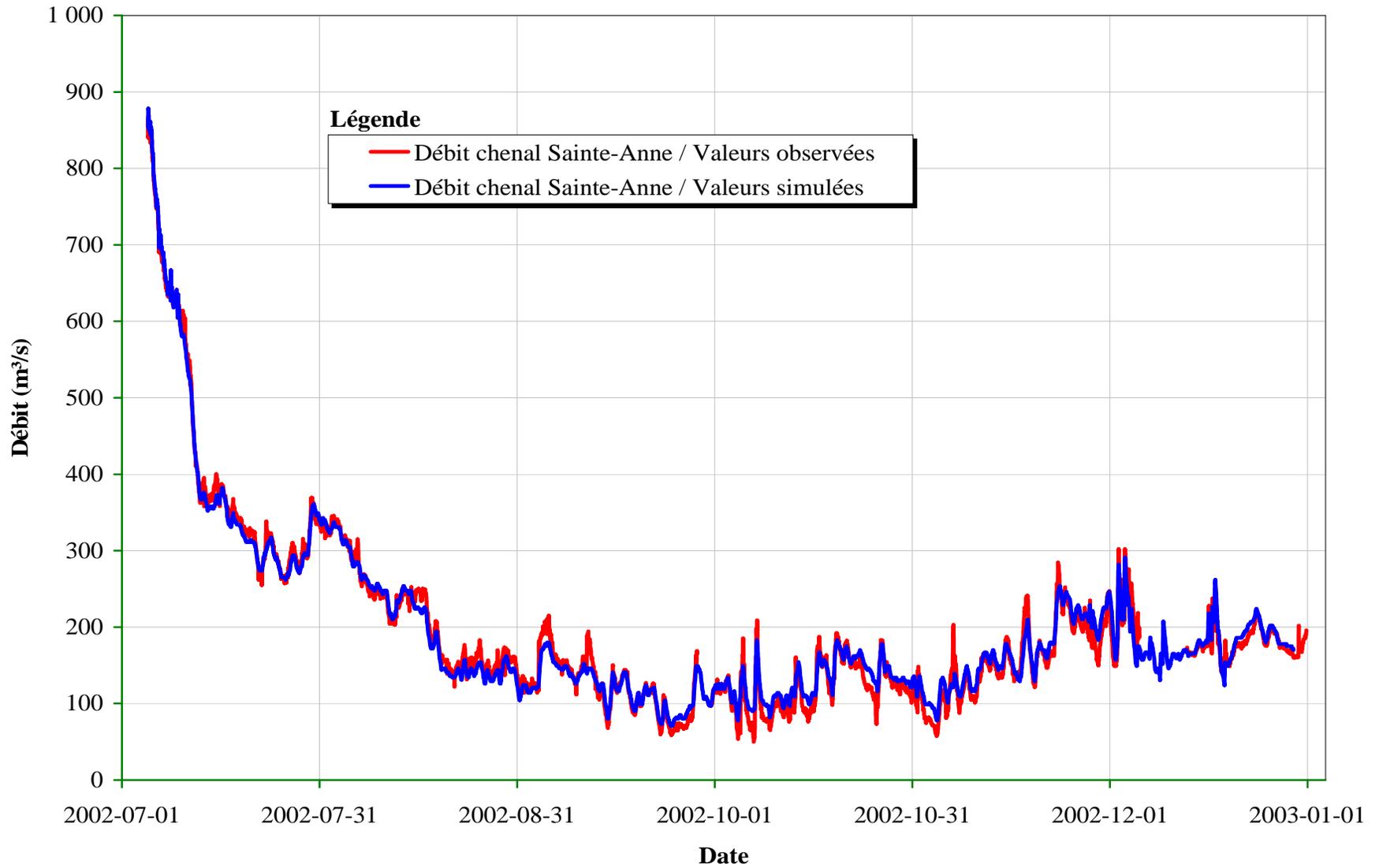
Débites de la rivière des Mille Îles - Simulation conditions actuelles - Étiage 2002



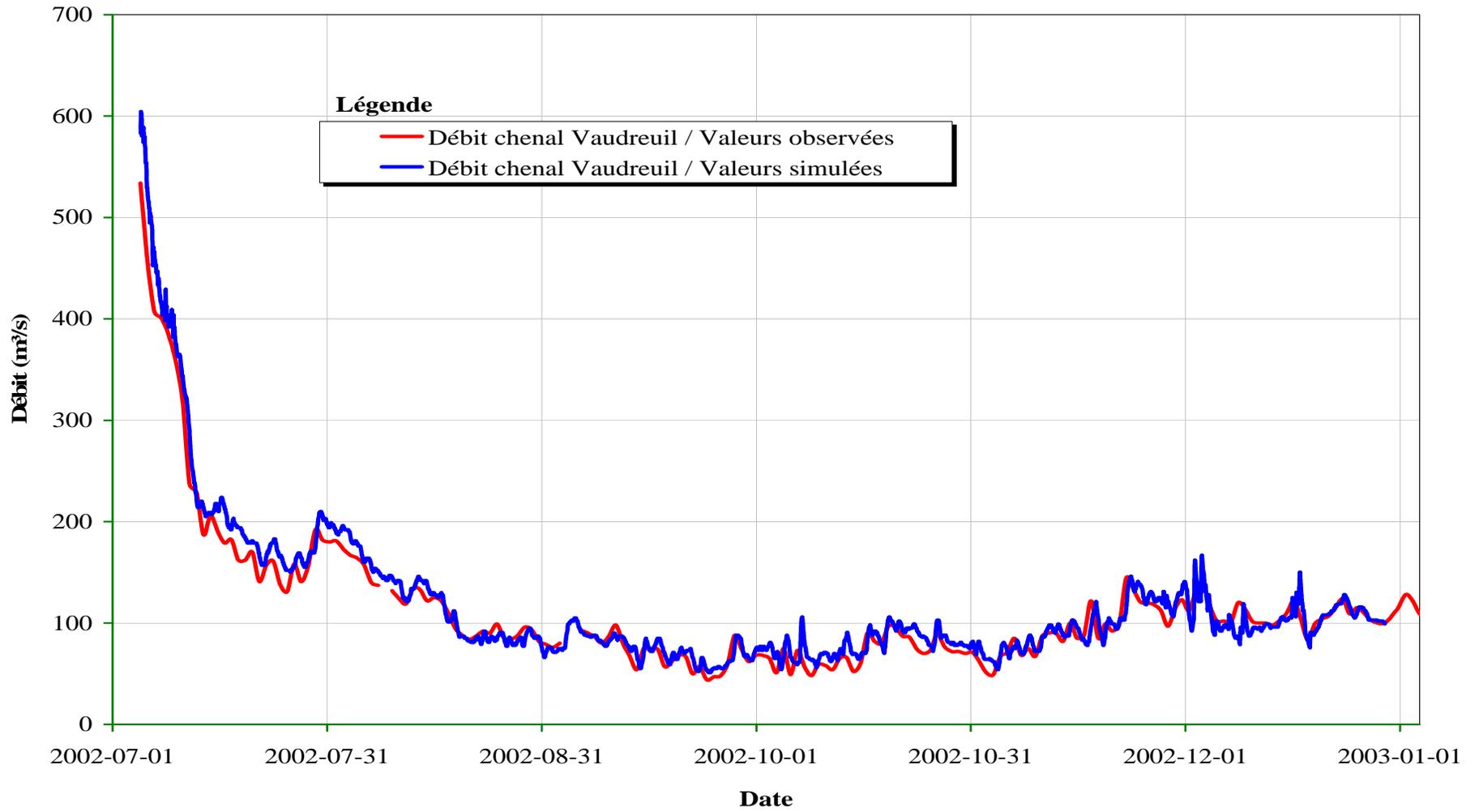
Débits de la rivière des Prairies - Simulation conditions actuelles - Étiage 2002



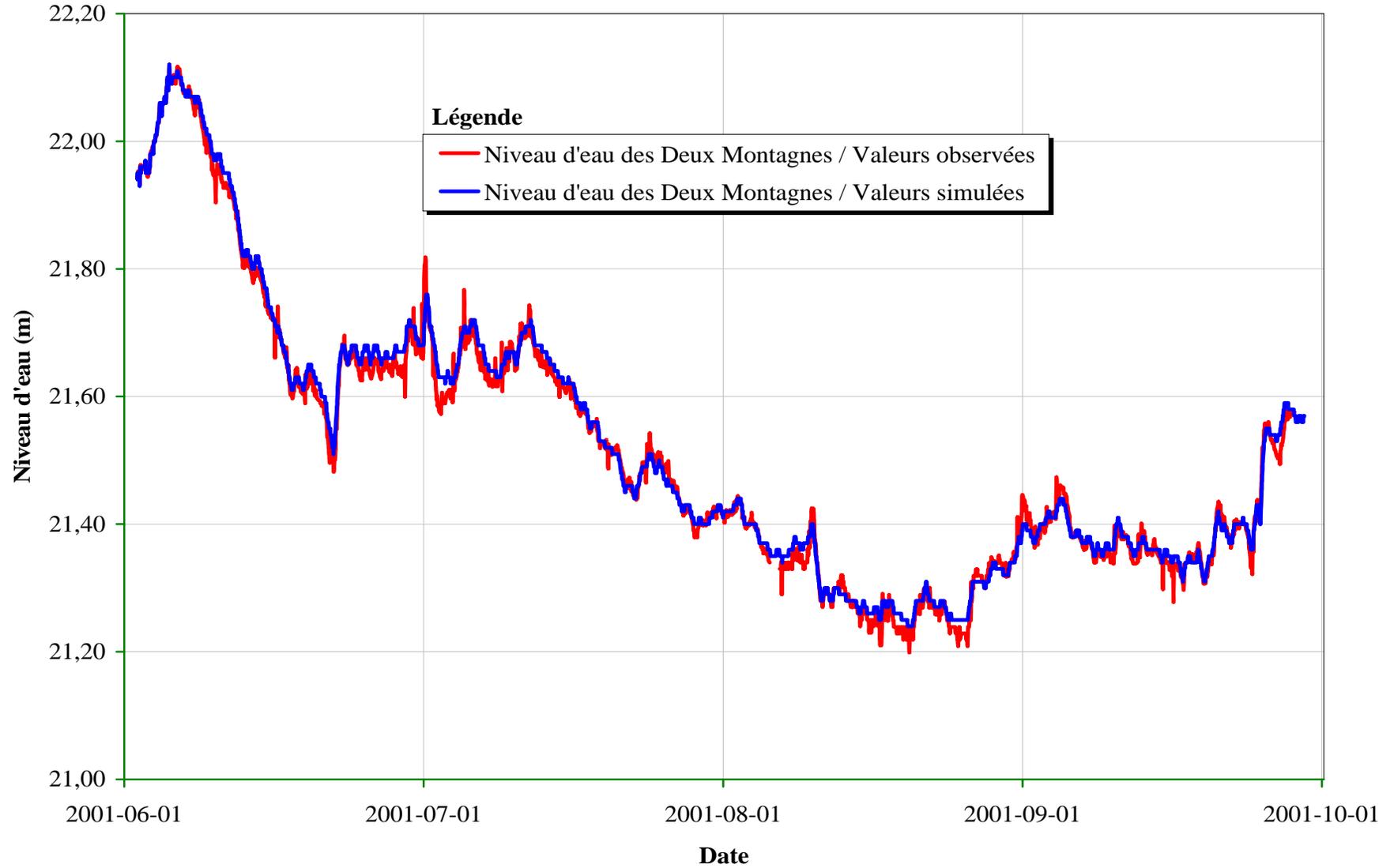
Débites du chenal Sainte-Anne de Bellevue - Simulations conditions actuelles - Étiage 2002



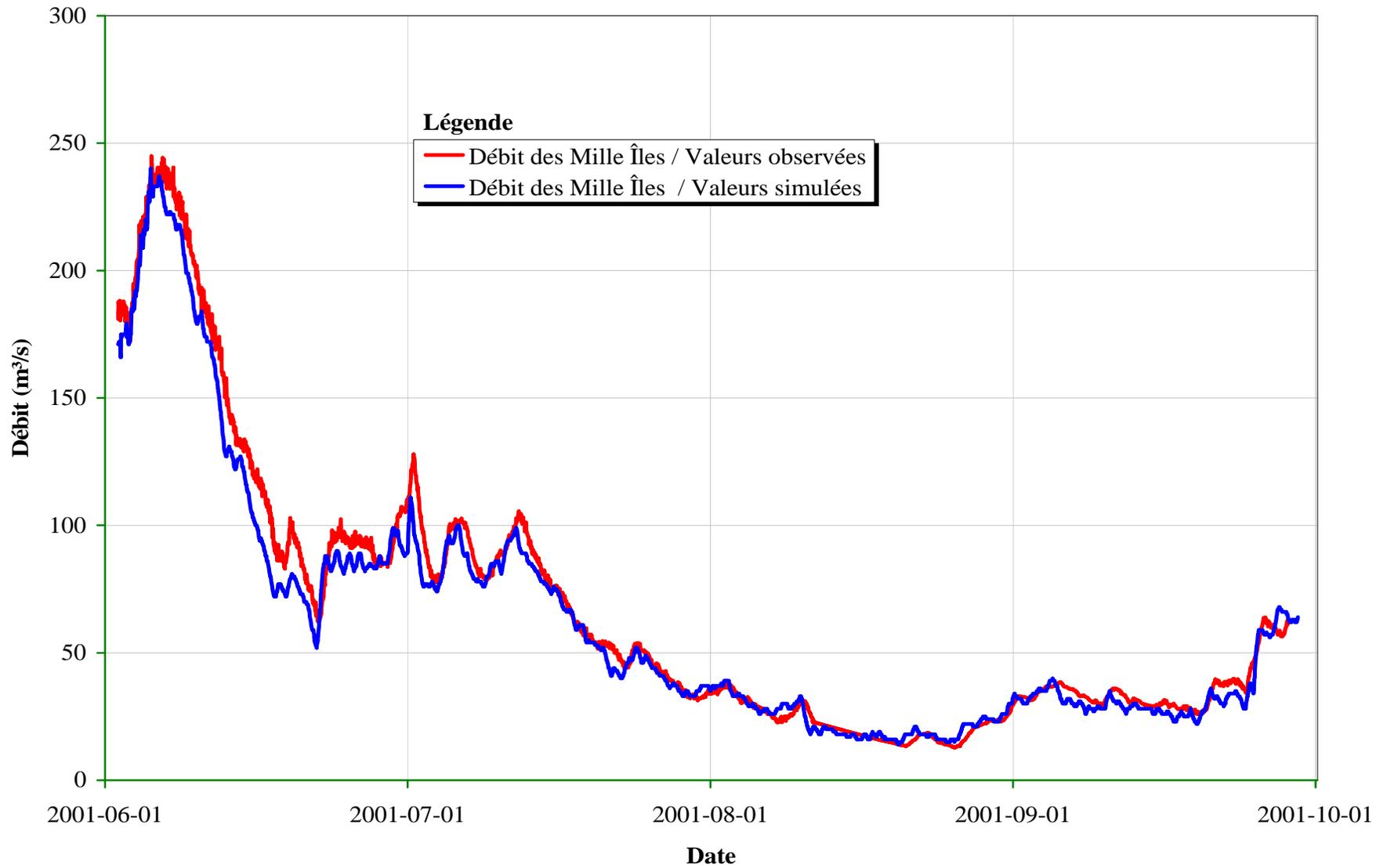
Débits du chenal Vaudreuil - Simulation conditions actuelles - Étiage 2002



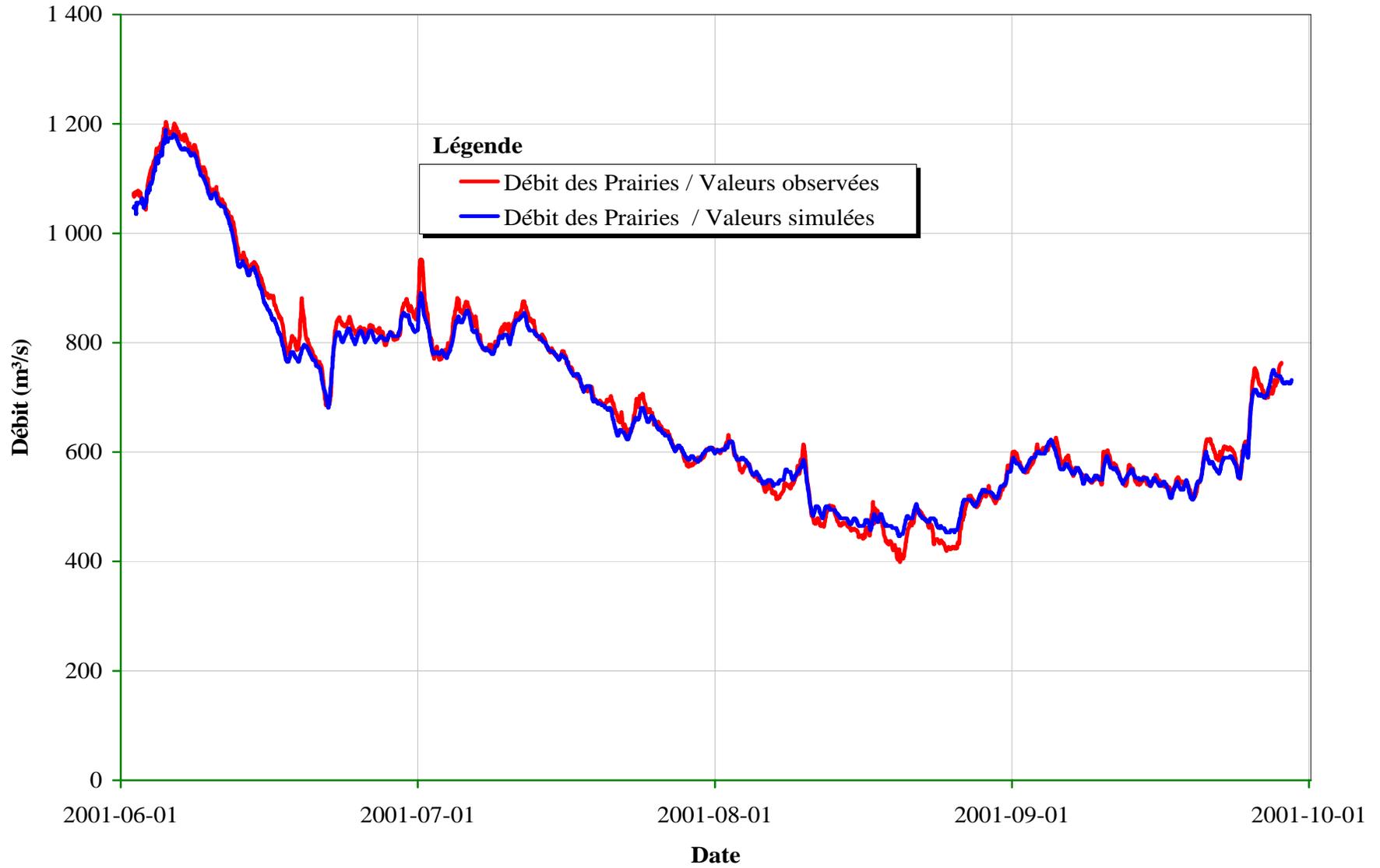
Niveau d'eau du lac des Deux Montagnes - Simulation conditions actuelles - Étiage 2001



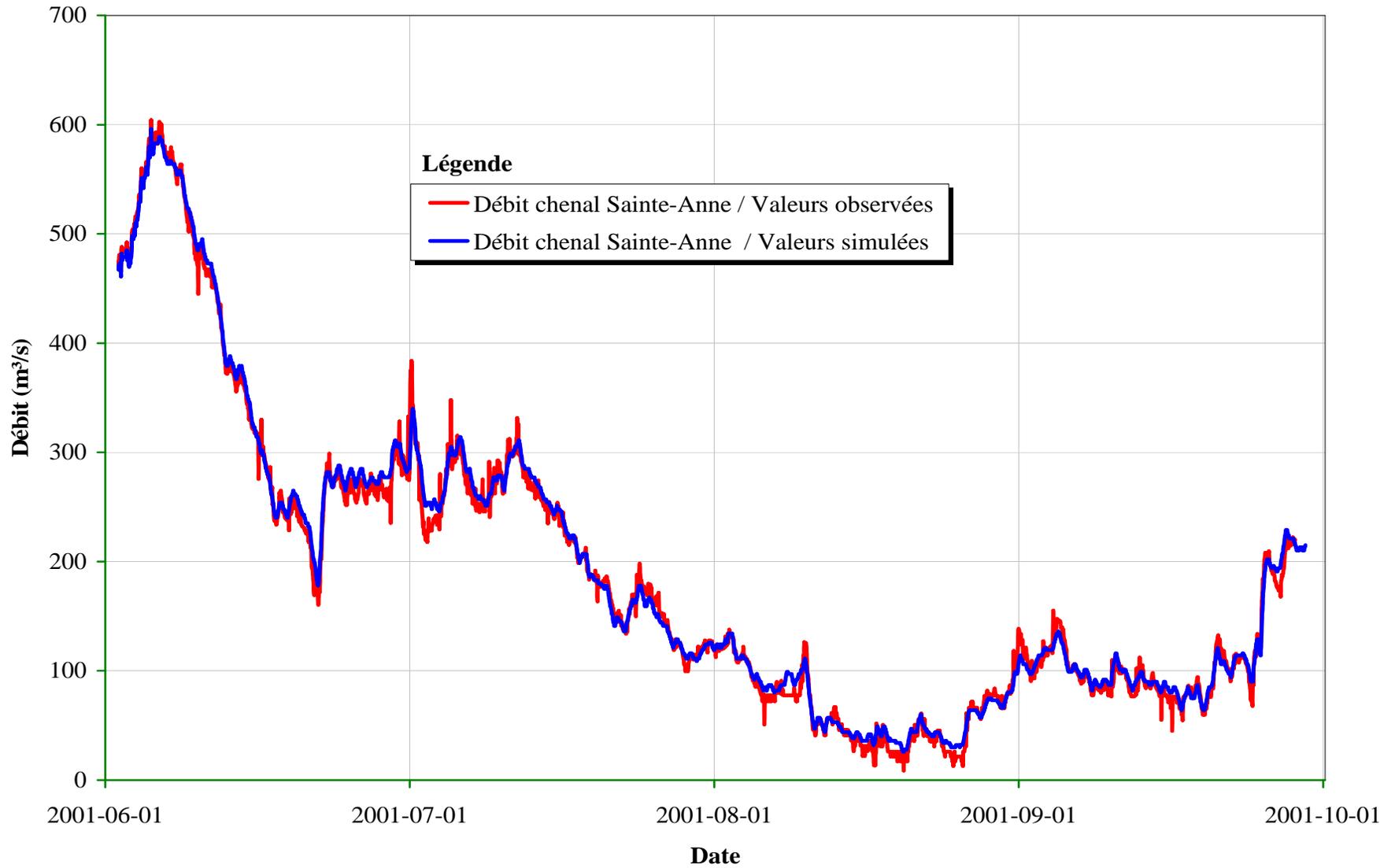
Débit de la rivière des Mille Îles - Simulation conditions actuelles - Étiage 2001



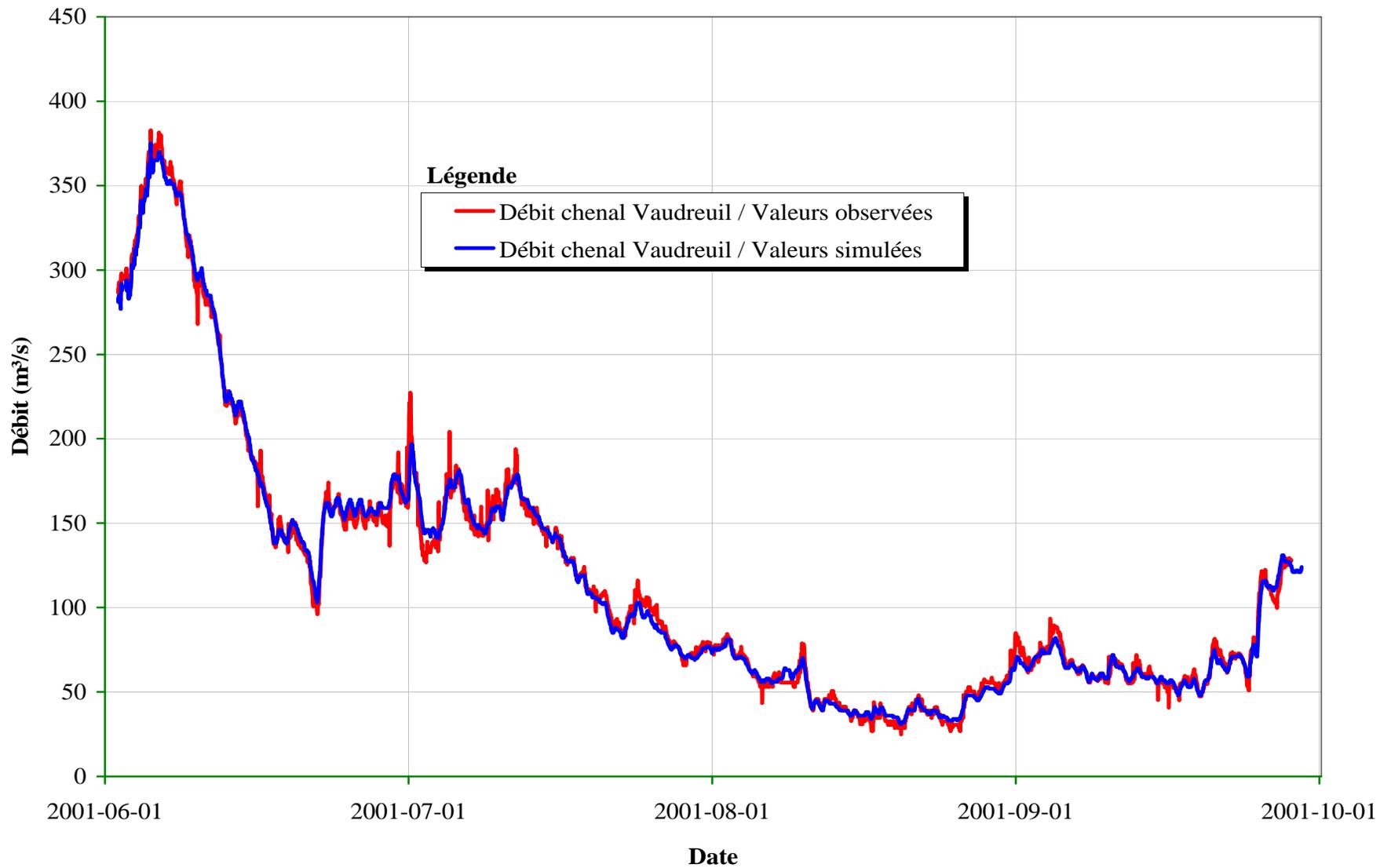
Débits de la rivière des Prairies - Simulation conditions actuelles - Étiage 2001



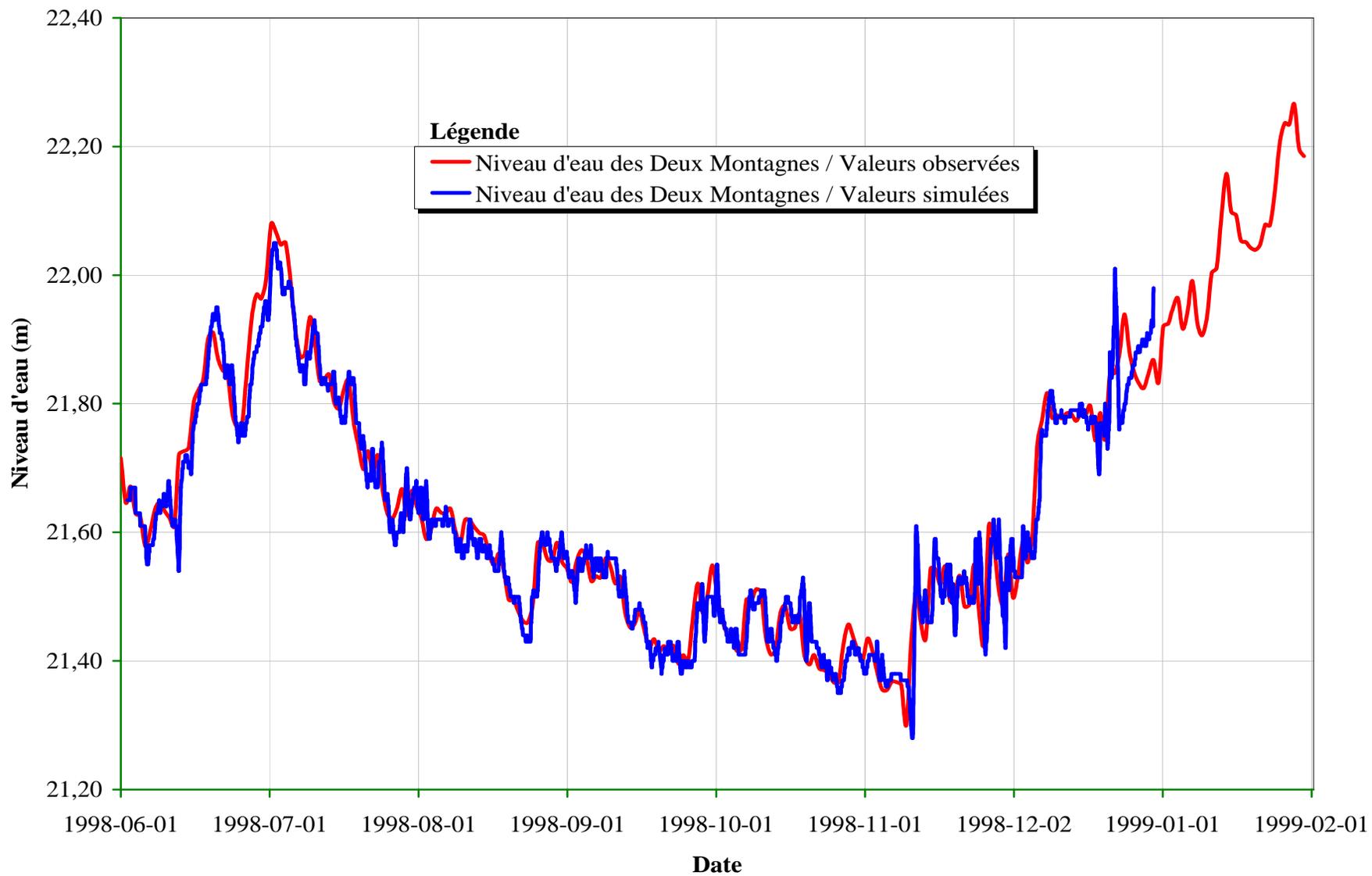
Débites du chenal Sainte-Anne de Bellevue - Simulation conditions actuelles - Étiage 2001



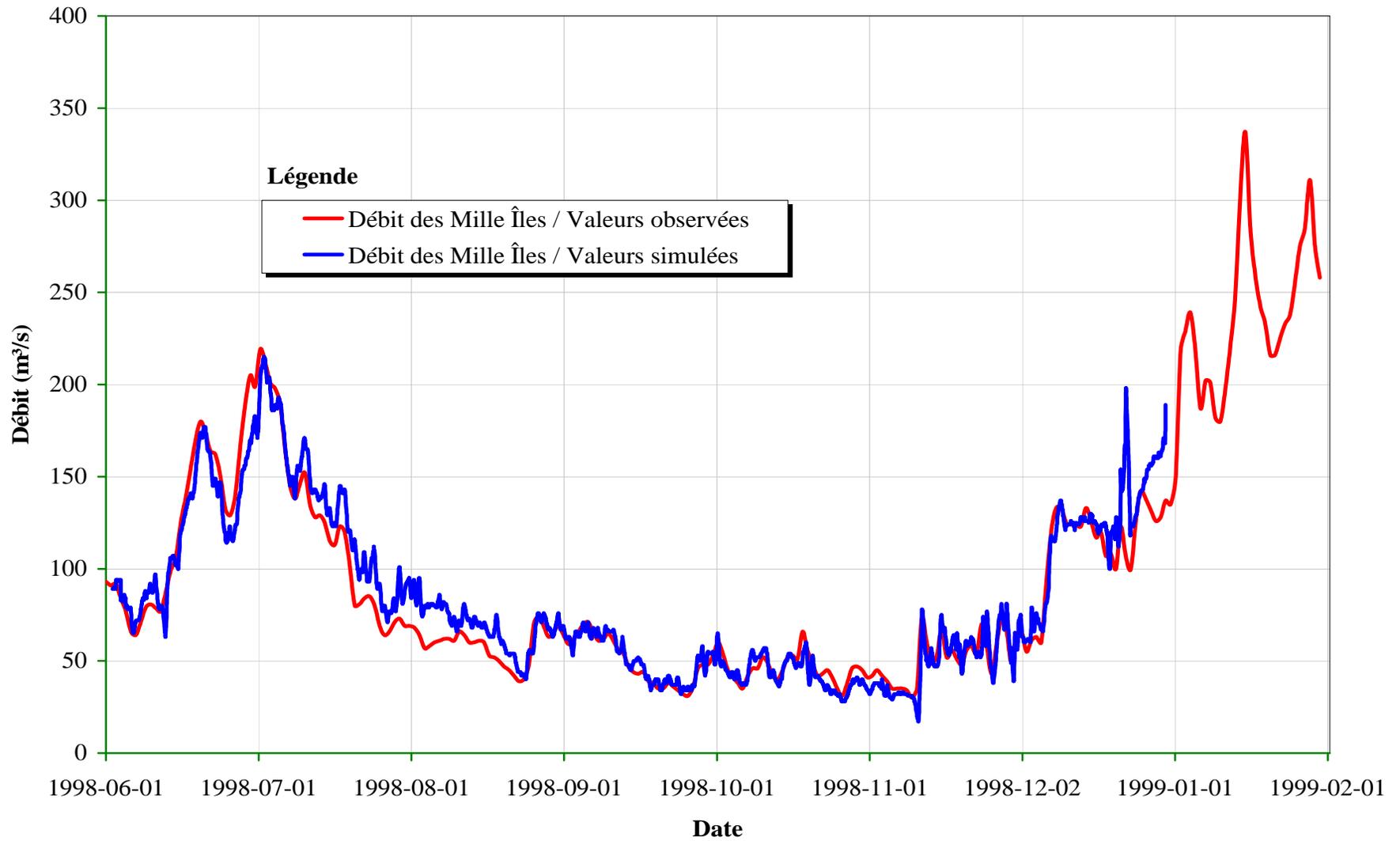
Débits du chenal Vaudreuil - Simulation conditions actuelles - Étiage 2001



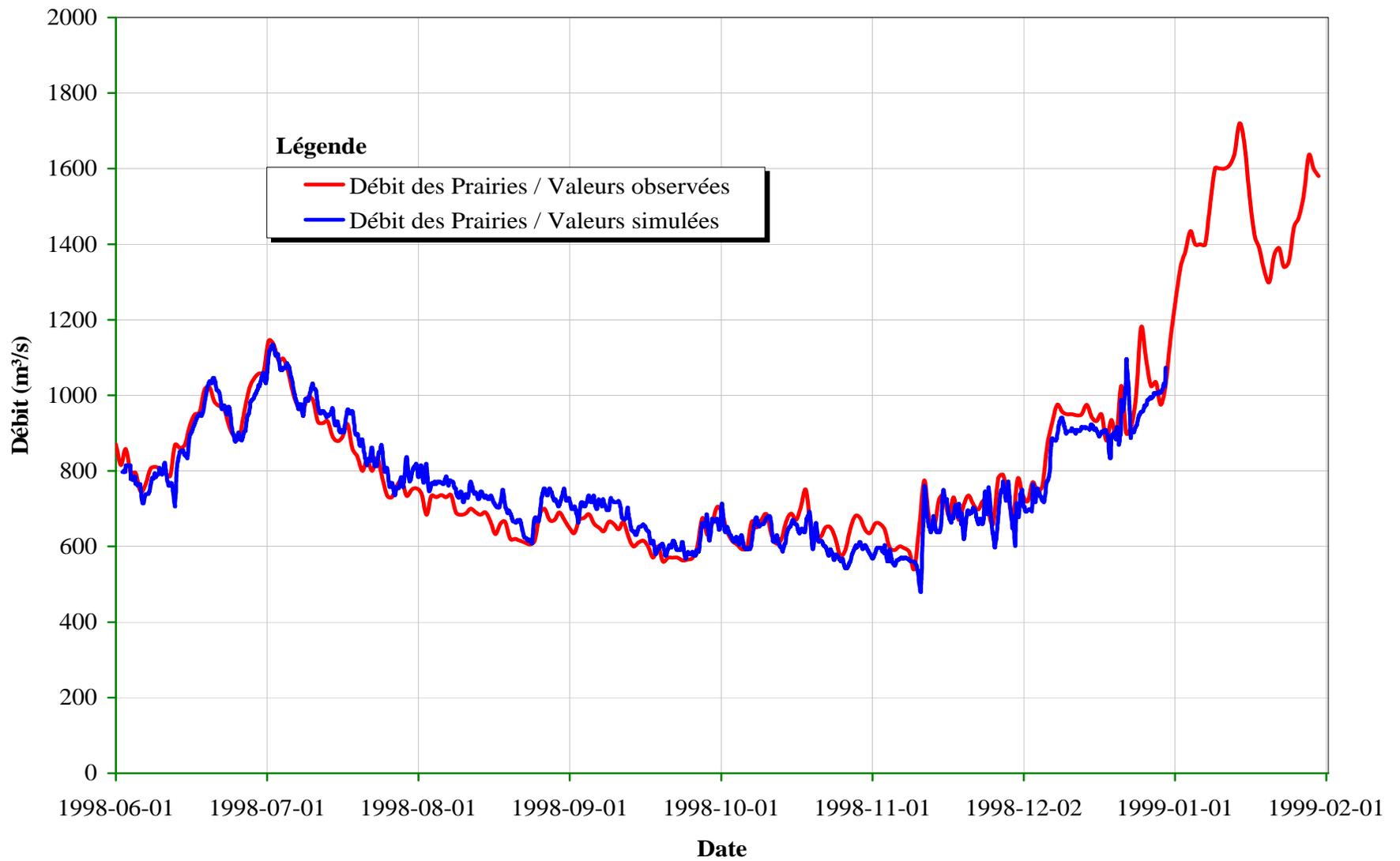
Niveau d'eau du lac des Deux Montagnes - Simulation conditions actuelles - Étiage 1998



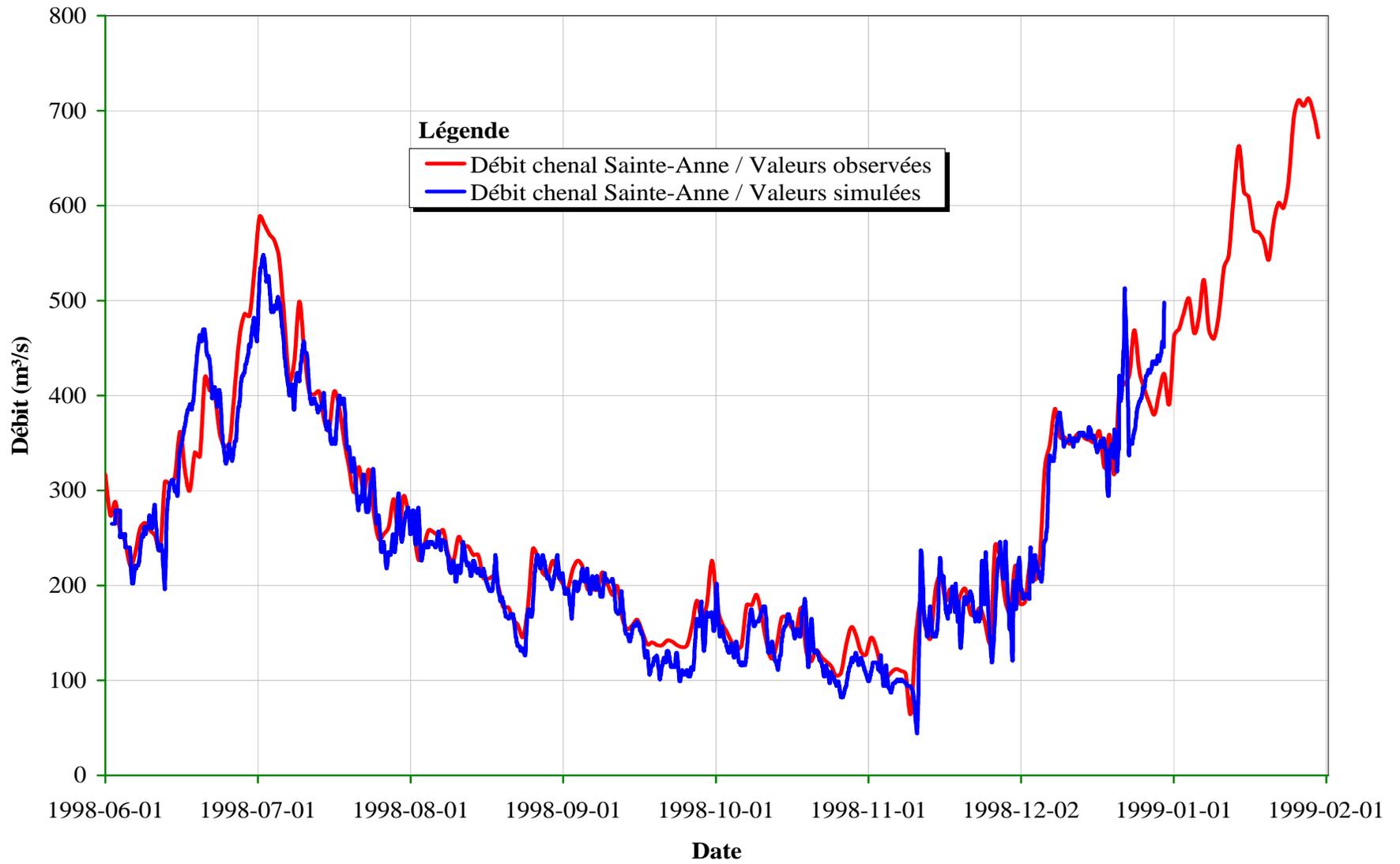
Débit de la rivière des Mille Îles - Simulation conditions actuelles - Étiage 1998



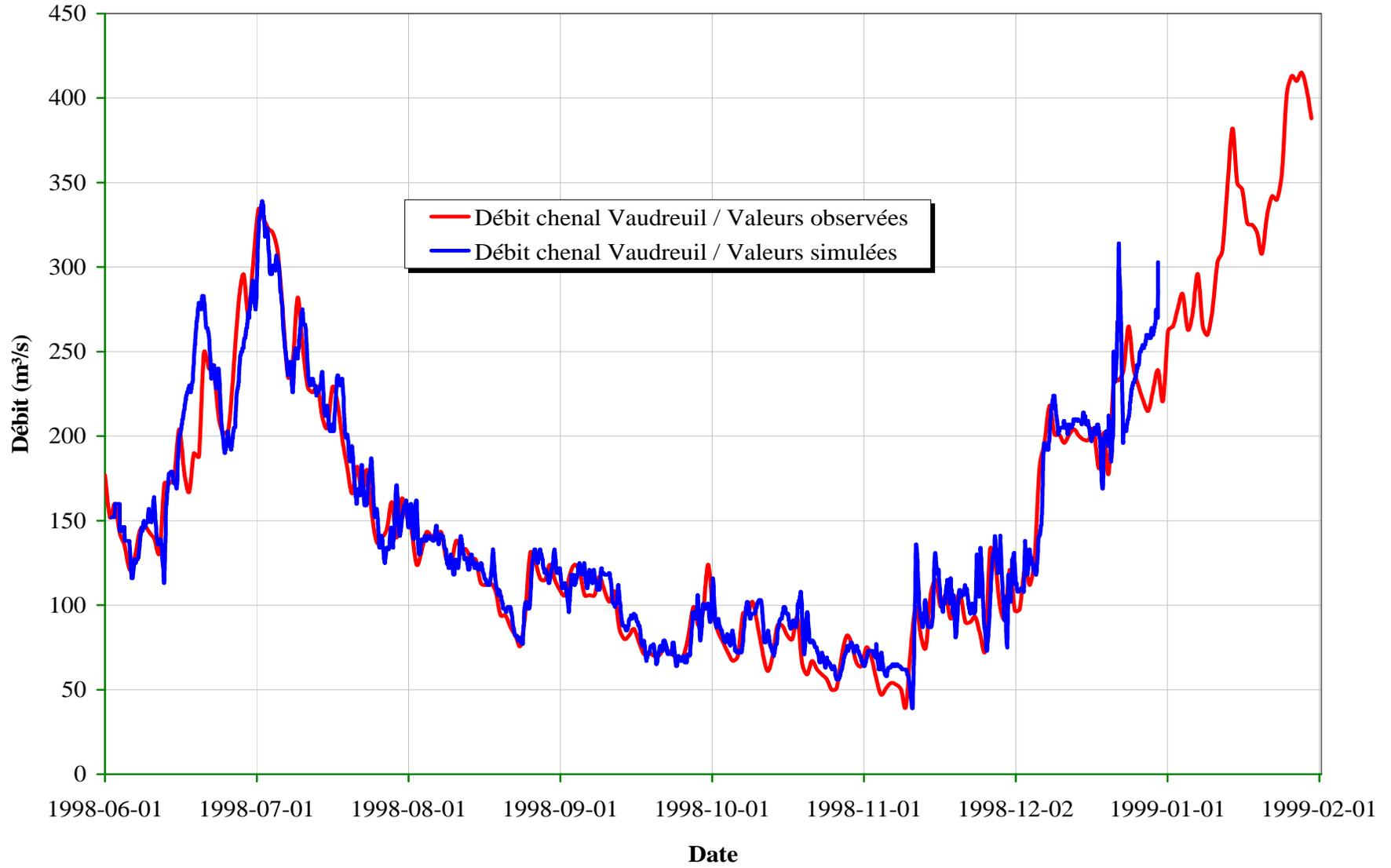
Rivière des Prairies - Simulation conditions actuelles - Étiage 1998



Chenal Sainte-Anne de Bellevue - Simulation conditions actuelles - Étiage 1998

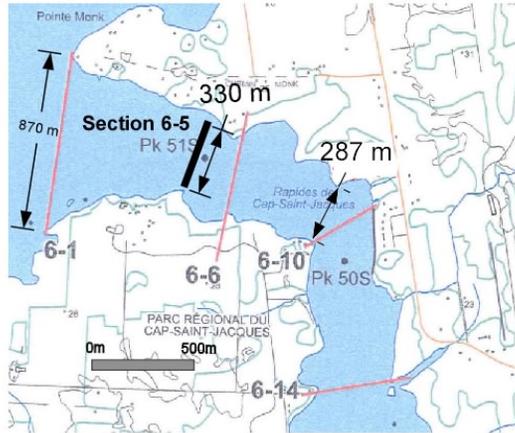


Chenal Vaudreuil - Simulation conditions actuelles - Étiage 1998

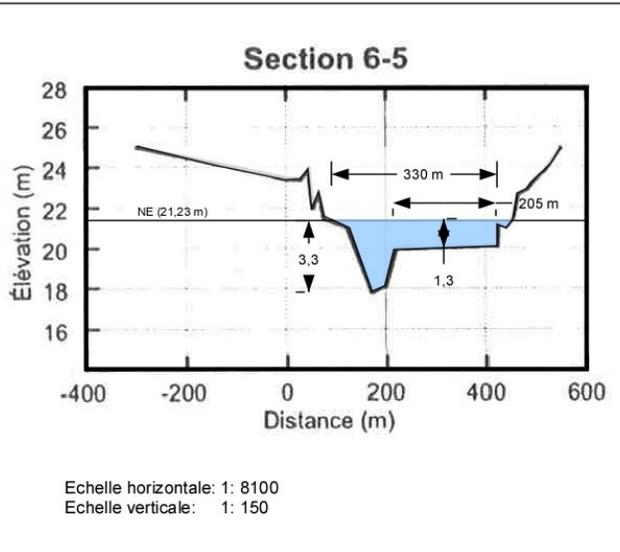


ANNEXE 6

SCHÉMAS D'EMPLACEMENT DES ESTACADES-RIDEAUX POUR L'OPTION B



Exutoire St-Jacques



Echelle horizontale: 1: 8100
Echelle verticale: 1: 150

NOTES: L'échelle indiquée est vraie lorsque le dessin est imprimé sur du papier 28 cm x 43 cm (11"x17") de dimension.
Les dimensions sont en mm, sauf indication contraire.
Soudures en accordance avec CSA-W59.

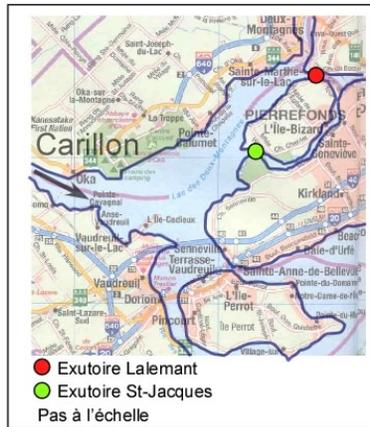
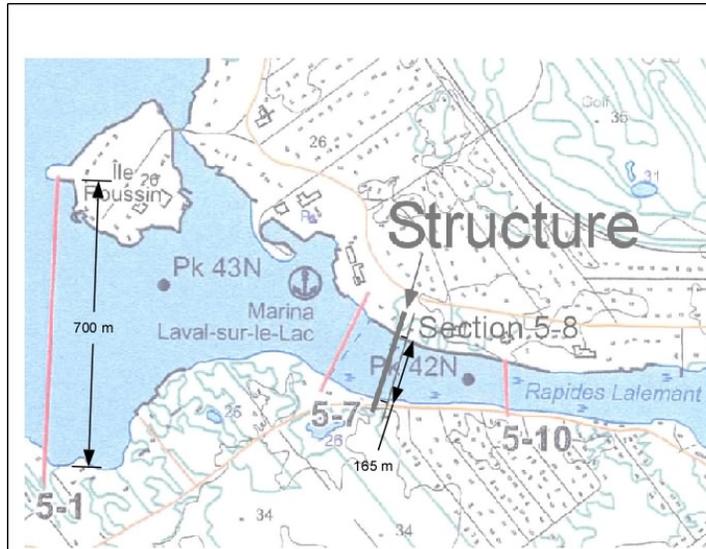
BMT FLEET TECHNOLOGIES LIMITÉE
311 LEGGETT DRIVE, KANATA, ONTARIO, K2K 1Z8
Courriel: fleet@fleetch.com, www.fleetch.com,
téléphone: 613 592 2830, télécopie: 613 592 4950

Ministère de l'environnement du Québec

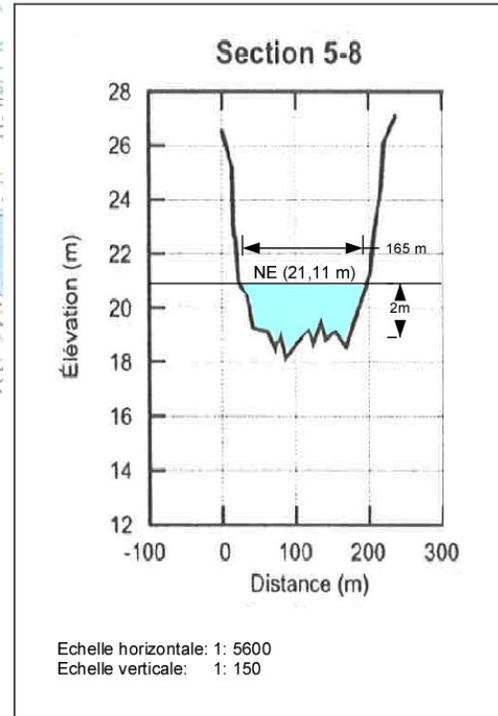
ÉCHELLE 0	RAPPORT 1:1	
DIMENSIONS EN mm		
ÉPAISSEUR AU TRAÇAGE :		
PROJET	DATE	NO. D'ORDRE D'ACHAT/PROJET
PROJET	DATE	NO. D'ORDRE D'ACHAT/PROJET

DESSINER: Razeq Abdelnour	DATE: 11 décembre 2003	TITRE:
VERIFIER: Andrew Liddiard	DESSIN No.: 5426-001	Site de la structure à l'exutoire St-Jacques
APPROUVER: Razeq Abdelnour	REVISION: 2	
ISSUE:	PAGE: 1 de 7	
ÉCHELLE: 1:20 000 (voir la note)		

PROJET:	STRUCTURE TEMPORAIRE POUR L'AUGMENTATION DU DÉBIT DANS LA RIVIÈRE DES MILLE ÎLES
---------	----------------------------------------------------------------------------------



Exutoire Lalemant



NOTES: L'échelle indiquée est vraie lorsque le dessin est imprimé sur du papier 28 cm x 43 cm (11"x17") de dimension.
Les dimensions sont en mm, sauf indication contraire.
Soudures en accordance avec CSA-W59.

BMT BMT FLEET TECHNOLOGIES LIMITÉE
311 LEGGETT DRIVE, KANATA, ONTARIO, K2K 1Z8
Courriel: fleet@fleetch.com, www.fleetch.com,
téléphone: 613 592 2830, télécopie: 613 592 4950

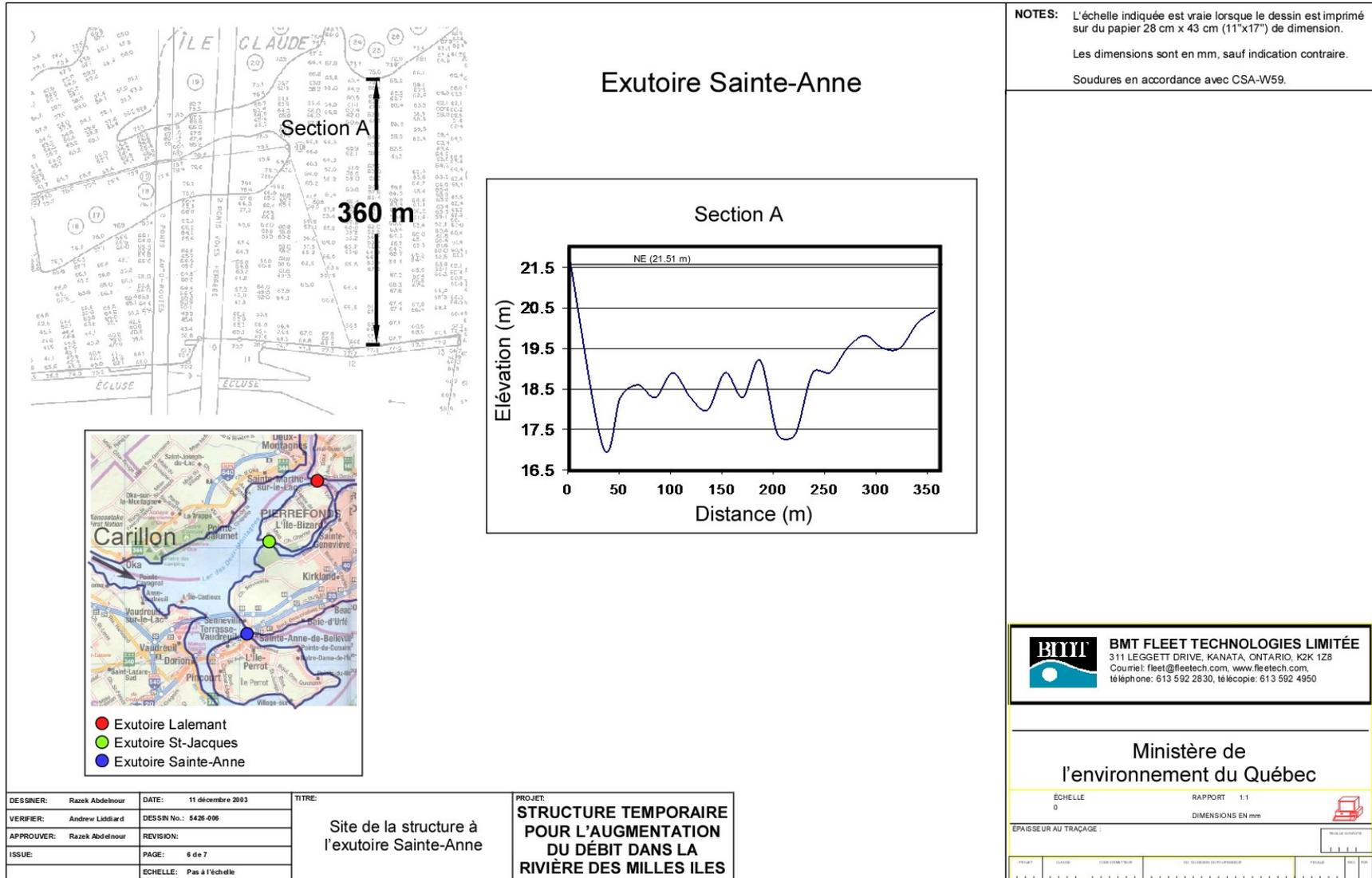
Ministère de
l'environnement du Québec

ÉCHELLE 0	RAPPORT 1:1 DIMENSIONS EN mm												
ÉPAISSEUR AU TRAÇAGE :													
<table border="1"> <tr> <td>PROJET</td> <td>DATE</td> <td>CONTRACTEUR</td> <td>NO. AUTRES DOCUMENTS</td> <td>PROJET</td> <td>DATE</td> </tr> <tr> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> </table>		PROJET	DATE	CONTRACTEUR	NO. AUTRES DOCUMENTS	PROJET	DATE						
PROJET	DATE	CONTRACTEUR	NO. AUTRES DOCUMENTS	PROJET	DATE								

DESSINER: Razeq Abdelnour	DATE: 11 décembre 2003
VERIFIER: Andrew Liddiard	DESSIN No.: 5428-002
APPROUVER: Razeq Abdelnour	REVISION: 3
ISSUE:	PAGE: 2 de 7
	ECHELLE: 1:10 000 (voir la note)

TITRE:
Site de la structure à
l'exutoire Lalemant

PROJET:
**STRUCTURE TEMPORAIRE
POUR L'AUGMENTATION
DU DÉBIT DANS LA
RIVIÈRE DES MILLE ÎLES**



NOTES: L'échelle indiquée est vraie lorsque le dessin est imprimé sur du papier 28 cm x 43 cm (11"x17") de dimension.

Les dimensions sont en mm, sauf indication contraire.

Soudures en accordance avec CSA-W59.



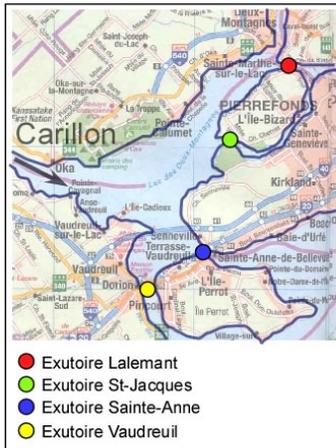
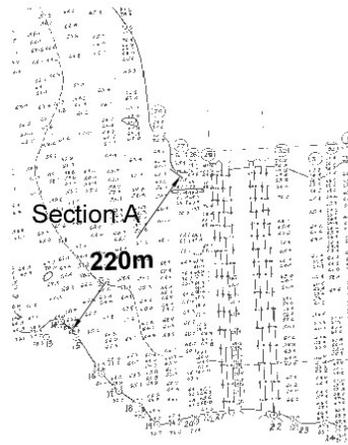
BMT FLEET TECHNOLOGIES LIMITÉE
 311 LEGGETT DRIVE, KANATA, ONTARIO, K2K 1Z8
 Courriel: fleet@fleetch.com, www.fleetch.com,
 téléphone: 613 592 2830, télécopie: 613 592 4950

Ministère de l'environnement du Québec

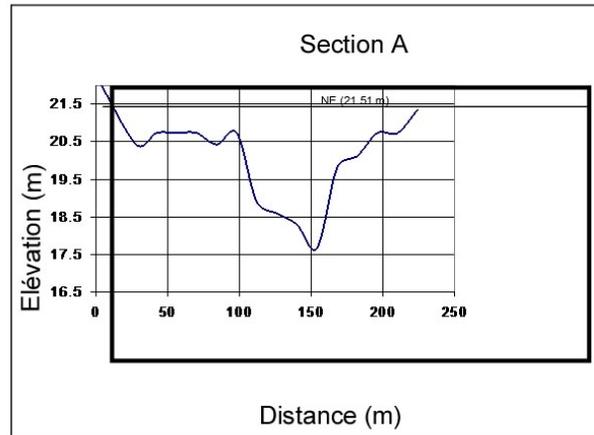
ÉCHELLE: 0 RAPPORT: 1:1

DIMENSIONS EN mm

ÉPAISSEUR AU TRAÇAGE: _____



Exutoire Vaudreuil



NOTES: L'échelle indiquée est vraie lorsque le dessin est imprimé sur du papier 28 cm x 43 cm (11"x17") de dimension.
 Les dimensions sont en mm, sauf indication contraire.
 Soudures en accord avec CSA-W59.

BMT FLEET TECHNOLOGIES LIMITÉE
 311 LEGGETT DRIVE, KANATA, ONTARIO, K2K 1Z8
 Courriel: fleet@feetech.com, www.feetech.com,
 téléphone: 613 592 2830, télécopie: 613 592 4950

Ministère de l'environnement du Québec

ÉCHELLE 0 RAPPORT 1:1
 DIMENSIONS EN mm

ÉPAISSEUR AU TRAÇAGE :		REPLIÉ
PROJET	DATE	ÉCHELLE

DESSINER: Razek Abdehour	DATE: 11 décembre 2003
VERIFIER: Andrew Liddiard	DESSIN No.: 6426-007
APPROUVER: Razek Abdehour	REVISION:
ISSUE:	PAGE: 7 de 7
	ECHELLE: Pas à l'échelle

Site de la structure à l'exutoire Vaudreuil

PROJET:
STRUCTURE TEMPORAIRE POUR L'AUGMENTATION DU DÉBIT DANS LA RIVIÈRE DES MILLE ÎLES

ANNEXE 7

**NOTE SUR LES ACTIVITÉS INTÉRIMAIRES DE SOUTIEN DES ÉTIAGES 2001 ET
2002 PAR VIDANGE DE RÉSERVOIRS DU BASSIN VERSANT DE LA RIVIÈRE
DES OUTAOUAIS ET RÉFLEXION SUR LA FAISABILITÉ DE L'OPTION C**

OPTION C

**ACCROÎTRE LES APPORTS EN EAU DU LAC DES DEUX MONTAGNES
(TEXTE DE ROGER DUMONT, INGÉNIEUR)**

HISTORIQUE

En 1977, à la suite des inondations majeures survenues le long de la rivière des Outaouais et dans la région de Montréal en 1974 et 1976, le Comité de Planification de la Régularisation de la rivière des Outaouais (CPRRO) a été mis sur pied par les gouvernements du Canada, du Québec et de l'Ontario afin d'étudier la problématique et de proposer des solutions. Après quatre années de travaux, le comité remettait son rapport, dont les conclusions et les recommandations révélaient que pour favoriser la gestion intégrée du bassin de la rivière des Outaouais, il était nécessaire de mettre sur pied une nouvelle structure administrative. Cette structure serait composée d'une commission (Commission de planification de la régularisation de la rivière des Outaouais), d'un comité d'exploitation (Comité de régularisation de la rivière des Outaouais) et d'un secrétariat exécutif (Secrétariat à la régularisation de la rivière des Outaouais).

La Commission est formée de représentants des organismes suivants : le ministère des Richesses naturelles de l'Ontario, le ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs du Québec¹, Hydro-Québec¹ Ontario Power Generation¹, la Garde côtière canadienne, le ministère des Travaux publics et des Services gouvernementaux du Canada¹ et du ministère de l'Environnement du Canada. La Commission s'est vu confier les activités suivantes :

- › Formuler des politiques et des critères de régularisation permettant la gestion intégrée des principaux réservoirs;
- › Réviser périodiquement ces politiques et ces critères afin d'y incorporer des modifications, telles que des changements de priorité entre les usages ou dans les conditions du bassin hydrographique;
- › Faire des recommandations aux ministres concernant des changements importants aux aménagements ou à leurs modes de fonctionnement;
- › Retrancher ou ajouter des réservoirs à la liste des principaux réservoirs;
- › Veiller à ce que la gestion intégrée des réservoirs du bassin de la rivière des Outaouais assure une protection contre les inondations le long du tronçon principal, de ses tributaires et particulièrement dans la région de Montréal, et par conséquent, augmente le principe de « protection non moindre » des intérêts en aval, prévu dans les ordonnances d'approbation de la Commission mixte internationale relatives à la régularisation du lac Ontario;
- › Établir une liaison avec le Conseil international de contrôle du fleuve Saint-Laurent relativement à l'élaboration et au niveau opérationnel.

¹ Ces organismes sont également membres du Comité de régularisation.

Dans la gestion quotidienne du bassin de la rivière des Outaouais, les quatre organismes qui possèdent les réservoirs importants sont réunis au sein du Comité de régularisation, dont le mandat² regroupe particulièrement les activités suivantes :

- Établir des pratiques et des modalités appropriées de régularisation et d'exploitation pour s'assurer que l'exploitation des principaux réservoirs se fasse en conformité avec les politiques et les critères de régularisation adoptés par la Commission;
- Réviser et évaluer régulièrement les pratiques et les modalités de régularisation et d'exploitation;
- Recommander à la Commission, lorsque cela est nécessaire ou souhaitable, des modifications à la liste des principaux réservoirs, de nouvelles politiques et de nouveaux critères de régularisation;
- Soumettre à la Commission tout différend ou toute question nécessitant l'interprétation des politiques et des critères de régularisation.

Alors qu'à l'origine, c'est la préoccupation des crues majeures qui a permis de mettre sur pied cette structure et d'optimiser par la suite la gestion intégrée des réservoirs de façon à en réduire l'ampleur, l'étiage de la rivière des Outaouais n'avait jamais auparavant constitué une préoccupation majeure pour les propriétaires de réservoirs. En règle générale, les problèmes qui avaient été soulevés avant 2001 par les résidents du tronçon principal concernaient surtout des fluctuations locales du niveau dues à l'exploitation des centrales, qui pouvaient remplir ou vider partiellement leur canal d'aménée à certaines heures de la journée, selon leurs impératifs de production. Par contre, jusque-là, aucun problème relatif à la quantité d'eau transitant dans la rivière n'avait été signalé. Quel que soit le réservoir que l'on considère, la gestion actuelle répond à un ensemble de contraintes physiques qui dépendent des structures mises en place, mais aussi de certaines contraintes relatives à la navigation, à l'environnement et à la faune ou encore à l'activité récréotouristique qui s'est développée autour des réservoirs.

Ainsi, lorsqu'à l'été 2001, un étiage particulièrement critique s'est produit, le bassin de la rivière des Outaouais s'est trouvé dans la situation suivante : la partie inférieure non régularisée du bassin (environ 60 %) de la rivière des Outaouais s'est tarie progressivement, jusqu'à des valeurs jamais atteintes auparavant. Dans un même temps, le niveau de plusieurs réservoirs a presque atteint les seuils à ne pas dépasser pour préserver certaines activités pendant la saison estivale. À la demande du ministre de l'Environnement du Québec (MENV) d'alors, les partenaires du Comité de régularisation se sont consultés et ont convenu d'un soutien de 100 m³/s supplémentaire sur la rivière Gatineau (réservoir Baskatong), avec la collaboration d'Hydro-Québec, jumelée à un soutien équivalent sur la rivière du Lièvre (réservoir lac du Poisson blanc), par le CEHQ, afin de suppléer à la pénurie qui avait cours sur la rivière des Mille Îles au mois d'août.

² Les articles des mandats sont tirés d'un rapport annuel de la Commission.

Cette mesure les ont cependant forcés à renoncer à maintenir les usages habituels de ces deux réservoirs. Par la suite, un effort consenti au réservoir Témiscamingue a permis de réduire progressivement la contribution demandée aux deux réservoirs précédents. Au fil des conditions météorologiques qui ont suivi, des interventions ponctuelles ont été menées afin de maintenir le débit minimal de la rivière des Mille Îles.

En 2002, des conditions de précipitation sous les normales en automne ont donné lieu à d'autres périodes d'étiage qui ont nécessité le même genre d'intervention que l'année précédente à partir des réservoirs de l'Outaouais. Les quantités à soutenir ont été généralement plus faibles qu'à l'automne 2001 et sur de plus courtes périodes. Toutefois, il a fallu faire face à une nouvelle problématique à la fin de l'année. En effet, jusque-là, l'objectif de soutien du débit était de maintenir un débit minimal de 25 m³/s, alors qu'en novembre et décembre de cette même année, de même qu'au début 2003, il a fallu porter l'objectif de débit minimal à 50 m³/s en raison des conditions d'eau froide, plus critiques au regard des concentrations d'azote ammoniacal en rivière. La problématique de la qualité de l'eau, analysée par la direction du Suivi de l'état de l'environnement du MENV, ayant initialement été observée en conditions estivales, l'ajustement du soutien de débit en conditions d'eau froide a dû être convenu en cours d'exploitation, soit vers la mi-novembre.

Toutes ces mesures ont été mises en application à la suite d'une situation d'urgence qui n'avait pu être prévue adéquatement à l'aide des outils dont nous disposons alors pour évaluer une telle situation. Cependant, comme l'utilisation de l'eau stockée dans les réservoirs supérieurs du bassin de la rivière des Outaouais est, actuellement, l'une des options considérées pour résoudre de telles situations dans l'avenir, il faudrait examiner les impacts positifs et négatifs de cette option si elle était retenue. L'énumération qui suit est faite sans égard à l'importance ou à la priorité d'une unité par rapport à l'autre. De plus, certains des critères retenus peuvent comprendre une composante non monétaire qu'il est difficile de quantifier.

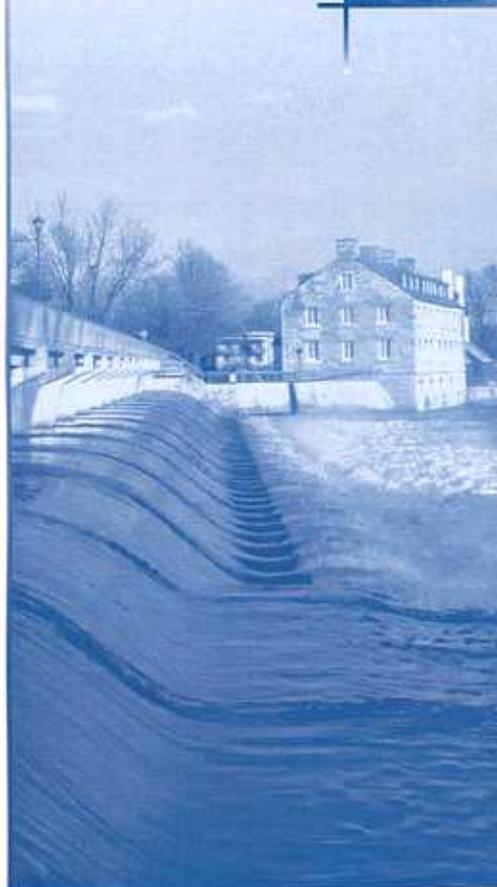
AVANTAGES DE LA SOLUTION

- Le plus évident est sans contredit le fait que cette option (option C) ne nécessite aucun investissement direct, puisqu'elle ne prévoit aucune intervention nécessitant des travaux qui la rendraient applicable. Quel que soit le réservoir visé par la solution, les équipements déjà en place permettent d'évacuer l'eau nécessaire en cas de répétition d'un événement semblable à celui de l'été 2001 ou de l'automne 2002.
- Dès qu'un besoin se fait sentir, il suffit d'augmenter le débit des réservoirs pour soutenir le débit minimal nécessaire.
- La solution peut être qualifiée de « taillée sur mesure », puisque l'évacuation des réservoirs peut être calculée en fonction du besoin en eau.
- Les volumes nécessaires pour contrer d'autres situations semblables sont suffisants, lorsque les contraintes locales de gestion sont levées.

INCONVÉNIENTS DE LA SOLUTION

- Pour que cette solution soit intéressante, les réserves à utiliser doivent se trouver à proximité. Les délais relatifs aux trois réservoirs les plus près sont de un jour pour le réservoir Poisson blanc, de deux jours pour le réservoir Baskatong et de trois jours pour le réservoir Témiscamingue. Ces délais sont généralement ceux que l'on considère en période de crue; en conditions d'étiage critiques, ils doivent être majorés par un facteur important.
- Contrairement au réservoir Poisson blanc, qui appartient au CEHQ, les deux autres réservoirs ne peuvent être utilisés à cette fin sans l'accord préalable de leur propriétaire. Les autres réservoirs importants sont trop éloignés pour que l'on puisse les utiliser à cette fin, étant donné qu'une fois relâchée, l'eau ne peut plus être récupérée, surtout si entre-temps, la nature peut avoir réglé le problème.
- L'utilisation de l'eau en provenance des réservoirs de l'Outaouais implique aussi un gaspillage important pour régler le problème d'étiage de la rivière des Mille Îles. En effet, seulement de faibles pourcentages du débit supplémentaire arrivant dans le lac des Deux Montagnes seront reçus par la rivière des Mille Îles en conditions d'étiage critiques. Le reste est distribué vers les autres exutoires du lac, qui ne peuvent être contraints d'aucune façon.
- Cette solution implique également que l'on attribue aux besoins en eau potable de la population riveraine de la rivière des Mille Îles, une valeur supérieure à celle des besoins des populations locales qui comptent sur les activités récréotouristiques pratiquées dans ces plans d'eau pour assurer la vitalité de l'économie régionale.
- Dans un autre ordre d'idée, la valeur rattachée à l'énergie produite durant cette période par rapport à une autre occasion peut aussi bien représenter un gain ou une perte pour les producteurs, selon le cas.

Étant donné que des étiages critiques comme ceux des années 2001 et 2002 n'avaient pas été observés auparavant, il pourrait être tentant de miser sur leur rareté et de décider d'utiliser l'eau emmagasinée dans les réservoirs au besoin, malgré les inconvénients de cette solution. Cependant, les études réalisées afin de tenir compte des changements climatiques montrent qu'il n'est pas impossible que nous assistions à une répétition plus fréquente de ce genre d'épisode, qui entraînerait une plus forte pression sur ces réservoirs. Présentée comme une mesure d'exception en 2001 et 2002, la solution a été acceptée avec résignation par les populations locales. Cependant, l'adoption de cette mesure comme solution permanente pourrait entraîner une résistance du milieu, qui pourrait avoir l'impression de voir son économie prise en otage pour résoudre un problème qui n'est pas le sien. Il faudrait également discuter des modalités d'application de cette solution avec les autres partenaires de la Commission de planification de la régularisation de la rivière des Outaouais, lesquels voudront s'assurer qu'elle ne remet pas en question les autres utilisations de la ressource eau dans le bassin.



La rivière des Mille Îles alimente en eau potable une population de plus de 400 000 personnes dans une région en forte croissance démographique. Lors d'épisodes d'étiage prononcé, la dilution des eaux usées rejetées à la rivière devient faible. Cette situation entraîne une dégradation excessive de la qualité de l'eau, laquelle affecte la sécurité du traitement de l'eau potable. Parmi les solutions envisageables figurent celles qui consistent à soutenir le débit d'étiage de la rivière de façon à éviter qu'il ne chute en-deçà de certains seuils critiques. Ces solutions à caractère hydraulique ont été étudiées par le Centre d'expertise hydrique du Québec et font l'objet de ce rapport. Trois catégories de solutions sont possibles, soit l'accroissement de la capacité de la rivière des Mille Îles à la sortie du lac des Deux Montagnes, la réduction des débits évacués par les autres exutoires du lac des Deux Montagnes et l'augmentation des apports au lac des Deux Montagnes en provenance de réservoirs du bassin versant de la rivière des Outaouais.