

VILLE DE QUÉBEC

Nouvelle prise d'eau de Sainte-Foy

Étude d'impact sur l'environnement déposée au ministre de l'Environnement du Québec

Rapport final (version préliminaire)

Décembre 2004
N/Réf. : 856042-100-ENV-0001 0C

VILLE DE QUÉBEC

Nouvelle prise d'eau de Sainte-Foy

Étude d'impact sur l'environnement déposée au ministre de l'Environnement du Québec

Rapport final (version préliminaire)

Vérifié par :

Christian Gagnon, biologiste
Responsable de l'étude

Approuvé par :

Denis Maltais, ing. M.Sc.
Chargé de projet

Dessau-Soprin inc.
1220, boul. Lebourgneuf, bureau 300
Québec (Québec) Canada G2K 2G4
Téléphone. : (418) 626-1688
Télécopieur : (418) 626-5464
Courriel : quebec@dessausoprin.com
Site Web : www.dessausoprin.com

REGISTRE DES RÉVISIONS ET ÉMISSIONS		
N° DE RÉVISION	DATE	DESCRIPTION DE LA MODIFICATION ET/OU DE L'ÉMISSION
0A	11-2003	Rapport préliminaire
0B	09-2004	Rapport final (version préliminaire)
0C	12-2004	Rapport final (version préliminaire)

Ce document d'ingénierie est l'œuvre de Dessau-Soprin et est protégé par la loi. Il est destiné exclusivement aux fins qui y sont mentionnées. Toute reproduction ou adaptation, partielle ou totale, est strictement prohibée sans avoir obtenu au préalable l'autorisation écrite de Dessau-Soprin.

Décembre2004

N/Réf. : 856042-100-ENV-0001 0C

ÉQUIPE DE TRAVAIL

Ville de Québec

Richard Simoneau	ingénieur	chargé de projet Service de l'ingénierie
Louise Babineau	spécialiste en environnement	Service de l'environnement

Dessau-Soprin inc.

Denis Maltais	ingénieur	chargé de projet
Christian Gagnon	biologiste	responsable de l'étude
Patrick Charbonneau	biologiste	
Jean-François Riou	biologiste	
Marcel Proulx	biologiste	
Marie-Noëlle Samson-Noiseux	biologiste	
Michel Germain	géomorphologue	
Maryse Cloutier	technicienne en biologie	
René Moisan	technicien	
Frédéric Gaudet	ingénieur junior	
Dominique Leclerc	ingénieure acoustique	
Yannick Cordon	ingénieur acoustique	
Ginette Borduas	aménagiste du territoire	
Frances Stober	architecte paysagiste	
Sylvie Côté	géographe	
Johanne Boulanger	cartographe-infographe	
Nathalie Loubier	secrétaire	

TABLE DES MATIÈRES

	Page
1 INTRODUCTION.....	1-1
1.1 INITIATEUR DU PROJET ET SON CONSULTANT.....	1-1
1.1.1 Ville de Québec.....	1-1
1.1.2 Dessau-Soprin inc.....	1-2
1.2 RÉSUMÉ DE LA PROBLÉMATIQUE ACTUELLE.....	1-3
2 CONTEXTE ET JUSTIFICATION DU PROJET.....	2-1
2.1 PORTRAIT DE L'APPROVISIONNEMENT EN EAU POTABLE DE LA VILLE DE QUÉBEC.....	2-1
2.2 ÉTAT DE LA SITUATION DE LA PRISE D'EAU DE SAINTE-FOY.....	2-3
2.2.1 Historique.....	2-3
2.2.2 Description de la prise d'eau existante.....	2-5
2.2.2.1 Bloc de prise d'eau.....	2-5
2.2.2.2 Conduites d'amenée avec regard de grève.....	2-8
2.2.2.3 Système de dégel pour le frasil.....	2-10
2.2.2.4 Capacité hydraulique de la prise d'eau.....	2-10
2.2.3 Sécurité d'approvisionnement.....	2-10
2.3 BIEN-FONDÉ DU PROJET.....	2-12
2.3.1 Contexte.....	2-12
2.3.2 Besoin de la Ville en eau potable.....	2-14
2.4 OPTIONS ÉTUDIÉES.....	2-16
2.4.1 Description des options.....	2-17
2.4.1.1 Option A : Le statu quo.....	2-17
2.4.1.2 Option B : Réhabilitation de la prise d'eau existante.....	2-18
2.4.1.3 Option C : Construction d'une nouvelle prise d'eau à 450 m.....	2-20
2.4.2 Critères de comparaison des options de réhabilitation.....	2-22
2.4.2.1 Désuétude de la prise d'eau actuelle.....	2-23
2.4.2.2 Obstruction par le frasil.....	2-24
2.4.2.3 Obstruction par les herbes et les débris.....	2-26
2.4.2.4 Les glaces.....	2-26
2.4.2.5 Échouement des bateaux.....	2-27
2.4.2.6 Déversement de produits chimiques et pétroliers.....	2-28
2.4.2.7 Localisation par rapport à l'émissaire de l'usine ouest de traitement des eaux usées.....	2-29
2.4.2.8 Qualité de l'eau brute.....	2-30
2.4.3 Solution optimale.....	2-31
2.5 OPTION RETENUE.....	2-32
2.6 CONSÉQUENCES DU REPORT DU PROJET.....	2-32
3 DESCRIPTION DU MILIEU RÉCEPTEUR.....	3-1
3.1 DÉLIMITATION DE LA ZONE D'ÉTUDE.....	3-1
3.2 MILIEU PHYSIQUE.....	3-1
3.2.1 Méthodologie.....	3-1

TABLE DES MATIÈRES

3.2.2	Climat et régime des vents.....	3-4
3.2.3	Bathymétrie et topographie.....	3-4
3.2.3.1	Bathymétrie.....	3-4
3.2.3.2	Topographie.....	3-6
3.2.4	Hydrographie et régime hydrique.....	3-6
3.2.4.1	Réseau hydrographique.....	3-6
3.2.4.2	Hydrologie.....	3-7
3.2.4.3	Régime hydraulique.....	3-8
3.2.4.4	Régime des glaces.....	3-10
3.2.5	Géomorphologie, rives et falaises.....	3-24
3.2.5.1	Géomorphologie.....	3-24
3.2.5.2	Géomorphologie littorale.....	3-25
3.2.5.3	Stabilité des rives, du littoral et de la falaise.....	3-27
3.2.6	Sédimentologie et qualité des sédiments.....	3-28
3.2.6.1	Nature des sédiments de la région de Québec.....	3-28
3.2.6.2	Qualité des sédiments de la région de Québec.....	3-29
3.2.6.3	Caractérisation des sédiments de la zone des travaux.....	3-30
3.2.7	Qualité de l'eau.....	3-37
3.2.7.1	Synthèse des analyses du MENV, 1998-2002.....	3-37
3.2.7.2	Synthèse des analyses de la Ville de Québec, janvier à juin 2003.....	3-39
3.2.7.3	Synthèse des analyses du Centre Saint-Laurent.....	3-42
3.2.7.4	Émissaire de l'usine ouest de traitement des eaux usées.....	3-43
3.2.7.5	Qualité de l'eau brute, campagne d'échantillonnage 2004.....	3-46
3.2.7.6	Qualité de l'eau du fleuve sur la Rive Sud.....	3-47
3.2.7.7	Mesures de la Ville de Québec visant la réduction de la consommation de l'eau potable.....	3-48
3.2.7.8	Programmes et mesures ayant mené à une amélioration de la qualité de l'eau du fleuve Saint-Laurent.....	3-50
3.2.7.9	Plan d'urgence de la Ville de Québec.....	3-53
3.2.7.10	Usine de traitement des eaux de Sainte-Foy.....	3-55
3.3	MILIEU BIOLOGIQUE.....	3-56
3.3.1	Méthodologie générale.....	3-56
3.3.2	Flore.....	3-56
3.3.2.1	Contexte régional.....	3-56
3.3.2.2	Végétation de la zone d'étude.....	3-58
3.3.2.3	Espèces menacées et vulnérables.....	3-66
3.3.3	Faune.....	3-69
3.3.3.1	Invertébrés benthiques.....	3-69
3.3.3.2	Ichtyofaune.....	3-71
3.3.3.3	Herpétofaune.....	3-82
3.3.3.4	Avifaune.....	3-84
3.3.3.5	Mammifères.....	3-90
3.3.3.6	Espèces menacées et vulnérables.....	3-91
3.4	MILIEU HUMAIN.....	3-96
3.4.1	Limite administrative et régime foncier.....	3-96
3.4.2	Aspects socio-économiques.....	3-98

TABLE DES MATIÈRES

3.4.3	Affectation et développement du territoire	3-100
3.4.3.1	Schéma d'aménagement (Ville de Québec).....	3-100
3.4.3.2	Plan d'urbanisme.....	3-101
3.4.3.3	Zonage	3-101
3.4.4	Utilisation du sol.....	3-104
3.4.5	Équipements et infrastructures	3-105
3.4.5.1	Transport et circulation.....	3-105
3.4.5.2	Services publics.....	3-106
3.4.6	Récréation et villégiature.....	3-106
3.4.7	Sites et bâtiments patrimoniaux	3-108
3.5	MILIEU VISUEL	3-109
3.5.1	Méthodologie d'inventaire	3-109
3.5.2	Délimitation de la zone d'étude	3-110
3.5.3	Inventaire des caractéristiques visuelles.....	3-110
3.5.3.1	Unités de paysages	3-113
3.5.3.2	Corridors visuels.....	3-115
3.5.3.3	Points de repère	3-116
3.6	MILIEU SONORE.....	3-117
3.6.1	Zone d'étude acoustique.....	3-119
3.6.2	Identification des sources de bruit.....	3-119
3.6.3	Réglementation sur le bruit	3-120
3.6.4	Définition des paramètres acoustiques	3-121
3.6.5	Évaluation du climat sonore actuel	3-122
4	CONCEPTION TECHNIQUE DU PROJET.....	4-1
4.1	DESCRIPTION DES INSTALLATIONS.....	4-1
4.1.1	Critères de conception	4-1
4.1.2	Bloc de prise d'eau.....	4-2
4.1.3	Conduites d'amenée	4-4
4.1.4	Conduites de dégel	4-4
4.1.5	Pulsion d'air sous pression	4-5
4.2	DESCRIPTION DES TRAVAUX.....	4-5
4.2.1	Méthode en tranchée	4-6
4.2.1.1	Travaux en zone intertidale (0+000 à 0+090).....	4-6
4.2.1.2	Construction en zone immergée (0+090 à 0+450).....	4-12
4.2.1.3	Transport et circulation	4-13
4.2.2	Méthode par forage directionnel	4-15
4.2.2.1	Mobilisation et organisation	4-16
4.2.2.2	Machinerie et équipement	4-16
4.2.2.3	Construction	4-17
4.2.2.4	Transport et circulation	4-18
4.2.3	Construction du bloc de prise d'eau	4-19
4.2.4	Construction de la chambre de raccordement	4-20
4.2.5	Démobilisation de chantier et remise en état des lieux.....	4-20
4.3	CALENDRIER DES TRAVAUX.....	4-21

TABLE DES MATIÈRES

5	ANALYSE DES IMPACTS DU PROJET	5-1
5.1	MÉTHODE D'ÉVALUATION DES IMPACTS	5-1
5.1.1	Démarche générale.....	5-1
5.1.2	Critères de détermination et d'évaluation des impacts	5-3
5.1.2.1	Le degré de perturbation ou de bonification	5-3
5.1.2.2	La valeur environnementale	5-4
5.1.2.3	L'intensité	5-5
5.1.2.4	La durée	5-6
5.1.2.5	L'étendue.....	5-6
5.1.2.6	L'importance de l'impact.....	5-7
5.2	MÉTHODE D'ÉVALUATION DES IMPACTS SUR LE MILIEU VISUEL.....	5-8
5.3	MÉTHODE D'ÉVALUATION DES IMPACTS SUR LE MILIEU SONORE.....	5-9
5.4	CONSULTATION DU PUBLIC EFFECTUÉE PAR LA VILLE DE QUÉBEC	5-10
5.4.1	Modalité de consultation	5-10
5.4.2	Population ciblée.....	5-11
5.4.3	Résultats des consultations	5-11
5.5	ÉVALUATION DES IMPACTS ENVIRONNEMENTAUX	5-13
5.5.1	Identification des sources d'impacts	5-14
5.5.2	Impacts sur le milieu biophysique	5-14
5.5.2.1	Stabilité de la falaise.....	5-14
5.5.2.2	Qualité de l'eau.....	5-16
5.5.2.3	Végétation terrestre	5-18
5.5.2.4	Végétation de la zone intertidale	5-18
5.5.2.5	Invertébrés aquatiques	5-19
5.5.2.6	Ichtyofaune	5-21
5.5.2.7	Avifaune.....	5-25
5.5.2.8	Mammifères.....	5-26
5.5.3	Impacts sur le milieu humain.....	5-27
5.5.3.1	Espace public	5-27
5.5.3.2	Réseau routier.....	5-28
5.5.3.3	Infrastructures - eau	5-28
5.5.3.4	Activités récréatives.....	5-29
5.5.3.5	Qualité de vie.....	5-30
5.5.3.6	Activité économique	5-30
5.5.3.7	Santé publique et sécurité	5-31
5.5.3.8	Navigation commerciale	5-33
5.5.4	Impacts sur le milieu visuel	5-33
5.5.5	Impacts sur le milieu sonore	5-36
5.5.5.1	Inventaire des phases pour l'évaluation des niveaux sonores	5-36
5.5.5.2	Calculs des niveaux sonores prévisibles.....	5-38
5.5.5.3	Analyse des résultats	5-39
5.5.5.4	Bruit durant les phases de dynamitage	5-42
5.6	SYNTHÈSE DES IMPACTS ET DES MESURES D'ATTÉNUATION	5-44
5.6.1	Tableau synthèse des impacts.....	5-44
5.6.2	Mesures d'atténuation.....	5-52

TABLE DES MATIÈRES

5.6.2.1	Milieu biophysique	5-52
5.6.2.2	Milieu humain	5-55
5.6.2.3	Milieu visuel	5-57
5.6.2.4	Milieu sonore	5-58
5.7	IMPACTS RÉSIDUELS	5-62
5.8	SYNTHÈSE DU PROJET	5-63
5.8.1	Méthode en tranchée	5-63
5.8.2	Méthode par forage directionnel	5-64
5.8.3	Autres considérations.....	5-65
6	SURVEILLANCE ET SUIVI	6-1
6.1	PRÉ-CONSTRUCTION.....	6-1
6.2	CONSTRUCTION	6-1
6.3	POST-CONSTRUCTION	6-1
6.4	PROGRAMME DE SUIVI ENVIRONNEMENTAL ET DE COMPENSATION.....	6-2
6.4.1	Suivi floristique	6-2
6.4.2	Suivi des activités de dynamitage	6-2
6.4.2.1	Programme de contrôle de dynamitage	6-2
6.4.2.2	Ichtyofaune	6-7
6.4.3	Élaboration de projets de compensation	6-7
6.4.4	Suivi de la qualité de l'eau	6-8
6.4.5	Suivi du milieu sonore	6-8
6.4.5.1	Mesures de bruit à proximité des équipements.....	6-10
6.4.5.2	Relevés sonores aux résidences.....	6-10
7	EFFETS CUMULATIFS	7-1
7.1	CADRE LÉGALE ET GÉNÉRALITÉS	7-1
7.2	ENJEUX ET COMPOSANTES VALORISÉES DE L'ENVIRONNEMENT	7-1
7.2.1	Zone d'étude spatiale et temporelle	7-2
7.2.2	Habitat du poisson	7-2
7.2.2.1	Infrastructures existantes et futures	7-4
7.2.2.2	Activités d'excavation et de dragage	7-4
7.2.3	Quantité et qualité de l'eau	7-5
7.2.3.1	Captage des eaux du fleuve.....	7-5
7.2.4	Berges du fleuve Saint-Laurent.....	7-6
7.2.4.1	Modification des berges par des ouvrages en milieu riverain.....	7-6
8	PERSONNES ET ORGANISMES CONSULTÉS	8-1
9	BIBLIOGRAPHIE	9-1

TABLE DES MATIÈRES

Annexe 1	Directive pour l'aménagement d'une prise d'eau pour le secteur de Sainte-Foy – Ville de Québec
Annexe 2	Autorisations de 1977 et de 1996 du MENV pour l'exécution des travaux de la nouvelle prise d'eau de Sainte-Foy
Annexe 3	Roses des vents mensuelles et saisonnières pour la période de 1961 à 1990, Aéroport international Jean-Lesage, Québec
Annexe 4	Qualité de l'eau de surface (avril à novembre 2004)
Annexe 5	Hydrosère représentative d'un milieu humide
Annexe 6	Répartition de la végétation dans l'aire des travaux
Annexe 7	Caractéristiques morphométriques des poissons capturés dans les trappes Alaska
Annexe 8	Document photographique
Annexe 9	ACOA, listes des oiseaux (ÉPOQ et Atlas des oiseaux nicheurs du Québec méridional) et résultats bruts de l'inventaire effectué le 20 juin 2003
Annexe 10	Critères et méthodes actuels tirés de la note d'instruction 98-01 – Ministère de l'Environnement du Québec – Décembre 2000
Annexe 11	Plainte sur le bruit causé par la station de pompage de Cap-Rouge et « <i>Le bruit des chantiers</i> ». Le bulletin des laboratoires des ponts et chaussée, septembre 2001
Annexe 12	Documents d'information présentés aux groupes environnementaux et aux résidents et comptes rendus des rencontres du 30 novembre et du 8 décembre 2004
Annexe 13	Plan de conception de la nouvelle prise d'eau de Sainte-Foy

Liste des figures

Figure 2-1	Schéma d'approvisionnement en eau potable de la Ville de Québec2-2
Figure 2-2	Hauteur de la marée par rapport au bloc de prise existant2-7
Figure 3-1	Vitesse et direction des courants mesurés à un mètre de la surface et à un mètre de fond dans l'axe de la future prise d'eau le 2 juin 20033-13
Figure 3-2	Durée des programmes fédéraux et provinciaux ayant contribué à l'assainissement du fleuve Saint-Laurent..... 3-53
Figure 3-3	Profil de l'étagement de la végétation observée le long de la zone des travaux projetés 3-60
Figure 4-1	Vue en plan de la tranchée en fonction du matériel rencontré et des pentes recommandées par le laboratoire LEQ 4-9
Figure 4-2	Coupes-types de la tranchée 4-10
Figure 4-3	Calendrier des travaux 4-22
Figure 5-1	Démarche analytique de l'évaluation d'un impact 5-2
Figure 6-1	Logigramme du suivi acoustique proposé..... 6-9

TABLE DES MATIÈRES

Liste des cartes

Carte 2-1	Prises d'eau existante et projetée	2-6
Carte 2-2	Option B : réhabilitation partielle de la prise d'eau existante.....	2-19
Carte 2-3	Option C : construction d'une nouvelle prise d'eau à 450 m	2-21
Carte 3-1	Localisation de la zone d'étude	3-2
Carte 3-2	Inventaire des milieux physique et biologique.....	3-3
Carte 3-3	Dynamique des glaces observée au cours du mois de février 2003.....	3-18
Carte 3-4	Dynamique des glaces observée au cours du mois de février 2004.....	3-19
Carte 3-5	Panaches d'influence de l'usine ouest de traitement des eaux usées	3-44
Cart 3-6	Localisation des sites potentiel de fraie et de concentration (alimentation probable) de l'esturgeon noir dans l'estuaire du Saint-Laurent, 1998-2000.....	3-94
Carte 3-7	Inventaire du milieu humain	3-103
Carte 3-8	Inventaire du milieu visuel	3-111
Carte 3-9	Inventaire du milieu sonore	3-118
Carte 7-1	Zone d'étude pour l'analyse des effets cumulatifs	7-3

Liste des tableaux

Tableau 2-1	Fréquence des arrêts complets de la prise d'eau à la suite de l'obstruction par le frasil pour les mois de décembre 1988 à 1992 et les hivers 2001-2002 et 2002-2003	2-11
Tableau 2-2	Débits journaliers – usine de traitement de Sainte-Foy	2-15
Tableau 2-3	Résumé des coûts de l'option C incluant la subvention actuelle.....	2-20
Tableau 2-4	Comparaison des options de réhabilitation de la prise d'eau	2-22
Tableau 2-5	Résumé des problématiques et des conséquences.....	2-31
Tableau 3-1	Conditions climatiques à l'aéroport de Québec pour la période 1971-2000...3-5	
Tableau 3-2	Vitesses de courant mesurées sur le terrain dans l'axe de la future conduite, 2 juin 2003	3-11
Tableau 3-3	Description des échantillons de sédiments récoltés dans l'aire des travaux dans le cadre de la relocalisation de la prise d'eau de Sainte-Foy.....	3-33
Tableau 3-4	Granulométrie et sédimentométrie des échantillons de sédiments prélevés dans l'aire des travaux du projet de nouvelle prise d'eau de Sainte-Foy, été 2003.....	3-34
Tableau 3-5	Analyses chimiques des échantillons de sédiments prélevés dans l'aire des travaux du projet de relocalisation de la prise d'eau de Sainte-Foy, été 2003.....	3-36
Tableau 3-6	Qualité de l'eau brute du fleuve Saint-Laurent dans le secteur de la prise d'eau, de 1998 à 2002.....	3-38
Tableau 3-7	Qualité de l'eau brute à l'usine de traitement d'eau de Sainte-Foy, janvier à juin 2003.....	3-40
Tableau 3-8	Qualité de l'eau traitée à l'usine de traitement d'eau de Sainte-Foy, janvier à juin 2003.....	3-41
Tableau 3-9	Liste des espèces végétales recensées dans l'érablière voisinant la station de pompage à proximité du chemin de la Plage-Saint-Laurent le 11 juillet 2003.....	3-62

TABLE DES MATIÈRES

Tableau 3-10	Espèces floristiques de la zone intertidale observées lors d'inventaires réalisés entre le mois de juin et la fin août 2003	3-63
Tableau 3-11	Liste des plantes répertoriées le 2 juillet 2003 le long du transect localisé dans l'aire des travaux projetés.....	3-64
Tableau 3-12	Données d'inventaires floristiques réalisés le 26 août 2003 le long du transect localisé dans l'aire des travaux projetés	3-65
Tableau 3-13	Liste des espèces de plantes menacées ou vulnérables, ou susceptibles d'être ainsi désignées, ou rares dans le secteur de la Plage-Saint-Laurent à Cap-Rouge	3-67
Tableau 3-14	Liste des habitats des espèces de plantes menacées ou vulnérables, ou susceptibles d'être ainsi désignées, ou rares, se trouvant en périphérie de la zone d'influence du projet, et présentant un potentiel de présence dans le secteur de la Plage-Saint-Laurent à Cap-Rouge	3-68
Tableau 3-15	Espèces de poissons susceptibles d'être rencontrées dans le secteur de la nouvelle prise d'eau de Sainte-Foy	3-72
Tableau 3-16	Période importante pour les poissons catadromes et anadromes	3-74
Tableau 3-17	Effort de pêche pour les campagnes d'échantillonnage du printemps et de l'automne dans le secteur des travaux, 2003	3-76
Tableau 3-18	Résultats des pêches expérimentales réalisées entre le 10 et le 12 juillet 2003 les dans le fleuve Saint-Laurent, à la hauteur de la prise d'eau de Sainte-Foy	3-79
Tableau 3-19	Résultats des pêches expérimentales réalisées entre le 23 et le 26 septembre 2003 les dans le fleuve Saint-Laurent, à la hauteur de la prise d'eau de Sainte-Foy	3-80
Tableau 3-20	Résultats des captures à la seine les 10, 11 et 12 juillet 2003 près des rives du fleuve Saint-Laurent, à la hauteur de la prise d'eau de la ville de Sainte-Foy	3-82
Tableau 3-21	Espèces d'amphibiens et de reptiles susceptibles d'être rencontrées dans un rayon de cinq kilomètres de la zone d'étude du projet d'aménagement d'une nouvelle prise d'eau pour le secteur de Sainte-Foy.....	3-83
Tableau 3-22	Espèces de sauvagine susceptibles d'être rencontrées dans le secteur compris entre le pont de Québec et Cap-Rouge, pour les mois d'avril-mai et de septembre-octobre	3-86
Tableau 3-23	Espèces d'oiseaux identifiées lors de l'inventaire du 20 juin 2003 et observation ponctuelles.....	3-89
Tableau 3-24	Espèces de poissons et d'oiseaux à statut particulier rencontrées dans la zone d'étude	3-91
Tableau 3-25	Zonage municipal dans la zone d'étude	3-102
Tableau 3-26	Niveaux sonores tolérables pour les chantiers de construction	3-120
Tableau 3-27	Valeurs des paramètres statistiques et comptages obtenus aux points de mesure en dB(A)	3-123
Tableau 4-1	Volume de déblai-remblai pour aménager la prise d'eau selon la méthode en tranchée.....	4-13
Tableau 4-2	Nombre de voyages de camions sur le chemin de la Plage-Saint-Laurent..	4-15
Tableau 5-1	Valeur environnementale des éléments du milieu.....	5-5
Tableau 5-2	Grille d'évaluation de l'intensité d'un impact.....	5-5

TABLE DES MATIÈRES

Tableau 5-3	Grille d'évaluation de l'indice durée/intensité	5-6
Tableau 5-4	Grille d'évaluation de l'importance de l'impact	5-7
Tableau 5-5	Matrice d'identification des impacts appréhendés	5-15
Tableau 5-6	Synthèse des différentes phases des travaux selon l'option « en tranchée »	5-37
Tableau 5-7	Synthèse des différentes phases des travaux selon l'option du forage directionnel	5-38
Tableau 5-8	Camionnage généré sur le chemin de la Plage-Saint-Laurent	5-38
Tableau 5-9	Niveaux sonores prévisibles lors de chacune des phases de construction selon l'option « en tranchée »	5-40
Tableau 5-10	Niveaux sonores prévisibles lors de chacune des phases de construction selon l'option du forage directionnel	5-41
Tableau 5-11	Niveaux sonores générés par le camionnage à une distance d'environ 9 m le long du chemin de la Plage-Saint-Laurent	5-42
Tableau 5-12	Description des impacts appréhendés du projet de la prise d'eau	5-45
Tableau 5-13	Mesures d'atténuation sommaires pour les phases de construction jugées problématiques dans le scénario « en tranchée »	5-60
Tableau 5-14	Mesures d'atténuation sommaires pour les phases de construction jugées problématiques dans le scénario avec forage directionnel	5-61
Tableau 6-1	Superficie d'habitat du poisson affectée de manière permanente et temporaire	6-8

TABLE DES MATIÈRES

Glossaire des abréviations

AQGO	Association québécoise des groupes d'ornithologues
BDOMQ	Banque de données sur les oiseaux menacés du Québec
CCG	Centre canadien des glaces
CDPNQ	Centre de données sur le patrimoine naturel du Québec
CEAEQ	Centre d'expertise en analyses environnementales du Québec
CMQ	Communauté Métropolitaine de Québec
CPTAQ	Commission pour la Protection du Territoire Agricole du Québec
CSL	Centre Saint-Laurent
CUQ	Communauté Urbaine de Québec
ECOMUS	Éco-museum de l'Université McGill
ÉPOQ	Études des populations d'oiseaux du Québec
FAPAQ	Société de la Faune et des Parcs du Québec
GCC	Garde côtière canadienne
MCCQ	Ministère de la Culture et des Communications du Québec
MENV	Ministère de l'Environnement du Québec
MPO	Ministère des Pêches et des Océans du Canada
MRNFP	Ministère des Ressources naturelles, de la Faune et des Parcs du Québec
SCF	Service canadien de la faune
SCG	Service canadien des glaces
UL	Université Laval
ZIP	Zone d'intervention prioritaire

1 INTRODUCTION

1.1 INITIATEUR DU PROJET ET SON CONSULTANT

1.1.1 Ville de Québec

De façon générale, la Ville de Québec exerce des pouvoirs à l'égard des compétences suivantes :

- l'aménagement et l'urbanisme;
- le développement économique, comprenant les volets industriel, touristique et commercial ainsi que la responsabilité des grands parcs, évènements et équipements culturels, sportifs et scientifiques;
- le réseau routier municipal;
- la production et la distribution de l'eau potable;
- les pompiers et la planification du schéma de couvertures des risques;
- le logement social, y compris la création d'un fonds de développement du logement social;
- la sécurité publique;
- le transport collectif.

Au niveau environnemental, la Ville de Québec élabore et met en œuvre les politiques et les programmes requis pour conserver, protéger et assurer la qualité de l'environnement. La Ville est également responsable de l'élaboration des politiques de protection de l'eau, de l'air, des sols et de la gestion des matières résiduelles. Elle prépare des programmes pour la mise en valeur et le contrôle de la qualité des espaces verts et veille à ce que les immeubles soient conçus, utilisés et entretenus dans le respect de l'environnement. La Ville de Québec contrôle également la salubrité des lieux, l'habitabilité des bâtiments, la qualité de l'eau et de l'air ainsi que le niveau des bruits.

Les coordonnées du chargé de projet de la Ville de Québec sont les suivantes :

Ville de Québec
Service de l'ingénierie
Division planification et développement
Monsieur Richard Simoneau, ingénieur
65, rue Sainte-Anne, 4^e étage
Québec (Québec)
G1R 3X5
Téléphone : 418-641-6411 poste 5009
Télécopieur : 418-641-6442
Courriel : richard.simoneau@ville.quebec.qc.ca
Site Internet : <http://www.ville.quebec.qc.ca/accueil/index.shtml>

1.1.2 Dessau-Soprin inc.

Dessau-Soprin est une société canadienne d'ingénierie active à l'échelle nationale et internationale. La firme offre une large gamme de services dans des domaines d'expertise qui reflètent l'excellence et la notoriété du Canada.

Valorisant l'engagement, le travail d'équipe et la satisfaction de sa clientèle, Dessau-Soprin propose et réalise des projets en plus d'exploiter des ouvrages, pour améliorer la qualité de vie.

Au cours des années, les professionnels de Dessau-Soprin ont mis de l'avant des solutions novatrices et intégrées répondant au rythme croissant des changements sociaux, de l'évolution rapide de la technologie et de la complexité accrue des projets. Intégrant une préoccupation environnementale aux projets de développement et de réhabilitation, Dessau-Soprin réalise ses projets en s'appuyant sur une approche de gestion de la qualité.

Fidèle aux champs d'intervention de l'ingénierie traditionnelle, Dessau-Soprin élargit également ses domaines de spécialisation, en développant de nouvelles expertises telles que l'environnement, les services éconergétiques, la gestion de l'entretien et des opérations, etc.

La firme affiche aussi une présence de plus en plus marquée dans le secteur industriel, au niveau de procédés et de services aux procédés.

En ce qui a trait aux formules de réalisation de projets, l'implication de Dessau-Soprin s'inscrit à toutes les étapes du cycle de projets, pour en assurer une exécution efficace, viable et réussie.

Consciente de la nécessité de préserver et de mettre en valeur l'environnement, Dessau-Soprin développe, en concertation avec sa clientèle, des projets dans le plus grand respect des ressources physiques, biologiques et humaines du milieu pour le mieux-être des générations futures. C'est ainsi que l'équipe d'Environnement s'implique non seulement dans des projets en transports, en énergie, en eau et en développement urbain, mais aussi dans des projets environnementaux proprement dits.

Les coordonnées du chargé de projet de Dessau-Soprin inc. sont les suivantes :

Dessau-Soprin inc.
Monsieur Denis Maltais, ingénieur
1220, boulevard Lebourgneuf, bureau 300
Québec (Québec)
G2K 2G4
Téléphone : (418) 626-1688
Télécopieur : (418) 626-5464
Courriel : denis.maltais@dessausoprin.com
Site Internet : www.dessausoprin.com

1.2 RÉSUMÉ DE LA PROBLÉMATIQUE ACTUELLE

La prise d'eau de Sainte-Foy a été construite en 1963 et a atteint sa vie utile quoiqu'elle soit encore fonctionnelle. Comme il n'y pas de prise d'eau d'urgence pour le secteur ouest de la Ville de Québec, ce secteur est vulnérable à tout incident qui limite les apports d'eau brute en provenance du fleuve Saint-Laurent. De plus, la sécurité de la population desservie pourrait être affectée en cas de panne prolongée.

Le problème le plus préoccupant pour la Ville est l'obstruction fréquente de la prise d'eau par le frasil. Ces obstructions surviennent généralement à partir du mois de décembre jusqu'en février. Le nombre d'obstructions observé pour les années 1988 à 1992 et les hivers de 2001 à 2003 a varié de 5 à 25 par année, tandis que la durée de ces obstructions pouvait s'étendre à plus de cinq heures. Environ 120 000 résidents du secteur ouest de la Ville de Québec pourraient être privés de leur approvisionnement en eau potable lors de ces événements. Les obstructions sont directement reliées à l'autonomie des réservoirs et à l'efficacité du système de déblocage de la prise d'eau qui est déficient; le système d'injection d'eau chaude est obstrué en partie et il n'y a aucun accès direct à la prise d'eau en hiver dû à la présence des glaces. On doit attendre le jeu des marées pour le déblocage du frasil.

Dans ces circonstances, la Ville est vulnérable à l'obstruction de sa prise d'eau par le frasil et s'expose par le fait même à des risques majeurs dans l'éventualité où celle-ci devrait demeurer obstruée pour une période supérieure à l'autonomie de ses réservoirs de distribution, c'est-à-dire une période pouvant varier de 12 à 24 heures, dépendant du niveau d'eau des réservoirs au moment du blocage de la prise d'eau.

À titre d'information, les capacités de l'usine de traitement de Québec (Château d'Eau) et le réseau de distribution ne permettent de répondre qu'à 25 % de la demande en eau du secteur ouest de la Ville.

La seconde difficulté d'opération rencontrée par la Ville est l'obstruction de la prise d'eau par les herbages, dû à la localisation ainsi qu'à la forme de la prise d'eau actuelle.

Parallèlement à ces déficiences de la prise d'eau de Sainte-Foy, la Ville de Québec désire refaire une nouvelle répartition de toutes ces sources d'alimentation en eau (fleuve Saint-Laurent, rivières Saint-Charles et Montmorency et puits souterrains).

La redistribution de l'eau est élaborée selon trois critères : eau de qualité, eau en quantité suffisante et stratégie de conservation et d'économie d'eau potable. Ainsi, utiliser davantage la ressource fleuve Saint-Laurent avec une nouvelle prise d'eau, permet de sécuriser l'approvisionnement du secteur ouest de la Ville, d'utiliser la capacité de l'usine de traitement de Sainte-Foy qui n'est exploitée qu'à 60 % de sa capacité nominale (136 400 m³/j) et de réduire la demande sur la rivière Saint-Charles permettant ainsi une meilleure protection des usages de la rivière.

Les travaux du présent projet, et faisant l'objet d'une étude d'impact sur l'environnement en vertu de l'article 31.1 de la *Loi sur la qualité de l'environnement*, consistent à aménager un nouveau bloc de prise d'eau en béton, incluant une conduite d'amenée ayant une longueur d'environ 450 m et d'une conduite de dégel provenant du puits existant.

Le projet comprend également la réhabilitation du bloc de prise et de la conduite de dégel de la prise d'eau existante qui sera utilisée comme prise d'eau secondaire en cas d'urgence et lors de l'entretien de la nouvelle prise d'eau.

La présente étude répond à la directive publiée en janvier 2003 par le ministère de l'Environnement du Québec (MENV) pour la réalisation d'une étude d'impact sur l'environnement du projet de nouvelle prise d'eau de Sainte-Foy (no. 3211-02-214) (annexe 1). Elle formule une démarche méthodologique appropriée visant à fournir les informations nécessaires à l'évaluation environnementale du projet et au processus d'autorisation des travaux par le Gouvernement du Québec.

L'objectif de la présente étude est de réaliser l'étude des impacts environnementaux du projet en vue d'obtenir un décret autorisant la Ville de Québec à procéder à l'aménagement d'une nouvelle prise d'eau dans le fleuve Saint-Laurent pour le secteur ouest de la Ville de Québec.

2 CONTEXTE ET JUSTIFICATION DU PROJET

2.1 PORTRAIT DE L'APPROVISIONNEMENT EN EAU POTABLE DE LA VILLE DE QUÉBEC

À la fin de l'année 2000, le gouvernement du Québec adoptait la Loi 170 sur la réforme de l'organisation territoriale municipale, donnant lieu au regroupement des treize municipalités qui forment présentement la nouvelle Ville de Québec.

Pour l'approvisionnement en eau, la nouvelle Ville de Québec a examiné la capacité des installations existantes et a identifié les axes possibles de développements. Ceci a permis de mettre en relief le schéma global de l'alimentation en eau pour solutionner les différentes problématiques d'approvisionnement et de production et ce, dans une perspective globale de développement durable (voir figure 2-1).

Dans cette perspective, il est approprié d'exploiter l'usine de Sainte-Foy à sa pleine capacité, avec l'objectif de faire circuler, dans le réseau de la nouvelle Ville, plus de 50 000 m³/j d'eau potable additionnels nécessaires, afin de desservir la population actuelle et future.

Étant donné que la prise d'eau de Sainte-Foy est actuellement incapable de rencontrer les orientations de la nouvelle Ville, dû à un manque de capacité et de sécurité d'approvisionnement, il est primordial d'entreprendre des travaux pour éviter un événement malheureux qui pourrait priver d'eau une population de plus de 120 000 personnes (Ville de Québec, 2004).

Figure 2-1 Schéma d'approvisionnement en eau potable de la Ville de Québec

2.2 ÉTAT DE LA SITUATION DE LA PRISE D'EAU DE SAINTE-FOY

2.2.1 Historique

L'ancienne Ville de Sainte-Foy s'est approvisionnée en eau potable à partir de puits artésiens jusqu'au début des années 1960. La croissance de la demande en eau et la grande dureté de l'eau des puits artésiens ont forcé la Ville à rechercher une autre source d'approvisionnement. C'est ainsi qu'en 1963, la prise d'eau actuelle au fleuve Saint-Laurent a été inaugurée.

Les années 1960 et 1970 ont été une période de forte croissance pour la Ville de Sainte-Foy. En effet, la population a presque décuplé durant cette période. Au début des années 1970, le gouvernement provincial a demandé une étude sur l'approvisionnement en eau de la région de Québec. Les prévisions de croissance envisagée à ce moment nécessitaient d'augmenter la capacité des éléments de la chaîne de production d'eau de la Ville de Sainte-Foy. En 1973, l'usine de traitement d'eau de la Ville, qui avait été agrandie en 1968, opérait au-dessus de sa capacité nominale. Les réserves d'eau étant trop petites, la Ville a entrepris un programme d'agrandissement et de modernisation de ses équipements de production d'eau. Comme il fallait aller au plus urgent, les efforts se sont portés sur l'agrandissement de l'usine de traitement d'eau qui fut réalisée en 1974. Ainsi, la capacité de production de l'usine a été plus que doublée, pour atteindre une capacité nominale de 136 400 m³/j.

Au début des années 1970, la firme Bernard Grondin Ingénieur Conseil a été mandatée pour le compte de la Ville de Sainte-Foy, afin de solutionner les diverses problématiques de la prise d'eau. En 1975, ce consultant recommandait une nouvelle prise d'eau, d'une longueur approximative de 600 m à partir du poste de pompage actuel (Grondin, 1975).

Dans le cadre du programme de l'époque, la prise d'eau, de capacité insuffisante pour la nouvelle usine, n'a pas été améliorée. Par conséquent, la Ville de Québec doit maintenant

aller de l'avant avec son projet, afin d'exploiter l'usine à sa pleine capacité et sécuriser l'approvisionnement pour plus de 120 000 personnes (Ville de Sainte-Foy, 1999).

Le 6 juillet 1977, le Service de protection de l'environnement du Québec émettait à la Ville de Sainte-Foy une autorisation pour l'exécution des travaux de construction d'une nouvelle prise d'eau brute au fleuve Saint-Laurent.

Cette autorisation, dont une copie est jointe à l'annexe 2, proposait d'installer 700 m de conduites d'amenée, et de construire une pile de prise d'eau qui repose sur une plate-forme de béton. La hauteur totale de cette structure est de 28,8 m.

Le coût des travaux, pour la nouvelle prise d'eau, était alors évalué à 10 000 000 \$. Vers 1978, les coûts ont été mis à jour, dans le cadre d'une demande de subvention pour atteindre un montant d'environ 11 000 000 \$. En raison des coûts excessifs, ce projet n'a jamais été réalisé.

Au cours des années 1980, aucun problème majeur n'est survenu, sauf pendant les périodes intenses de frasil et lorsque de fortes concentrations d'herbages et de débris en suspension dans l'eau du fleuve obstruaient la prise d'eau.

Au début des années 1990, les difficultés d'opération ont augmenté (blocage de la prise d'eau par le frasil), inquiétant ainsi les opérateurs de l'usine de traitement d'eau. Des inspections effectuées par les plongeurs ont démontré que les jets d'alimentation de l'eau pour faire fondre le frasil ne fonctionnaient presque plus : la conduite d'alimentation et les jets eux-mêmes, à l'intérieur du bloc de prise d'eau en béton, étaient colmatés.

2.2.2 Description de la prise d'eau existante

La prise d'eau existante de Sainte-Foy est située dans l'ancienne Ville de Cap-Rouge, sur le chemin de la Plage-Saint-Laurent (voir carte 2-1), à 300 m de la rive. Elle est constituée des éléments suivants :

- un bloc de prise d'eau;
- deux conduites d'amenée avec un regard de grève;
- un système de dégel pour le frasil.

2.2.2.1 Bloc de prise d'eau

Le bloc de prise d'eau en béton possède une hauteur d'environ 2 m, une largeur de 3,4 m et une longueur de 2,5 m. Il est muni de trois ouvertures circulaires de 1,35 m de diamètre orientées dans les directions sud, est et ouest. En calculant une profondeur moyenne à partir de la marée haute et de la marée basse, la surface du bloc se trouve à une profondeur moyenne d'environ 6,1 m. Lors d'une marée basse extrême, la distance entre le bloc et la surface de l'eau est réduite à seulement 2,4 m (figure 2-2).

État physique du bloc de prise d'eau

Le bloc de prise d'eau est inspecté périodiquement par les plongeurs qui s'occupent de son entretien. Les principaux problèmes observés sont les suivants :

- Au début des années 1990, les plongeurs ont constaté que les jets d'eau provenant du puits n° 6, aidant à la fonte du frasil, ne fonctionnaient presque pas. En effet, les plongeurs ont constaté que la conduite d'amenée d'eau chaude aux jets du bloc de prise d'eau était obstruée. Une ouverture a été pratiquée à l'extrémité de la conduite de fonte qui se raccorde au bloc de prise d'eau. Le système de fonte de frasil a donc été amélioré.

Carte 2-1 Prises d'eau existante et projetée

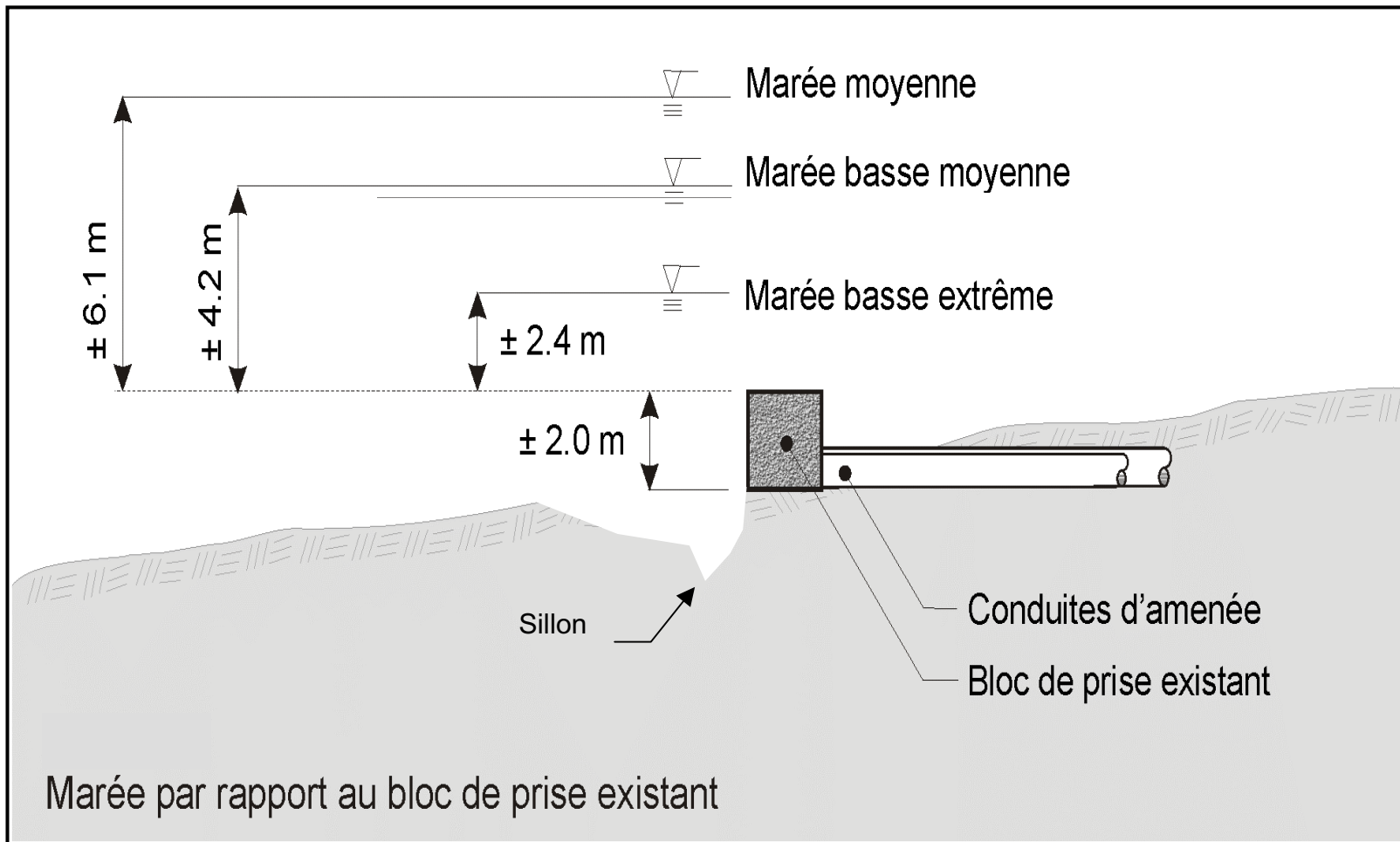


Figure 2-2 Hauteur de la marée par rapport au bloc de prise existant

- Les ouvertures du bloc de prise d'eau situées sur les côtés est et ouest sont dans le sens du courant du fleuve, favorisant ainsi l'accumulation des herbages, des débris et des détritus.
- La dimension des ouvertures du bloc de prise d'eau est trop petite, de sorte que les vitesses d'entrée de l'eau brute sont supérieures à 0,1 m/s (vitesse maximale recommandée), favorisant ainsi l'aspiration et l'accumulation d'herbage et de frasil à l'entrée de la prise.
- L'érosion des glaces qui frottent sur la surface du bloc a dégagé des barres d'armature enrobées dans le béton. Ce phénomène a encore été constaté lors d'une plongée au mois de mai 2003.
- Lors de la plongée effectuée le 23 mai 2003, il a également été constaté que les glaces avaient érodé le lit du fleuve jusqu'à une profondeur d'environ 1,2 m au devant du bloc de prise.

2.2.2.2 Conduites d'amenée avec regard de grève

Les conduites d'amenée de 600 et 750 mm de diamètre sont fabriquées en béton de classe IV, avec des joints subaquatiques entre le bloc de prise et le regard de grève, et des joints standards entre le regard de grève et la station de pompage. Ces conduites amènent l'eau brute à la station de pompage de Cap-Rouge située sur le chemin de la Plage-Saint-Laurent. Par la suite, l'eau brute est pompée vers l'usine de traitement.

La longueur des conduites d'amenée entre la pile de prise et le regard de grève est environ 210 m. Le regard de grève se trouve à environ 90 m du poste de pompage et il permet l'accès aux deux conduites. La longueur totale des conduites d'amenée est donc de 300 m.

État des conduites d'amenée et du regard de grève

En novembre 1992, une inspection télévisée des conduites d'amenées a été effectuée par la firme L.C.S. inc. Pour la section de 90 m, située entre le regard de grève et le poste de pompage, l'inspection a montré des points bas à trois endroits sur la conduite de 750 mm de

diamètre et à deux endroits sur celle de 600 mm de diamètre. De plus, deux fuites apparentes ont été observées à environ huit mètres du coude d'entrée de la station

La section entre le regard de grève et le bloc de prise d'eau n'a pas été inspectée en totalité. En effet, aucune inspection n'a été effectuée sur la conduite 600 mm de diamètre dû au cycle de marée trop court. La conduite 750 mm de diamètre n'a été inspectée que sur une longueur de 253 m avant que la caméra ne soit bloquée par un obstacle inconnu.

L'inspection du regard de grève effectuée au printemps 2003 a montré que le muret séparateur, constitué de barres de fer profilées, s'est déplacé et qu'il obstrue possiblement une partie de la conduite de 750 mm de diamètre.

En novembre 2004, des travaux d'enlèvement du muret séparateur ont été réalisés par la firme spécialisée Service Subaquatique BLM inc. Lors de ces travaux, il a été constaté que la durée de vie utile du muret était atteinte, voire dépassée. Des vérins de soutènement ont en effet été retrouvés au fond du regard. Nous avons profité de ces travaux pour nettoyer le regard de grève, et pour enlever tous les débris et les résidus.

Le 23 novembre 2004, cette compagnie a effectué une inspection télévisée des conduites d'amenée en condition, submergées, de la section de 210 mètres située entre le regard de grève et le bloc de prise.

Cette inspection a démontré que la conduite de 600 mm de diamètre était dans un bon état apparent; les joints des conduites sont fermés, et un peu de sédiments est visible au fond de la conduite.

En ce qui concerne la conduite de 750 mm de diamètre, les joints sont également fermés. Cependant, à une distance d'environ 178 mètres du regard de grève, il y a présence de

sédiments et de cailloux dont les dimensions varient entre 5 mm et 75 mm de diamètre et ce, sur une longueur d'environ 15 mètres. La largeur du dépôt dans la conduite est de l'ordre de 300 mm.

Enfin, l'inspection télévisée du bloc de prise a démontré qu'il était désuet.

2.2.2.3 Système de dégel pour le frasil

Le système de dégel sert à contrôler l'accumulation de frasil à l'entrée du bloc de prise. Il est alimenté en eau tempérée par une conduite de fonte de 150 mm de diamètre, installée entre le puits n° 6 et le bloc de prise (voir carte 2-1). Les ouvertures du bloc de prise comprennent des barreaux espacés d'environ 125 mm, munis de jets servant à diffuser l'eau plus chaude sur l'accumulation de frasil.

2.2.2.4 Capacité hydraulique de la prise d'eau

La capacité hydraulique « théorique » de la prise d'eau est évaluée à 131 800 m³/j en condition de grande marée basse. Toutefois, compte tenu de l'état physique du bloc de prise d'eau, les opérateurs considèrent qu'il n'est pas possible de pomper un tel débit. En effet, l'expérience montre que le pompage d'un débit de 108 000 m³/j (qui représente la capacité la station de pompage actuelle) à marée basse, ne peut être fait que dans des conditions idéales, c'est-à-dire, lorsqu'il n'y a pas d'accumulation de détritits ou de frasil sur les entrées du bloc de prise d'eau. Dans de telles conditions, la capacité réelle de la prise d'eau est évaluée en deçà de 91 000 m³/j.

2.2.3 Sécurité d'approvisionnement

L'ensemble des constatations précédentes montre que l'état fonctionnel de la prise d'eau est sérieusement affecté. Les éléments les plus problématiques sont les suivants :

- l'état désuet du bloc de prise d'eau;
- l'accumulation récurrent de débris et d'herbage à l'entrée de la prise d'eau;

- l'accumulation de frasil à l'entrée de la prise d'eau;
- l'état désuet du regard de grève;
- l'absence d'une prise d'eau secondaire (urgence et entretien).

Par conséquent, advenant une obstruction complète ou partielle de la prise d'eau pendant une période prolongée, un bassin d'environ 120 000 résidants serait privé d'eau potable.

Dans ce contexte, la Ville de Québec constate qu'elle ne peut assurer un approvisionnement sécuritaire en eau potable en tout temps. D'ailleurs, les paragraphes suivants décrivent les fréquences d'arrêts et les problèmes qui s'en suivent.

Obstruction de la prise d'eau par le frasil

Le tableau 2-1 présente la fréquence et la durée des arrêts complets de la prise d'eau à la suite de l'obstruction par le frasil pour les mois de décembre 1988 à 1992, et les hivers 2001-2002 et 2002-2003. Les données proviennent des mesures de débits effectuées par la Ville de Québec à la station de pompage des eaux brutes de Cap-Rouge.

Tableau 2-1 Fréquence des arrêts complets de la prise d'eau à la suite de l'obstruction par le frasil pour les mois de décembre 1988 à 1992 et les hivers 2001-2002 et 2002-2003

Période	Durée en minutes de l'arrêt					Total
	0 à 30	31 à 60	61 à 90	91 à 120	Plus grand que 121	
Décembre 1988	1	6	1	1	4	13
Décembre 1989	2	1	1	0	1	5
Décembre 1990	16	5	1	3	0	25
Décembre 1991	4	3	1	2	3	13
Décembre 1992	3	3	4	0	3	13
Hiver 2001-2002	4	2	2	1	2	11
Hiver 2002-2003	2	4	3	0	2	11
Hiver 2003-2004	3	5	2	2	0	12

Source : Ville de Québec, 2004

Par exemple, durant le mois de décembre 1991, il y a eu trois arrêts d'une durée de 195, 220 et 350 minutes chacun. Le 10 novembre 2002, il y a eu un arrêt d'une durée de 320 minutes. Les arrêts prolongés diminuent le volume d'eau des réservoirs du secteur de Sainte-Foy.

Nonobstant les arrêts complets du pompage causé par l'obstruction par le frasil, les données mesurées à la station de pompage des eaux brutes de Cap-Rouge montrent que le débit de pompage a dû être réduit à 84 reprises durant l'hiver 2001-2002 et à 64 reprises durant l'hiver 2002-2003, afin justement d'éviter un blocage complet de la prise d'eau.

Par ailleurs, il est à noter que l'obstruction par le frasil survient généralement à marée basse.

2.3 BIEN-FONDÉ DU PROJET

2.3.1 Contexte

Comme il a été mentionné à la section 2.2.1, cela fait près de 30 ans que la Ville de Québec envisage de remplacer sa prise d'eau actuelle.

Travaux autorisés en décembre 1996

À la suite de trois études effectuées par Sauger Groupe-Conseil (1993, 1995 et 1996a), le projet de construction d'une nouvelle prise d'eau a été redéfini. Ce nouveau projet consistait à aménager une nouvelle prise à 630 m de la station de pompage en incluant les éléments suivants :

- un bloc de prise d'eau en béton armé;
- un système de protection contre le frasil composé de deux conduites de 200 mm de diamètre;
- deux conduites d'amenée des eaux brutes vers la station de pompage de 1 050 mm de diamètre;

- un bloc de raccordement au puits de pompage.

Afin de ne pas perturber le lit du fleuve, les conduites seraient installées dans un tunnel creusé dans le massif rocheux sous-fluvial.

Le ministère de l'Environnement et de la Faune (MEF) a jugé que le projet de 1996 différerait de celui présenté en 1977. Par conséquent, le 17 décembre 1996, le Ministère émettait un second certificat d'autorisation en vertu de l'article 22 de la *Loi sur la qualité de l'environnement*. Une copie de cette autorisation est jointe à l'annexe 2.

Automne 2002

À l'automne 2002, une étude géotechnique du Laboratoire d'Expertises du Québec inc. (LEQ, 2002) a montré que d'une part, le profil du roc sous le lit du fleuve était plus profond que ce qui avait été mentionné par Grondin (1975) et que d'autre part, la qualité du roc était pauvre. De plus, l'épaisseur plus importante des matériaux meubles à l'endroit prévu pour aménager la cheminée d'accès entre le tunnel et le bloc de prise d'eau a gonflé le coût du projet de 6 400 000 \$ prévu en 1999 à près de 20 000 000 \$.

Dans ce contexte, plusieurs variantes du projet ont été analysées, notamment avec la méthode traditionnelle d'excavation en tranchée. Il est à noter qu'il existe une autre méthode pour l'installation des conduites d'amenée, soit la méthode par forage directionnel. Toutefois, cette méthode comporte un risque puisque la présence potentielle de roches d'un diamètre de 300 mm et plus dans les matériaux meubles est suffisante pour entraver la poursuite du forage. Dans ces circonstances, il faudrait terminer l'installation par la méthode en tranchée.

Comme il s'agit d'une intervention d'une longueur de plus de 300 m sur le lit du fleuve et qu'une superficie de plus de 5 000 m² serait affectée, le projet est soumis à une étude d'impact en vertu de l'article 31 de la *Loi sur la qualité de l'environnement*.

2.3.2 Besoin de la Ville en eau potable

Dans une perspective de développement durable, la Ville a pour objectif de faire circuler dans son réseau un débit additionnel de plus de 50 000 m³/j d'eau potable à partir de son usine de traitement d'eau (UTE) de Sainte-Foy.

En 2002, le regroupement des treize villes de la région de Québec a facilité les interconnexions entre les réseaux d'aqueduc des anciennes municipalités, améliorant ainsi la souplesse des opérations tout en augmentant la sécurité et le niveau de service aux citoyens.

Avant la fusion des villes, l'UTE de Sainte-Foy alimentait les territoires de Sainte-Foy, Cap-Rouge et Saint-Augustin-de-Desmaures, pour une consommation moyenne journalière d'environ 55 000 m³. Après la fusion, les premières interconnexions avec les villes limitrophes à Sainte-Foy ont permis de faire circuler, dans les différents réseaux d'aqueduc, un débit additionnel d'environ 15 000 m³/j, pour un débit total d'environ 70 000 m³/j (voir tableau 2-2). La demande additionnelle en période de pointe est d'environ 35 000 m³/j, pour un débit total estimé à 90 000 m³/j.

À court terme, l'UTE de Québec devra diminuer sa production afin de soulager la pression sur sa source d'eau potable qui représente la rivière Saint-Charles. De leur côté, les UTE de Beauport et Charlesbourg auront une capacité légèrement supérieure à leur consommation actuelle une fois que la nouvelle prise d'eau sera mise en service. Leurs capacités actuelles sont limitées par l'obligation de maintenir un débit minimum dans la rivière Montmorency.

Présentement, la capacité d'approvisionnement accuse un déficit d'au moins 15 000 m³/j d'eau potable pour desservir le secteur nord de la nouvelle Ville. Cette lacune pourra être corrigée seulement lorsque les correctifs seront apportés au réseau de distribution, et lorsque l'usine de traitement des eaux de Sainte-Foy fonctionnera à sa pleine capacité.

Actuellement, la Ville élabore un plan directeur d'aménagement et de développement (PDAD), dont l'approbation est prévue au cours de l'année 2005. Ce plan directeur permettra d'évaluer avec plus de précision les besoins en eau potable (Ville de Québec, 2004).

Donc, du point de vue économique et environnemental, il est essentiel d'aménager une nouvelle prise d'eau afin d'utiliser l'UTE de Sainte-Foy à sa pleine capacité (136 400 m³/j), et d'aider les UTE de Québec, Beauport et Charlesbourg à fournir l'eau potable nécessaire sur leur territoire respectif.

À titre d'information, les débits produits à l'usine de traitement de Sainte-Foy sont présentés au tableau 2-2.

Tableau 2-2 Débits journaliers – usine de traitement de Sainte-Foy

Année	Débit moyen journalier (m ³ /j)	Débit de pointe journalier (m ³ /j)
1991	53 945	75 523
1992	55 501	70 307
1993	55 318	73 507
1994	58 857	75 453
1995	57 281	77 788
1996	55 689	72 857
1997	55 195	75 014
1998	55 621	72 000
1999	53 687	---
2000	52 129	---
2001	57 245	77 746
2002	60 442	79 501
2003	70 070	89 947
2004 ⁽¹⁾	68 179	72 946

(1) Pour les mois de janvier, février et mars seulement
Source : Ville de Québec, 2004

Enfin, en parallèle avec la redistribution de l'eau sur l'ensemble de son territoire, la Ville de Québec continue la mise en œuvre des mesures sur l'économie d'eau potable en recherchant

les fuites sur le réseau d'aqueduc, en instaurant une police de l'eau qui surveille le respect des règlements sur l'arrosage, et en promouvant des campagnes d'information aux citoyens.

2.4 OPTIONS ÉTUDIÉES

Plusieurs options de réhabilitation ont été étudiées afin d'augmenter la sécurité d'approvisionnement des eaux brutes à la prise d'eau de Sainte-Foy.

Les options étudiées sont les suivantes :

- Option A : *statu quo*;
- Option B : réhabilitation partielle de la prise d'eau existante (bloc de prise et système de dégel);
- Option C : construction d'une nouvelle prise d'eau à 450 m de la rive, incluant la réhabilitation partielle de la prise d'eau existante (bloc de prise et système de dégel);
- Option D : construction d'une nouvelle prise d'eau à 450 m de la rive double (2 blocs de prise, 2 conduites d'amenée et 2 conduites de dégel);
- Option E : construction d'une nouvelle prise d'eau à 600 m (site 9A, étude de Grondin 1975) de la rive, incluant la réhabilitation partielle de la prise d'eau existante (bloc de prise et système de dégel);
- Option F : construction d'une nouvelle prise d'eau double à 600 m (2 blocs de prise, 2 conduites d'amenée et 2 conduites de dégel).

À la suite des analyses et des discussions du groupe de travail formé de représentants de la Ville et de Dessau-Soprin, seules les options A, B et C ont été sélectionnées pour une analyse plus détaillée. En effet, l'option D a été rejetée car elle est plus dispendieuse que l'option C et que la réhabilitation de la prise d'eau actuelle prévue à l'option C peut prendre la relève, au besoin.

Les options E et F ont également été rejetées pour les raisons suivantes :

- Dans l'étude de Grondin (1975), le site 9A à 600 m de la rive avait été retenu pour des raisons de traitabilité de l'eau, c'est-à-dire que la qualité de l'eau du fleuve à 600 m de la rive était moins variable qu'au site de la prise d'eau existante à 300 m. Or, les résultats d'échantillonnage présentés à la section 3.2.7.5 indiquent que la qualité de l'eau au site actuel de la prise d'eau, à 450 m et à 600 m de la rive, est semblable.
- L'étude effectuée par Carter Consultants (2004) montre que ce n'est pas avantageux d'aller au-delà de 450 m de la rive, car des vitesses d'écoulement supérieures à 1 m/s causent suffisamment de turbulence pour maintenir en suspension une bonne partie des particules de frasil, ce qui favorise une répartition plus égale de la concentration de frasil sur toute la hauteur de la colonne d'eau (le frasil a tendance à flotter et être plus concentré en surface). Les vitesses d'écoulement supérieures à 1 m/s sont observées à partir d'environ 500 mètres de la rive.
- De plus, du point de vue du couvert de glace, l'option à 450 m est plus avantageuse que celle à 600 m car il n'y a pas de formation de frasil lorsque le couvert de glace est présent.
- Enfin, les variantes E et F à 600 m sont évidemment plus dispendieuses que la variante C à 450 m de la rive.

2.4.1 Description des options

2.4.1.1 Option A : Le statu quo

Cette variante consiste à n'effectuer aucune intervention sur les aménagements existants. L'entretien préventif est maintenu, et la probabilité que survienne un blocage prolongé à l'entrée de la prise d'eau persiste.

La prise d'eau d'urgence étant située au regard de grève, celle-ci n'a jamais été fonctionnelle puisqu'elle est exondée à marée basse. En effet, pour assurer son fonctionnement, il faut creuser un canal sur le lit du fleuve. Toutefois, ce canal est généralement comblé une semaine environ après son excavation. Comme il a été

mentionné précédemment, cette prise d'eau d'urgence a été abandonnée en 1974 après une année de fonctionnement puisque elle ne fonctionnait qu'à marée haute, et l'eau brute était alors très turbide.

2.4.1.2 Option B : Réhabilitation de la prise d'eau existante

La réhabilitation de la prise d'eau existante consiste à remplacer la structure d'entrée de la prise d'eau et la conduite de dégel provenant du puits n° 6 pour combattre le frasil (carte 2-2). Le nouveau bloc de prise d'eau est un massif de béton situé à l'extrémité de la prise d'eau. L'eau brute entre dans les conduites d'amenée par l'entremise de deux ouvertures rectangulaires munies d'une grille avec des barreaux espacés de 165 mm. Il n'y a pas de prise d'eau d'urgence, celle-ci ayant été abandonnée en 1974.

Une prise d'eau temporaire de 220 m de longueur doit être aménagée à partir du regard de grève afin d'assurer l'alimentation en eau durant les travaux de réhabilitation.

Le coût de l'option B est évalué à 4 185 000 \$. Ce prix inclut les contingences de 22 % et les taxes de 15 %.

Cette option de réhabilitation est très risquée car, advenant un bris des conduites d'amenée lors des travaux de raccordement de la prise d'eau temporaire sur le regard de grève existant, ou durant la réfection du bloc de prise d'eau existant, la population desservie serait alimentée par les réserves de la Ville, dont les capacités sont inférieures à une durée de 24 heures.

Ainsi, la réhabilitation de la prise d'eau existante représente un risque pour la sécurité puisque elle constitue la seule source d'eau potable pour une population de plus de 120 000 personnes.

Carte 2-2 Option B : réhabilitation partielle de la prise d'eau existante

2.4.1.3 Option C : Construction d'une nouvelle prise d'eau à 450 m

L'option C consiste à construire une nouvelle prise d'eau à 450 m de la rive, soit à 190 mètres au sud-ouest de la prise d'eau existante (carte 2-3). Elle est composée des éléments suivants :

- un bloc de prise en béton muni de deux ouvertures rectangulaires dans les directions nord et sud;
- une conduite d'amenée de 1 050 mm de diamètre si la méthode de construction en tranchée est appliquée, ou de 978 mm de diamètre si la méthode de construction en forage directionnel est appliquée;
- une conduite de dégel de 200 mm de diamètre;
- une chambre de raccordement située du côté est de la station de pompage existante.

Signalons que cette option prévoit l'installation du bloc de prise d'eau à 8,3 m de profondeur en condition de grande marée basse. Les coûts de la construction de la prise d'eau existante, incluant les contingences de 22 % et les taxes de 15 %, est évalué à 11 038 000 \$ avec la méthode du forage directionnel et à 11 347 000 \$ avec la méthode en tranchée. Le tableau suivant résume le coût des travaux, incluant la subvention actuelle.

Tableau 2-3 Résumé des coûts de l'option C incluant la subvention actuelle

	Coût total des travaux	Subvention actuelle	Participation Ville
Phase 1 Nouvelle prise d'eau à 450 mètres	9 700 000 \$	3 200 000 \$	6 500 000 \$
Phase 2 Réhabilitation partielle prise d'eau existante	1 637 000 \$ ⁽¹⁾	---	1 637 000 \$ ⁽¹⁾
Total	11 347 000 \$	3 200 000 \$	8 137 000 \$

⁽¹⁾ Les travaux de la phase 1 doivent absolument être complétés avant d'exécuter ceux de la phase 2

De façon à assurer la sécurité d'approvisionnement durant les travaux, ceux-ci seront réalisés en deux phases :

- Phase 1 : construction de la nouvelle prise d'eau à 450 m.
- Phase 2 : réhabilitation de la prise d'eau existante (bloc de prise et conduite de dégel).

Carte 2-3 Option C : construction d'une nouvelle prise d'eau à 450 m

2.4.2 Critères de comparaison des options de réhabilitation

À partir des différents constats sur ses équipements existants, la Ville en est venue à la conclusion que la sécurité actuelle de l’approvisionnement est compromise par les principaux facteurs suivants (Ville de Québec, 2004) :

- la désuétude de la prise d’eau actuelle;
- l’obstruction par le frasil;
- l’obstruction par les herbes et les débris;
- les glaces;
- l’échouement des bateaux;
- le déversement de produits chimiques et pétroliers;
- la localisation du diffuseur d’eaux usées;
- la qualité de l’eau.

Les critères de comparaison sont présentés au tableau 2-4.

Tableau 2-4 Comparaison des options de réhabilitation de la prise d’eau

Critères de comparaison	Conséquences	<u>Option A</u> Le statu quo	<u>Option B</u> Réhabilitation partielle de la prise d’eau existante	<u>Option C</u> Nouvelle prise d’eau à 450 m avec une conduite d’amenée et de dégel et réhabilitation partielle de la prise d’eau existante
Désuétude de la prise d’eau actuelle	Bris	Risque élevé	Risque diminué	Risque très faible
Obstruction par le frasil	Blocage	Risque élevé	Risque diminué	Risque faible
Obstruction par les herbes et les débris	Blocage	Risque élevé	Risque diminué	Risque faible
Glaces	Bris	Risque élevé	Risque élevé	Risque diminué
Échouement des bateaux	Bris	Risque faible	Risque faible	Risque très faible
Déversement de produits chimiques et pétroliers	Contamination	Risque faible	Risque faible	Risque très faible
Localisation du diffuseur d’eaux usées	Contamination	Risque faible	Risque faible	Risque très faible
Qualité de l’eau	Contamination	Risque faible	Risque faible	Risque très faible
Recommandation	---	Non acceptable	Non acceptable	Recommandée

2.4.2.1 Désuétude de la prise d'eau actuelle

L'entretien et l'inspection du bloc de prise d'eau par une équipe de plongeurs ont permis de déceler les déficiences suivantes :

- plusieurs jets d'eau aidant à la fonte du frasil ne fonctionnent plus;
- l'érosion causée par des glaces qui frottent sur la surface du bloc a dégagé des barres d'armature enrobées dans le béton.

L'inspection télévisée des deux conduites d'amenée, réalisée en 1992 (Sauger, 1993), a montré la présence de quelques points bas et de quelques fuites. Par contre, seulement les sections suivantes ont pu être inspectées :

- La conduite de 750 mm sur 253 m à partir du poste de pompage. L'inspection a été interrompue à cause d'un blocage de la caméra sur un obstacle inconnu.
- La conduite de 600 mm sur 95 m à partir du poste de pompage. L'inspection a été interrompue dû au cycle de marée trop court.

L'inspection télévisée, effectuée en novembre 2004, a montré la présence de cailloux, dont les dimensions varient entre 5 et 75 mm de diamètre dans la conduite de 750 mm de diamètre sur une longueur de 15 mètres, dans la section située entre le regard de grève et le bloc de prise. La largeur du dépôt dans la conduite est de l'ordre de 300 mm.

La conduite du système de dégel ne peut être inspectée sur la section sous-fluviale. Toutefois, considérant l'âge de la structure (construite en 1963) et la réduction de la performance des jets d'eau au bloc de prise, l'ensemble de ce système est considéré inefficace pour les besoins recherchés.

Considérant que la pression à l'intérieur des conduites d'amenée existantes est faibles, et que ces conduites ne sont pas soumises aux effets du gel, la conservation de celles-ci est jugée intéressante dans une perspective d'utilisation comme équipement d'appoint, et non comme prise d'eau unique.

La réhabilitation du bloc de prise d'eau et du système de dégel du frasil de la prise existante, afin d'en faire une prise d'eau secondaire, est nécessaire pour sécuriser l'approvisionnement en eau. Par conséquent, l'option C est la plus intéressante.

2.4.2.2 Obstruction par le frasil

La Ville de Québec doit gérer les blocages fréquents de sa prise d'eau par le frasil. Ces obstructions provoquent régulièrement l'arrêt complet du système de pompage sur des périodes prolongées. Ces arrêts ont pour conséquence de diminuer le volume d'eau des réservoirs, et affecte la sécurité d'approvisionnement en eau potable. Rappelons que ces réservoirs n'ont qu'une autonomie de 12 à 18 heures.

La dimension des ouvertures du bloc de prise d'eau est trop petite, de sorte que les vitesses d'entrée de l'eau brute sont supérieures à la vitesse maximale de conception de 0,1 m/s, ce qui favorise l'aspiration et l'accumulation de frasil à l'entrée de la prise. À titre indicatif, au débit moyen journalier de 70 000 m³/j, la vitesse d'entrée théorique est de 0,23 m/s. Utiliser l'UTE de Sainte-Foy à sa pleine capacité (136 400 m²/j) ne fera qu'accroître de façon importante cette problématique.

De plus, comme le bloc de prise d'eau possède deux de ses trois ouvertures orientées perpendiculairement au courant, le frasil s'accumule plus facilement sur ces ouvertures, réduisant par la même occasion la surface disponible pour le passage de l'eau brute. Donc, si les débits de pompage ne sont pas réduits à temps par les opérateurs, les vitesses d'aspiration deviennent de plus en plus grandes, augmentant ainsi l'accumulation de frasil jusqu'à l'obstruction complète de la prise d'eau.

En plus des arrêts complets du pompage provoqués par l'obstruction de la prise d'eau par le frasil, le débit a dû être réduit à 87 reprises au cours des trois derniers hivers, afin d'éviter

un blocage complet de la prise d'eau. Cette situation ne permet pas un remplissage adéquat des réservoirs.

Le bloc de prise d'eau existant doit être remplacé par un nouveau bloc de prise qui aura des ouvertures orientées nord-sud, c'est-à-dire parallèles au sens du courant. Ces ouvertures auront des dimensions suffisantes pour permettre le passage d'un débit de 136 400 m³/j, avec une vitesse d'aspiration inférieure à 0,1 m/s.

Par ailleurs, le système de dégel du frasil doit être complètement refait, tout en prévoyant un système de pulsion d'air sous pression (Carter Consultant, 2004) pour s'assurer de son efficacité optimale.

La relocalisation du bloc de la prise d'eau doit aussi tenir compte, en plus de ceux décrits précédemment, des différents facteurs fondamentaux suivants :

- ne pas s'approcher du chenal du fleuve où transite la majeure partie des glaces de dérive et des accumulations de frasil;
- se limiter à une distance de 500 m de la rive, là où la vitesse d'écoulement du fleuve est inférieure à 1 m/s, car des vitesses supérieures causent suffisamment de turbulence pour maintenir en suspension une bonne partie des particules de frasil (Carter Consultant, 2004);
- positionner le bloc de prise le plus près possible de la rive dans le but d'avoir un couvert de glace sur une plus grande période de l'année, créant ainsi une protection instantanée contre le frasil (Carter Consultants, 2004).

Une prise d'eau principale et une prise secondaire sont essentielles. Celles-ci doivent être localisées à des profondeurs et sur des axes différents, dans le but de diminuer les risques d'obstruction. L'option C est donc la plus intéressante en regard de la problématique reliée au frasil.

2.4.2.3 Obstruction par les herbes et les débris

À chaque année, principalement en avril et en novembre, la prise d'eau est obstruée par la végétation et les débris présents dans le fleuve. L'intervention rapide d'une équipe de plongeurs pour effectuer le nettoyage des ouvertures de la prise d'eau, et la réduction des débits pompés doivent être mises en œuvre afin d'éviter un blocage complet de celles-ci. Il est à noter qu'il n'y a pas de pompage durant le nettoyage du bloc de prise par les plongeurs.

Les solutions proposées pour éviter le colmatage de la prise d'eau par la végétation et les débris sont essentiellement les mêmes que pour le problème d'accumulation de frasil. Le bloc de prise d'eau existant doit être remplacé par un nouveau bloc avec des ouvertures orientées nord-sud, c'est-à-dire parallèles au sens du courant, capable de respecter des vitesses d'aspiration inférieures à 0,1 m/s (Groupe-Conseil Lasalle, 1994).

L'aménagement d'une prise d'eau principale et une prise d'eau secondaire localisées à des profondeurs et sur des axes différents permettra de diminuer les risques qu'une obstruction de longue durée par la végétation ou les débris ne survienne. Par conséquent, l'option C est privilégiée.

2.4.2.4 Les glaces

La surface du bloc existant, qui se situe à une profondeur moyenne d'environ 6,1 m ou 2,4 m en période de grandes marées basses, est continuellement heurtée par les glaces.

Le rétrécissement du fleuve vis-à-vis les ponts est très propice à la formation d'embâcles qui peuvent provoquer des empilements de glaces sur des grandes profondeurs. Pour les embâcles de 1972 et 1994, des sillons ont été relevés sur le lit du fleuve à des profondeurs supérieures à 16 et 13 m respectivement (Carter Consultant, 2004).

L'équipe de plongeurs en charge de l'entretien constate régulièrement, près du bloc de prise, la présence des sillons de 1,2 m de profondeur laissés par le mouvement des glaces du fleuve.

Les glaces qui frottent sur la surface et les côtés du bloc ont dégagé des barres d'armature enrobées dans le béton.

La relocalisation du bloc de prise doit donc se faire à une profondeur supérieure à la prise d'eau actuelle, de façon à réduire les impacts de la glace. En cas de bris de la prise d'eau, il est essentiel d'avoir une prise d'eau secondaire. L'option C est donc la variante à privilégier du point de vue de la glace.

Par ailleurs, signalons que pour protéger la prise d'eau de l'effet des glaces, il est nécessaire d'adapter la géométrie du nouveau bloc. Celui-ci devrait avoir la forme d'un long caisson profilé, orienté parallèlement au courant et solidement ancré (Groupe-Conseil Lasalle, 1994).

2.4.2.5 Échouement des bateaux

Plus de 10 000 bateaux (Administration de pilotage des Laurentides, 2002) circulent annuellement vis-à-vis le site de la prise d'eau de Sainte-Foy. Toutefois, le risque que le bloc de prise ou que les conduites d'amenée soient endommagées par l'échouement de ceux-ci est considéré faible.

Il faut cependant tenir compte du fait qu'au cours des années à venir, le trafic maritime sur le fleuve pourrait croître d'avantage, surtout si de grands projets d'amélioration de la capacité de la Voie maritime du Saint-Laurent se concrétisent.

Étant donné le tirant d'eau imposant (7 à 10 m) de plusieurs navires qui circulent sur le fleuve, il est difficile de protéger une prise d'eau unique face à un échouement de bateau. De façon à en diminuer les risques d'interruption de l'approvisionnement en eau occasionné par l'échouement d'un navire, il est primordial d'avoir une prise d'eau principale et une prise d'eau secondaire sur des axes différents et à des profondeurs différentes. L'option C est donc recommandée.

2.4.2.6 Déversement de produits chimiques et pétroliers

Au Québec, au moins 45 % de la population est alimentée en eau potable à partir du fleuve Saint-Laurent, et, parmi celle-ci, plus de 120 000 personnes pour le secteur ouest de la nouvelle ville de Québec.

Lors de déversements de produits chimiques et pétroliers, les risques à la santé dépendent de la qualité, de la concentration, des propriétés et des effets des contaminants dans l'eau. Consciente de ce risque, la Ville de Québec échantillonne l'eau brute quotidiennement et dispose d'un plan d'urgence en cas de déversements.

Vis-à-vis Québec, l'estuaire fluvial s'écoule à des vitesses variant entre 0,6 et 1,5 m/s, le débit moyen est de l'ordre de 12 200 m³/s et le débit de marée est en moyenne à 55 000 m³/s.

Au contact de l'eau, le comportement des produits chimiques et pétroliers est très variable et, par le fait même, chaque déversement amène une problématique particulière. Ces produits chimiques peuvent s'évaporer, réagir, flotter, couler et même s'enflammer. Lors d'événements de la sorte, les interventions peuvent aller de l'enlèvement partiel ou total du produit, à un laisser-aller complet lorsque, par exemple, le produit se mélange dans l'eau.

Les différents produits pétroliers, bruts ou raffinés, comportent plusieurs composés chimiques, et une prise d'eau dans un milieu peu profond est habituellement plus vulnérable à la contamination lors d'un déversement de cette nature (INSPQ, 2000). À l'opposé, une prise d'eau en profondeur est moins vulnérable, particulièrement dans le cas des produits qui ont la propriété de flotter.

Une prise d'eau principale et une prise d'eau secondaire, localisées sur des axes différents et à des profondeurs différentes, diminuent le risque que les deux prises d'eau soient affectées à un même degré, en même temps. Aussi, l'option C est recommandée.

2.4.2.7 Localisation par rapport à l'émissaire de l'usine ouest de traitement des eaux usées

L'émissaire des effluents de l'usine ouest de traitement des eaux usées est communément appelé diffuseur de Sainte-Foy. Il s'agit d'un tunnel qui se prolonge sous le lit du fleuve Saint-Laurent jusqu'à une distance de 1 100 m de la rive. La sortie au fleuve du diffuseur est à une distance de 2 200 m en aval de la prise d'eau existante.

Tel que démontré à la section 3.2.7.4, le bloc de prise d'eau actuel est à une distance d'environ 500 mètres de la limite nord du panache de diffusion.

Les études démontrent que les déversements provenant des débordements du collecteur principal (c'est-à-dire le collecteur qui dirige les eaux usées vers l'usine de traitement), et qui se retrouvent sur la plage Jacques-Cartier, n'affectent pas la prise d'eau actuelle (voir section 3.2.7.4).

La position d'une nouvelle prise d'eau ne devra pas être située à une distance de plus de 800 mètres de la rive, afin de se prémunir de l'effet du panache de diffusion du diffuseur de Sainte-Foy. Ainsi, la localisation d'une prise d'eau située à une distance entre 300 et 800 m

de la rive permet d'éviter la contamination par les eaux usées provenant du diffuseur de Sainte-Foy. De plus, la présence d'une prise d'eau principale et d'une prise d'eau secondaire réduit davantage le risque de contamination par le diffuseur par rapport à la situation qui prévaut actuellement. L'option C est donc recommandée.

2.4.2.8 Qualité de l'eau brute

Dans le cadre de l'étude d'impact, la Ville de Québec a entrepris une campagne de caractérisation ponctuelle de la qualité de l'eau du fleuve qui s'est échelonnée du 15 avril au 15 novembre 2004, dans le but d'obtenir des données sur la qualité de l'eau brute et de voir la variabilité de la qualité selon les différentes périodes de l'année.

Il est important de rappeler que l'étude de Grondin (1975) recommandait la construction d'une nouvelle prise d'eau plus éloignée de la rive et plus à l'ouest que la prise d'eau existante. Ce site, situé à environ 600 mètres de la rive, avait été retenu pour sa qualité d'eau plus stable en termes de conductivité et de quantité de matières en suspension. Cette étude supposait que l'eau était moins influencée par l'apport des effluents de la rive nord, particulièrement lors de crues printanières et automnales.

Pour les cinq journées d'échantillonnage (15 avril, 6 mai, 28 juillet, 8 septembre et 15 novembre 2004), les résultats obtenus des échantillons provenant des trois sites retenus soit, 300 m (existants), 450 m et 600 m de la rive, ne montrent aucune différence significative (voir section 3.2.7.5).

Les résultats d'analyse d'eau amènent donc à conclure qu'un site choisi entre 300 et 600 m de la rive aura peu d'influence sur la qualité de l'eau brute par rapport à la situation actuelle. Le choix d'une option ne peut donc être fait sur la base de la qualité de l'eau.

2.4.3 Solution optimale

Tableau 2-5 Résumé des problématiques et des conséquences

Problématiques	Conséquences
Désuétude	Bris
Frasil	Colmatage
Herbes	Colmatage
Glaces	Bris
Échouement	Bris
Déversement	Contamination
Diffuseur	Contamination

Les diverses problématiques et leurs conséquences sont résumées sur le tableau 2-5. Pour solutionner de façon économique et optimale l’approvisionnement sécuritaire en eau potable, il faut considérer les points suivants (Ville de Québec, 2004) :

- le maintien d’une prise d’eau secondaire en relève à la prise d’eau principale en cas de bris ou en prévision de son entretien;
- la localisation des prises d’eau principale et secondaire à des profondeurs et sur des axes différents;
- la localisation du bloc de prise d’eau le plus en profondeur possible avec un concept approprié;

À ces considérations, s’ajoutent les éléments suivants :

- La problématique du frasil limite à 500 m de la rive la localisation du bloc de prise, car il est important d’éviter les vitesses d’écoulement supérieures à 1 m/sec, de s’éloigner du chenal où transite la majeure partie du frasil, et de profiter d’une plus grande période de couvert de glace au-dessus du bloc de prise.
- La bathymétrie montre qu’il y a une profondeur suffisante à 450 m de la rive, pour la localisation d’un nouveau bloc de prise, étant donné la différence de profondeur qui est peu significative par rapport à une distance de 500 m de la rive ($\pm 0,75$ m). Le gain sur le couvert de glace est alors considéré favorable.

2.5 OPTION RETENUE

L'option qui assure une souplesse suffisante et la sécurité d'approvisionnement en eau potable à la population est l'option C. Cette option consiste à construire une nouvelle prise d'eau à 450 mètres et inclut la réhabilitation du bloc de prise et de la conduite de dégel de la prise d'eau existante.

Pour réaliser ce projet, deux méthodes de construction sont possibles pour l'installation des conduites, soit la méthode en tranchée et la méthode par forage directionnel.

La méthode par forage directionnel¹ est intéressante pour traverser des cours d'eau et pour la pose d'émissaires et de prise d'eau. Dans le projet de construction d'une nouvelle prise d'eau à 450 m, cette méthode a été envisagée. Toutefois, compte tenu que le profil du roc sous le lit du fleuve s'approfondit beaucoup en s'éloignant de la rive, les derniers 150 mètres de forage doivent être faits dans des matériaux meubles. Or, ceci présente un risque de blocage ou de déviation du forage en dehors de la trajectoire projetée, dû à la présence de roches dans lesdits matériaux meubles. Dans cette situation, il faudrait excaver dans le lit du fleuve pour récupérer le matériel de forage. De plus, le projet se terminerait selon la méthode en tranchée.

Ainsi, considérant les risques que représente la méthode par forage directionnel et que le nombre d'entrepreneurs ayant les capacités et l'expertise pour réaliser ce type de forage est limité, la Ville de Québec ira en appel d'offres avec les deux méthodes de construction (en tranchée et en forage directionnel).

2.6 CONSÉQUENCES DU REPORT DU PROJET

Les autorités municipales planifient depuis 1974 l'agrandissement de la chaîne d'approvisionnement d'eau potable à l'usine de Sainte-Foy. L'usine de traitement d'eau a

¹ Forage directionnel : forage horizontal dirigé dans le roc et le mort terrain à partir de la rive.

été agrandie en 1974 tandis que l'accroissement de la capacité de la prise d'eau a été reporté jusqu'à aujourd'hui.

Du point de vue de la sécurité d'approvisionnement, le report du projet constitue un risque pour les clientèles vulnérables desservies, soit les hôpitaux, les garderies et les personnes âgées.

De plus, le blocage de la prise d'eau existante représente également un risque pour la protection contre les incendies et pour la santé. En effet, le manque d'eau peut induire une pression négative dans le réseau d'aqueduc, et mettre en danger la santé de la population par un risque de contamination chimique ou bactériologique (par aspiration).

Enfin, le report du projet rendrait impossible la nouvelle répartition de toutes les sources d'approvisionnement en eau de la Ville. Cette nouvelle répartition est élaborée selon des critères de quantité, de qualité et de conservation de la ressource et est requise pour assurer la souplesse de gestion du réseau d'aqueduc et pour soulager la demande sur la rivière Saint-Charles.

3 DESCRIPTION DU MILIEU RÉCEPTEUR

3.1 DÉLIMITATION DE LA ZONE D'ÉTUDE

La zone d'étude est localisée dans l'arrondissement Laurentien de la nouvelle Ville de Québec (carte 3-1). Dans le cadre de l'étude d'impact, la zone d'étude a été circonscrite en tenant compte de l'étendue spatiale du projet de plus grande envergure, soit celui décrit à l'avant projet de 1977 (Grondin, 1975) et du réseau routier principal permettant d'atteindre le chantier.

Les limites irrégulières de la zone d'étude correspondent à la rue Saint-Félix au nord, au tracel de Cap-Rouge à l'est, à l'extrémité ouest du chemin de la Plage-Saint-Laurent à l'ouest et à une bande de 600 m dans le fleuve Saint-Laurent au sud (carte 3-2). Ce découpage permet de décrire l'ensemble des composantes des milieux terrestres et aquatiques susceptibles d'être touchées par les différentes activités reliées au projet.

3.2 MILIEU PHYSIQUE

La carte 3-2 présente l'inventaire des milieux physique et biologique de la zone d'étude.

3.2.1 Méthodologie

La cueillette des informations repose principalement sur les données existantes provenant des intervenants municipaux, des organismes gouvernementaux et privés ainsi que des organismes non-gouvernementaux (ONG) qui ont été consultés. Les études et les rapports connus sur la zone d'étude ou à proximité de celle-ci ont également été examinés. Les cartes cadastrales, topographiques, marines et thématiques, de même que les photographies aériennes constituent des sources importantes d'informations qui ont servi de documents de base à la cartographie des éléments du milieu physique.

Carte 3-1 Localisation de la zone d'étude

Carte 3-2 Inventaire des milieux physique et biologique

Des inventaires réalisés sur le terrain ont également permis de valider les informations obtenues et d'actualiser certaines d'entre elles, notamment pour la caractérisation des sédiments.

3.2.2 Climat et régime des vents

Le tableau 3-1 présente les conditions climatiques obtenues du Service météorologique du Canada mesurées à l'Aéroport international Jean-Lesage pour la période 1971-2000. Pour ce qui est des renseignements concernant les vents, il est à noter que la vitesse moyenne du vent a tendance à être plus faible de juin à septembre. Par contre, les rafales de vents les plus fortes surviennent durant la période estivale. Une rose des vents pour la période de 1961 à 1990 a été reproduite sur la carte 3-2. Les roses de vents mensuelles et saisonnières pour la même période sont fournies à l'annexe 3.

En ce qui concerne les risques climatiques, le verglas et le blizzard (chasse-neige) sont susceptibles de survenir d'octobre à avril. Pour les orages, il y a des risques significatifs d'avril à octobre. Enfin, le brouillard est plus susceptible de se manifester au printemps et à l'automne.

3.2.3 Bathymétrie et topographie

3.2.3.1 Bathymétrie

La zone intertidale longeant la Plage-Saint-Laurent près de la prise d'eau est relativement étroite (environ 150 m). Dans la zone des travaux, la pente est faible sur les 300 premiers mètres; de l'ordre de 2 %. Ensuite, on note une augmentation de la pente (8 %) sur une cinquantaine de mètres pour ensuite retrouver une pente douce de 1,6 % jusqu'à environ 650 m de la rive, soit à une profondeur de 15 m environ sous le zéro des cartes marines. À environ un kilomètre de la rive nord, le chenal de navigation atteint une profondeur maximale d'environ 22 m dans l'axe de la nouvelle prise d'eau (SHC, 1994; carte marine 1315).

Tableau 3-1 Conditions climatiques à l'aéroport de Québec pour la période 1971-2000

	JANVIER	FÉVRIER	MARS	AVRIL	MAI	JUIN	JUILLET	AOÛT	SEPT.	OCT.	NOV.	DÉC.	ANNÉE
Température (°C):													
Moyenne quotidienne	-12,8	-11,1	-4,6	3,3	11,2	16,5	19,2	17,9	12,5	6,2	-0,7	-9,1	4,0
Maximum quotidien	-7,9	-6,1	0,1	7,8	17,1	22,2	25,0	23,4	17,7	10,7	2,9	-4,8	9,0
Minimum quotidien	-17,6	-16,0	-9,4	-1,3	5,3	10,6	13,4	12,4	7,2	1,7	-4,3	-13,4	-0,9
Précipitation:													
Chutes de pluie (mm)	26,1	12,6	39,0	59,5	105,5	114,2	127,8	116,7	125,5	99,5	67,9	29,5	923,8
Chutes de neige (cm)	72,9	63,2	49,0	17,6	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	1,9	33,2	77,7	315,9
Précipitation (mm)	89,8	70,6	90,3	81,2	106,1	114,2	127,8	116,7	125,5	101,7	102,0	104,4	1230,3
Couverture de neige, fin de mois (cm)	70	81	51	0	0	0	0	0	0	0	10	48	22
Extrême quotidien de pluie (mm)	34,2	53,4	56,9	55,4	54,2	78,0	59,9	55,4	81,2	56,9	45,5	43,4	81,2
Extrême quotidien de neige (cm)	33,0	29,2	43,9	33,0	7,1	0,3	0,0	0,0	0,0	17,3	32,0	35,6	43,9
Extrême quot. de précipitations (mm)	42,2	53,4	63,5	55,4	54,2	78,0	59,9	55,4	81,2	56,9	45,7	47,8	81,2
Journées avec:													
Précipitation verglaçante	3,4	1,7	2,2	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,2	4,5	14,4
Orages	0,0	0,1	0,2	0,7	1,8	4,1	6,1	4,4	2,0	0,4	0,1	0,1	20,0
Grêle	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,2	0,3	0,1	0,1	0,1	0,0	0,0	1,0
Brouillard, brouillard glacé, frimas	1,8	2,0	3,0	2,6	1,2	1,7	1,7	1,7	2,2	2,4	3,9	2,8	27,0
Fumée ou brume sèche	1,9	2,4	1,2	0,8	1,9	3,7	4,8	4,6	2,5	2,1	1,0	0,8	27,8
Chasse-neige élevée	4,5	3,0	2,1	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,6	3,3	14,2
Journées avec précipitation:													
>= 0.2 mm	18,5	14,9	14,3	13,3	14,3	13,7	13,8	13,9	14,2	15,1	16,4	19,5	181,9
>= 5 mm	5,9	4,4	5,7	5,2	6,4	6,4	7,3	6,8	6,8	5,8	6,2	6,7	73,6
>= 10 mm	2,6	2,4	3,0	3,1	3,6	3,6	4,2	4,3	4,0	3,3	3,8	3,5	41,4
>= 25 mm	0,5	0,3	0,5	0,2	0,9	1,2	1,3	1,2	1,4	0,8	0,6	0,7	9,4
Journées avec du vent:													
Vitesse du vent >= 52 km/h	1,0	0,8	0,7	0,9	0,4	0,2	0,2	0,1	0,1	0,4	0,9	0,4	6,0
Vitesse du vent >= 63 km/h	0,2	0,1	0,1	0,2	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,2	0,0	1,1
Vitesse extrême des rafales de vent	109,0	113,0	111,0	101,0	116,0	177,0	137,0	98,0	137,0	111,0	113,0	113,0	177,0
Direction des rafales de vent extrême	W	NE	NE	NE	SW	W	W	W	W	W	SW	NE	W
Vents dominants*	W	W	W	E	E	SW	SW	SW	W	W	W	W	W
Vitesse moyenne km/h*	17	17	17	16	15	13	11	11	12	14	15	16	15

* Données de 1961-1990

Source : Environnement Canada http://www.msc-smc.ec.gc.ca/climate/climate_normals/index_f.cfm

Le roc est affleurant sur la rive et se trouve à une profondeur de 50 m sous le zéro des cartes à 650 m de la rive (relevé sismique effectué en 2002 par LEQ). Ce socle rocheux est donc recouvert de dépôts meubles d'une épaisseur d'au moins trente mètres (Fortin et Pelletier, 1995).

3.2.3.2 Topographie

La zone d'étude est située sur la rive nord du fleuve Saint-Laurent. La topographie de la rive est relativement accidentée. Selon la carte topographique 21L11-200-201 du MRN (échelle 1:20 000), la partie supérieure de la plage est située à environ 10 m au-dessus du zéro géodésique (niveau moyen des mers). La falaise, située derrière la plage et orientée sud-ouest – nord-est, présente un dénivelé total de plus de 60 m. Ainsi, le haut de falaise se situe à plus de 70 m au-dessus du zéro géodésique.

3.2.4 Hydrographie et régime hydrique

3.2.4.1 Réseau hydrographique

Le site prévu des travaux est situé à quelque 1 000 m au sud-ouest de l'embouchure de la rivière du Cap Rouge, qui est le seul affluent du Saint-Laurent situé à proximité de la zone d'étude. Cette rivière draine un bassin versant d'environ 20 km² seulement. Par conséquent, elle a peu d'influence sur le débit du Saint-Laurent, ainsi que sur les apports en éléments dissous ou en suspension. Mentionnons que la rivière Jacques-Cartier se trouve à environ 25 km au sud-ouest de la zone d'intervention et que l'embouchure de la rivière Saint-Charles se situe au nord-est, à près de 10 km de la prise d'eau actuelle.

Lorsque la marée est montante, l'eau de la rivière du Cap Rouge s'écoule le long de la rive nord du Saint-Laurent, vers le secteur de la prise d'eau potable actuelle, avant de se mélanger avec celle du fleuve.

3.2.4.2 Hydrologie

Il n'y a pas de station de mesure du débit du fleuve Saint-Laurent dans la région de Québec, principalement à cause de l'effet de marée qui fait varier la vitesse du courant, sa direction ainsi que le niveau d'eau. De 1959 à 1988, le MENV a estimé les débits du fleuve vis-à-vis de Québec en additionnant les débits des affluents et du fleuve plus en amont. Ainsi, les données compilées par le MENV de 1959 à 1988 montrent que le débit annuel moyen du fleuve était de 10 908 m³/sec, avec un maximum annuel moyen de 14 835 m³/sec calculé en 1974 et un minimum annuel moyen de 9 225 m³/sec en 1964.

La crue annuelle survient habituellement en avril et en mai, mais peut débuter en mars et se poursuivre jusqu'en juin. Bourgault (1999) a tenté d'établir une relation niveau-débit pour la région de Québec en analysant les séries chronologiques sur les débits mensuels et le niveau mensuel moyen de l'eau à Neuville et à Lauzon. La conclusion de son étude est à l'effet qu'il est possible de connaître approximativement le débit du Saint-Laurent à Québec, mais avec une marge d'erreur assez élevée, et pour des conditions moyennes de débit (Bourgault, 1999).

Le débit du fleuve Saint-Laurent tend à diminuer depuis quelques années. Selon Saint-Laurent Vision 2000 (2002), l'analyse de l'évolution du débit à Sorel de 1932 à 2001 montre l'existence de cycles. Cette analyse, jumelée à une autre utilisant des données hydrologiques mesurées à l'entrée du lac Ontario, indique qu'une baisse du débit est survenue vers 1935 ainsi qu'une autre vers 1965. Le creux actuel, observé depuis la fin des années quatre-vingt-dix est donc le troisième à survenir en moins de cent ans. Les deux périodes précédentes de faible débit semblent avoir durées respectivement 12 et 11 ans. Les valeurs extrêmement basses observées vers 1935 et 1965 n'ont pas été atteintes avec le creux actuel. Saint-Laurent Vision 2000 (2002) conclut d'ailleurs que :

« Le système Grands Lacs - Saint-Laurent n'est donc pas en train d'établir des records de faible hydraulicité actuellement. Bien qu'elles soient très basses, les

valeurs mesurées au cours de l'été 2001 sont à l'intérieur de la plage de valeurs mesurées depuis une centaine d'années ».

Dans une autre étude, Bourgault (2001) a évalué la possibilité que l'eau saumâtre de l'estuaire maritime, actuellement confinée à l'est de l'île d'Orléans, atteigne éventuellement les prises d'eau potable de la région de Québec situées dans le fleuve, soit celle de Lévis et celle de Sainte-Foy. L'auteur a basé son analyse sur une baisse permanente de débit du fleuve de l'ordre de 40 %, causée par des changements climatiques qui favorisent l'augmentation de l'évapotranspiration sur le système des Grands-Lacs. Selon Bourgault (2001), cette baisse du débit pourrait conduire à une remontée de l'eau saumâtre de 30 km, en période de sécheresse, alors que le débit du Saint-Laurent en face de Québec pourrait être aussi faible que 3 000 m³/sec. La présence de cette eau saumâtre rendrait alors l'eau du fleuve impropre à la consommation pendant plusieurs jours, forçant l'arrêt de l'approvisionnement dans le fleuve durant cette période. Il faut cependant noter que cette valeur de 3 000 m³/sec est très en-deçà des pires valeurs d'étiage mesurées plus en amont ces dernières années, soit à Sorel, où elles voisinent 7 000 m³/sec. Compte tenu des apports des affluents du fleuve situés entre Sorel et Québec, les débits d'étiage du fleuve sont encore très loin de la valeur critique de débit estimée par Bourgault (2001).

3.2.4.3 Régime hydraulique

Le secteur du fleuve soumis au cycle des marées, dont fait partie la zone d'étude, et où l'eau est douce est appelé l'estuaire fluvial.

Le jour lunaire étant de 24 heures 50 minutes, la période associée à un cycle de marée complet dure 12 heures 25 minutes (marée semi-diurne). D'autres facteurs non astronomiques jouent un rôle important au niveau du marnage et de l'intervalle entre les marées basses et hautes. Ces facteurs peuvent être la configuration de la côte, la profondeur de l'eau, la topographie et d'autres influences hydrographiques et météorologiques.

Le cycle des marées influence le courant du fleuve. Ce dernier varie et s'inverse quatre fois par jour habituellement, à la faveur de la marée montante puis de celle descendante. Selon la carte marine 1315, Québec à Donnacona, du SHC (1994), le courant de la marée montante face à la rivière du Cap Rouge dans le chenal du fleuve est plus faible que celle de la marée descendante, soit environ 2,5 nœuds (1,29 m/s) contre 4 nœuds (2,06 m/s). Les marées de pleine lune ou de nouvelle lune sont plus importantes (grandes marées) et l'amplitude de la marée est davantage accentuée lorsque la pleine lune coïncide avec les équinoxes du printemps et de l'automne.

Toujours selon la carte marine 1315, les stations hydrométriques les plus rapprochées de la zone d'étude sont celle de Lauzon située à environ 12 km à l'est et celle de Neuville située à environ 11 km à l'ouest. À Lauzon, l'amplitude des grandes marées peut atteindre 5,8 mètres et plus dans le cas de marées extrêmes (conjugaison avec des événements climatiques comportant de forts vents d'est et une faible pression barométrique), tandis que celle des marées moyennes voisine les quatre mètres. L'amplitude des marées à Neuville tend à être plus faible de 0,5 à 1,5 mètre qu'à Lauzon. De plus, on observe un retard de l'onde de marée allant de 50 à 90 minutes à Neuville. Par contre, le niveau moyen du fleuve, par rapport au zéro des cartes marines est sensiblement le même aux deux stations, soit 2,5 à 2,6 mètres. À titre indicatif, les tables des marées du site Internet du SHC (2004) fournissent l'heure des marées hautes et basses et le niveau d'eau à Lauzon.

Les rives de la zone d'étude sont donc inondées et exondées selon le cycle des marées et selon que l'on est en marée de vives eaux ou de mortes eaux. Il est à noter qu'il y a une différence entre le zéro géodésique des cartes topographiques et celui des cartes marines. Dans la zone d'étude, le zéro marégraphique est 1,68 mètre plus bas que le zéro géodésique. Il faut donc ajouter 1,68 mètre aux mesures prises selon le zéro géodésique pour obtenir le niveau marégraphique correspondant.

Le chenal du fleuve Saint-Laurent représente une zone de fort courant puisque la majeure partie du débit s'y écoule. Des vitesses de courant (tableau 3-2 et figure 3-1) ont été mesurées le 2 juin 2003, le long de l'axe prévu pour l'implantation de la nouvelle prise d'eau jusqu'à une distance de 670 m de la rive. Les relevés ont été pris pendant un cycle complet de marée pour obtenir le courant en marée descendante, puis en marée montante. Pour un point de mesure donné, la direction du courant mesurée est soit vers l'aval, soit vers l'amont, selon que l'on est en marée descendante ou montante. Au moment de l'effet maximal de la marée descendante, la vitesse du courant est plus élevée (jusqu'à 1,5 m/s) au large que près de la rive ($\pm 0,2$ m/s). De plus, le courant a tendance à être significativement plus fort, soit jusqu'à trois fois plus rapide, à marée descendante que montante. Un gradient de vitesse peut aussi être observé en fonction de la profondeur. En effet, la vitesse maximale mesurée a été de 1,51 m/s en surface comparativement à 1,06 m/s à un mètre du fond.

Les vitesses de courant mesurées le 2 juin 2003 correspondent à une marée moyenne. En marée de vives eaux, la vitesse de courant pourra être légèrement supérieure et en marée de mortes eaux, ce sera l'inverse. Les mêmes conditions peuvent être observées en situation de crue et en situation de faible débit.

3.2.4.4 Régime des glaces

L'information des sous-sections qui suivent (« Généralités », « Température de l'eau du fleuve » et « Dynamique des glaces dans la zone d'étude »), provient des données tirées de la littérature, d'une note technique spécifique à la dynamique des glaces de la zone d'étude (Carter Consultant, 2004) et des données compilées par le MENV et le Centre canadien des glaces (CCG). L'information des sous-sections portant sur la « Formation du frasil et des embâcles » et sur les « Mécanismes d'obstruction des prises d'eau par le frasil » est tirée de certaines sections de l'étude de Carter Consultants (2004).

Tableau 3-2 Vitesses de courant mesurées sur le terrain dans l'axe de la future conduite, 2 juin 2003

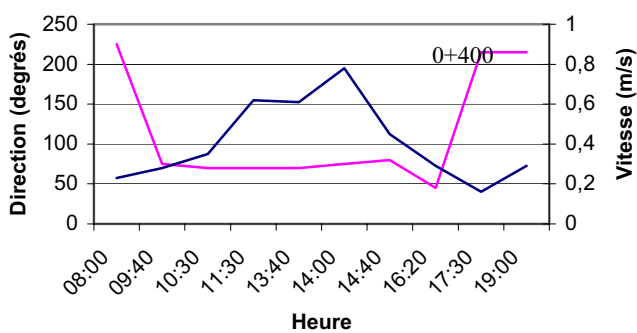
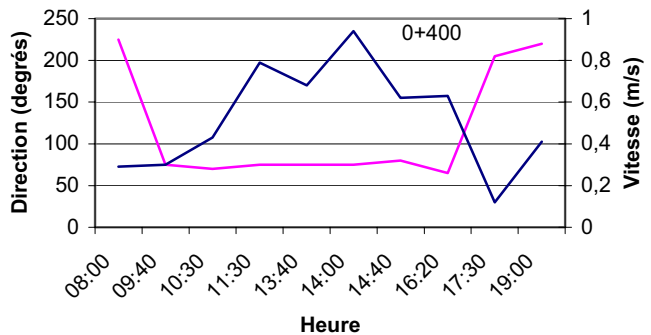
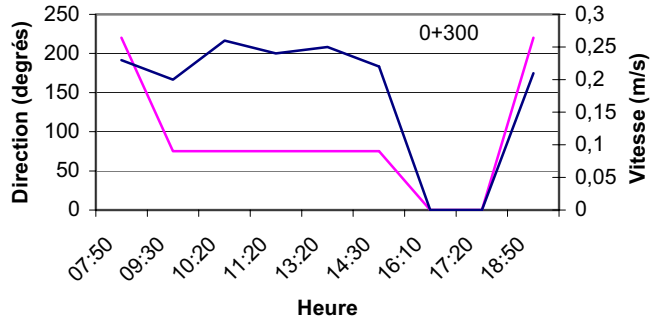
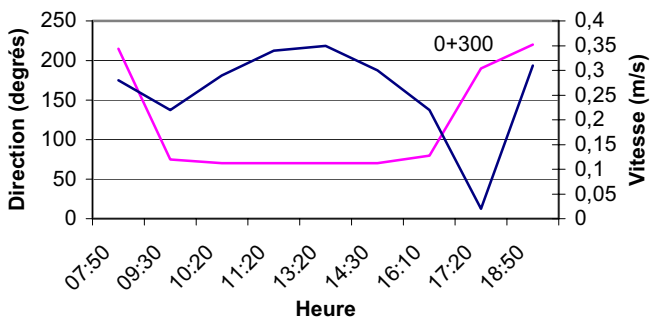
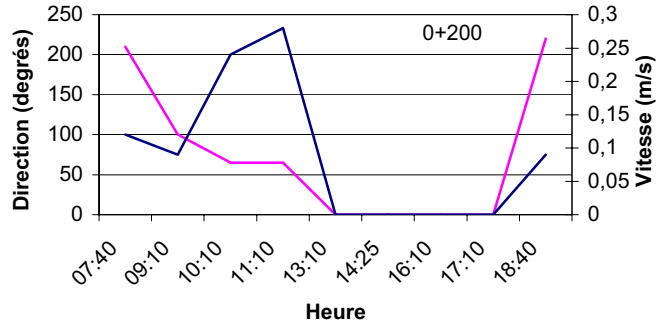
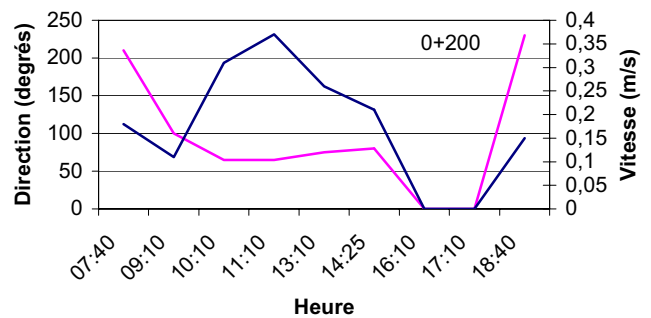
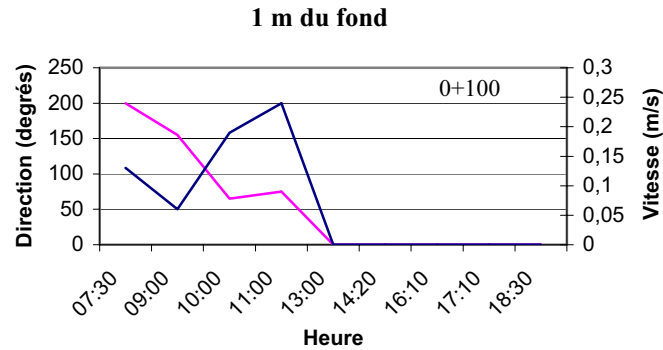
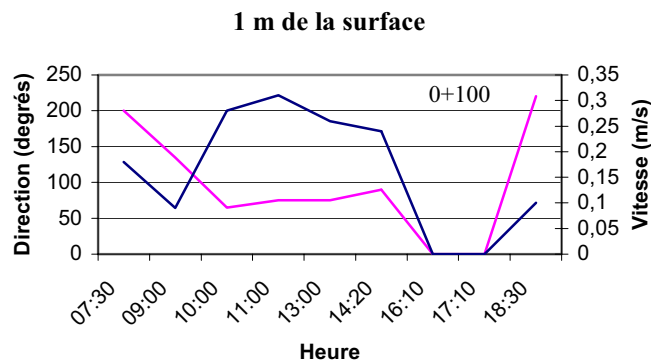
Station de mesure	Heure	1 m de la surface		1 m du fond	
		Vitesse (m/s)	Direction ¹ géodésique	Vitesse (m/s)	Direction géodésique
0+100	7:30	0,18	200	0,13	200
	9:00	0,09	135	0,06	155
	10:00	0,28	65	0,19	65
	11:00	0,31	75	0,24	75
	13:00	0,26	75	Pas assez d'eau	--
	14:20	0,24	90	Pas assez d'eau	--
	16:10	Pas assez d'eau	--	Pas assez d'eau	--
	17:10	Pas assez d'eau	--	Pas assez d'eau	--
	18:30	0,10	220	Pas assez d'eau	--
0+200	7:40	0,18	210	0,12	210
	9:10	0,11	100	0,09	100
	10:10	0,31	65	0,24	65
	11:10	0,37	65	0,28	65
	13:10	0,26	75	Pas assez d'eau	--
	14:25	0,21	80	Pas assez d'eau	--
	16:10	Pas assez d'eau	--	Pas assez d'eau	--
	17:10	Pas assez d'eau	--	Pas assez d'eau	--
	18:40	0,15	230	0,09	220
0+300	7:50	0,28	215	0,23	220
	9:30	0,22	75	0,20	75
	10:20	0,29	70	0,26	75
	11:20	0,34	70	0,24	75
	13:20	0,35	70	0,25	75
	14:30	0,30	70	0,22	75
	16:10	0,22	80	Pas assez d'eau	--
	17:20	0,02	190	Pas assez d'eau	--
	18:50	0,31	220	0,21	220
0+400	8:00	0,29	225	0,23	225
	9:40	0,30	75	0,28	75
	10:30	0,43	70	0,35	70
	11:30	0,79	75	0,62	70
	13:40	0,68	75	0,61	70
	14:00	0,94	75	0,78	75
	14:40	0,62	80	0,45	80
	16:20	0,63	65	0,29	45
	17:30	0,12	205	0,16	215
	19:00	0,41	220	0,29	215

¹ Direction géodésique : angle par rapport au nord

Tableau 3-2 Vitesses de courant mesurées sur le terrain dans l'axe de la future conduite, 2 juin 2003 (suite)

Station de mesure	Heure	1 m de la surface		1 m du fond	
		Vitesse (m/s)	Direction ¹ géodésique	Vitesse (m/s)	Direction géodésique
0+500	8:10	0,34	225	0,28	225
	9:50	0,56	75	0,49	70
	10:40	0,87	70	0,71	70
	11:40	0,92	70	0,69	70
	13:50	0,96	70	0,74	70
	14:50	0,81	60	0,59	70
	16:30	0,74	70	0,65	70
	17:50	0,13	205	0,11	215
	19:10	0,43	225	0,31	230
0+560	8:20	0,40	225	0,29	225
	10:00	0,89	70	0,81	70
	10:50	1,01	70	0,92	70
	11:50	1,22	70	0,89	65
	14:00	1,18	70	0,89	65
	15:00	0,95	70	0,73	70
	16:40	0,81	70	0,66	80
	18:00	0,17	225	0,16	225
19:20	0,41	230	0,32	235	
0+617,5	8:30	0,42	225	0,33	225
	10:10	1,09	75	0,91	75
	11:00	1,24	75	0,88	75
	12:00	1,45	75	0,82	75
	14:10	1,31	75	0,96	75
	15:10	1,02	70	0,76	70
	16:50	0,92	65	0,71	65
	18:10	0,21	220	0,10	225
	19:30	0,44	225	0,31	235
0+670	8:40	0,50	225	0,41	220
	10:20	1,22	75	0,95	75
	11:10	1,38	75	0,91	75
	12:10	1,51	75	0,94	75
	12:50	1,45	75	1,06	75
	14:15	1,32	75	0,89	75
	15:20	0,94	70	0,86	70
	17:00	0,86	65	0,71	75
	18:20	0,19	225	0,09	240
	19:40	0,46	230	0,39	235

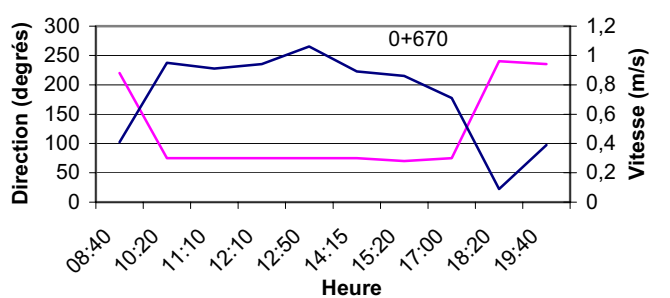
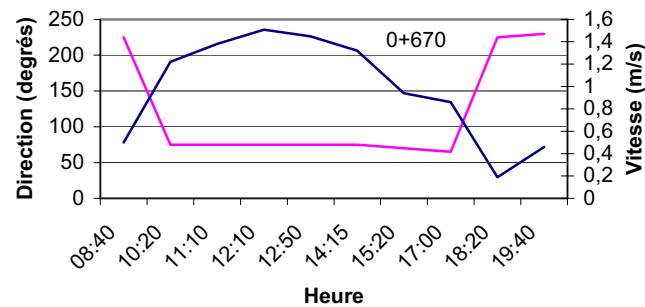
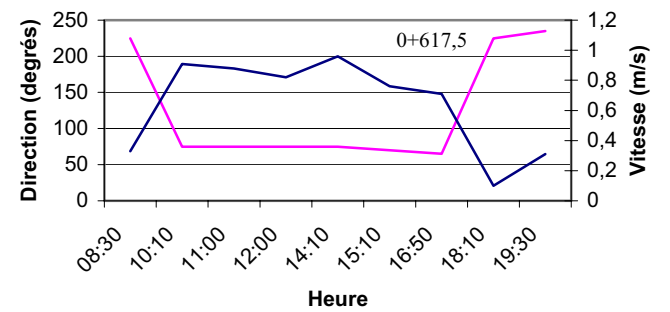
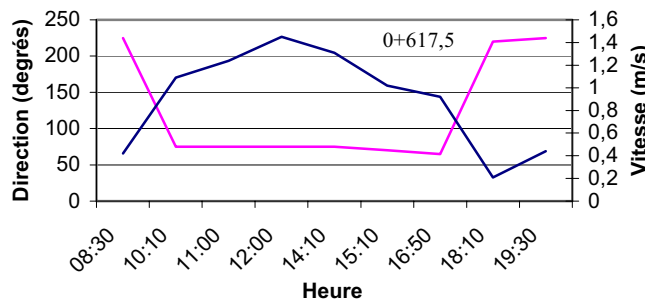
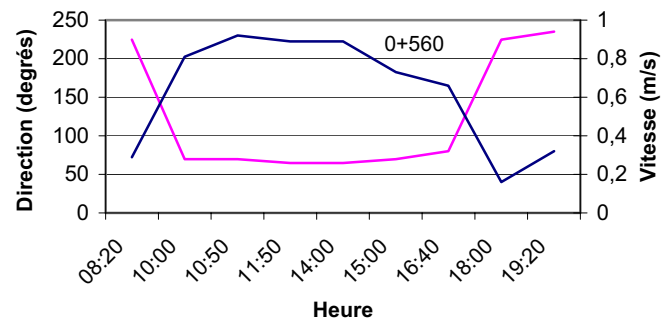
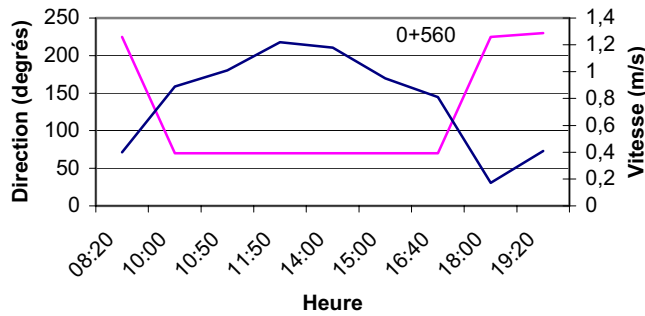
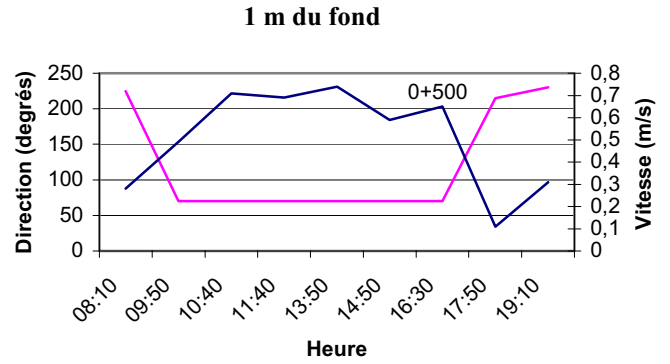
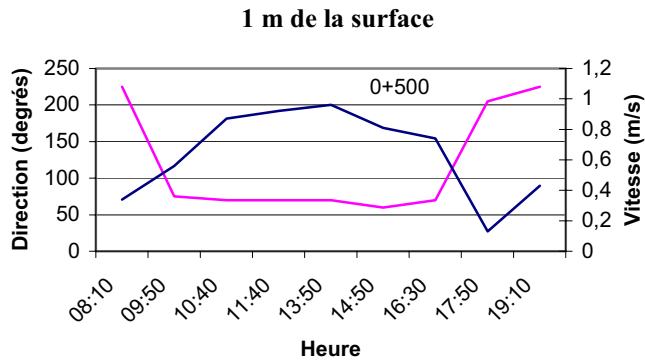
¹ Direction géodésique : angle par rapport au nord



— : Direction géodésique

— : Vitesse (m/s)

Figure 3-1 Vitesses et directions des courants mesurés à un mètre de la surface et à un mètre du fond dans l'axe de la future prise d'eau, 2 juin 2003



— : Direction géodésique

— : Vitesse (m/s)

Figure 3-1 Vitesses et directions des courants mesurés à un mètre de la surface et à un mètre du fond dans l'axe de la future prise d'eau, 2 juin 2003 (suite)

Généralités

Les glaces commencent à se former dans le fleuve Saint-Laurent lorsque la température quotidienne moyenne de l'air devient inférieure à 0 °C. Dans le secteur de la zone d'étude, ce moment survient en moyenne vers le milieu de novembre. La glace commence à se former sur les rives et s'étend vers le chenal à la faveur des vagues de froid. Toutefois, l'eau du fleuve conserve une température bien au-dessus de zéro pendant quelques semaines et il n'est pas rare que les blocs de glace ou glaçons se déplaçant sur le fleuve ne soient pas présents avant la fin de décembre.

Aussi, des brise-glaces préviennent la formation d'un couvert de glace dans le chenal du fleuve afin de maintenir la voie maritime ouverte à l'année. Ainsi, les glaces vis-à-vis du chenal demeurent en mouvement tout l'hiver.

Cependant, les portions du fleuve exondées à marée basse et celles peu profondes situées dans des baies comme celles de Cap-Rouge, conservent un couvert de glace continu et immobile, influencé uniquement par le niveau de la marée. Il s'agit de la banquise¹ côtière².

Le couvert de glace de l'estran se forme sur place tout au long de l'hiver. Les premières couches se forment lors des premiers grands froids. Le couvert s'épaissit à la faveur des chutes de neige qui s'accumulent et finissent par enfoncer la glace sous-jacente et par l'accumulation du frasil sous le couvert de glace. À la fin de l'hiver, il n'est pas rare que ce couvert de glace ait par endroit trois à quatre mètres d'épaisseur, bien qu'habituellement il ait en moyenne un mètre d'épaisseur.

¹ Amas de glace flottante formant un immense banc.

² Banquise attachée à la côte.

Dans les zones d'eaux calmes du fleuve Saint-Laurent, comme dans la baie de Cap-Rouge, l'arrivée des températures froides provoque un mouvement de convection qui entraîne l'eau plus dense vers le fond. Après que la température de l'eau se soit uniformisée à 4 °C, température où elle atteint sa densité maximale, ce mouvement cesse et les eaux plus froides restent en surface (Carter Consultants, 2004). À partir de ce moment, une pellicule de glace se forme en surface et son épaissement se fait au rythme des échanges thermiques avec l'atmosphère. Cette glace de rive progresse vers le large tant que la vitesse du courant permet la formation d'un champ de glace stable. Le bord frontal de cette glace de rive est continuellement morcelé par les vagues générées par les bateaux et le vent (Carter Consultants, 2004). Les glaçons qui sont libérés sont alors entraînés à la dérive au gré du courant et des marées.

Les glaces libres du chenal se sont initialement formées lors des premiers grands froids. Celles-ci ont par la suite tendance à s'agréger et à accumuler du frasil lors des vagues de froid subséquentes. Il est à noter qu'en période de grandes marées, des portions de la glace d'estran peuvent être entraînées dans le chenal.

Au cours de l'hiver, les glaces libres suivent les courants de marée qui s'inversent quatre fois par jour dans le fleuve. Compte tenu du débit du fleuve, les glaces dérivent progressivement vers l'aval et finalement dans l'estuaire. Ainsi, à la hauteur de Cap-Rouge, les glaces flottantes proviennent surtout de secteurs du fleuve situés plus en amont. Lors de très grands froids, des embâcles se forment dans le chenal, et plus particulièrement dans les sections plus étroites du fleuve telles que celles où se trouve les ponts Pierre-Laporte et de Québec.

Au printemps, les glaces commencent à disparaître lorsque la température moyenne quotidienne dépasse le point de congélation, soit à la fin du mois de mars. Les glaces prendront quelques semaines à fondre, de sorte qu'au début du mois de mai elles ont normalement disparu. Le couvert de glace présent sur la rive se désagrège et pourra être entraîné au large à la faveur des grandes marées. Les glaces libérées peuvent affouiller sur

l'estran ou la batture et transporter des sédiments ou des blocs de pierre emprisonnés dans les couches successives de glace formées pendant l'hiver.

Température de l'eau du fleuve

Les données prises de 1998 à 2002 par le MENV sur la température de l'eau à la station #00000082 (système BQMA du MENV, données fournies par Mario Bérubé, pilote de système), soit celles correspondant à la prise d'eau actuelle de Sainte-Foy dans le fleuve, montrent que la température de l'eau du fleuve demeure sensiblement au-dessus de zéro en novembre et en décembre et même parfois en janvier. La température a tendance à s'approcher de zéro en février et en mars, et augmente habituellement en avril.

Dynamique des glaces dans la zone d'étude

Une rencontre a eu lieu le 13 avril 2004 au Centre canadien des glaces (CCG) avec le Capitaine Réginald Corriveau, surintendant du programme de déglacage de la Garde côtière canadienne (GCC), afin d'obtenir les informations disponibles sur l'état des glaces dans la zone d'étude. Dans le cadre de la présente étude, l'analyse du mouvement de la banquise côtière au niveau de l'ancienne Ville de Cap-Rouge fut priorisée. Les informations transmises par monsieur Corriveau ont permis de brosser un portrait de l'évolution du couvert de glace dans la zone d'étude lors de la période de décrochement, soit en 2003 et 2004.

L'étude du couvert de glace et du mouvement des glaces ont permis de circonscrire l'étendue de la banquise dans la baie de Cap-Rouge. Il est à noter que la section de glace étudiée représente la banquise côtière, ce qui signifie que le recouvrement de l'estran par les glaces est de l'ordre de 100 %. Lors du décrochage de cette banquise, les blocs de glace emportent le substrat fluvial. De plus, les marées transportent avec elles tout au long de l'hiver des blocs de glace en provenance de la section méridionale du fleuve, ce qui crée un engorgement dans les sections plus étroites du fleuve, notamment près des ponts de la Ville de Québec. Les cartes 3-3 et 3-4 présentent la dynamique du couvert de glace pour le mois de février en 2003 et 2004.

Carte 3-3 Dynamique des glaces observée au cours du mois de février 2003

Carte 3-4 Dynamique des glaces observée au cours du mois de février 2004

D'après les données du CCG, la banquise côtière du secteur de Cap-rouge se décroche généralement au mois de février. Le texte qui suit dépeint la dynamique du couvert de glace observé en 2003 et en 2004 par le CCG. Pour le mois de février 2003, une première section de la banquise qui s'étendait à 200 m de la rive s'est décrochée le 3 février, provoquant par la même occasion une accumulation de glace dans le secteur des ponts de Québec. Cette banquise a repris forme le 13 février pour s'étendre jusqu'à 450 m de la rive. Puis, des fissures importantes sont apparues le 17 février (à l'est de la zone d'étude), menant au décrochage d'une section de la banquise le 19 février 2003. En ce qui concerne le mois de février 2004, selon les données du CCG, l'apparition d'une fissure dans la banquise le 9 février mena au décrochage de cette dernière deux jours plus tard, soit le 11 février. La glace s'est ensuite reformée le 17 février. Des fissures sont apparues le 19 février à proximité de la prise d'eau de Sainte-Foy. Elle s'est décrochée à nouveau trois jours plus tard, soit le 22 février 2004. En 2004, l'étendue de la banquise n'a pas dépassée les 250 m.

Formation du frasil et des embâcles

Dans les zones d'eau agitées par les courants, les vents et les vagues, lorsque l'eau se refroidit par échanges thermiques avec l'atmosphère, la turbulence mélange l'eau continuellement et uniformise sa température en profondeur (Wetzel, 1983). Si l'eau est à une température supérieure à 0 °C et qu'elle est refroidit rapidement, un phénomène de « surfusion » se produit : la température de l'eau s'abaisse de quelques centièmes de degrés sous 0 °C, son point normal de congélation (Carter Consultant, 2004). C'est alors qu'apparaît subitement au sein de l'écoulement des cristaux de glace : c'est le frasil. Tant que ce phénomène se poursuit, les particules de frasil croissent rapidement et montrent une forte tendance à s'agglomérer et à se lier à des matériaux. Ainsi, autour des structures submergées se forment des masses spongieuses appelées « glace de fond ». La formation du frasil libère la chaleur latente de l'eau qui fait disparaître le phénomène de surfusion et ramène la température de l'eau à 0 °C (Environnement Canada, 2003a ; Carter Consultants, 2004).

Durant la phase initiale de croissance du frasil dans l'eau en surfusion, le frasil est dit « actif » à cause de sa forte tendance à se souder à tout ce qu'il rencontre. La phase active du frasil ne dure que quelques minutes et prend fin quand la température de l'eau tend à nouveau vers son point normal de fusion. Lorsque l'eau revient à 0 °C, le frasil qui ne présente plus aucune adhérence est alors qualifié d'« inactif » (Carter Consultant, 2004). Cependant, ce frasil possède alors la propriété de s'agglomérer pour former des masses spongieuses, ce qui accentue davantage le volume occupé dans l'eau. Selon Ashton (1986 *in* Carter Consultant, 2004), la porosité des accumulations de frasil se situe habituellement entre 60 et 80 %. Cette « *slush* » de frasil occupe donc, à cause de sa porosité, un volume de 3 à 5 fois supérieur au volume réel de frasil actif (Carter Consultant, 2004).

Étant donné sa densité inférieure à celle de l'eau, la « *slush* » de frasil a tendance à former à la surface de l'eau une glace pelliculaire qui s'épaissit progressivement au contact de l'air froid. Cette dernière se fragmente et dérive, entraînée par les courants (Carter Consultant, 2004).

Cependant, comme le signalent Ashton (1988 *in* Carter Consultants, 2004), Carstens (1970 *in* Carter Consultants, 2004) et Matousek (1984 *in* Carter Consultants, 2004), une vitesse d'écoulement supérieure à 1 m/s cause suffisamment d'agitation pour maintenir en suspension dans l'écoulement une bonne partie des particules de frasil.

Ainsi, le facteur primordial qui conditionne le régime des glaces entre Québec et Montréal s'avère être le Rapide de Lachine qui, avec une surface de 25 km² libre de glace en hiver, se veut un extraordinaire pourvoyeur de frasil. Des calculs effectués par Carter (2003 *in* Carter Consultant, 2004) et le Groupe-Conseil LaSalle (2003 *in* Carter Consultant, 2004) démontrent qu'au cours d'un hiver moyen, il s'y forme, entre la mi-décembre et la fin de février, environ 125 millions de m³ de frasil, auxquels s'additionne le frasil formé dans la voie maritime maintenue opérationnelle jusqu'à Montréal durant les mois d'hiver.

Une partie de ce frazil se dépose sous les champs de glace stables formés dans les zones de faibles courants comme le lac Saint-Pierre. Toutefois, une importante proportion du frazil transite à la hauteur de Cap-Rouge sous forme de glace de dérive et de « *slush* » de frazil en suspension dans l'écoulement (Carter Consultant, 2004).

De plus, le rétrécissement du fleuve au niveau des ponts à Québec provoque un entonnoir propice à la formation d'embâcle (Lawrie, 1972 *in* Carter Consultant, 2004). À la marée descendante ou sous l'influence de forts vents, il peut se former des chevauchements et des empilements de glaçons qui sont entraînés par les courants. Ashton (1988 *in* Carter Consultant, 2004) a observé pour des glaçons d'une épaisseur de 0,3 à 0,6 m, semblables aux glaces de dérive sur le fleuve, des empilements qui laissèrent des sillons dans les sédiments à des profondeurs supérieures à 16 m. Par exemple, dans le cas de l'embâcle formé en janvier 1994 sur plusieurs dizaines de kilomètres en amont du pont de Québec, l'empilement des glaçons et du frazil atteignait, selon des officiers de la GCC, des profondeurs supérieures à 13 m (Carter Consultants, 2004). Mentionnons cependant que l'intervention des brise-glaces et le passage fréquent des navires commerciaux limitent l'occurrence de tels embâcles dans le secteur à l'étude (Carter Consultant, 2004).

En résumé, le frazil aggloméré peut aussi former des flocons qui flottent à la surface de l'eau lorsque la turbulence du fleuve est réduite ou lorsque la flottaison d'une masse croissante est supérieure à la turbulence. Les flocons continuent à s'agglomérer et ils forment des radeaux de glace, lesquels peuvent à leur tour se souder ensemble pour devenir des blocs de glace à la dérive. Les radeaux et les flocons de frazil sont les principaux composants dans la formation du couvert de glace d'une rivière et du fleuve (Environnement Canada, 2003a). Sur les eaux tranquilles, ce couvert constitue une couche unique de blocs de glace à la dérive et de radeaux de glace, mais ailleurs, plusieurs couches peuvent se superposer (Environnement Canada, 2003a). Ce sont ces blocs et radeaux qui peuvent créer des embâcles au niveau des ponts à Québec ainsi que des inondations sur les rivières peu profondes.

Mécanismes d'obstruction des prises d'eau par le frasil

Deux mécanismes peuvent entraîner le colmatage d'une prise d'eau par le frasil, soit : l'adhésion du frasil actif sur les grilles et l'obstruction du frasil inactif (Carter Consultant, 2004).

Adhésion du frasil actif sur les grilles

Il a été mentionné précédemment que le frasil dans sa phase initiale de formation dans l'eau en surfusion avait une très forte propension à adhérer aux métaux et à tous autres matériaux avec une bonne conductivité thermique.

En début et en fin d'hiver, lorsque la surface du fleuve est libre de glaces, il est possible que le frasil actif puisse être aspiré par la prise d'eau pour ensuite s'agglomérer sur les grilles à débris. Bien que le frasil actif adhère très fermement aux grilles métalliques, il adhère aussi, mais de manière moins ferme, aux matériaux non métalliques comme les plastiques, la fibre de verre et de graphite (Carter Consultant, 2004). Selon Ashton (1986 *in* Carter Consultant, 2004), on ne connaît aucun matériau auquel le frasil actif n'adhère pas.

Les mesures les plus efficaces pour prévenir l'obstruction des prises d'eau par le frasil actif sont l'apport de chaleur. La chaleur peut servir à réchauffer l'eau aspirée de façon à corriger sa surfusion, c'est-à-dire ramener l'eau à 0 °C, ou à réchauffer la grille à une température supérieure au point de congélation de l'eau.

Obstruction par le frasil inactif

Les prises d'eau localisées dans le fleuve peuvent aussi être bouchées par la « *slush* » de frasil inactif qui, formée en amont, s'est agglomérée en grandes masses spongieuses (Carter Consultant, 2004). Ces agglomérations de frasil inactif peuvent être aspirées par la prise d'eau et, en s'accumulant sur les supports latéraux, se comprimer pour former un bouchon compact à peu près imperméable (Carter Consultant, 2004).

Ashton (1988 *in* Carter Consultant, 2004) mentionne que c'est le plus souvent ce mode d'accumulation du frasil inactif qui est responsable de l'obstruction des prises d'eau en rivière. À cause du mode de transmission des forces uniquement par compression à l'intérieur des masses de frasil inactif, il se forme parfois à l'entrée des prises d'eau des cavités hémisphériques semblables à un igloo (Carter Consultant, 2004).

Logan (1974 *in* Carter Consultant, 2004) souligne que, pour ce type d'obstruction, il n'y a aucun avantage à chauffer les grilles car le frasil inactif n'y adhère pas.

Dans le cas de la prise d'eau de Sainte-Foy, les obstructions sont principalement causées par du frasil inactif.

3.2.5 Géomorphologie, rives et falaises

3.2.5.1 Géomorphologie

La zone d'étude est située à la jonction des Basses-Terres du Saint-Laurent et des Appalaches. En effet, la faille de Logan, qui sépare les deux ensembles, est localisée immédiatement au nord de la falaise bordant la rive nord du fleuve. La rive nord et le fleuve sont cependant compris à l'intérieur des Appalaches, dont les roches dans ce secteur sont constituées principalement de schistes argileux. Ces roches se sont mises en place au Cambro-ordovicien, il y a environ 450 millions d'années.

Il y a 12 000 ans, les glaciers venaient de se retirer de la vallée du Saint-Laurent et, la région de Québec s'est retrouvée submergée sous le niveau de la mer pendant plusieurs siècles à cause du poids de l'indlandsis de la dernière glaciation qui avait causé un enfoncement isostasique de la croûte terrestre. Le bras de mer, qui a alors inondé la vallée du Saint-Laurent en amont de Québec, s'appelle la mer de Champlain.

Il y a 9 000 ans, la lente remontée isostatique du continent a causé le retrait progressif de la mer de Champlain jusqu'à il y a environ 2 000 ans. Depuis cette période, on peut considérer l'effet du relèvement isostasique comme négligeable. Le retrait de la mer de Champlain a donc fait en sorte que la zone d'étude est progressivement passée d'un milieu marin à un milieu estuarien, puis à un milieu fluvial avec effet des marées.

La présence de la mer de Champlain a provoqué le dépôt de couches de sédiments marins constitués de particules fines d'argile, de silt et de sable fin dans les secteurs profonds et de sédiments littoraux plus grossiers tels le sable fin à grossier sur le rivage. Étant donné le relèvement isostasique, la position du rivage a continuellement changé pour se stabiliser où il est actuellement.

Rappelons que les sédiments déposés dans la mer de Champlain provenaient du transport des eaux de fonte de l'inlandsis et des précipitations. Ces sédiments proviennent du till qui a été délavé par l'eau courante. Les cailloux, les blocs et les gros rochers observés le long de la rive et sur l'estran à marée basse proviennent également du till délavé. Par contre, ces matériaux n'ont pas été apportés par la force de l'eau, mais ont été arrachés de la rive, transportés au loin puis délaissés par les glaçons et les gros blocs de glace en mouvement dans la mer de Champlain, puis dans le fleuve Saint-Laurent.

3.2.5.2 Géomorphologie littorale

Les profils du rivage, de l'estran et du chenal sont caractéristiques d'un milieu littoral soumis à l'action du courant et des vagues. La présence de falaises rocheuses hautes et abruptes, bordant de part et d'autre le fleuve dans le secteur à l'étude, témoigne de l'encaissement progressif du fleuve dans la roche au cours des derniers millions d'années. La présence de sédiments marins en discordance sur le lit rocheux du fleuve est une indication que le profil fluvial rocheux actuel de la zone d'étude est antérieur à la dernière glaciation qui a duré plus de 100 000 ans.

Le niveau du haut de plage du rivage par rapport au niveau moyen ou maximal du fleuve, soit à environ deux mètres au-dessus, indique également que le pied de falaise ne subit plus l'action du courant ou des vagues depuis plusieurs siècles.

De plus, la nature rocheuse de la majeure partie du rivage du secteur indique que la rive est en processus prédominant d'érosion et non de sédimentation. En effet, ceci est corroboré par les vitesses de courant mesurées au niveau du bloc de prise d'eau le 2 juin 2003 (tableau 3-2). Ces dernières sont suffisantes pour entraîner au large et vers l'estuaire du Saint-Laurent les particules les plus fines.

La nature et l'épaisseur des couches de sédiments fluviaux et littoraux observés en surface sur la rive, aux endroits plus à l'abri des courants du fleuve, indiquent un faible potentiel de dépôt. En effet, ces sédiments sont souvent apparentés à la roche en place et sont de faible épaisseur. On les retrouve soit sur la roche en place, soit sur les matériaux marins mis en place par la mer de Champlain.

Il est donc possible de conclure que la rive est soumise à l'érosion fluviale. De minces couches de sédiments peuvent temporairement se déposer sur le rivage en période de plus faibles courants, mais sont rapidement emportés par la crue, les grandes marées ou par les glaces.

Quant à l'estran, sa surface est principalement composée de couches de sédiments de faibles épaisseurs. Au niveau du marais, à l'est de la station de pompage, ces sédiments sont constitués de vase (limon et argile). Dans la zone des travaux, les sédiments sont principalement composés de gravier et de sable.

3.2.5.3 Stabilité des rives, du littoral et de la falaise

L'absence d'épaisses couches de sédiments et la nature rocheuse de la majeure partie de la rive font en sorte que ces éléments sont peu sensibles à l'érosion ou aux mouvements de terrain.

L'estran et la batture sont composés de sédiments reposant sur le roc qui est à une profondeur variant entre moins d'un mètre près de la rive à environ 35 m de profondeur à 300 m de la rive. Leur pente est cependant très faible et peut être considérée stable.

La falaise haute et abrupte située derrière la station de pompage de la prise d'eau est plus préoccupante, particulièrement à l'ouest. Celle-ci est composée de roches schisteuses friables et montre des signes locaux d'éboulements. Dans le cadre du projet de la nouvelle prise d'eau, qui est susceptible de requérir l'utilisation de machinerie lourde, de foreuses et d'explosifs sur la rive, une évaluation géotechnique de la stabilité de cette falaise a été réalisée en septembre 2003 afin de prévoir des méthodes de travail sécuritaire (LEQ, 2003a). Les mesures proposées sont décrites à la section 5.6.2.2 (mesure H15). Les impacts appréhendés des travaux de dynamitage sur la stabilité de la falaise sont traités en détail à la section 5.5.3.7 (*Hum-12*).

Le secteur d'étude est dominé par le talus de Cap-Rouge situé entre la rue Saint-Félix et le chemin de la Plage-Saint-Laurent qui longe le fleuve (carte 3-2). Le talus présente une dénivellation de 8 m à l'extrémité est (arrière du 4407, rue Saint-Félix) et de près de 35 m à l'extrémité ouest (arrière du 4533, rue Saint-Félix). La pente du talus est prononcée et est généralement comprise entre 40° et 45°. L'épaisseur des dépôts meubles est faible ou inexistante sur l'ensemble du talus. Le talus est en majeure partie boisé, à l'exception de quelques secteurs où l'érosion et des éboulis se manifestent.

Les affleurements rocheux dans le talus sont composés de shale et de grès quartzeux. L'orientation de la stratigraphie est située entre 307° et 50°N avec un pendage situé entre 26° et 60°. Les formations rocheuses rencontrées sont généralement affectées par deux séries de joints et diaclases. La première série a une direction comprise entre 130° et 177°N et un pendage situé entre 51° et 85°. La deuxième série a une direction comprise entre 201° et 285°N et un pendage situé entre 45° et 79°.

3.2.6 Sédimentologie et qualité des sédiments

En 1989, une étude exhaustive de la qualité des sédiments du port de Québec (Procéan inc., 1990) fut réalisée dans le cadre du Plan d'action Saint-Laurent qui visait à nettoyer les sites fédéraux contaminés. Les principaux résultats de cette étude sont présentés dans les sections suivantes.

3.2.6.1 Nature des sédiments de la région de Québec

Le tronçon Trois-Rivières – Québec est caractéristique d'une zone de transport et d'érosion (Centreau, 1974) comme en témoigne les sédiments à texture grossière qui dominent dans cette partie de l'estuaire fluvial (Loiselle *et al.*, 1997). Selon Loiselle *et al.* (1997), les sédiments de surface des environs de la zone d'étude sont composés de sédiments mixtes dans l'estran et de limon argileux dans les premiers mètres sous le zéro des cartes marines. Les sédiments de fond de la région de Québec sont principalement composés d'argile (Ghanimé *et al.*, 1990).

La morpho-sédimentologie du port de Québec, décrite par Procéan inc. (1990), est caractérisée par des zones d'hydrodynamisme élevées où se concentrent le sable, parfois sous forme de dunes et le matériel grossier (gravier et bloc). Les zones où l'hydrodynamisme est faible sont caractérisées par une sédimentation active de matériel fin (silt et argile). Ces zones se situent dans l'estuaire de la rivière Saint-Charles, dans le

bassin Louise, à l'entrée des cales-sèches de Lauzon, sur les zones intertidales larges, les anses et les baies en retrait le long du littoral (Procéan inc., 1990).

3.2.6.2 Qualité des sédiments de la région de Québec

Dans la région de la Ville de Québec, la force des courants et l'influence des marées limitent les zones de dépôt de sédiments fins dans le chenal fluvial du Saint-Laurent et sur la majeure partie de son littoral (Fortin et Pelletier, 1995; Loisel *et al.*, 1997).

Selon Robitaille (1998), les apports ponctuels les plus importants de contaminants dans l'estuaire fluvial proviendraient des eaux du fleuve en amont qui représenteraient au minimum environ 93 % des apports de certains métaux, de BPC et de HAP. Par contre, il existe des zones lenticules où les conditions hydrodynamiques et les caractéristiques physiographiques favorisent la sédimentation de particules fines auxquelles peuvent être liés des contaminants. C'est le cas des bassins portuaires comme le bassin Louise et l'estuaire de la rivière Saint-Charles qui contiennent d'importants volumes de sédiments contaminés (Procéan inc., 1990). Par contre, à ces endroits, ce sont principalement des sources locales de rejets historiques qui sont responsables de cette contamination des sédiments (Loiselle *et al.*, 1997).

Un inventaire des sites aquatiques contaminés du Saint-Laurent réalisé par Lavalin (1989) a permis d'identifier un site potentiellement contaminé à proximité de la zone d'étude; il est situé à l'embouchure de la rivière du Cap Rouge. Par contre, aucune caractérisation des sédiments n'a été effectuée à ce site (Fortin et Pelletier, 1995). Toutefois, une étude sur la contamination des poissons, réalisée en 1986, à cet endroit, indiquait une contamination de la chair des poissons par le mercure et les HAP (Paul et Laliberté, 1988). À titre indicatif, une étude réalisée par Environnement Canada dans le secteur de Saint-Nicolas, sur la rive sud du fleuve, a démontré que plusieurs contaminants chimiques (métaux lourds, BPC, chlorobenzènes et pesticides organochlorés) sont fréquemment détectés dans les tissus des poissons de la région de Québec (de Lafontaine *et al.*, 1999).

Les principales sources potentielles de contamination à proximité de la zone d'étude et pouvant affecter la qualité des sédiments sont : les polluants provenant de l'amont du fleuve, les rejets pluviaux de Sainte-Foy (réseau pluvial), le rejet des eaux usées traitées de l'usine de Sainte-Foy, le trop-plein des réseaux d'égouts lors des orages, la rivière du Cap Rouge et ses sources de pollution agricoles, urbaines et industrielles diffuses et la pollution atmosphérique industrielle (Fortin et Pelletier, 1995). Mentionnons qu'à l'exception de la rivière du Cap Rouge, ces sources potentielles de contamination se trouvent en dehors de la zone d'étude.

3.2.6.3 Caractérisation des sédiments de la zone des travaux

Methodologie

Un plan d'échantillonnage des sédiments (Dessau-Soprin, 2003) a préalablement été soumis au MENV et au ministère des Pêches et des Océans du Canada (MPO) pour fins de commentaires, recommandations et acceptation avant le début de l'échantillonnage. Les deux organismes ont approuvé ce plan.

L'échantillonnage, la conservation et le transport des sédiments ont été réalisés en conformité avec le *Guide d'échantillonnage des sédiments du Saint-Laurent pour les projets de dragage et de génie maritime* d'Environnement Canada (2002a et 2002b).

La localisation des sites d'échantillonnage est présentée sur la carte 3-2. Un échantillon a été prélevé au site témoin (SF-12) et 13 autres échantillons dans l'aire d'excavation et de dragage projetée.

Les échantillons de surface ont été prélevés à l'aide d'une benne Ponar ou d'une pelle. L'échantillonnage en profondeur a été fait en même temps que les essais géotechniques et a été réalisé à l'aide d'une foreuse à cuillère fendue. Un total de dix échantillons de surface

(SF-1, SF-2, SF-3, SF-4, SF-5, SF-6, SF-8, SF-9, SF-11 et SF-12) et trois échantillons en profondeur (F-11, F-12 et F-13) ont été prélevés. Les échantillons en profondeur ont été récoltés à des profondeurs variant entre 1,35 et 2,73 m (LEQ, 2003b).

Lorsque c'était possible, des duplicata des échantillons ont été envoyés au laboratoire du Centre d'expertise en analyses environnementales du Québec (CEAEQ), en conformité avec les *Lignes directrices pour les analyses de sédiments* du MENV (MEF, 1996). Il est important de mentionner qu'il a été difficile de toujours obtenir des quantités de sédiments suffisantes pour que le CEAEQ puisse faire le contrôle de la qualité, étant donné la nature très grossière des sédiments. En effet, les sédiments fins nécessaires pour les analyses chimiques sont peu présents dans le secteur de la zone des travaux. Les analyses granulométriques, sédimentométriques et chimiques ont été réalisées par un laboratoire accrédité par le MENV.

Les paramètres chimiques suivants furent analysés pour l'ensemble des échantillons :

- les métaux (As, Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, Cr et Zn);
- le carbone organique total (COT);
- les hydrocarbures pétroliers (C₁₀-C₅₀);
- les byphényles polychlorés (BPC totaux; Arochlors);
- les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP).

La granulométrie et la sédimentométrie ont été décomposées en quatre parties, soit gravier, sable, limon (silt), et argile et colloïdes.

La première campagne s'est déroulée le 16 juin 2003 et trois échantillons ont été récoltés à marée basse à l'aide d'une pelle. La deuxième campagne a été réalisée le 12 juillet 2003 à l'aide d'un zodiac et d'une benne Ponar. Six stations furent visitées, mais aucun échantillon n'a pu être prélevé en raison de la nature grossière et compacte du substrat. La troisième campagne fut réalisée en même temps que les essais géotechniques à l'aide d'un carottier

et, trois échantillons en profondeur ont été récoltés. Le tableau 3-3 résume les campagnes de terrain et présente les caractéristiques des échantillons.

Granulométrie et sédimentométrie

Le tableau 3-4 présente les résultats d'analyses granulométriques des échantillons récoltés dans l'aire des travaux.

Les échantillons de surface sont principalement composés de gravier et de sable. On note une augmentation du pourcentage de gravier en s'éloignant de la rive (SF-1 : 33% à SF-3 : 71%). Le pourcentage de sable, quant à lui, diminue en se dirigeant vers le large. Il en est de même pour le limon ainsi que les argiles et les colloïdes. Ces résultats corroborent les observations faites dans la littérature et reflètent les conditions hydrodynamiques du secteur. La force des courants du secteur ne permet pas l'accumulation de sable et de particules fines dans la zone des travaux. Le substrat de surface au large est donc composé de sédiments grossiers (gravier, galet, roche et bloc) et le degré de compaction de la matrice sédimentaire y est important.

Les analyses granulométriques effectuées par le LEQ (2003b) sur les échantillons en profondeur prélevés lors des forages présentent une composition sablo-graveleuse avec une dominance de sable. Le silt est présent mais en très faible proportion. Les forages analysés sont F-12 à 5,83 m et 11,5 m de profondeur et F-13 à 0 (surface), 4,2, 7,5 et 9,0 m de profondeur.

Tableau 3-3 Description des échantillons de sédiments récoltés dans l'aire des travaux dans le cadre de la relocalisation de la prise d'eau de Sainte-Foy

Date	Heure	Échantillon	Surface ou profondeur	Échantillonneur	Nombre d'essais	Description des sédiments	Photo	Localisation (UTM NAD 83)		Commentaire
								Nord	Est	
16 juin 2003	16:40	SF-1	Surface	Pelle	1	Sablo-graveleux, cailloux	Oui	5178901	320227	Profondeur faible car roc affleurant à proximité
16 juin 2003	16:50	SF-2	Surface	Pelle	1	Sablo-graveleux, cailloux	Oui	5178851	320236	
16 juin 2003	17:10	SF-3	Surface	Pelle	2	Gravier, cailloux, blocs, peu de sable	Oui	5178792	320242	Difficile de creuser à cause des cailloux et de la compaction du substrat.
16 juin 2003	17 :30	SF-4	Surface	Pelle	3	Gravier, cailloux, blocs, peu de sable	Non	5178733	320250	Difficile de creuser à cause des cailloux et de la compaction du substrat.
12 juillet 2003	09:08	SF-5	Surface	Benne Ponar	3	Gravier, cailloux, Moules zébrées	Non	5178680	320294	% total de sédiments récoltés: < 8%. Pas de matériel pour les analyses chimiques, granulométriques et benthos.
12 juillet 2003	09:22	SF-6	Surface	Benne Ponar	4	Peu de sable, gravier, cailloux et Moules zébrées	Oui	5178620	320308	% total de sédiments récoltés: < 8%. Pas de matériel pour les analyses chimiques, granulométriques et benthos.
12 juillet 2003	09:38	SF-8	Surface	Benne Ponar	3	Sable grossier (faible quantité)	Oui	5178542	320308	% total de sédiments récoltés: < 1%. Pas de matériel pour les analyses chimiques, granulométriques et benthos.
12 juillet 2003	09:50	SF-9	Surface	Benne Ponar	3	Sable grossier (faible quantité), gravier, cailloux et Moules zébrées	Non	5178486	320319	% total de sédiments récoltés: < 2%. Pas de matériel pour les analyses chimiques, granulométriques et benthos.
12 juillet 2003	10:00	SF-11	Surface	Benne Ponar	3	Sable grossier (faible quantité) et gravier	Non	5178436	320320	% total de sédiments récoltés: < 1%. Pas de matériel pour les analyses chimiques, granulométriques et benthos.
12 juillet 2003	10:10	SF-12 Témoin	Surface	Benne Ponar	3	Sable grossier (faible quantité), gravier et Moules zébrées	Non	5178503	320550	% total de sédiments récoltés: < 1%. Pas de matériel pour les analyses chimiques, granulométriques et benthos.
19 septembre 2003	1	F-11 ²	Profondeur 1,4 à 2,1 m	Foreuse à cuillère fendue	2	Cailloux, gravier, sable gris et un peu de silt	Oui	5178711	320255	Échantillon intégré sur 0,70 m. Pour analyses chimiques seulement.
17 septembre 2003	1	F-12 ²	Profondeur 1,35 à 1,99 m	Foreuse à cuillère fendue	1	Gravier, sable gris et traces de silt	Oui	5178592	320273	Échantillon intégré sur 0,64 m. Pour analyses chimiques seulement.
15 septembre 2003	1	F-13 ²	Profondeur 1,69 à 2,73 m	Foreuse à cuillère fendue	1	Gravier, sable gris et traces de silt	Oui	5178471	320282	Échantillon intégré sur 1,04 m. Pour analyses chimiques seulement.

1 : L'heure de prélèvement n'a pas été notée.

2 : Source : LEQ (2003b).

Tableau 3-4 Granulométrie et sédimentométrie des échantillons de sédiments prélevés dans l'aire des travaux du projet de nouvelle prise d'eau de Sainte-Foy, été 2003

	SF-1 S ¹	SF-2 S	SF-3 S	SF-4 S	SF-5 S	SF-6 S	SF-8 S	SF-9 S	SF-11 S	SF-12 S (site témoin)	F-11 P ²	F-12 P
Gravier (%)	33,32	53,63	71,36									
Sable (%)	55,61	40,87	28,64									
Limon (%)	8,00	4,20	0,00									
Argile et colloïdes (%)	3,00	1,30	0,00									
Total (%)	99,93	100	100	Pas de matériel pour granulométrie ³	Pas de matériel pour granulométrie ⁴	Pas de matériel pour granulométrie ⁴	Pas de matériel pour granulométrie ⁴	Pas de matériel pour granulométrie ⁴	Pas de matériel pour granulométrie ⁴	Pas de matériel pour granulométrie ⁴	Pas de matériel pour granulométrie ³	Pas de matériel pour granulométrie ³

¹: Échantillon de surface.

²: Échantillon de profondeur.

³: Il n'y avait pas assez de matériel pour effectuer les analyses granulométriques. La priorité a été mise sur les analyses chimiques.

⁴: La compaction du substrat a fait en sorte que la benne Ponar n'a pu récolter de matériel pour les analyses granulométriques.

Analyses chimiques

Le tableau 3-5 présente les résultats des analyses chimiques et permet de les comparer avec les critères intérimaires pour l'évaluation de la qualité des sédiments du Saint-Laurent (Environnement Canada et MENV, 1992) et aux recommandations canadiennes du CCME (2003a).

Selon les résultats obtenus, aucun des échantillons récoltés en surface (SF-1, SF-2, SF-3 et SF-4) au site des travaux n'a dépassé les critères de la qualité des sédiments en ce qui a trait aux métaux, aux hydrocarbures pétroliers, aux BPC et aux HAP. Les sédiments de surface de l'estran respectent donc les critères intérimaires ainsi que les recommandations provisoires du CCME.

Pour ce qui est des échantillons récoltés en profondeur lors des forages réalisés entre le 15 et le 19 septembre 2003, tous respectent les critères de qualité et ce, pour l'ensemble des paramètres indiqués par les critères intérimaires pour les sédiments du Saint-Laurent (Environnement Canada et MENV, 1992). L'échantillon F-13 présente une concentration de 0,5 mg/kg de pyrène. Le pyrène dépasse la recommandation provisoire du CCME et le seuil sans effet (SSE), mais ne dépasse pas la concentration produisant un effet probable (CCME, 2003a) ni le seuil d'effets mineurs (SEM; Environnement Canada et MENV, 1992). À la lueur de ces résultats, les sédiments en profondeur de la zone des travaux sont également de bonne qualité.

Tableau 3-5

Analyses chimiques des échantillons de sédiments prélevés dans l'aire des travaux du projet de relocalisation de la prise d'eau de Sainte-Foy, été 2003

Paramètres (mg/kg)	Critères intérimaires ¹			Recommandations du CCME		Échantillons												
	Niveau 1 (SSE)	Niveau 2 (SEM)	Niveau 3 (SEN)	Sédiments d'eau douce RPQS ²	CEP ³	SF-1 S ⁴	SF-2 S	SF-3 S	SF-4 S	SF-5 S	SF-6 S	SF-8 S	SF-9 S	SF-11 S	SF-12 S	F-11 P ⁵	F-12 P	F-13 P
Arsenic extractible	3	7	17	59,0	170,0	1,9	1,3	1,6	1,2	Pas	Pas	Pas	Pas	Pas	Pas	1,6	1,4	1,9
Cadmium extractible	0,2	0,9	3	6	3,5	0,03	0,06	0,04	0,21	de matériel	de matériel	de matériel	de matériel	de matériel	de matériel	0,04	0,05	0,05
Carbone organique total (%)	-	-	-	-	-	-	-	-	0,11	pour	pour	pour	pour	pour	pour	0,08	0,1	0,09
Chrome extractible	55	55	100	37,3	90	9	10	9	8	les	les	les	les	les	les	15	13	11
Cuivre extractible	28	28	86	35,7	197	12	6	10	7	analyses	analyses	analyses	analyses	analyses	analyses	17	14	18
Mercure total	0,05	0,2	1	0,17	0,486	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,02	chimiques	chimiques	chimiques	chimiques	chimiques	chimiques	0,04	0,01	< 0,01
Nickel extractible	35	35	61	-	-	16	14	13	11	en raison	en raison	en raison	en raison	en raison	en raison	17	13	12
Plomb extractible	23	42	170	35	91,3	8	7	9	< 5	de la	de la	de la	de la	de la	de la	< 5	< 5	< 5
Sélénium extractible	-	-	-	-	-	-	-	-	-	compaction	compaction	compaction	compaction	compaction	compaction	-	-	-
Zinc extractible	100	150	540	123	315	31	32	33	76	du substrat	du substrat	du substrat	du substrat	du substrat	du substrat	39	43	80
Aroclor 1016	-	0,01	0,4	-	-	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,03							< 0,01	< 0,01	< 0,01
Aroclor 1242	-	-	-	-	-	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,03							< 0,01	< 0,01	< 0,01
Aroclor 1248	-	0,05	0,6	-	-	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,03							< 0,01	< 0,01	< 0,01
Aroclor 1254	-	0,06	0,3	0,06	0,34	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,03							< 0,01	< 0,01	< 0,01
Aroclor 1260	-	0,005	0,2	-	-	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,03							< 0,01	< 0,01	< 0,01
Total BPC	0,02	0,2	1	-	-	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.							N.D.	N.D.	N.D.
Hydrocarbures pétroliers C ₁₀ -C ₅₀	-	-	-	-	-	< 100	< 100	< 100	< 100							< 100	< 100	< 100
1,3-diméthylnaphtalène	-	-	-	-	-	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01							< 0,01	< 0,01	< 0,01
1-méthylnaphtalène	-	-	-	-	-	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01							< 0,01	< 0,01	< 0,01
2,3,5-triméthylnaphtalène	-	-	-	-	-	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01							< 0,01	< 0,01	< 0,01
2-méthylnaphtalène	0,02	-	-	0,02	0,201	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01							< 0,01	< 0,01	< 0,01
3-Méthylcholanthrène	-	-	-	-	-	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01							< 0,01	< 0,01	< 0,01
5-méthylchrysène	-	-	-	-	-	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02							< 0,02	< 0,02	< 0,02
7,12-diméthylbenzo (a) anthracène	-	-	-	-	-	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02							< 0,01	< 0,02	< 0,02
7H-dibenzo (c, g) carbazole	-	-	-	-	-	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01							< 0,01	< 0,01	< 0,01
Acénaphthène	0,01	-	-	0,006	0,089	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01							< 0,01	< 0,01	< 0,01
Acénaphthylène	0,01	-	-	0,006	0,128	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01							< 0,01	< 0,01	< 0,01
Anthracène	0,02	-	-	0,047	0,245	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01							< 0,01	< 0,01	< 0,01
Benzo (a) anthracène	0,05-0,1	0,4	0,5	0,032	0,385	0,02	< 0,01	< 0,01	< 0,01							< 0,01	< 0,01	< 0,01
Benzo (a) pyrène	0,01-0,1	0,5	0,7	0,032	0,782	0,02	< 0,01	< 0,01	< 0,01							< 0,01	< 0,01	< 0,01
Benzo (b, j, k) fluoranthène	0,3	-	-	-	-	0,04	< 0,01	< 0,01	< 0,01							< 0,01	< 0,01	< 0,01
Benzo (c) phénanthrène	-	-	-	-	-	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01							< 0,01	< 0,01	< 0,01
Benzo (e) pyrène	-	-	-	-	-	0,03	< 0,01	< 0,01	0,01							< 0,01	< 0,01	< 0,01
Benzo (g, h, i) pérylène	0,1	-	-	-	-	0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01							< 0,01	< 0,01	< 0,01
Chrysène	0,1	0,6	0,8	0,057	0,862	0,04	< 0,01	0,02	0,02							< 0,01	< 0,01	< 0,01
Dibenzo (a, e) pyrène	-	-	-	-	-	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02							< 0,02	< 0,02	< 0,02
Dibenzo (a, h) pyrène	-	-	-	0,006	0,135	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02							< 0,02	< 0,02	< 0,02
Dibenzo (a, i) pyrène	-	-	-	-	-	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02							< 0,02	< 0,02	< 0,02
Dibenzo (a, l) pyrène	-	-	-	-	-	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02							< 0,02	< 0,02	< 0,02
Dibenzo (a, h) anthracène	0,005	-	-	-	-	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,02							< 0,01	< 0,01	< 0,01
Fluoranthène	0,02-0,2	0,6	2	0,111	2,355	0,05	< 0,01	< 0,01	< 0,01							0,01	0,01	0,02
Fluorène	0,01	-	-	0,021	0,144	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01							< 0,01	< 0,01	< 0,01
Indéno (1, 2, 3-cd) pyrène	0,07	-	-	-	-	0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01							< 0,01	< 0,01	< 0,01
Naphtalène	0,02	0,4	0,6	0,035	0,391	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01							< 0,01	< 0,01	< 0,01
Phénanthrène	0,03-0,07	0,4	0,8	0,042	0,515	0,04	0,01	0,01	0,01							0,03	0,01	0,02
Pyrène	0,02-0,1	0,7	1	0,053	0,875	0,04	< 0,01	< 0,01	< 0,01							0,01	0,01	0,5

¹ : - Critères intérimaires pour l'évaluation de la qualité des sédiments du Saint-Laurent (Environnement Canada et ministère de l'Environnement du Québec, 1992)

SSE = Seuil sans effet

SEM = Seuil d'effets mineurs

SEN = Seuil d'effets néfastes

- Tous les critères sont exprimés en milligrammes par kilogrammes (mg/kg) de sédiments secs à l'exception des paramètres organiques de niveau 3 qui sont exprimées en microgrammes par gramme de sédiments secs pour 1% de carbone organique total (COT). Pour établir le critère de qualité d'un paramètre organique non polaire de niveau 3 dans une situation donnée, il faut multiplier le critère de ce tableau par le pourcentage de COT de l'échantillon à évaluer jusqu'à un maximum de 10% de COT.

note:

2 - les valeurs soulignées signifient un dépassement du seuil sans effet (niveau 1).

2 - les valeurs en gras signifient un dépassement du seuil d'effets mineurs (niveau 2).

2 - les valeurs en gras et soulignées signifient un dépassement du seuil d'effets néfastes (niveau 3).

² : Recommandation provisoire pour la qualité des sédiments.

³ : Concentration produisant un effet probable.

⁴ : Échantillon de surface

⁵ : Échantillon de profondeur

L'analyse de contrôle de la qualité du CEAEQ a porté sur les hydrocarbures pétroliers (C₁₀-C₅₀), les BPC et les HAP du duplicata de l'échantillon SF-4. Dans le cas des hydrocarbures pétroliers, les résultats obtenus sur les bases humide et sèche sont inférieurs à 30 et 36 mg/kg respectivement. Pour les BPC, les résultats confirment la non-détection alors que pour les HAP, les résultats sont en-deçà des limites de détection, où il y a détection mais le laboratoire ne l'a pas quantifié en raison des faibles teneurs (probablement des bruits de fond). Ces résultats démontrent que les analyses effectuées par le laboratoire Bodycote Essais de Matériaux Canada sont conformes et respectent les règles de l'art.

3.2.7 Qualité de l'eau

3.2.7.1 Synthèse des analyses du MENV, 1998-2002

La qualité de l'eau du fleuve dans la zone d'étude fait l'objet d'un suivi périodique par le MENV. De plus, la Ville de Québec échantillonne et analyse régulièrement l'eau brute et l'eau traitée à l'usine de filtration de Sainte-Foy.

Le tableau 3-6 présente la synthèse des analyses faites par le MENV entre 1998 et 2002 sur des échantillons habituellement prélevés une fois par mois à la prise d'eau brute de Sainte-Foy et à trois stations situées vis-à-vis Cap-Rouge. Ces dernières se situent à quelques centaines de mètres à l'est de la prise d'eau actuelle.

Le diffuseur de l'effluent de la station d'épuration des eaux usées est situé dans le fleuve Saint-Laurent à environ 2,5 km en aval de l'emplacement de la prise d'eau projetée. À marée montante, le cône de diffusion de l'effluent traité est orienté vers l'amont. Le point de rejet de l'effluent et le cône de diffusion sont situés dans la zone du chenal de la voie maritime. L'effet du diffuseur de Sainte-Foy est abordé en détail à la section 3.2.7.4. Les données de qualité de l'eau du MENV, présentées au tableau 3-6, ne montrent pas de dégradation de la qualité de l'eau dans le chenal par rapport aux deux rives. L'effluent traité n'aurait donc pas d'influence particulière sur la qualité de l'eau dans le chenal puisque celle-ci se compare à la qualité de l'eau observée sur les rives.

Tableau 3-6 Qualité de l'eau brute du fleuve Saint-Laurent dans le secteur de la prise d'eau, de 1998 à 2002

Station		Prise d'eau brute de Sainte-Foy (station 0000082)			Cap-Rouge (rive nord) (station 00000141)			Cap-Rouge (chenal) (station 00000142)			Cap-Rouge (rive sud) (station 00000143)				
Paramètre	Unité	Recommandations canadiennes pour la qualité de l'environnement		Min.	Max.	Moy.	Min.	Max.	Moy.	Min.	Max.	Moy.	Min.	Max.	Moy.
		Approvisionnement des collectivités	Vie aquatique												
Carbone organique dissous	mg/L	--	--	2,8	6,3	3,9	2,5	4,6	3,4	2,6	4,8	3,4	2,7	5,0	3,6
Coliformes fécaux	UFC/ 100 mL	--	--	3	1000	107	20	600	171	33	510	186	12	390	130
Conductivité	µS/cm	--	--	71	277	209	200	267	241	190	265	236	147	257	216
DBO ₅	mg/L	--	--	--	--	--	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2
Azote ammoniacal	mg/L	--	--	0,02	0,12	0,03	0,02	0,05	0,03	0,02	0,04	0,02	0,02	0,05	0,02
Nitrites-nitrates	mg/L	--	--	0,08	0,67	0,34	0,15	0,52	0,27	0,15	0,48	0,26	0,12	0,37	0,24
Azote total filtré	mg/L	--	--	0,20	0,84	0,50	0,25	0,80	0,45	0,28	0,77	0,44	0,26	0,61	0,42
Oxygène dissous	mg/L	--	5,5 à 9,5	--	--	--	7,8	15,6	9,3	7,9	15,3	9,4	7,9	15,2	9,4
pH		6,5 à 8,5 ²	6,5 à 9,0	7,5	<u>8,9</u>	7,9	7,4	8,3	8,0	7,4	8,3	8,0	7,4	8,3	8,0
Phosphore total dissous	mg/L	--	--	0,01	0,02	0,01	<0,01	<0,01	<u><0,01</u>	<0,01	<0,01	<0,01	0,01	0,02	0,01
Phosphore total en suspension	mg/L	--	--	0,01	0,07	0,02	0,01	0,03	0,01	0,01	0,04	0,02	0,01	0,04	0,02
Solides en suspension	mg/L	--	--	2	64	11	5	22	9,4	6	28	10,2	5	34	10,7
Turbidité	UNT	--	--	1,7	24	5,9	1,3	11,0	3,5	1,2	11,0	3,4	1,6	15,0	3,8

1 Concentration maximale acceptable; 2 Critère esthétique

Sources : MENV (2003a); CCME (2003b).

Les résultats soulignés (ex : 8,9) indiquent un dépassement des critères du CCME.

On remarque une grande variabilité quant à la quantité de coliformes fécaux présents dans l'eau du fleuve. Par moment, il n'y a que quelques coliformes par 100 ml d'eau, alors qu'à d'autres occasions, les valeurs atteignent plusieurs centaines de coliformes par 100 ml d'eau. Cette situation provient vraisemblablement du trop-plein des réseaux d'égouts de Sainte-Foy, Sillery et Cap-Rouge lors des orages. Les niveaux de coliformes atteints impliquent non seulement que l'eau du fleuve doit être traitée avant d'être consommée, mais également qu'elle peut présenter des contraintes pour la pratique des activités récréatives impliquant un contact avec l'eau. Pour les autres paramètres analysés, on remarque que l'eau du fleuve est relativement turbide, qu'elle est chargée en phosphore total ainsi qu'en azote et que son pH est plutôt basique. Ces dernières valeurs sont indicatrices d'un potentiel d'eutrophisation pouvant entraîner un problème pour la vie aquatique. Par contre, les teneurs en oxygène dissous demeurent relativement élevées pour supporter les communautés piscicoles.

3.2.7.2 Synthèse des analyses de la Ville de Québec, janvier à juin 2003

Par ailleurs, la Ville de Québec dispose de données sur la qualité de l'eau brute puisée à sa prise d'eau de Sainte-Foy. Ces résultats sont synthétisés au tableau 3-7 pour les analyses chimiques de l'eau brute effectuées de janvier à juin 2003. Ces résultats indiquent que l'eau du fleuve est généralement turbide et colorée, et qu'elle peut être par moment relativement chargée en métaux comme l'aluminium, le fer et même le plomb. Les résultats d'analyse pour les métaux indiquent un dépassement des critères du CCME (2003b) recommandés pour la vie aquatique.

Par ailleurs, le tableau 3-8 montre que l'eau traitée est de meilleure qualité quant aux métaux. Toutefois, certains dépassements des critères peuvent être observés occasionnellement pour l'aluminium.

**Tableau 3-7 Qualité de l'eau brute à l'usine de traitement d'eau de Sainte-Foy,
janvier à juin 2003**

Station				Eau brute – Usine de traitement d'eau de Sainte-Foy		
Paramètre	Unité	Recommandations canadiennes pour la qualité de l'environnement		Min.	Moy.	Max.
		Approvisionnement des collectivités	Vie aquatique			
Physico-chimiques						
Absorbance à 254 nm (/5cm)		--	--	0,065	0,766	1,44
Alcalinité	mg/L	--	--	8	57	76
Chlore libre	mg/L	--	--	NA	NA	NA
Chlorures	mg/L	≤250	--	14	21,1	38,8
Conductivité	µS/cm	--	--	165	234	354
Couleur apparente	Couleur ApLQ	≤15	--	22	35	59
Dureté	Dureté LQ	--	--	60,2	85,5	97,9
O-phosphate	mgP/L	--	--	0,009	0,014	0,024
pH		6,5 à 8,5 ²	6,5 à 9,0	7,20	7,51	7,90
Sulfates	mg/L	≤500	--	14	30	106
Température	°C	--	--	4,6	11,7	24,7
Turbidité	UNT	1	*	<u>1,6</u>	<u>6,0</u>	<u>25</u>
Métaux						
Aluminium	mg/L	0,1	0,005 à 0,1	0,06	<u>0,27</u>	<u>1,0</u>
Cadmium	mg/L	0,005	0,000017	<0,0006	<0,0006	<0,0006
Calcium	mg/L	--	--	17,3	24,6	28,3
Cuivre	mg/L	≤1,0	0,002 à 0,004	0,023	0,041	0,069
Fer	mg/L	≤0,3	0,3	0,087	0,272	<u>1,43</u>
Magnésium	mg/L	--	--	3,86	5,81	6,79
Manganèse	mg/L	≤0,05	--	<0,0001	0,0096	0,044
Plomb	mg/L	0,01	0,001 à 0,007	<0,005	<0,005	<u>0,030</u>
Potassium	mg/L	--	--	1,31	1,67	2,25
Sodium	mg/L	≤200	--	9,39	11,2	14,7
Zinc	mg/L	≤5,0	--	<0,006	<0,006	0,037
Micro-biologiques						
Coliformes fécaux	UFC/100 mL	*	--	2	29	180
Coliformes totaux (CT)	UFC/100 mL	*	--	18	401	5000
Bactéries atypiques aux CT	UFC/mL	--	--	200	2000	13000
BHAA ¹	UFC/mL	--	--	230	860	8800
Bactéries sporulantes	UFC/mL	--	--	200	1260	13000

Sources : : Division des laboratoires, Ville de Québec (2003) ; CCME (2003b).

59 : Dépassement par rapport aux critères d'approvisionnement des collectivités du CCME.

1 : bactéries hétérotrophes aérobies et anaérobies facultatives.

**Tableau 3-8 Qualité de l'eau traitée à l'usine de traitement d'eau de Sainte-Foy,
janvier à juin 2003**

Station				Eau traitée – Usine de traitement d'eau de Sainte-Foy		
Paramètre	Unité	Recommandations canadiennes pour la qualité de l'environnement		Min.	Moy.	Max.
		Approvisionnement des collectivités	Vie aquatique			
Physico-chimiques						
Absorbance à 254 nm (/5cm)		--	--	0,000	0,114	0,226
Alcalinité	mg/L	--	--	54	60	66
Chlore libre	mg/L	--	--	0,36	0,57	0,76
Chlorures	mg/L	≤250	--	10,6	17,3	20,8
Conductivité	µS/cm	--	--	232	246	266
Couleur apparente	Couleur ApLQ	≤15	--	<1	2	8
Dureté	Dureté LQ	--	--	65,3	91,8	103
O-phosphate	mgP/L	--	--	0,065	0,073	0,079
pH		6,5 à 8,5 ²	6.5 à 9,0	6,70	7,24	7,80
Sulfates	mg/L	≤500	--	27	28	29
Température	°C	--	--	4,9	9,2	21,7
Turbidité	UNT	1	*	<0,1	0,23	2,5
Métaux						
Aluminium	mg/L	0,1	0,005 à 0,1	0,042	0,023	<u>0,14</u>
Cadmium	mg/L	0,005	0,000017	<0,0006	<0,0006	<0,0006
Calcium	mg/L	--	--	19,3	27,3	30,6
Cuivre	mg/L	≤1,0	0,002 à 0,004	<0,005	<0,005	0,011
Fer	mg/L	≤0,3	0,3	<0,0008	0,017	0,21
Magnésium	mg/L	--	--	4,18	5,74	7,40
Manganèse	mg/L	≤0,05	--	<0,0001	0,0057	0,021
Plomb	mg/L	0,01	0,001 à 0,007	<0,005	<0,005	<0,005
Potassium	mg/L	--	--	1,32	1,72	4,47
Sodium	mg/L	≤200	--	8,90	11,5	14,4
Zinc	mg/L	≤5,0	--	<0,006	<0,006	<0,006
Micro-biologiques						
Coliformes fécaux	UFC/100 mL	*	--	0	0	0
Coliformes totaux (CT)	UFC/100 mL	*	--	0	0	0
Bactéries atypiques aux CT	UFC/mL	--	--	0	0	0
BHAA ¹	UFC/mL	--	--	0	4	250
Bactéries sporulantes	UFC/mL	--	--	0	0	1

Sources : Données : Division des laboratoires, Ville de Québec (2003) ; MENV (2003a) et CCME (2003b).

0,14 : Dépassement par rapport aux critères de l'approvisionnement des collectivités du CCME.

2,5 : Dépassement des critères du CCME et du MENV.

¹ BHAA : bactéries hétérotrophes aérobies et anaérobies facultatives.

Hébert (1999) a produit un bilan sur la qualité des eaux du fleuve Saint-Laurent de 1990 à 1997. Ce bilan couvre la portion du fleuve comprise entre Cornwall et la pointe ouest de l'île d'Orléans, et porte sur l'azote total, le phosphore total, la conductivité, la turbidité, les matières en suspension et les coliformes fécaux. Dans son analyse, Hébert a utilisé plusieurs stations d'échantillonnage dont celle de la prise d'eau brute de l'usine de Sainte-Foy. Le constat général produit par Hébert (1999) est à l'effet que l'eau du fleuve est satisfaisante dans la région de Québec. Une légère amélioration quant à la quantité de coliformes fécaux, aux concentrations en phosphore ainsi qu'à la turbidité est notée à la suite de la mise en service des stations d'épuration de la Ville de Québec. De plus, Hébert (1999), Fortin et Pelletier (1995) considèrent que, compte tenu de l'hydrodynamisme du fleuve dans la région de Québec (effet des marées et des courants qui mélangent, diluent et transportent rapidement les eaux chargées vers l'estuaire maritime), l'eutrophisation pouvant être causée par le phosphore ne constitue pas un problème potentiel. Cette conclusion est valable pour la turbidité élevée, qui est une caractéristique propre au fleuve dans la région (Hébert, 1999).

3.2.7.3 Synthèse des analyses du Centre Saint-Laurent

Le Centre Saint-Laurent a procédé au prélèvement d'une dizaine d'échantillons d'eau brute à la prise d'eau de Lévis en 1998 (Saint-Laurent Vision 2000, 1998). Les analyses ont porté sur les pesticides les plus communément utilisés, sur une quinzaine de HAP et sur des métaux (Al, As, Ba, Co, Cu, Fe, Hg, Li, Mb, Mg, Mn, Ni, Sr, Zn). Pour les pesticides, les résultats de ces analyses uniquement les concentrations de pesticides sont soit non détectées, soit en deçà des critères québécois ou fédéraux recommandés pour la consommation humaine de l'eau. Les HAP et les métaux, bien que régulièrement détectés dans les échantillons, sont en concentrations inférieures aux critères recommandés. Par contre, certains métaux comme le plomb, l'arsenic et le mercure sont présents en concentrations suffisamment élevées pour faire l'objet d'un suivi, et être ciblés de façon prioritaire dans le cadre des programmes de diminution des rejets industriels ou de réduction/recyclage reliés aux produits de consommation.

3.2.7.4 Émissaire de l'usine ouest de traitement des eaux usées

L'émissaire des effluents de l'usine ouest de traitement des eaux usées est un tunnel qui se prolonge sous le lit du fleuve Saint-Laurent jusqu'à une distance de 1 100 m de la rive du fleuve. La sortie au fleuve du diffuseur située est à une distance de 2 200 m en aval de la prise d'eau existante, et à 2 350 m en aval de la nouvelle prise d'eau projetée.

Dans l'étude d'avant-projet de la nouvelle prise d'eau de 1975, Grondin (1975) a étudié la zone d'influence du diffuseur sur le choix du site de la nouvelle prise d'eau. L'étude a été faite en conditions de marée montante et de l'étalement de marée haute. Pour ce faire, des flotteurs ont été lancés avec des dérives d'une profondeur de 15 à 23 m. Les résultats montrent que les trajectoires cherchent à demeurer dans le chenal du fleuve. En regroupant toutes les trajectoires, il a été possible de délimiter le cône de diffusion (carte 3-5). Cette zone a une forme triangulaire.

Au changement de marée, toutes les trajectoires étudiées se sont comportées de façon identique. Les flotteurs ont été redirigés vers l'aval en effectuant un mouvement de rotation dans le sens anti-horaire. En aucun cas, les trajectoires se sont approchées des berges ou se sont éloignées du cône de diffusion.

En avril 1983, le Groupe Roche déposait une étude sur les effets de la diffusion des eaux usées sur le fleuve Saint-Laurent. Considérant que le diffuseur de Sainte-Foy a été construit en 1978, Roche (1983) a procédé à des essais de dispersion à la rhodamine le 9 septembre et le 21 octobre 1981. Lors de l'essai du 21 octobre, à la fin de la marée montante avant l'étalement du traceur occasionné par le renversement des courants, la zone de dispersion s'étendait sur une section transversale de 850 m et une distance de 7 km du diffuseur, formant ainsi un angle d'ouverture de 7 degrés par rapport au point de diffusion. L'étude mentionne que des mesures déjà effectuées dans cette région du fleuve démontrent que l'inversion de la direction de l'écoulement s'effectue presque simultanément sur toute la colonne d'eau. Le panache de diffusion des deux essais est également montré sur la carte 3-5.

Carte 3-5 Panaches d'influence de l'usine ouest de traitement des eaux usées

L'étude de Roche (1983a) conclut que la prise d'eau existante de Sainte-Foy n'est pas touchée pendant le cycle de marée montante. De plus, les effluents de marée descendante qui sont ramenés vers l'amont par le renversement des courants induits par la marée montante n'affecteront pas la prise d'eau de Sainte-Foy. Les effluents sont transportés vers l'amont à la marée montante. Pendant la période de renversement des courants, un étalement latéral des effluents est observé. En appliquant une ouverture horizontale de 7 degrés au panache de dispersion de la marée montante en phase de retour vers l'aval, la prise d'eau existante de Sainte-Foy n'est pas affectée. Ceci a d'ailleurs été confirmé par l'échantillonnage en continu lors des essais de septembre et octobre 1981 à la prise d'eau existante.

La nouvelle prise d'eau, située à 450 m de la rive, ne sera donc pas affectée par le panache de diffusion dont la limite est située à 800 m de la rive à la hauteur de la nouvelle prise d'eau (carte 3-5).

Efficacité de l'usine de traitement ouest des eaux usées

Lors de l'étude du Groupe Roche (1983), l'usine de traitement ouest des eaux usées n'était pas encore construite. Depuis la mise en route de l'usine en juin 1992, la qualité des eaux rejetées au diffuseur s'est grandement améliorée. En effet, depuis 1998, 100 % des critères environnementaux sont rencontrés. Ceux-ci sont basés sur les usages du fleuve, la localisation des prises d'eau et la capacité d'auto-épuration du milieu. L'enlèvement des coliformes totaux atteint un critère de performance de 99 % (communication personnelle de M. Lessard, Ville de Québec).

Débordement en temps d'orage

Dans son étude d'avril 1983, le Groupe Roche a également étudié l'effet du débordement du diffuseur en temps de pluie via la chambre de raccordement du boulevard Chaudière dans le collecteur pluvial du Versant Nord. Ce collecteur se déverse au niveau de la plage Jacques-Cartier à une distance de 110 m du bord de la rive. L'étude montre qu'à marée

montante les eaux usées se concentrent sur la plage Jacques-Cartier, la baie de la rivière du Cap Rouge et sur la Plage Saint-Laurent. Les rejets se concentrent à l'intérieur d'un panache de dispersion qui n'excède pas 250 m à partir de la rive. L'étude conclut que la prise d'eau existante de Sainte-Foy n'a pas été affectée par les rejets en tunnel pour une marée montante de 4,3 m (2,6 m avec la référence géodésique). Il est peu probable que la prise d'eau existante soit affectée même lors des grandes marées. Les probabilités que la nouvelle prise d'eau située à 450 m de la rive soit affectée sont encore plus faibles.

Par ailleurs, la Ville de Québec prévoit finaliser la construction de bassins de rétention pour réduire les débordements du collecteur pluvial du Versant Nord à une fréquence de deux par saison (mai à octobre) (BPR Groupe-Conseil, 2003 et 2004).

3.2.7.5 Qualité de l'eau brute, campagne d'échantillonnage 2004

La Ville de Québec a entrepris une campagne de caractérisation ponctuelle de la qualité de l'eau brute du fleuve Saint-Laurent. Cette campagne d'échantillonnage, qui s'échelonne sur une année entière, a pour objectif d'obtenir des données sur la qualité de l'eau brute et de caractériser la variabilité de la qualité de l'eau durant les différentes périodes de l'année.

Mentionnons qu'Environnement Canada, région du Québec, sous la direction de M. Jean-François Cantin, développe actuellement un projet de recherche visant la modélisation hydrodynamique du fleuve en fonction de scénarios climatiques futurs échelonnés sur 20 et 50 ans. Ce projet inclut des prévisions de la qualité chimique et microbiologique de l'eau en fonction des niveaux prévus (soit 1 m en moyenne sous le zéro des cartes actuelles).

Méthodologie

Les échantillons ont été prélevés à trois stations (300 m [EX.], 450 m et 617 m) en tenant compte des conditions de marées basse et haute et ont été transmis par la suite à un laboratoire accrédité dans un délai de 24 h. La méthodologie utilisée est conforme au *Guide*

d'échantillonnage à des fins d'analyses environnementales pour les rejets liquides du CEAEQ (2003). Les paramètres analysés sont ceux retrouvés dans le *Règlement sur la qualité de l'eau potable* (L.R.Q., c. Q-2, r.18.1.1) du gouvernement du Québec.

Résultats

Les résultats des cinq premières campagnes d'échantillonnage (15 avril, 6 mai, 28 juillet, 8 septembre et 15 novembre 2004) sont présentés à l'annexe 4. Selon ces données, la qualité de l'eau varie d'une campagne à l'autre selon la condition de la marée (haute ou basse). Par contre, la qualité de l'eau est relativement semblable entre les stations d'échantillonnage (puits de la prise d'eau existante, à 300 m [EX], à 450 m et à 617 m) au cours d'une même campagne. Les critères de comparaison (CCME et MENV), présentés à titre indicatif dans le tableau de l'annexe 4, confirment que l'eau provenant du fleuve doit être traitée par l'usine de traitement de Sainte-Foy avant d'être distribuée à la population pour la consommation d'eau potable. Il y a des dépassements des critères du CCME (2003b) et du MENV (2003a) au niveau de certains paramètres physico-chimiques (couleur vraie et turbidité), de certains métaux (aluminium et fer) et des paramètres microbiologiques (BHAA, coliformes fécaux et totaux).

3.2.7.6 Qualité de l'eau du fleuve sur la Rive Sud

Hébert (1995) a étudié les tendances temporaires du nombre de coliformes fécaux, des concentrations de matières en suspension (MES) et de phosphore total trouvés dans l'eau brute puisée aux prises d'eau de Saint-Romuald et de Lauzon, entre janvier 1990 et décembre 1994. Cette étude visait à évaluer les impacts de la mise en service de la station d'épuration de Lévis-Pintendre en février 1991. L'analyse de Hébert (1995) montre une baisse importante de la contamination bactérienne dans le chenal maritime au niveau des prises d'eau de Saint-Romuald et de Lauzon. Ces baisses étaient respectivement de 66 % (239 à 80 bactéries/100 ml) et 42 % (174 à 101 bactéries/100 ml). Dans le cas des MES trouvées dans ces deux prises d'eau, les baisses observées atteignaient 31 % (16,1 à 11,1 mg/L) et 75 % (26,5 à 6,5 mg/L). La concentration du phosphore quant à elle affichait

des baisses de 43 % (0,051 à 0,029 mg/L) et 50 % (0,060 à 0,030 mg/L). Hébert (1995) conclut que les panaches des émissaires d'épuration régionales affectent d'avantage les prises d'eau de la Rive Sud (Saint-Romuald et Lauzon) que celle de Sainte-Foy.

3.2.7.7 Mesures de la Ville de Québec visant la réduction de la consommation de l'eau potable

Dans son *Plan d'action environnemental 2004-2005*, la Ville de Québec (2004) a identifié six points pour assurer la protection de l'eau potable. Il s'agit :

- de dresser un état de la situation de la consommation en eau potable sur le territoire de la Ville et de fixer des objectifs de réduction de la consommation en eau potable (prévu pour février 2005);
- d'adopter un plan d'action visant la conservation de l'eau incluant un programme de sensibilisation (prévu pour juin 2005);
- d'assurer la promotion de l'économie de l'eau potable auprès de la population (en cours);
- de mettre en place une patrouille de l'eau assurant le respect du règlement municipal sur l'eau potable, la sensibilisation de la population à l'économie de l'eau potable et d'autres enjeux environnementaux (en cours);
- de participer à une activité pilote d'utilisation de l'eau de pluie à des fins d'arrosage (en cours);
- de réviser la pratique de la Ville en matière de fluoration de l'eau potable (en cours).

Ainsi, le 5 juillet 2004, la Ville de Québec présentait ses moyens d'information et de sensibilisation pour mieux faire connaître sa réglementation sur l'utilisation de l'eau potable et ce, afin d'inciter la population à éviter le gaspillage de cette précieuse ressource. Patrouille de l'eau, boîte vocale spécifique (641-6666), distribution d'imprimés thématiques, publicité, panneaux routiers, articles dans le journal « Ma ville – Mon arrondissement », la

participation de la Ville au programme d'économie d'eau potable de Réseau-environnement, comptent parmi les moyens mis de l'avant par la Ville de Québec.

À ces mesures, s'ajoute le programme de détection des fuites dans le réseau d'aqueduc de la Ville. Plus d'une quinzaine de millions de dollars sont aussi investis chaque année dans la réfection et l'amélioration des infrastructures de distribution de l'eau potable. La Ville fait également des efforts pour utiliser de l'eau non potable pour le lavage des rues.

Depuis la fin de mai 2004, une patrouille de l'eau sillonne le territoire et veille au bon respect de la réglementation. Supervisée et formée par le Service de l'environnement de la Ville de Québec et encadrée par la firme Vélo-Sécur, cette patrouille est composée d'agents bien identifiés (gaminet, coupe-vent et carte d'identité) circulant à vélo sur le territoire. Bien que la sensibilisation constitue leur mandat premier, les patrouilleurs et patrouilleuses peuvent également émettre des avis d'infraction en cas de non-respect du Règlement sur l'eau potable de la Ville (règlement normalisé pour tout le territoire). Ils peuvent également renseigner les citoyens sur d'autres problématiques environnementales comme le recyclage, la lutte contre l'ambrosia ou la marche au ralenti des véhicules moteurs.

De plus, la Ville de Québec dispose d'un site Internet où le citoyen peut aller consulter le Règlement sur l'eau potable et obtenir une foule d'informations sur les mesures mises en place par l'administration municipale pour diminuer la consommation en eau potable. Lors d'événements exceptionnels nécessitant des mesures d'urgence pour la conservation de l'eau potable ou lors de contamination, la Ville utilise également les médias d'information pour émettre des avis à la population ou pour faire part de mesures ponctuels en cas de sécheresse, par exemple.

3.2.7.8 Programmes et mesures ayant mené à une amélioration de la qualité de l'eau du fleuve Saint-Laurent

Le fleuve Saint-laurent a été le théâtre de plusieurs activités anthropiques qui ont mené à sa dégradation générale : dragage, expansion des usines, commerce du bois, pêche et chasse commerciales et agriculture extensive. Dans les années 70, les gens ont commencé à prendre conscience de l'importance du fleuve : l'eau n'était plus potable, les poissons étaient intoxiqués et des aires n'étaient plus propices à la baignade. Ces constats ont poussé les gouvernements à agir. Pour ce faire, il fallait responsabiliser les gens face au fleuve, et ainsi, être en mesure de prendre les moyens pour léguer aux générations futures, un fleuve propre et en santé.

À l'époque, peu de chose était connu sur les mécanismes écosystémiques du fleuve. En 1970, le gouvernement fédéral confia à l'Université Laval le mandat d'effectuer les premières campagnes de prélèvements et d'analyses de la qualité des eaux du fleuve Saint-Laurent. Les notions environnementales du fleuve étaient peu élaborées, et les nouvelles données sur les courants et le mélange des eaux des différents tributaires se révélaient être des découvertes importantes.

La pollution de l'eau du Saint-Laurent était réelle, mais les répercussions sur l'écosystème n'étaient pas connues. Il fallait identifier sa provenance et son influence sur la vie humaine et sur la vie aquatique. En 1973, un Comité d'étude sur le fleuve Saint-Laurent (CESL), issu d'une entente Canada – Québec, fut mandaté pour évaluer l'état de la situation. À la suite des cinq années de travail, le comité a déposé un rapport avec les premières recommandations en matière de pollution (CESL, 1978). Face à l'importance des données révélées dans le rapport « *Pour un fleuve de qualité* », synthèse du rapport final du CESL (1978), une série de programmes d'interventions gouvernementales pour assainir le fleuve a été mise en place.

En 1978, le gouvernement du Québec mit en place le Programme d'assainissement des eaux du Québec (PAEQ), aussi connu sous les noms de Programme d'assainissement des eaux municipales (PAEM) et de Programme les Eaux Vives du Québec. L'objectif du PAEQ est de contrer la pollution organique et bactériologique d'origine domestique. Ce type de contamination provenant des rejets municipaux entraîne des problèmes de consommation et d'utilisation de l'eau. À l'époque, il était urgent d'amorcer le nettoyage et de montrer le chemin aux autres secteurs en épurant les rejets municipaux d'eaux usées. Aujourd'hui, 95 % des eaux usées domestiques véhiculées par des réseaux d'égouts sont épurées par une usine d'épuration municipale avant le rejet au cours d'eau.

En 1989, le Canada et le Québec deviennent partenaire et signe une entente d'harmonisation qui crée le Plan d'action Saint-Laurent (PASL). Parmi les grands objectifs de ce plan, on devait réduire la pollution chimique de 50 industries prioritaires. En 1993, le Plan d'action Saint-Laurent ajoutait 56 industries prioritaires supplémentaires à la liste déjà établie. En 1998, le Plan d'action poursuit ses actions d'assainissement, mais en accentuant l'utilisation de l'approche de prévention de la pollution, plutôt que celle de l'assainissement des effluents d'une entreprise. Les phases I à III sont actuellement complétées. Mentionnons que le Plan d'action Saint-Laurent entre dans sa phase IV de réalisation (2003-2008).

Le Programme de réduction des rejets industriels (PRRI), quant à lui, a été conçu en 1988 pour assurer la protection des milieux récepteurs par une approche intégrée eau-air-sol. Le programme s'adresse aux 300 principaux établissements industriels du Québec. Il permet, via l'utilisation de permis d'exploitation particularisés appelés « attestation d'assainissement », de renforcer les normes technologiques existantes. Les exigences supplémentaires inscrites dans l'attestation d'assainissement sont directement basées sur les usages et la fragilité des milieux récepteurs. Le ministère de l'Environnement du Québec a mis plusieurs années à élaborer, avec la collaboration des associations industrielles, des orientations pour que les nouvelles contraintes environnementales soient efficaces et respectent la capacité technique et économique des établissements industriels. Le processus

de délivrance des attestations d'assainissement a débuté pour le secteur des pâtes et papiers. Le PRRI sera graduellement étendu aux autres secteurs industriels importants du Québec.

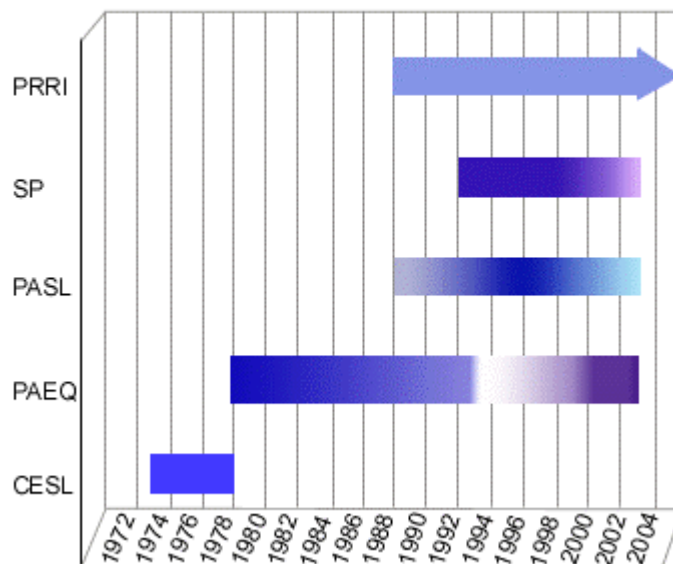
La contamination par des fertilisants et des pesticides utilisés en agriculture peut occasionner la pollution des différents tributaires qui se déversent dans le fleuve. En matière de pesticides, la Stratégie phytosanitaire mise en place en 1992 par le ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec (MAPAQ) avec ses partenaires, vise à sensibiliser les producteurs à utiliser des pratiques plus respectueuses de l'environnement. Ce programme a pris fin le 31 mars 2003 pour être remplacé par le programme Prime-Vert. Ce nouveau programme permettra d'appuyer les efforts entrepris dans la *Politique nationale de l'eau* du gouvernement du Québec et d'aider les producteurs à satisfaire aux exigences du nouveau *Code de gestion des pesticides* entré en vigueur le 3 avril 2003.

Au niveau municipal, la Ville de Québec a mis de l'avant trois mesures visant une amélioration de la qualité de l'eau rejetée au fleuve, il s'agit de la mise en opération de deux usines de traitement des eaux usées en 1992, le contrôle des débordements en temps réel depuis 1999 et la fin de la construction des bassins de rétention des eaux usées prévue en 2005.

Depuis 20 ans, des programmes d'intervention ont été mis en œuvre au niveau fédéral, provincial et municipal dans la perspective d'aider le Saint-Laurent à se rétablir. Toutes ces actions n'auront pas été vaines puisque des résultats notables ont été enregistrés pour chacun des programmes. Toutefois, le travail pour enrayer les sources de pollution doit se poursuivre.

La figure 3-2 qui suit présente la durée des programmes mentionnés précédemment.

Durée des programmes



Source : Saint-Laurent Vision 2000 (2004)

Figure 3-2 Durée des programmes fédéraux et provinciaux ayant contribué à l'assainissement du fleuve Saint-Laurent

3.2.7.9 Plan d'urgence de la Ville de Québec

La Ville de Québec possède un plan de mesures d'urgence en cas de déversement accidentel de produits toxiques dans le fleuve pouvant affecter temporairement la qualité de l'eau brute. Il est à noter toutefois que les premiers répondants sont Urgence Environnement du MENV et la Garde côtière canadienne.

À cet effet d'ailleurs, l'Institut national de santé publique du Québec (INSPQ) a développé en septembre 2000, en collaboration avec d'autres partenaires gouvernementaux, dont des représentants de la Ville de Sainte-Foy, un *Guide d'intervention en cas de déversement en milieu fluvial pour les directions régionales de santé publique du Québec*. Ce guide stipule que :

« Lors d'un déversement de produits chimiques et/ou pétroliers sur un cours d'eau comme le Saint-Laurent, les priorités d'intervention en matière de santé publique seront axées sur l'approvisionnement en eau potable » (INSPQ, 2000, p.3).

Rappelons que les lois et règlements de prévention de la pollution maritime sur le fleuve Saint-Laurent sont de juridiction fédérale et la Garde côtière canadienne est l'organisme responsable. La Garde côtière intervient lors d'urgence maritime et met en place la procédure d'alerte. Quant il y a contamination de l'eau potable, le service Urgence Environnement du MENV est habituellement le premier avisé. Ce dernier informe à son tour les municipalités concernées et les autres organisations inscrites dans le plan de mesures d'urgence.

Le guide de l'INSPQ (2000) précise que lors d'un déversement ou une situation d'urgence, l'intervention implique les étapes suivantes :

- l'évaluation de la situation;
- l'élaboration et l'exécution d'un plan d'intervention;
- le suivi de la situation;
- le rapport et les recommandations.

Le guide précise que s'il y a une situation d'urgence susceptible d'affecter les prises d'eau potable, le responsable municipal évalue et surveille en continu la qualité de l'eau brute et peut faire appel à un laboratoire spécialisé pour des analyses complémentaires. En présence d'un risque de contamination de l'eau potable, le responsable municipal fait cesser le pompage de l'eau brute jusqu'à ce que le contaminant ait été entraîné en aval de la prise d'eau ou qu'il soit suffisamment dilué. L'arrêt temporaire du pompage implique que l'approvisionnement en eau potable se fera à partir des réserves et que des avis d'économiser l'eau seront diffusés par les médias. En cas de contamination de longue durée, ou d'une insuffisance appréhendée des réserves d'eau potable, toute une série d'actions sont initiées pour palier à cette problématique. Ces actions sont :

- d'effectuer un suivi de la qualité de l'eau brute à partir d'analyses effectuées à l'usine de traitement et de lectures en continue de certains paramètres (turbidité, conductivité, pH, demande en oxydant : chlore, ozone, permanganate et dyoxide de chlore);
- d'arrêter le pompage de l'eau brute et le traitement le temps de la dilution et du passage du contaminant;
- d'approvisionner la population à partir de réserves d'eau traités ou de sources externes;
- de communiquer certaines informations à la populations selon le contexte.

3.2.7.10 Usine de traitement des eaux de Sainte-Foy

À cause des déficiences de la prise d'eau actuelle, l'usine de traitement des eaux de Sainte-Foy est actuellement utilisée à 57 % de sa capacité totale (Villeneuve *et al.*, 2002). Selon l'INRS-ETE, l'ajout éventuel d'une unité d'ozonation permettrait d'atteindre le plein potentiel de l'usine, bien que la prise d'eau actuelle limiterait encore la capacité effective de production. Outre la prise d'eau actuelle, l'autre enjeu important identifié par l'INRS-ETE demeure la qualité des eaux brutes alimentant cette usine. L'éventualité d'ajouter un traitement d'appoint à l'usine de Sainte-Foy a été examinée par l'INRS-ETE dans le but d'augmenter l'efficacité du traitement, eu égard à certains polluants. Actuellement, la Ville de Québec est à étudier et à valider ces options de traitement.

La qualité de l'eau traitée à l'usine de traitement de Sainte-Foy respecte les nouvelles normes du *Règlement sur la qualité de l'eau* et, même s'il n'est pas requis à court terme de modifier le système de traitement, la Ville de Québec suit l'évolution des connaissances en ce qui a trait aux micro-polluants présents dans le fleuve Saint-Laurent. Mentionnons que l'amélioration du traitement de l'usine de Sainte-Foy fait partie des orientations de la Ville de Québec en matière de traitement de l'eau potable (communication personnelle de monsieur Christian Boily, directeur de la Division planification et développement du Service de l'Ingénierie à la Ville de Québec).

3.3 MILIEU BIOLOGIQUE

3.3.1 Méthodologie générale

La description du milieu biologique repose sur les données existantes et les inventaires de terrain réalisés dans le cadre de la présente étude. En ce qui concerne les données existantes, les intervenants municipaux, gouvernementaux et privés ainsi que les organismes non gouvernementaux (ONG) ont été consultés. Entre autres, le Centre de données sur le patrimoine naturel du Québec (CDPNQ) a été consulté relativement à la présence potentielle d'espèces végétales et fauniques susceptibles d'être désignées menacées ou vulnérables. Les études et les rapports connus sur la zone d'étude ou à proximité de celle-ci ont été examinés. Les cartes cadastrales, topographiques et thématiques, de même que les photographies aériennes ont aussi constitué des sources importantes d'information. Enfin, l'identification des écosystèmes forestiers exceptionnels a été obtenue du MRN (MRN, 2001) et celle des peuplements d'intérêt phyto-sociologique a été réalisée selon la méthode proposée par Nove Environnement inc. (1990).

Des inventaires sur le terrain ont été réalisés les 10, 16 et 20 juin, les 2, 9, 10, 11 et 12 juillet, le 26 août ainsi que les 23, 24 et 25 septembre 2003 et finalement les 15 avril, 6 mai, 8, 9, 13, 28 juillet et le 8 septembre 2004. Ces inventaires ont permis de valider les informations reçues et d'actualiser certaines d'entre elles, notamment pour le milieu intertidal¹.

3.3.2 Flore

3.3.2.1 Contexte régional

Le secteur à l'étude fait partie de deux entités biogéographiques : les basses terres du Saint-Laurent et l'estuaire fluvial du fleuve Saint-Laurent.

¹ Zone sous l'influence des marées.

Les basses terres du Saint-Laurent se caractérisent par la présence d'un couvert forestier de feuillus. La végétation riveraine¹ en bordure du fleuve Saint-Laurent est généralement abondante et diversifiée et appartient au domaine de l'érablière à tilleul et de l'érablière à bouleau jaune (Robichaud et Drolet, 1998; Béguin *et al.*, 1994). À l'occasion, ces érablières peuvent être affectées par les hautes eaux extrêmes du fleuve, mais dans tous les cas, elles demeurent assignées à la végétation terrestre proprement dite.

À la confluence du milieu terrestre et du milieu aquatique de l'estuaire fluvial, se développe une végétation caractéristique des milieux humides dont les dominantes sont le marais à scirpe, la prairie humide et le marécage. L'annexe 5 présente l'hydrosère représentative d'un milieu humide.

La répartition des marais à scirpe entre Grondine et Québec est généralisée, bien que les superficies couvertes demeurent relativement restreintes. Les principaux sites sur la rive nord du fleuve se trouvent à proximité de Neuville, de Donnacona, de Portneuf et de Grondine. Sur la rive sud du fleuve, les localités de Saint-Antoine-de-Tilly et de Sainte-Croix, ainsi que celles de Saint-Romuald et de Saint-Nicolas abritent également des marais à scirpe (Dionne, 1990 *in* Bélanger, 1990).

Pour l'ensemble de ces secteurs, la force érosive des courants, la présence d'un substrat rocheux, la faible épaisseur des sédiments fins et l'action érosive des glaces limitent le développement des marais. La présence de rives anthropiques joue également un rôle dans la répartition des espèces (Béguin *et al.*, 1994). On estime à 57 % la proportion des rives anthropiques réparties entre Neuville et Cap-Tourmente qui affecte notamment la portion du marécage et de la prairie humide (ARGUS, 1996).

¹ Communauté végétale que l'on retrouve au-delà de la zone d'inondation à récurrence 2 ans.

En général, on attribue une grande importance aux groupements de végétaux présents en zone riveraine et en zone intertidale. Le marais à scirpe, unité prédominante de la zone intertidale, joue plusieurs rôles dont celui de procurer un habitat propice à de nombreuses espèces animales (Robitaille, 1998; Gagnon, 1995). De plus, l'importante productivité primaire des marais à scirpe, qui peut atteindre une biomasse de 30 000 kg/hectare, contribue à l'exportation de matières organiques et au maintien de la productivité des milieux estuariens et côtiers (Giroux et Bédard, 1988). Les marais sont des écosystèmes aussi productifs que les forêts tropicales (Campagna, 1996), d'où leur importance pour le milieu estuarien.

À titre indicatif et d'ordre générique, le document intitulé « Portrait de la biodiversité du Saint-Laurent » (Environnement Canada, 2003b) présente l'ensemble des espèces floristiques représentatives du secteur à l'étude. Ce document est disponible sur le réseau Internet à l'adresse suivante :

<http://lavoieverte.qc.ec.gc.ca/faune/biodiv/fr/recherche/regions/trrlap.html>

3.3.2.2 Végétation de la zone d'étude

Méthode d'inventaire floristique

Les données floristiques de la zone d'étude découlent d'inventaires spécifiques relatifs aux milieux terrestre et intertidale du fleuve. À cet effet, la limite de la zone intertidale a été déterminée selon la méthode botanique simplifiée de Gratton *et al.* (1998) et de Gauthier (1997). Les données d'inventaires ont été complétées par la consultation de cartes forestières du MRN et par certains rapports (Giroux et Bédard, 1988; Bélanger, 1990; Ghanimé *et al.*, 1990; Bégin *et al.*, 1994; Mousseau et Armellin, 1995; Mousseau *et al.*, 1998; Labrecque et Lavoie, 2002) chevauchant la zone d'étude.

Pour la végétation terrestre, des observations ponctuelles ont été réalisées le 11 juillet 2003 à l'intérieur des groupements végétaux. Ces observations ont permis d'établir la liste des principales espèces végétales présentes.

La végétation de la zone intertidale a été caractérisée à l'aide d'inventaires floristiques le 2 juillet et le 26 août 2003 ainsi que les 8, 9 et 13 juillet 2004 le long d'un transect localisé dans l'aire immédiate des travaux d'excavation projetés. En 2003, pour les fins de l'inventaire floristique, l'aire des travaux équivalait approximativement à un quadrilatère de 40 m de large par 90 m de long. En 2004, la zone d'inventaire a été étendue vers l'est jusqu'au marais à scirpe, afin de tenir compte de la localisation de la chambre de raccordement.

En 2003, les inventaires visaient à établir la liste et l'importance des espèces floristiques présentes et à évaluer les habitats floristiques pouvant être affectés directement par les travaux. Chaque îlot ou regroupement de végétation rencontré à l'intérieur du secteur inventorié a été mesuré afin d'en connaître la superficie et leur position dans l'espace (voir carte à l'annexe 6). La localisation des îlots a été enregistrée à l'aide d'un GPS de marque Garmin modèle 76 (précision ± 5 m). Les espèces végétales qui s'y trouvaient ont été recensées. Le profil longitudinal qui résulte des inventaires de végétation est présenté à la figure 3-3.

Enfin, les données d'inventaires ont été complétées par des observations ponctuelles entre le mois de juin et la fin août 2003, sur l'ensemble du marais à scirpe localisé à l'intérieur de la zone d'étude.

En 2004, les îlots de végétation situés un peu plus à l'est ainsi que la limite des marais à scirpe ont été localisés à l'aide d'un GPS de marque Garmin (modèle 76). Les superficies et leurs localisations relatives par rapport à chacun des îlots ont été mesurées à l'aide d'un ruban gradué. Aucun inventaire spécifique de la composition végétale n'a été réalisé en 2004.

Figure 3-3 Profil de l'étagement de la végétation observée le long de la zone des travaux projetés

La carte 3-2 présente les principales composantes floristiques de la zone d'étude.

Résultat d'inventaire

Végétation terrestre

Dans la zone d'étude, la végétation terrestre est constituée d'un lambeau d'érablière, morcelée par l'étalement urbain. Cette érablière à feuillus tolérants occupe essentiellement le versant abrupt situé au nord du chemin de la Plage-Saint-Laurent. Plusieurs espèces végétales ont été dénombrées telles que le frêne d'Amérique, l'érable à sucre, le hêtre à grande feuille, le chêne rouge, l'orme d'Amérique, l'amélanchier, l'aubépine et certaines plantes herbacées, dont les plus familières sont le trille dressé, l'uvulaire à feuilles sessiles et le streptope rose. Le tableau 3-9 présente la liste des espèces végétales recensées dans l'érablière voisinant la station de pompage à proximité du chemin de la Plage-Saint-Laurent.

Cette érablière, dont l'appellation cartographique est Er Ft B2 V in. E R I, possède certaines des caractéristiques de groupement d'intérêt phyto-sociologique. Toutefois, bien que ce groupement puisse être qualifié de « stable et évolué », le critère de rareté qui accompagne les groupements phyto-sociologiques n'est pas présent. En effet, ce lambeau de forêt riveraine est relativement fréquent entre Trois-Rivières et Québec et ce, malgré les variabilités locales. De plus, selon Bégin *et al.* (1994), le seul élément paysager des rives du Saint-Laurent (entre Cap-Rouge et la plage Jacques-Cartier) pouvant être considéré comme climacique est la forêt rabougrie de chênes rouges. Cette dernière s'étend par endroit de haut en bas du versant sur une couche d'éboulis plus ou moins épaisse et relativement bien stabilisée. Ces auteurs semblent d'ailleurs considérer les autres groupements forestiers résiduels comme une unité de paysage naturel, non spécialisée, et plus ou moins permanente. Pour ces raisons, ce peuplement d'érablière n'est pas retenu comme étant d'intérêt phyto-sociologique.

Tableau 3-9 Liste des espèces végétales recensées dans l'érablière voisinant la station de pompage à proximité du chemin de la Plage-Saint-Laurent le 11 juillet 2003

ESPÈCE VÉGÉTALE	NOM FRANÇAIS	STRATE
<i>Acer saccharum</i>	Érable à sucre	Arborescente
<i>Ulmus americana</i>	Orme d'Amérique	Arborescente
<i>Quercus rubra</i>	Chêne rouge	Arborescente
<i>Acer saccharum</i>	Érable à sucre	Arbustive
<i>Ulmus americana</i>	Orme d'Amérique	Arbustive
<i>Quercus rubra</i>	Chêne rouge	Arbustive
<i>Cornus alternifolia</i>	Cornouiller à feuilles alternes	Régénération
<i>Fraxinus americana</i>	Frêne d'Amérique	Régénération
<i>Acer saccharum</i>	Érable à sucre	Régénération
<i>Ulmus americana</i>	Orme d'Amérique	Régénération
<i>Tilia americana</i>	Tilleul d'Amérique	Régénération
<i>Quercus rubra</i>	Chêne rouge	Régénération
<i>Prunus virginiana</i>	Cerisier de Virginie	Régénération
<i>Streptopus roseus</i>	Streptope rose	Herbacée
<i>Uvularia sessifolia</i>	Uvulaire à feuilles sessiles	Herbacée
<i>Medicago lupulina</i>	Luzerne lupuline	Herbacée
<i>Melilotus alba</i>	Mélicot blanc	Herbacée
<i>Trifolium pratense</i>	Trèfle rouge	Herbacée
<i>Cichorium intybus</i>	Chicorée sauvage	Herbacée
<i>Ambrosia artemisiifolia</i>	Ambroisie à feuilles d'Armoise	Herbacée
<i>Artemisia vulgaris</i>	Armoise vulgaire	Herbacée
<i>Plantago major</i>	Plantain majeur	Herbacée
<i>Trillium erectum</i>	Trille dressé	Herbacée

Le chemin de la Plage-Saint-Laurent délimite la transition entre le groupement forestier riverain et le fleuve. En bordure du fleuve, la densité de la végétation riveraine est en générale plus faible. L'artificialisation de la rive limite fortement la croissance des arbres et des arbustes.

Végétation de la zone intertidale

Dans l'ensemble, la végétation de la zone intertidale est également restreinte par les empiètements anthropiques. On remarque d'ailleurs l'absence de la zone dite de marécage accompagnée habituellement par des groupements dominés par le saule (*Salix sp.*), l'aulne (*Alnus sp.*) ou le frêne (*Fraxinus sp.*). La zone dite de prairie humide est aussi absente ou fortement réduite.

Dans la zone intertidale, le marais à scirpe américain domine aux endroits où des sédiments fins (tels que l'argile) sont présents. Le marais à scirpe est localisé dans la portion aval de la zone d'étude, à l'est de la station de pompage (figure 3-3). À l'ouest de la station de pompage, la zone intertidale est moins propice au développement de la végétation, en raison de la présence de substrats rocheux ou de matériaux meubles grossiers. Le tableau 3-10, présente la liste des principales plantes compagnes du scirpe américain observées lors des relevés de terrain de 2003.

Tableau 3-10 Espèces floristiques de la zone intertidale observées lors d'inventaires réalisés entre le mois de juin et la fin août 2003

NOM SCIENTIFIQUE	NOM FRANÇAIS
<i>Scirpus americanus</i>	Scirpe américain
<i>Potentilla anserina</i>	Potentille ansérine
<i>Spartina sp.</i>	Spartine sp.
<i>Poa palustris</i>	Pâturin palustre
<i>Eleocharis sp.</i>	Éléocharide sp.
<i>Sagittaria rigida</i>	Sagittaire dressée
<i>Sagittaria latifolia</i>	Sagittaire lattifolié
<i>Eupatorium perfoliatum</i>	Eupatoire perfoliée
<i>Pontederia cordata</i>	Pontédérie cordée
<i>Acorus Calamus</i>	Acorus roseau
<i>Sium suave</i>	Berle douce
<i>Mimulus ringeus</i>	Mimule à fleurs entrouvertes
<i>Bidens lyperborea</i>	Bident hyperboréal
<i>Zizania aquatica</i>	Zizannie à fleurs blanches, variété naine

L'inventaire du 2 juillet 2003 a fourni une description plus détaillée du milieu situé à l'intérieur de l'aire des travaux projetés. L'information se résume comme suit : au début du transect, on retrouve une mince bande de grève d'environ trois mètres de largeur, composée de 90 % de sable et de gravier, et de 10 % de bloc de pierre. La végétation est absente de cette section, à l'exception de quelques îlots de potentille ansérine sur des zones sur-élevées formées de gravier. Succédant à cette bande de grève, l'estran est recouvert sur une surface approximative de 38 % par un mélange de sable et de gravier, tandis que les

affleurements rocheux recouvrent 47 % de la surface de l'estran. La surface restante de l'estran (environ 15 %) est recouverte de limon et d'argile.

Le scirpe américain domine la flore là où il y a prédominance de limon et d'argile. Cette espèce est accompagnée de la berle douce, de l'éleocharide sp, de la sagittaire dressée, de l'eupatoire perfoliée et d'autres plantes moins abondantes. Le tableau 3-11 présente la liste des plantes répertoriées le long du transect avec leurs répartitions particulières.

Tableau 3-11 Liste des plantes répertoriées le 2 juillet 2003 le long du transect localisé dans l'aire des travaux projetés

Nom scientifique	Nom français	Recouvrement au sol (%)	Répartition
<i>Scirpus americanus</i>	Scirpe américain	20%	Aléatoire ¹
<i>Sium Suave</i>	Berle douce	9%	Regroupée ²
<i>Eleocharis sp.</i>	Éleocharide sp.	7.5%	Regroupée
<i>Poa palustris</i>	Pâturin palustre	1%	Regroupée
<i>Sagittaria rigida</i>	Sagittaire dressée	1%	Regroupée
<i>Potentilla anserina</i>	Potentille ansérine	<1%	Regroupée
<i>Eupatorium perfoliatum</i>	Eupatoire perfoliée	<1%	Regroupée

Aléatoire : L'espèce est répartie dans l'ensemble de la zone d'inventaire mais de manière irrégulière.

Regroupée : L'espèce est davantage répartie dans une partie de la zone d'inventaire.

La poursuite de l'inventaire floristique effectué le 26 août 2003 et en juillet 2004 dans l'aire des travaux projetés montre que le marais à scirpe américain est fragmenté. Au total, la végétation occupe une superficie de 1 330 m² environ, soit 23 % de la superficie totale inventoriée (5 700 m²).

Les relevés de végétation indiquent que la répartition des espèces à l'intérieur du marais n'est pas uniforme et qu'elle est de densité variable (voir carte de l'annexe 6). Parfois, les individus sont isolés ou forment des masses serrées. L'annexe photographique (annexe 8) illustre le secteur inventorié et certains regroupements de végétation.

Le tableau 3-12 dresse la liste des regroupements végétaux inventoriés avec et leurs caractéristiques.

Précisons qu'il n'y a pas eu d'inventaire exhaustif de la végétation des îlots recensés en 2004. Les espèces dominantes de ces îlots sont le scirpe américain et l'élocharide.

Tableau 3-12 Données d'inventaires floristiques réalisés le 26 août 2003 le long du transect localisé dans l'aire des travaux projetés

Regroupement	Espèces végétales présentes	Superficie (m ²)
1	<i>Scirpus americanus</i> <i>Eleocharis sp.</i> <i>Sium suave</i>	150
2	<i>Scirpus americanus</i> <i>Eleocharis sp.</i> <i>Mimulus ringens</i> <i>Potentilla anserina</i> <i>Bidens hyperborea</i>	28
3	<i>Eleocharis sp.</i> <i>Sium suave</i>	1
4	<i>Eleocharis sp.</i> <i>Sium suave</i> <i>Bidens hyperborea</i> <i>Zizania aquatica</i>	1
5	<i>Scirpus americanus</i>	0,15 Individus isolés
6	<i>Scirpus americanus</i>	11,04
7	<i>Scirpus americanus</i> <i>Eleocharis sp.</i> <i>Sium suave</i> <i>Bidens hyperborea</i> <i>Mimulus ringens</i>	32,4
8	<i>Scirpus americanus</i> <i>Eleocharis sp.</i> <i>Sium suave</i> <i>Bidens hyperborea</i>	6,9
9	<i>Scirpus americanus</i> <i>Eleocharis sp.</i>	51,2 Individus isolés
10	<i>Scirpus americanus</i> <i>Eleocharis sp.</i>	40,0
11	<i>Scirpus americanus</i> <i>Sium suave</i>	21,7

Tableau 3-12 Données d'inventaires floristiques réalisés le 26 août 2003 le long du transect localisé dans l'aire des travaux projetés (suite)

Regroupement	Espèces végétales présentes	Superficie (m ²)
12	<i>Scirpus americanus</i>	184,8
13	<i>Potentilla anserine</i>	41,5
14	<i>Potentilla anserine</i> <i>Scirpus americanus</i>	17,4
15	<i>Scirpus americanus</i> <i>Eleocharis sp.</i>	28,9
16	<i>Scirpus americanus</i> <i>Eleocharis sp.</i>	40,7
17	<i>Scirpus americanus</i> <i>Eleocharis sp.</i>	12,2
18	<i>Scirpus americanus</i> <i>Eleocharis sp.</i>	186,8
19	<i>Scirpus americanus</i> <i>Eleocharis sp.</i>	22,7
20	<i>Scirpus americanus</i> <i>Eleocharis sp.</i>	76,6
21	<i>Scirpus americanus</i> <i>Eleocharis sp.</i>	20,9
22	<i>Scirpus americanus</i> <i>Eleocharis sp.</i>	8,8
23	<i>Scirpus americanus</i> <i>Eleocharis sp.</i>	12,3
24	<i>Scirpus americanus</i> <i>Eleocharis sp.</i>	66,3
25	<i>Scirpus americanus</i> <i>Eleocharis sp.</i>	32,2
26	<i>Scirpus americanus</i> <i>Eleocharis sp.</i>	8,8

3.3.2.3 Espèces menacées et vulnérables

Selon le Centre de données sur le patrimoine naturel du Québec (CDPNQ), quinze occurrences d'espèces de plantes ont été recensées à l'intérieur ou à proximité du secteur de la Plage-Saint-Laurent. De celles-ci, deux espèces possèdent le statut de plantes menacées, tandis que les 13 autres sont susceptibles d'être ainsi désignées ou rares. Le tableau 3-13 présente la liste de ces plantes et leurs statuts.

Les dernières observations des plantes mentionnées au tableau 3-13 remontent à un passé relativement récent, sauf pour deux d'entre elles : la physostégie de Virginie variété granuleuse (1940) et la spiranthe lustrée (1941).

Dans l'ensemble, toutes ces occurrences sont importantes. Toutefois, soulignons comme prépondérantes les occurrences attribuées à la ciculaire maculée (variété de Victorin), à la vergerette de Philadelphie (sous-espèce de provancher), à l'ériocaulon de Parker, au *Polygonum punctatum var. parvum* et à la zizanie à fleurs blanches (variété naine).

Tableau 3-13 Liste des espèces de plantes menacées ou vulnérables, ou susceptibles d'être ainsi désignées, ou rares dans le secteur de la Plage-Saint-Laurent à Cap-Rouge

NOM SCIENTIFIQUE	NOM FRANÇAIS	STATUT DE L'ESPÈCE
<i>Bidens eatonii</i>	Bident d'Eaton	Susceptible d'être désignée
<i>Cicuta maculata var. victorinii</i>	Ciculaire maculée variété de Victorin	Menacée
<i>Elymus riparius</i>	Élyme des rivages	Susceptible d'être désignée
<i>Epilobium ciliatum var. ecomosum</i>	-----	Susceptible d'être désignée
<i>Erigeron philadelphicus subsp. provencheri</i>	Vergerette de Philadelphie sous-espèce de Provancher	Susceptible d'être désignée
<i>Eriocaulon parkeri</i>	Ériocaulon de Parker	Menacée
<i>Gratiola neglecta var. glaberrima</i>	Gratiolle négligée variété du Saint-Laurent	Susceptible d'être désignée
<i>Isoetes tuckermanii</i>	Isoète de Tuckerman	Susceptible d'être désignée
<i>Lindernia dubia var. inundata</i>	Lindernie litigieuse variété estuarienne	Susceptible d'être désignée
<i>Lycopus americanus var. laurentianus</i>	Lycopode d'Amérique variété du Saint-Laurent	Susceptible d'être désignée
<i>Lycopus asper</i>	-----	Susceptible d'être désignée
<i>Physostegia virginiana var. granulosa</i>	Physostégie de virginie variété granuleuse	Susceptible d'être désignée
<i>Polygonum punctatum var. parvum</i>	Renouée ponctuée variété <i>parvum</i>	Susceptible d'être désignée
<i>Spiranthes lucida</i>	Spiranthe lustrée	Susceptible d'être désignée
<i>Zizania aquatica var. brevis</i>	Zizanie à fleur blanches variété naine	Susceptible d'être désignée

Source : Centre de données sur le patrimoine naturel du Québec (2003)

Labrecque, J. et G. Lavoie (2002)

Le CDPNQ fait également mention d'habitats floristiques se rapportant à 21 espèces végétales se trouvant en périphérie de la zone d'influence du projet, et présentant un

potentiel de présence dans le secteur de la Plage-Saint-Laurent à Cap-Rouge. De ces 21 espèces, quatre ont le statut de plantes menacées, alors que les 17 autres espèces sont susceptibles d'être ainsi désignées. Le tableau 3-14 présente la liste des espèces, leurs habitats et leurs statuts.

Tableau 3-14 Liste des habitats des espèces de plantes menacées ou vulnérables, ou susceptibles d'être ainsi désignées, ou rares, se trouvant en périphérie de la zone d'influence du projet, et présentant un potentiel de présence dans le secteur de la Plage-Saint-Laurent à Cap-Rouge

Nom latin	Nom commun	Statut de l'espèce	Habitat ¹
<i>Cicuta maculata</i> var. <i>victorinii</i>	Cicutaire maculée variété de victorin	Menacée	3
<i>Gentianopsis procera</i> subsp. <i>macounii</i> var. <i>victorinii</i>	Gentianopsis élané variété de victorin	Menacée	4
<i>Eriocaulon parkeri</i>	Ériolaulon de Parke	Menacée	4
<i>Arisaema dracontium</i>	Arisème dragon	Menacée	8-9
<i>Erigeron philadelphicus</i> subsp. <i>provencheri</i>	Vergerette de Philadelphie sous-espèce de Provancher	Susceptible d'être désignée	1-2
<i>Physostegia virginiana</i> var. <i>granulosa</i>	Physostégie de virginie variété granuleuse	Susceptible d'être désignée	2-3
<i>Polygonum punctatum</i> var. <i>parvum</i>	-----	Susceptible d'être désignée	2-3
<i>Lycopus americanus</i> var. <i>laurentianus</i>	Lycopode d'Amérique variété du Saint-Laurent	Susceptible d'être désignée	2-3
<i>Lycopus virginicus</i>	Lycopode de virginie	Susceptible d'être désignée	2-3-8
<i>Bidens eatonii</i>	Bident d'Eaton	Susceptible d'être désignée	2-4
<i>Epilobium ciliatum</i> var. <i>ecomosum</i>	-----	Susceptible d'être désignée	3-4
<i>Isoetes tuckermanii</i>	Isoète de Tuckerman	Susceptible d'être désignée	4-7
<i>Gratiola neglecta</i> var. <i>glaberrima</i>	Gratiolle négligée variété du Saint-Laurent	Susceptible d'être désignée	4
<i>Zizania aquatica</i> var. <i>brevis</i>	Zizanie à fleurs blanches variété naine	Susceptible d'être désignée	4
<i>Lindernia dubia</i> var. <i>inundata</i>	Lindernie litigieuse variété estuarienne	Susceptible d'être désignée	4
<i>Listera Australis</i>	Listère australe	Susceptible d'être désignée	5-6
<i>Platanthera blephariglottis</i> var. <i>blephariglottis</i>	Platanthère à gorge frangée variété à gorge frangée	Susceptible d'être désignée	6
<i>Platanthera flava</i> var. <i>herbiola</i>	Platanthère à gorge tuberculée variété petite-herbe	Susceptible d'être désignée	3-8-9
<i>Carex hirtifolia</i>	-----	Susceptible d'être désignée	8-10
<i>Elaeagnus commutata</i>	-----	Susceptible d'être désignée	1-11-12
<i>Spiranthes lucida</i>	Spiranthe lustrée	Susceptible d'être désignée	3-9-11

Source : Centre de données sur le patrimoine naturel du Québec (2003)

Labrecque, J. et G. Lavoie (2002)

- | | |
|---|--|
| 1) Terrestre; affleurement / éboulis / gravier exposé | 7) Palustre; marais |
| 2) Estuaire d'eau douce; rivage rocheux / graveleux | 8) Palustre; marécage arbustif / boisé |
| 3) Estuaire d'eau douce; prairie humide | 9) Palustre; prairie humide |
| 4) Estuaire d'eau douce; marais | 10) Terrestre; forêt feuillue |
| 5) Palustre; bog boisé | 11) Palustre; rivage rocheux / graveleux |
| 6) Palustre; bog | 12) Terrestre; terrain sableux exposé |

Compte tenu des particularités biophysiques du milieu naturel de la zone d'étude, certains habitats présentés au tableau 3-14 peuvent être observés dans la zone d'étude. Il s'agit des habitats numéro 2, 3, 4, 10 et 11. Les autres habitats n'ont pas été observés dans la zone d'étude, ce qui laisse peu de chance aux espèces associées exclusivement à ces habitats d'être présentes. Il s'agit notamment de la listère australe, de l'arisème dragon et de la platanthère à gorge frangée, variété à gorge frangée. Ces trois espèces semblent avoir en commun un lien de dépendance étroit envers l'habitat de type palustre où prédomine soit le bog boisé, le bog, la prairie humide et le marécage arbustif/boisé.

Considérant ce qui précède, une attention particulière a été portée sur l'identification des espèces menacées, vulnérables ou rares ou susceptibles de l'être. Les inventaires réalisés dans le cadre de cette étude ont permis de confirmer la présence de la zizanie à fleurs blanches, variété naine (*Zizanie aquatica var. brevis*). Cette plante se caractérise par sa répartition endémique à l'estuaire d'eau douce. Elle se distingue de part la situation géographique de son habitat, dont l'aire est très restreinte en Amérique du Nord et à l'échelle mondiale. Mentionnons que certains spécimens se trouvent dans la zone des travaux (tableau 3-12 et carte à l'annexe 6).

3.3.3 Faune

3.3.3.1 Invertébrés benthiques

Il n'y a pas d'étude récente et spécifique concernant la faune benthique du secteur à l'étude. Cependant, à partir de la littérature décrivant la zone de Cap-Rouge à Saint-Anne-de-Beaupré, il est possible de décrire les caractéristiques générales de cette faune, et d'établir une liste des espèces ou des familles susceptibles d'être présentes dans la zone d'étude.

La communauté benthique intertidale affiche une faible diversité qui s'explique par les conditions environnementales extrêmes contrôlées principalement par la température et l'exondation quotidienne (Mousseau et Armellin, 1995). Ces conditions ne permettent qu'aux espèces tolérantes de s'établir dans cette zone (Bourget *et al.*, 1985). Selon certains

auteurs, les espèces les plus fréquemment rencontrées sont des amphipodes (*Gammarus* sp.), des larves d'insectes telles que les chironomides et les coléoptères ainsi que d'autres invertébrés comme les annélides et les tubificidés (Lambert et Fitzgerald, 1979; Ward et Fitzgerald, 1982).

Dans la zone subtidale, la diversité de la communauté benthique est faible, à l'instar de la zone intertidale. Les espèces dominantes sont le gastéropode (*Viviparus georgianus*), l'oligochète (*Limnodrilus hoffmeisteri*) et le chironomide (*Procladius* sp.), une larve d'insecte (Vincent, 1979). Les espèces qui dominent cette communauté ne sont donc pas les mêmes que celles de la zone intertidale. Cette différence peut s'expliquer par deux facteurs environnementaux, soit la granulométrie des sédiments et la vitesse des courants (Vincent, 1979). Là où l'on trouve des courants faibles à modérés, le mollusque *Bythinia tentaculata* domine alors que dans les secteurs à forts courants c'est *V. georgianus* qui domine (Vincent, 1979).

Fournier (1997) a noté la présence de la moule zébrée (*Dreissena polymorpha*) et de l'écrevisse américain (*Orconectes limosus*) sur tout le secteur compris entre Grondines et Saint-Nicolas. Le rapport de Mousseau et Armellin (1995) confirme la présence de la moule zébrée dans tout le secteur couvrant Cap-Rouge à Sainte-Anne-de-Beaupré. Cependant, la moule zébrée ne colonise que les substrats solides. L'écrevisse américain est une espèce exotique dont les premières mentions au Québec remontent aux années 1970. Elle serait parvenue dans le fleuve Saint-Laurent par la rivière Richelieu (Fournier, 1997).

Contrairement à la moule zébrée, la moule quagga (*Dreissena bugensis*) peut coloniser les substrats meubles. Cette espèce occuperait tout le système fluvial jusqu'à Québec (Mills *et al.*, 1993).

Notons que lors des inventaires de la faune ichthyenne et de l'échantillonnage des sédiments avec la benne Ponar, l'écrevisse américain et la moule zébrée ont été capturés à plusieurs

reprises. Des observations directes de moules sp. se déplaçant dans le substrat meuble ont aussi été faites, mais la densité des organismes était très faible (< 1 ind./m²).

3.3.3.2 *Ichtyofaune*

Composition spécifique

La zone d'étude est située dans le segment #130 du système d'information sur la faune aquatique (SIFA) de la Société de la faune et des parcs du Québec (FAPAQ). La FAPAQ possède très peu de données d'inventaire sur cette zone et aucune donnée spécifique à la zone étudiée n'est disponible dans les bases de données de la FAPAQ et du ministère des Pêches et des Océans du Canada (MPO). En août 1972, un inventaire au filet a démontré la présence du meunier rouge, du meunier noir, du poulamon atlantique et de la perchaude. Toutefois, le secteur à l'étude est susceptible d'abriter d'autres espèces.

Une liste des espèces de poissons susceptibles d'être rencontrées dans le secteur à l'étude a pu être dressée (tableau 3-15) à partir des résultats des études de La Violette *et al.* (2003), entre Grondines et Donnacona, de Fournier (1997), entre Grondines et Saint-Nicolas, et de Fournier et Deschamps (1997), entre Donnacona et Cap-Rouge.

Les résultats des pêches expérimentales, effectuées par les chercheurs de l'aquarium du Québec dans le secteur de Saint-Nicolas (Robitaille *et al.*, 1987; Pilote, 1993; Ménard et de Lafontaine, 1995), présentent une dominance du barbu de rivière, du meunier rouge, du doré jaune et de la perchaude dans la composition de la communauté de poisson. Par contre, les captures de perchaudes ont fortement diminué depuis 1973 (Robitaille *et al.*, 1987; Ménard et de Lafontaine, 1995).

L'esturgeon jaune atteint la limite est de sa distribution dans le fleuve (Scott et Crossman, 1974). Aucune donnée sur l'état de la population dans la région de Québec n'est disponible. Cependant, selon Mousseau et Armellin (1995), il serait peu abondant.

Tableau 3-15 Espèces de poissons susceptibles d'être rencontrées dans le secteur de la nouvelle prise d'eau de Sainte-Foy

NOM FRANÇAIS	NOM SCIENTIFIQUE	NOM FRANÇAIS	NOM SCIENTIFIQUE
Achigan à petite bouche	<i>Micropterus dolomieu</i>	Grand Corégone	<i>Coregonus clupeaformis</i>
Achigan à grande bouche	<i>Micropterus salmoides</i>	Lamproie argentée	<i>Ichthyomyzon unicuspis</i>
Alose à gésier	<i>Dorosoma cepedianum</i>	Lamproie de l'Est	<i>Lampetra appendix</i>
Alose savoureuse	<i>Alosa sapidissima</i>	Lamproie du Nord	<i>Ichthyomyzon fossor</i>
Anguille d'Amérique	<i>Anguilla rostrata</i>	Lamproie marine	<i>Petromyzon marinus</i>
Bar blanc	<i>Morone chrysops</i>	Laquaiche argentée	<i>Hiodon tergisus</i>
Bar rayé (réintroduit)	<i>Morone saxatilis</i>	Lépisosté osseux	<i>Lepisosteus osseus</i>
Barbotte brune	<i>Ameiurus nebulosus</i>	Lotte	<i>Lota lota</i>
Barbue de rivière	<i>Ictalurus punctatus</i>	Malachigan	<i>Aplodinotus grunniens</i>
Chat-fou brun	<i>Noyurus gyrinus</i>	Marigane noir	<i>Pomoxis nigromaculatus</i>
Crapet-soleil	<i>Lepomis gibbosus</i>	Maskinongé	<i>Esox masquinongy</i>
Chabot tacheté	<i>Cottus bairdi</i>	Méné à nageoires rouges	<i>Luxilus cornutus</i>
Baret	<i>Morone americana</i>	Méné d'argent	<i>Hybognathus nuchalis</i>
Brochet maillé	<i>Esox niger</i>	Méné émeraude	<i>Notropis atherinoides</i>
Carassin	<i>Carassius auratus</i>	Méné jaune	<i>Notemigonus crysoleucas</i>
Carpe	<i>Cyprinus carpio</i>	Méné paille	<i>Notropis stramineus</i>
Chabot à tête plate	<i>Cottus ricei</i>	Ménomini rond	<i>Prosopium cylindraceum</i>
Chevalier blanc	<i>Moxostoma anisurum</i>	Meunier noir	<i>Catostomus commersoni</i>
Cisco de lac	<i>Coregonus artedii</i>	Meunier rouge	<i>Catostomus catastomus</i>
Chevalier jaune	<i>Moxosoma valenciennesi</i>	Mulet à cornes	<i>Semotilus atromaculatus</i>
Chevalier rouge	<i>Moxostoma macrolepidotum</i>	Mulet perlé	<i>Semotilus margarita</i>
Crapet de roche	<i>Ambloplites rupestris</i>	Naseux des rapides	<i>Rhinichthys cataractae</i>
Crapet arlequin	<i>Lepomis macrochirus</i>	Naseux noir	<i>Rhinichthys atratulus</i>
Couette	<i>Carpiodes cyprinus</i>	Omble de fontaine	<i>Salvelinus fontinalis</i>
Doré jaune	<i>Stizostedion vitreum</i>	Omisco	<i>Percopsis omiscomaycus</i>
Doré noir	<i>Stizostedion canadense</i>	Ouitouche	<i>Semotilus corporalis</i>
Éperlan arc-en-ciel	<i>Osmerus mordax</i>	Perchaude	<i>Perca flavescens</i>
Épinoche à trois épines	<i>Gasterosteus aculeatus</i>	Plie lisse	<i>Liopsetta putnami</i>
Épinoche à quatre épines	<i>Apeltes quadracus</i>	Poisson-castor	<i>Amia calva</i>
Épinoche tachetée	<i>Gasterosteus wheatlandi</i>	Poulamon atlantique	<i>Microgadus tomcod</i>
Épinoche à cinq épines	<i>Culaea inconstans</i>	Queue à tache noire	<i>Notropis hudsonius</i>
Épinoche à neuf épines	<i>Pungitius pungitius</i>	Raseux-de-terre gris	<i>Etheostoma olmstedi</i>
Esturgeon jaune	<i>Acipenser fulvescens</i>	Raseux-de-terre noir	<i>Etheostoma nigrum</i>
Esturgeon noir	<i>Acipenser oxyrinchus</i>	Saumon atlantique	<i>Salmo salar</i>
Fondule barré	<i>Fundulus diaphanus</i>	Saumon Chinook	<i>Oncorhynchus tshawytscha</i>
Fouille-roche gris	<i>Percina copelandi</i>	Tête-de-boule	<i>Pimephales promelas</i>
Fouille-roche zébré	<i>Percina caprodes</i>	Touladi	<i>Salvelinus namaycush</i>
Gaspareau	<i>Alosa pseudoharengus</i>	Truite arc-en-ciel	<i>Oncorhynchus mykiss</i>
Grand Brochet	<i>Esox lucius</i>	Truite brune	<i>Salmo trutta</i>

Source : Alain Vallières, comm. pers.; Mousseau et Armellin, 1995; Fournier, 1997; Fournier et deschamps, 1997; Lachance et Fournier, 2001; La Violette *et al.*, 2003.

Il y a une soixantaine d'année, l'alose savoureuse était un poisson abondant dans la région de Québec. La pêche commerciale était florissante dans les comtés de Portneuf et de Montmagny (Provost *et al.*, 1984). Plus récemment, les captures annuelles de la pêche fixe de l'Aquarium du Québec montrent que l'alose savoureuse n'est presque plus capturée dans la région de Québec (Ménard et de Lafontaine, 1995). Toutefois, selon Trenchia (1990), de

jeunes spécimens peuvent être capturés dans la zone intertidale. La diminution des captures d'aloise serait attribuable aux nombreux ouvrages hydroélectriques situés dans la région de Montréal (Provost *et al.*, 1984). Ces barrages et ces digues bloquent le couloir migratoire de l'aloise savoureuse et l'empêche d'atteindre ses frayères historiques.

Le poulamon atlantique compte parmi les poissons les plus abondants dans la région de Québec (Trencia, 1990; Grondin et Nadeau, 1986). On estime que la population de poulamons en migration dans le fleuve, entre les aires d'hivernage et les frayères, peut varier entre 400 millions et 940 millions d'individus (Mailhot *et al.*, 1988). Les principales frayères se retrouvent en amont de Québec, dans les rivières Sainte-Anne, Batiscan et Saint-Maurice (Scott et Crossman, 1974). Depuis quelques années, la tendance générale montre une diminution de l'abondance de l'espèce. Les fluctuations de l'abondance des poulamons sont généralement associées aux conditions de l'écoulement fluviale du fleuve, et à des ouvrages anthropiques qui font obstacles à la migration ou modifient les conditions hydrauliques locales (Mailhot *et al.*, 1988).

L'anguille d'Amérique est la seule espèce catadrome du Saint-Laurent. Dans le secteur de Québec, Dutil *et al.* (1985) rapportent que les captures d'anguilles étaient très importantes au début du siècle (200 tonnes). Toutefois, les captures ont chuté de façon importante (10 tonnes) depuis cette période. Cette diminution serait attribuable à une réduction du recrutement des civelles (Dutil *et al.*, 1985). Les causes exactes qui affectent les anguilles du Saint-Laurent ne sont pas connues.

Selon les données compilées sur les frayères par Mousseau et Armellin (1995), il n'y aurait pas de frayères ni d'aires d'alevinage dans le secteur immédiat de la prise d'eau de Sainte-Foy. Une frayère potentielle à esturgeon noir se trouverait à l'embouchure de la rivière Chaudière, mais on ne possède pas de données précises sur sa localisation, sa délimitation et son utilisation (Hatin *et al.*, 2002). Les aires d'alevinage les plus proches se trouvent aux

embouchures des rivières Chaudière (plusieurs espèces), et Etchemin (Carpe) et au niveau de Sillery (Gaspareau).

Période de migration

Des poissons en migration fréquentent le secteur à l'étude lors de période de montaison ou de dévalaison. Le tableau 3-16 présente les espèces et leurs périodes de migration. Ces espèces sont de passage dans les eaux de la zone d'étude, la plupart d'entre elles étant en migration vers leurs frayères dans le cas des adultes ou vers les aires d'alimentation dans le cas des juvéniles. Ainsi, leur abondance dans le fleuve varie au cours de l'année. Au printemps, le nombre d'alose savoureuse et d'éperlan arc-en-ciel est plus élevé. L'anguille d'Amérique plus abondante en automne, alors qu'au début de l'hiver, le poulamon atlantique est présent en très grand nombre (Gagnon *et al.*, 1987 *in* Mousseau et Armellin, 1995). Toutefois, d'après les données de Gagnon *et al.*, 1987 (*in* Mousseau et Armellin, 1995), les principales voies migratoires connues du poulamon, de l'éperlan, de l'alose et de l'anguille se situeraient tous en aval de l'Île d'Orléans. En amont, il n'est pas possible de dire si les poissons utilisent la rive nord ou la rive sud du fleuve lors des migrations.

Tableau 3-16 Période importante pour les poissons catadromes et anadromes

ESPÈCE	MONTAISON	DÉVALAISON	RÉFÉRENCE
Alose savoureuse	fin avril à la fin juin	octobre-novembre	MPO, 2003a
Anguille d'Amérique			
<i>Adultes</i>		août à décembre	MPO, 2003b
<i>Civelles</i>	début mai à juin		MPO, 2003b
Éperlan arc-en-ciel	mars à avril		Scott et Crossman, 1974
Esturgeon noir	fin mai à début juillet		Scott et Crossman, 1974
Doré jaune	avril à juin		Alain Vallières, comm. pers.
Gaspareau	mai-juin	automne (oct.-nov.)	Scott et Crossman, 1974
Omble de fontaine	juin à août	printemps (mai à juil.)	MPO
Poulamon atlantique	octobre à décembre		Vladikov, 1955
Saumon atlantique			
<i>Adultes</i>	avril à août		Scott et Crossman, 1974
<i>Saumoneaux</i>		mi-mai à début juillet	Hydro-Québec, 1995

Captures accidentelles

Selon monsieur Damien Roy, contremaître de la station de pompage de Sainte-Foy, il est fréquent que des poissons se retrouvent dans les tamis de la station. Les espèces les plus fréquemment capturées accidentellement sont la carpe sp., le chevalier sp. et l'esturgeon sp. En hiver, les captures accidentelles sont dominées par l'éperlan arc-en-ciel. Lors d'une campagne de terrain réalisée le 6 mai 2004, des poissons morts ont été observés lors du nettoyage des tamis. Les espèces identifiées sont l'esturgeon jaune (2), la lotte (1) et le meunier sp. (1). Le 17 mai 2004, trois carcasses d'esturgeons jaunes ont été observées à la sortie des tuyaux reliés aux tamis.

Campagnes de terrain

Méthodologie

Des pêches expérimentales ont été réalisées entre le 10 et le 12 juillet 2003 (printemps) et entre le 23 et le 26 septembre 2003 (automne). Les engins de pêche utilisés étaient deux trappes Alaska (haut. 1,2 m, ailes 15,2 m x 1,2 m) et une seine de rivage (15,2 m long. x 0,9 m haut., poche: 0,9 m x 0,9 m x 1,2 m). La carte 3-2 illustre la position des stations d'échantillonnage pour les deux campagnes d'échantillonnage. Les stations d'échantillonnage de l'ichtyofaune ont été localisées à l'aide d'un GPS de marque Magellan modèle SporTrak (précision de ± 7 m).

Monsieur François Caron de la FAPAQ et monsieur Richard Vermette du MPO ont été préalablement consultés afin d'obtenir leurs commentaires et leurs recommandations concernant la campagne d'échantillonnage de l'ichtyofaune.

Le premier objectif des pêches scientifiques était de déterminer la composition spécifique de la faune ichtyenne présente dans le secteur de la nouvelle prise d'eau. Le second objectif était d'évaluer l'utilisation du secteur comme couloir de migration au printemps et à

l'automne. Deux périodes d'échantillonnage étaient prévues pour la caractérisation de l'ichtyofaune, des habitats aquatiques et des couloirs de migration.

Les dates d'échantillonnage furent déterminées en fonction de l'évolution des conditions hydrologiques, de températures et des dates de migration possibles retrouvées dans la littérature. L'effort de pêche est présenté au tableau 3-17.

Tableau 3-17 Effort de pêche pour les campagnes d'échantillonnage du printemps et de l'automne dans le secteur des travaux, 2003

Station d'échantillonnage	Date de pose	Heure de pose	Date de levée	Heure de levée	Effort de pêche
PRINTEMPS					
Trappe aval	9 juillet 2003	13h00	10 juillet 2003	10h15	21,25 hrs
Trappe amont	10 juillet 2003	11h45	11 juillet 2003	13h00	25,25 hrs
Trappe aval	10 juillet 2003	12h30	11 juillet 2003	12h30	24,00 hrs
Trappe amont	11 juillet 2003	13h00	12 juillet 2003	13h30	24,50 hrs
Trappe aval	11 juillet 2003	13h45	12 juillet 2003	13h15	23,50 hrs
AUTOMNE*					
Trappe aval	23 septembre 2003	14h30	24 septembre 2003	13h15	18,75 hrs
Trappe amont	23 septembre 2003	14h30	24 septembre 2003	13h45	19,25 hrs
Trappe aval	24 septembre 2003	13h15	25 septembre 2003	13h15	20,00 hrs
Trappe amont	24 septembre 2003	13h45	25 septembre 2003	13h00	19,25 hrs
Trappe aval	25 septembre 2003	13h15	26 septembre 2003	13h45	20,50 hrs
Trappe amont	25 septembre 2003	13h00	26 septembre 2003	13h30	20,50 hrs

* Quatre heures ont été retranchées à l'effort de pêche de l'automne en raison de la période de marée basse où les trappes étaient à sec.

Au début juillet, les deux trappes Alaska ont été installées en amont et en aval de la future prise d'eau dans une profondeur d'environ 1,2 m d'eau à marée basse. À marée haute, les trappes étaient submergées par 4,5 m d'eau environ. Trois jours de terrain ont été nécessaires pour la réalisation de cette activité.

À l'automne, les deux trappes étaient toujours installées en amont et en aval des futures conduites, à la différence qu'elles étaient à sec lors de la marée basse pour une période

d'environ deux heures. Cette campagne s'étala sur quatre jours. Les mêmes activités qu'au printemps furent réalisées.

Notons que, pour les trappes Alaska, des ailes de 45,7 m ont été déployées vers la rive alors que des ailes de 15,2 m seulement ont été installées vers le large. Il était impossible de déployer des ailes plus grandes au large en raison des forts courants de marée, de la profondeur de l'eau et du risque de bris des trappes. Celles-ci étaient orientées de façon à échantillonner les deux cycles de marées (marée montante et descendante). Les trappes étaient visitées une fois par jour, soit à la fin de deux cycles complets de marée (à l'étale de marée basse). Les poissons capturés étaient dénombrés et identifiés. La longueur totale, le poids et le sexe (déterminé par une légère pression abdominale) étaient notés. Une fois identifiés et les mesures notées, les poissons étaient remis vivants à l'eau.

Les trappes Alaska ont été choisies selon les recommandations de monsieur François Caron (biologiste à la FAPAQ) pour documenter la présence de l'anguille d'Amérique (*A. rostrata*), de la lamproie marine (*P. marinus*) et de la lamproie argenté (*I. unicuspis*).

La seine de rivage a également été utilisée afin de compléter la caractérisation de l'ichtyofaune dans la zone intertidale, selon les recommandations de monsieur Richard Vermette (chargé de projet au MPO). L'utilisation de la seine visait principalement à vérifier la présence de deux nouvelles espèces menacées récemment ajoutées à la liste du COSEPAC, soit le méné d'herbe (*N. bifrenatus*) et le fouille-roche gris (*P. copelandi*). Les informations recueillies sur les spécimens étaient essentiellement les mêmes que pour ceux capturés dans les filets-trappes (espèce, nombre et longueur).

Résultats

Mentionnons que les résultats ne représentent qu'un portrait instantané de la communauté piscicole aux dates où ont été réalisées les inventaires. Il est reconnu que la communauté

piscicole d'un cours d'eau varie en terme de diversité et d'abondance selon la période de l'année. Dans le secteur à l'étude, il est présumé que la communauté piscicole varie de la même façon.

Captures aux filets-trappes (trappes Alaska)

Les résultats de la campagne du printemps présentent une communauté piscicole dominée par le doré jaune. En effet, cette espèce représente 29,4 % des captures. Trois autres espèces, l'achigan à petite bouche, le meunier rouge et le baret comptent respectivement pour 17,6 %, 17,6 % et 11 % des captures (tableau 3-18). Le barbu de rivière, le meunier noir, le chevalier blanc et l'esturgeon jaune ont aussi été capturés. Ces espèces représentent 23,6 % des captures totales.

Le rendement global de pêche a été de 3,44 poissons/filet-jour. Le rendement spécifique pour le doré jaune (1,01 poissons/filet-jour) est le plus élevé, suivi de l'achigan à petite bouche (0,61), du meunier rouge (0,61) et du baret (0,41). Le barbu de rivière, le meunier noir, le chevalier blanc et l'esturgeon jaune ont tous un rendement spécifique de 0,20 poisson/filet-jour (tableau 3-18).

Les résultats de la campagne d'automne présentent une communauté piscicole dominée par le gaspareau. En effet, le gaspareau représente 57,7 % des captures. Il est important de mentionner que l'échantillonnage s'est déroulé au début de la période de dévalaison de cette espèce.

Deux autres espèces, le doré jaune et le meunier noir comptent respectivement pour 13,4 % et 10,3 % des captures (tableau 3-19). Huit autres espèces communes au fleuve Saint-Laurent ont aussi été capturées. Ces espèces représentent 19,4 % des captures totales.

Le rendement global de la campagne de pêche d'automne a été de 19,69 poissons/filet-jour. Le rendement spécifique pour le gaspareau (11,37 poissons/filet-jour) est le plus élevé, suivi du doré jaune (2,64) et du meunier noir (2,03) (tableau 3-19).

Les caractéristiques morphométriques des spécimens capturés dans les trappes sont présentées à l'annexe 7.

Tableau 3-18 Résultats des pêches expérimentales réalisées entre le 10 et le 12 juillet 2003 les dans le fleuve Saint-Laurent, à la hauteur de la prise d'eau de Sainte-Foy

PRINTEMPS Espèce	Abondance numérique		
	Trappe amont	Trappe aval	Total
Achigan à petite bouche	0	3	3
Barbu de rivière	1	0	1
Baret	2	0	2
Chevalier blanc	1	0	1
Doré jaune	2	3	5
Esturgeon jaune	1	0	1
Meunier noir	1	0	1
Meunier rouge	3	0	3
Écrevisse sp.	13	6	19
TOTAL	24	12	36
	Abondance relative (%) des poissons		
Achigan à petite bouche	0	50	17,6
Barbu de rivière	9	0	5,9
Baret	18,1	0	11,8
Chevalier blanc	9	0	5,9
Doré jaune	18,1	50	29,4
Esturgeon jaune	9	0	5,9
Meunier noir	9	0	5,9
Meunier rouge	27,2	0	17,6
	Rendement (CPUE)		
Achigan à petite bouche	0	1,05	0,61
Barbu de rivière	0,48	0	0,20
Baret	0,96	0	0,41
Chevalier blanc	0,48	0	0,20
Doré jaune	0,96	1,05	1,01
Esturgeon jaune	0,48	0	0,20
Meunier noir	0,48	0	0,20
Meunier rouge	1,45	0	0,61
TOTAL	5,29	2,1	3,44

CPUE : Capture par unité d'effort (ind/filet-jour)

Tableau 3-19 Résultats des pêches expérimentales réalisées entre le 23 et le 26 septembre 2003 les dans le fleuve Saint-Laurent, à la hauteur de la prise d'eau de Sainte-Foy

AUTOMNE	Abondance numérique		
Espèce	Trappe amont	Trappe aval	Total
Anguille d'Amérique	1	0	1
Barbotte brune	0	2	2
Baret	2	5	7
Chevalier blanc	1	1	2
Chevalier rouge	1	0	1
Doré jaune	6	7	13
Gaspareau	2	54	56
Meunier noir	4	6	10
Meunier rouge	1	2	3
Omisco	0	1	1
Perchaude	0	1	1
Écrevisse sp.	2	0	2
TOTAL	20	79	99
	Abondance relative (%) des poissons		
Anguille d'Amérique	5,6	0	1,0
Barbotte brune	0	2,5	2,1
Baret	11,1	6,3	7,2
Chevalier blanc	5,6	1,3	2,1
Chevalier rouge	5,6	0	1,0
Doré jaune	33,3	8,9	13,4
Gaspareau	11,1	68,4	57,7
Meunier noir	22,2	7,6	10,3
Meunier rouge	5,6	2,5	3,1
Omisco	0	1,3	1,0
Perchaude	0	1,3	1,0
	Rendement (CPUE)		
Anguille d'Amérique	0,41	0	0,20
Barbotte brune	0	0,81	0,41
Baret	0,81	2,03	1,42
Chevalier blanc	0,41	0,41	0,41
Chevalier rouge	0,41	0	0,20
Doré jaune	2,44	2,84	2,64
Gaspareau	0,81	21,87	11,37
Meunier noir	1,63	2,43	2,03
Meunier rouge	0,41	0,81	0,61
Omisco	0	0,41	0,20
Perchaude	0	0,41	0,20
TOTAL	7,32	32,02	19,69

CPUE : Capture par unité d'effort (ind/filet-jour)

1 L'écrevisse a été exclu du calcul de l'abondance relative (%) et du calcul du rendement (CPUE).

Captures à l'aide de la seine de rivage

La localisation des stations d'échantillonnage au printemps et à l'automne est indiquée sur la carte 3-2.

L'utilisation de la seine de rivage a permis de capturer un grand nombre d'alevins et de petits poissons au printemps. L'espèce dominante est le chevalier blanc. En effet, un total d'environ 980 alevins de cette espèce ont été capturés. Le queue à tâche noire occupe aussi une grande part des captures totales avec 595 individus. De plus, des fouilles-roche zébrés, des menés (*Notropis sp.*), des omiscos, des mentons noirs et des alevins de la famille des percidés ont aussi été recensés.

Lors de la campagne d'automne, les captures ont été beaucoup moins nombreuses. La principale cause étant la localisation des coups de seine dans un milieu où la densité du marais est très faible (carte 3-2). Les menés du genre *Notropis sp.* et les fondules barrés avec 42 et 23 individus respectivement dominent les captures. Des gaspareaux, un meunier noir, un omisco, un queue à tache noire et un éperlan arc-en-ciel ont aussi été recensés.

Le tableau 3-20 présente la liste des espèces capturées à la seine de rivage.

À la lueur de ces résultats, on peut suspecter que le marais à scirpe situé à l'est de la station de pompage est une zone de croissance importante pour le chevalier blanc, ainsi qu'une zone d'alimentation pour les cyprinidés et certains prédateurs comme le doré jaune. La zone des travaux est moins utilisée par l'ichtyofaune, probablement en raison de l'habitat principalement composé d'un substrat graveleux et rocheux.

Tableau 3-20 Résultats des captures à la seine les 10, 11 et 12 juillet 2003 près des rives du fleuve Saint-Laurent, à la hauteur de la prise d'eau de la ville de Sainte-Foy

Seine	Espèce ou famille	Nombre d'individus	Longueur totale moyenne (mm)
PRINTEMPS			
S1	Alevins de percidés	100	35
	Chevalier blanc	30	44
	Cyprinidés	2	53
	Queue à tache noire	500	22
S2	Chevalier blanc	450	36
	Fouille-roche zébré	25	30
	Omisco	25	32
	Queue à tache noire	75	11
S3	Chevalier blanc	500	35
	Queue à tache noire	20	24
	Menton noir	2	30
AUTOMNE			
S4	Fondule barré	23	43
	Gaspareau	2	104
	Cyprinidés	42	39
	Meunier noir	1	105
	Omisco	1	59
S5	Fondule barré	8	40
	Queue à tache noire	1	15
S6	Cyprinidés	2	39
	Éperlan arc-en-ciel	1	45

3.3.3.3 Herpétofaune

Selon la consultation de la banque de données de l'Atlas des amphibiens et des reptiles du Québec (AARQ), il n'y a pas eu observation d'herpétofaune pour le secteur à l'étude. Cette banque de données est gérée par la Société d'histoire naturelle de la vallée du Saint-Laurent. Cette absence d'observation peut être expliquée, en partie, par le fait qu'il s'agit d'un secteur urbanisé (communication personnelle de David Rodrigue, coordinateur de la banque de données). Cependant, dans un rayon de cinq kilomètres, la banque de données identifie neuf espèces d'herpétofaune susceptibles de se retrouver dans la zone à l'étude (tableau 3-21). Il faut cependant noter que ce rayon englobe les habitats du lac Saint-

Augustin et de la rivière du Cap Rouge, plus propices à l'établissement de populations d'amphibiens et de reptiles.

Tableau 3-21 Espèces d'amphibiens et de reptiles susceptibles d'être rencontrées dans un rayon de cinq kilomètres de la zone d'étude du projet d'aménagement d'une nouvelle prise d'eau pour le secteur de Sainte-Foy

NOM FRANÇAIS	NOM SCIENTIFIQUE
<i>AMPHIBIENS</i>	
Crapaud d'Amérique	<i>Bufo americanus</i>
Grenouille des bois	<i>Rana sylvatica</i>
Grenouille léopard	<i>Rana pipiens</i>
Grenouille verte	<i>Rana clamitans</i>
Ouaouaron	<i>Rana catesbeiana</i>
Rainette crucifère	<i>Pseudacris crucifer</i>
<i>REPTILES</i>	
Chélydre serpentine	<i>Chelydra serpentina</i>
Couleuvre à ventre rouge	<i>Storeria occipitomaculata</i>
Couleuvre rayée	<i>Thamnophis sirtalis</i>

Source : Atlas des amphibiens et des reptiles du Québec

Aucune de ces espèces ne se retrouve sur la liste des espèces de la faune vertébrée susceptibles d'être désignées menacées ou vulnérables. Il s'agit d'espèces communes qui sont probablement très limitées dans leur distribution dans le secteur en raison du développement industriel et urbain (communication personnelle de David Rodrigue).

Monsieur Alain Vallières, technicien de la faune à la FAPAQ, mentionne que la nature des berges, les conditions de marées et les caractéristiques de l'habitat (vent, fond rocheux, absence d'herbier ou autre végétation) constituent un milieu très peu propice à l'établissement des amphibiens et des reptiles (communication personnelle).

Inventaire de terrain

Méthodologie

Le 10 juin 2003 et le 17 mai 2004, des inventaires ont été effectués le long de la rue Plage-Saint-Laurent (dans les boisés) et le long de l'estran. Des transects d'écoute ont été fait sur une distance de 1,6 km, soit à partir de l'intersection Saint-Félix et Plage-Saint-Laurent jusqu'à 1 km après le poste de pompage de Sainte-Foy.

Résultats

Lors de ces inventaires aucun chant d'amphibien ne fut entendu. Ces résultats sont attribuables à la nature de l'habitat dans la zone d'étude (voir annexe 9; document photographique); roc nu, murs de béton, plages de sable et gravier, parc avec pelouse, maisons et chalets, et enrochements pour stabiliser la rive. Ainsi, il n'y avait pas d'amphibiens à proximité du poste de pompage de Sainte-Foy.

Une carcasse de chélydre serpentine a été observée à proximité de la station de pompage. La carcasse était sectionnée en deux. Il est possible que cette espèce s'aventure dans le marais à Scirpe à l'est de la station de pompage pour son alimentation.

3.3.3.4 Avifaune

Oiseaux nicheurs

Selon la consultation de la base de données de l'Étude des populations d'oiseaux du Québec (ÉPOQ) produite par l'Association québécoise des groupes d'ornithologues (AQGO), 161 espèces d'oiseaux ont été observées dans le secteur de Cap-Rouge entre 1996 et 2002 (Larivée, 2003). La liste des espèces observées est présentée à l'annexe 9.

Selon la base de données de l'Atlas des oiseaux nicheurs du Québec (1995), la zone d'étude touche deux carrés UTM de 100 km². À l'intérieur de cette superficie, un total de

135 espèces ont été recensées. Parmi celles-ci, 66 espèces sont considérées comme des nicheurs confirmés. La liste complète des oiseaux nicheurs de la région étudiée est présentée à l'annexe 9.

Sauvagine

Le Service canadien de la faune (SCF) ne possède pas d'information sur la sauvagine pour le site circonscrit par l'étude (secteur de Plage-Saint-Laurent). Cependant, en temps de nidification, la proximité du milieu urbain crée déjà un dérangement qui fait en sorte que la sauvagine ne niche probablement pas dans le secteur immédiat de la rue Plage-Saint-Laurent. De plus, l'habitat riverain est peu propice à la nidification de la sauvagine (communication personnelle de Jean-Yves Charrette, coordonnateur des évaluations et des permis, SCF).

Selon les données de Banville et St-Onge (1990a, 1990b), l'abondance relative de la sauvagine est de 0 à 500 individus, avec une abondance relative maximale observée à l'embouchure de la rivière du Cap Rouge. La zone intertidale du secteur à l'étude serait utilisée comme aire d'alimentation.

Au printemps, la bernache du Canada fréquente les rives en face de Cap-Rouge (Mousseau et Armellin, 1995). La FAPAQ définit ce secteur comme étant un habitat faunique légalement protégé au niveau provincial : aire de concentration d'oiseaux aquatiques (ACOA 02-03-0040-95; voir l'annexe 9 pour les limites de l'aire) (communication personnelle de Gaston Picard, technicien de la faune, FAPAQ). Signalons qu'il n'y a pas d'aire protégée fédérale pour la sauvagine dans l'aire d'étude.

Le tableau 3-22 présente les espèces susceptibles de se retrouver dans le secteur compris entre le pont de Québec et Cap-Rouge lors des périodes de migration printanière et

automnale de la sauvagine. Ces données proviennent d'inventaires aériens effectués dans les années 1980 par le SCF.

Tableau 3-22 Espèces de sauvagine susceptibles d'être rencontrées dans le secteur compris entre le pont de Québec et Cap-Rouge, pour les mois d'avril-mai et de septembre-octobre

NOM FRANÇAIS	NOM SCIENTIFIQUE
<i>AVRIL-MAI</i>	
Bec-scie spp.	<i>Mergus sp.</i>
Bernache du Canada	<i>Branta canadensis</i>
Canard colvert	<i>Anas platyrhynchos</i>
Canard noir	<i>Anas rubripes</i>
Canard pilet	<i>Anas acuta</i>
Fuligule sp.	<i>Aythya sp.</i>
Garrot à œil d'or	<i>Bucephala clangula</i>
Garrot sp.	<i>Bucephala sp.</i>
Oie des neiges	<i>Chen caerulescens</i>
Canards barboteurs	
Canards plongeurs	
<i>SEPTEMBRE-OCTOBRE</i>	
Bernache du Canada	<i>B. canadensis</i>
Fuligule sp.	<i>Aythya sp.</i>
Canards barboteurs	

source : SCF et FAPAQ.

Quoique peu récentes, ces informations sur la sauvagine, dans le secteur entre le pont de Québec et Cap-Rouge, amènent le SCF à croire que le secteur des travaux pour la prise d'eau pourrait être fréquenté par des canards de mer, des canards barboteurs et des bernaches lors des migrations printanière et automnale.

Oiseaux coloniaux

Il n'y a pas de colonies d'oiseaux dans le secteur touché par les travaux d'aménagement de la prise d'eau. Cependant, le goéland à bec cerclé (*Larus delawarensis*) est susceptible d'être présent dans le secteur, étant donné son important effectif nicheur dans la région de Québec.

Oiseaux de rivage

Chez les oiseaux de rivage, seuls le pluvier kildir (*Charadrius vociferus*) et le chevalier branlequeue (*Actitis macularia*) nichent régulièrement sur les rives de la région de Québec et sont susceptibles d'être rencontrés sur les plages à proximité de la zone d'étude (Mousseau et Armellin, 1995).

Inventaires de terrain

Méthodologie

Le 20 juin 2003, un inventaire a été effectué le long du chemin de la Plage-Saint-Laurent. Un transect de points d'écoutes a été réalisé sur une distance de 1,6 km, soit à partir de l'intersection Saint-Félix et Plage-Saint-Laurent jusqu'à 1 km à l'ouest du poste de pompage de Sainte-Foy. Au total, huit points d'écoutes ont été inventoriés à tous les 200 m pour éviter tout chevauchement. L'inventaire s'est déroulé sur une période de trois heures à l'aube, soit de 5h30 à 8h30.

Au départ, une période de 5 minutes de silence précédaient chaque période d'écoute de 15 minutes. Toutefois, la méthode a été modifiée au cours de l'inventaire. La période d'adaptation, précédant l'écoute, est passée de 5 à 1 minute. En effet, puisque le milieu à l'étude est situé dans un quartier résidentiel, il y a beaucoup d'activités qui s'y déroulent (voitures qui passent, cyclistes, coureurs). C'est pourquoi il s'est avéré presque inutile d'observer un moment de silence dans un environnement où plusieurs facteurs extérieurs viennent déranger et nuire à la qualité de l'écoute. La période d'écoute quant à elle a été raccourcie à 10 minutes au lieu de 15 afin d'optimiser le temps disponible à l'inventaire. Tous les oiseaux entendus et vus pendant l'écoute ont été notés, et la distance où ils se trouvaient a été estimée, soit à moins de 30 m, entre 30 et 75 m ou à plus de 75 m. Lorsqu'il était possible, le comportement était noté : comportement d'alimentation, vol, comportement territorial et comportement de reproduction. Les résultats bruts sont présentés à l'annexe 9.

Des observations visuelles ont aussi été faites sur la grève qui borde le fleuve Saint-Laurent afin de vérifier la présence d'oiseaux aquatiques. La distance a été estimée de la même manière que celle décrite précédemment. Aucun point d'écoute n'a été effectué sur la grève. Toutefois, les espèces entendues ont été notées.

D'autres relevés ont été faits dans un boisé adjacent aux locaux municipaux de l'ancienne Ville de Cap-Rouge. Un point d'écoute a été réalisé au centre de ce boisé et tous les oiseaux vus et entendus ont été notés. De plus, la végétation de ce boisé a été caractérisée afin d'obtenir une description de l'habitat fréquenté par les oiseaux.

Résultats

L'inventaire effectué le 20 juin 2003 a permis d'observer ou d'entendre quinze espèces d'oiseaux (tableau 3-23).

Le quiscale bronzé, la corneille d'Amérique et le bruant chanteur se retrouvent dans presque la totalité des points d'écoute. Les espèces relevées sont pour la plupart associées au milieu urbain.

Lors des inventaires floristiques, le pluvier kildir fut entendu à plusieurs occasions. Cette espèce niche en milieu ouvert sur le sol et son nid se confond avec les secteurs couverts de gravier. Ces milieux sont relativement fréquents dans la zone d'étude.

Tableau 3-23 Espèces d'oiseaux identifiées lors de l'inventaire du 20 juin 2003 et observation ponctuelles

NOM FRANÇAIS	NOM SCIENTIFIQUE
Corneille d'Amérique	<i>Corvus brachyrhynchos</i>
Quiscale bronzé	<i>Quiscalus quiscula</i>
Carouge à épaulettes	<i>Agelaius phoeniceus</i>
Chardonneret jaune	<i>Carduelis tristis</i>
Mésange à tête noire	<i>Parus atricapillus</i>
Viréo à yeux rouges	<i>Vireo olivaceus</i>
Pic chevelu	<i>Picoides villosus</i>
Hirondelle bicolore	<i>Tachycineta bicolor</i>
Jaseur des cèdres	<i>Bombycilla cedrorum</i>
Merle d'Amérique	<i>Turdus migratorius</i>
Étourneau sansonnet	<i>Sturnus vulgaris</i>
Goéland à bec cerclé	<i>Larus delawarensis</i>
Bruant chanteur	<i>Melospiza georgiana</i>
Viréo de Philadelphie	<i>Vireo philadelphicus</i>
Geai bleu	<i>Cyanocitta cristata</i>
OBSERVATIONS PONCTUELLES	
Pluvier kildir	<i>Charadrius vociferus</i>
Canard colvert	<i>A. platyrhynchos</i>
Canard noir	<i>A. rubripes</i>
Bernache du Canada	<i>B. canadensis</i>
Goéland marin	<i>Larus marinus</i>
Grand héron	<i>Ardea herodias</i>
Urubu à tête rouge	<i>Cathartes aura</i>

Description de l'habitat de l'avifaune

Le milieu où a été réalisé le transect de points d'écoute est une rue bordée de maisons. D'un côté, il y a le fleuve et la grève et de l'autre il y a une falaise boisée. Les espèces végétales retrouvées de chaque côté de la rue sont l'érable à sucre (en majorité), l'orme d'Amérique, le tilleul d'Amérique, le frêne de Pennsylvanie, le chêne rouge, le sumac grimpant et la vigne des rivages.

En ce qui concerne le boisé près des bureaux municipaux de l'ancienne Ville de Cap-Rouge (station O9), on retrouve sensiblement les mêmes espèces pour la strate arborescente : l'érable à sucre en majorité, le chêne rouge et l'orme d'Amérique qui forment un couvert assez fermé. La régénération se fait surtout en érable à sucre et en orme d'Amérique. La

strate herbacée est moins importante et est composée principalement de plantains majeurs et de smilacines à grappes.

Observations ponctuelles

Lors d'une campagne de terrain menée le 12 juillet 2003, une femelle de canard colvert ou de canard noir suivi d'une couvée de sept canetons ont été observées dans le secteur immédiat de la station de pompage. L'habitat de la zone intertidale situé à l'est de la station de pompage (marais à scirpe américain) est propice à l'élevage des couvées. De plus, il n'est pas rare d'observer des canards barboteurs et leurs progénitures dans ce secteur ainsi que dans le secteur de la plage Jacques-Cartier.

Le 25 septembre 2003, des bernaches du Canada et des canards colverts ont été observés à proximité de la station de pompage en compagnie d'une quarantaine de goélands à bec cerclé et de quelques goélands marins. Lors de cette même sortie de terrain, un grand héron a été observé en comportement d'alimentation de même qu'un urubu à tête rouge en vol.

3.3.3.5 Mammifères

L'état des populations de mammifères associées aux milieux aquatiques et riverains de la zone d'étude n'a jamais fait l'objet d'une évaluation (Mousseau et Armellin, 1995).

La biologie animale du secteur terrestre de la zone étudiée est restreinte aux espèces habituellement rencontrées en périphérie des centres urbains. Le raton-laveur (*Procyon lotor*), la moufette rayée (*Mephitis mephitis*), la marmotte commune (*Marmota monax*) et d'autres espèces de micro-mammifères (souris, campagnols, musaraignes, etc.) sont les espèces susceptibles d'être rencontrées dans la zone d'étude.

La nature des berges et l'action continuelle des marées, dans la zone d'étude, sont peu propices à la présence des mammifères semi-aquatiques comme le rat-musqué (*Ondatra zibethicus*) (communication personnelle de Alain Vallières, technicien de la faune, FAPAQ). Cependant, lors d'un inventaire effectué le 17 mai 2004, un rat-musqué a été observé à la sortie des conduites de rejet des tamis de la station de pompage.

3.3.3.6 Espèces menacées et vulnérables

La banque de données du CDPNQ ne fait aucune mention d'espèces de faune menacées ou vulnérables ou susceptibles d'être ainsi désignées ou d'intérêt pour le CDPNQ à l'intérieur des limites de la zone d'étude ou en périphérie. Cependant, des recherches auprès d'organismes québécois, canadiens et internationaux ont révélé la présence possible de cinq espèces de poissons et de cinq espèces d'oiseaux, ayant divers statuts d'espèces menacées, dans la zone d'étude (tableau 3-24).

Tableau 3-24 Espèces de poissons et d'oiseaux à statut particulier rencontrées dans la zone d'étude

NOM FRANÇAIS	NOM SCIENTIFIQUE	STATUT	SOURCE
POISSONS			
Mené d'herbe	<i>N. bifrenatus</i>	Préoccupante	COSEPAC, 2002
Fouille-roche gris	<i>P. Copelandi</i>	Menacé	COSEPAC, 2002
Alose savonneuse	<i>A. Sapissidima</i>	Vulnérable	FAPAQ, 2002
Éperlan arc-en-ciel	<i>O. mordax</i>	Susceptible d'être désigné menacé ou vulnérable	FAPAQ, 2002
Esturgeon jaune	<i>A. fulvescens</i>	Susceptible d'être désigné menacé ou vulnérable	FAPAQ, 2002
Esturgeon noir	<i>A. oxyrinchus</i>	Susceptible d'être désigné menacé ou vulnérable	FAPAQ, 2002
OISEAUX			
Buse à épaulettes	<i>Buteo lineatus</i>	Préoccupante	CSEMDC, 2002
Faucon pèlerin	<i>Falco peregrinus</i>	Menacée	CSEMDC, 2002
Dindon sauvage	<i>Meleagris gallopavo</i>	Vulnérable	Robert, 1989
Grand Pic	<i>Dryocopus pileatus</i>	Vulnérable	Robert, 1989
Pie-grièche migratrice	<i>Lanius ludovicianus</i>	En voie de disparition	CSEMDC, 2002

Ichtyofaune

Le Comité sur le statut des espèces en péril au Canada a mis à jour en novembre 2002 sa liste d'espèces ayant le statut d'espèces menacées au pays. Deux espèces figurent à la liste présentée au tableau 3-15, soit le méné d'herbe (préoccupante) et le fouille-roche gris (menacée). Le fouille roche gris a été ajouté à cette liste en mai 2002, alors que le méné d'herbe le fut en novembre 2001 (COSEPAC, 2002).

L'alose savoureuse, l'éperlan arc-en-ciel (population du sud du Saint-Laurent), l'esturgeon jaune, l'esturgeon noir, le fouille-roche gris et le méné d'herbe font partie de la liste des espèces fauniques menacées ou vulnérables du Québec (FAPAQ, 2002).

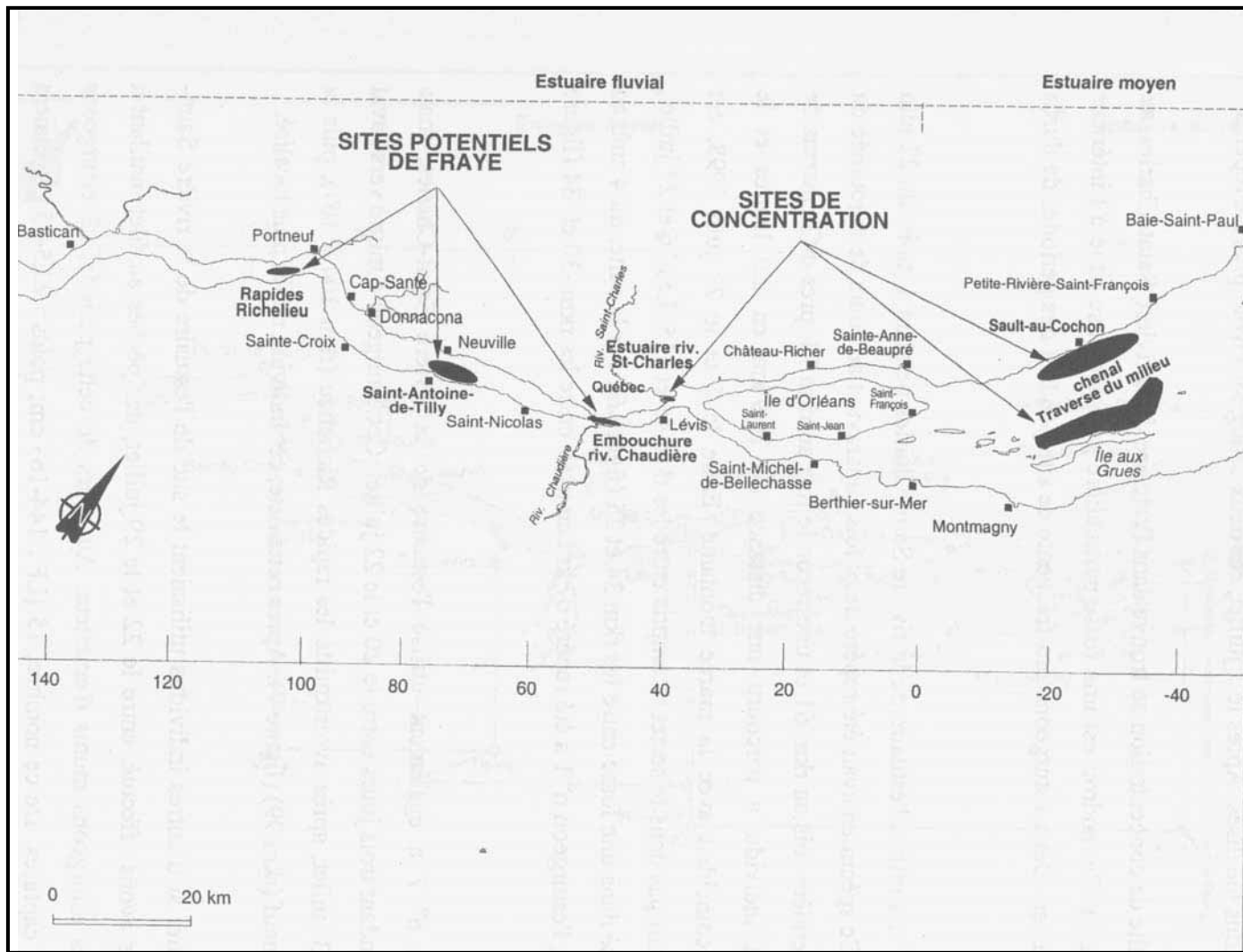
Lors des campagnes de terrain, l'Esturgeon jaune, une espèce susceptible d'être désignée espèce menacée ou vulnérable (FAPAQ, 2002) est la seule espèce à statut particulier qui a été capturée dans la zone d'étude. Par ailleurs, l'esturgeon noir n'a pas été capturé lors des inventaires. Par contre, son statut et les ressources déployées par la FAPAQ pour documenter l'écologie de cette espèce font en sorte qu'une attention particulière doit y être portée.

L'esturgeon noir (*A. oxyrinchus*) fait partie du groupe des espèces dont la protection est jugée prioritaire dans le cadre du plan d'action Saint-Laurent Vision 2000. Elle a été placée sur la liste des espèces de poissons susceptibles d'être désignées vulnérables ou menacées au Québec (Beaulieu, 1992). Un document publié par Therrien (1998) recommande de lui accorder le statut d'espèce vulnérable. Par ailleurs, l'esturgeon noir figure à l'Annexe II de la liste CITES (*Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora*), ce qui signifie que le commerce de cette espèce nécessite d'être réglementé afin d'éviter qu'elle ne devienne rare ou menacée d'extinction (CITES, 2003). Le texte qui suit met en lumière les plus récentes informations sur cette espèce. Notons que la FAPAQ et le MPO investissent beaucoup d'efforts et de ressources dans des projets de recherche sur la biologie et la conservation de l'esturgeon noir.

L'esturgeon noir est une espèce anadrome dont l'aire de distribution s'étend de la Côte atlantique de l'Amérique du Nord depuis le golfe du Mexique en Floride jusqu'au Labrador. On peut le retrouver dans tout le golfe du Saint-Laurent et la Gaspésie, ainsi que dans le fleuve Saint-Laurent jusqu'à Trois-Rivières et dans le Lac Saint-Pierre. C'est une espèce benthophage qui se nourrit principalement de polychètes (Lachance et Fournier, 2001). La diète de l'esturgeon noir est beaucoup moins variée que celle de l'esturgeon jaune et du meunier rouge, ce qui le rend plus vulnérable à une modification de son habitat. Ainsi, lorsque son habitat est perturbé, l'esturgeon noir doit migrer vers des sites alimentaires où sa principale proie est abondante.

Les facteurs expliquant le déclin de cette espèce sont : 1) le dragage du fleuve en amont du Lac Saint-Pierre qui aurait pu augmenter la turbidité de l'eau et détruire un lieu important de fraie ou d'alimentation, 2) les aménagements littoraux (Expo 67, quais importants comme par exemple celui de Portneuf), 3) les barrages hydroélectriques et la régularisation du débit du fleuve, 4) l'utilisation massive de pesticides et 5) la surpêche des juvéniles (Caron *et al.*, 1997; Mousseau *et al.*, 1998). Bernatchez et Giroux (2000) identifient les mêmes facteurs pour expliquer le déclin de l'esturgeon jaune.

On connaît peu le comportement de reproduction et les aires de reproduction de l'esturgeon noir au Canada (Scott et Crossman, 1974). La carte 3-6 présente la localisation des sites potentiels de fraie ainsi que les sites d'alimentation estival de l'esturgeon noir. Les sites de reproduction de l'espèce ne sont pas bien définis à l'heure actuelle, mais la zone de fraie générale se situe en amont de Québec, dans le cours principal du fleuve (Caron *et al.*, 1997; Hatin *et al.*, 1999; Caron *et al.*, 2002; Hatin et Caron, 2002). D'après ces observations, un site potentiel de fraie est situé à l'est de la zone à l'étude, à l'embouchure de la rivière Chaudière (carte 3-6). Selon les résultats des études effectuées aux États-Unis dans le fleuve Hudson, les frayères seraient situées en eau profonde, dans des fosses, sur fond de glaise ou rocheux, soumises à la marée (Caron *et al.*, 1997; Hatin et Caron, 2002).



Tirée de Hatin et Caron (2002)

Cart 3-6 Localisation des sites potentiel de fraie et de concentration (alimentation probable) de l'esturgeon noir dans l'estuaire du Saint-Laurent, 1998-2000

Le seul site d'alimentation connu en eau douce est situé dans le port de Québec à l'embouchure de la rivière Saint-Charles (Caron *et al.*, 2002).

Campagne de terrain

Lors des campagnes de terrain, les seules espèces de poissons à statut particulier qui ont été identifiées dans la zone d'étude ont été l'éperlan arc-en-ciel et l'esturgeon jaune. Leurs abondances relatives étaient faibles.

Avifaune

Selon les informations contenues dans la banque de données sur les oiseaux menacés du Québec (BDOMQ) du SCF, il n'y a aucun site de nidification d'espèces d'oiseaux en péril, ni de colonie d'oiseaux, de grand héron (*Ardea herodias*) ou de bihoreau gris (*Nycticorax nycticorax*) répertorié dans le secteur prévu pour les travaux de la prise d'eau de Sainte-Foy.

Cependant, selon les banques de données de l'AQGO et ÉPOQ, cinq espèces d'oiseaux ayant divers statuts sont susceptibles d'être observées, à l'occasion, dans la zone à l'étude (tableau 3-24).

Rappelons que le milieu urbanisé de la zone d'étude n'est pas propice à l'établissement de ces espèces et que leur présence ne peut être qu'occasionnelle et de courte durée.

Campagne de terrain

Lors des campagnes de terrain, aucune espèce d'oiseau menacée n'a été identifiée dans la zone d'étude.

3.4 MILIEU HUMAIN

La description du milieu humain vise une compréhension du contexte général dans lequel s'inscrit le projet d'une nouvelle prise d'eau sur le territoire du secteur Cap-Rouge de l'arrondissement Laurentien de la Ville de Québec.

Cette description englobe les éléments suivants : les limites administratives et le régime foncier en vigueur; les aspects socio-économiques; l'affectation du sol et le développement du territoire; l'utilisation du sol; les équipements et infrastructures; les activités récréatives et de villégiature ainsi que les sites et bâtiments patrimoniaux.

3.4.1 Limite administrative et régime foncier

La zone à l'étude est située sur le territoire de l'ancienne Ville de Cap-Rouge, en banlieue de Québec. Cette ancienne ville de même que 12 autres municipalités faisaient partie de la Communauté urbaine de Québec (CUQ). Or, depuis le 1^{er} janvier 2002, la nouvelle Ville de Québec regroupe 8 arrondissements, 11 des 13 municipalités autrefois membres de la CUQ, soit :

- Beauport;
- Cap-Rouge;
- Charlesbourg;
- Lac-Saint-Charles;
- Loretteville;
- Québec;
- Saint-Émile;
- Sainte-Foy;
- Sillery;
- Val-Bélair;
- Vanier.

Mentionnons en effet qu'en 2004, les résultats du référendum sur la défusion municipale ont fait en sorte que les villes de L'Ancienne-Lorette et de Saint-Augustin-de-Desmaures quitteront la Ville de Québec. Un comité de transition assure le processus de défusion actuellement engendré.

Cap-Rouge fait désormais partie de l'arrondissement Laurentien de la nouvelle Ville de Québec. Cet arrondissement inclut également l'ancienne ville de Val-Bélair et une partie de Sainte-Foy.

La Loi 170 prévoyait, en plus de la fusion des villes de l'ancienne CUQ pour former la Ville de Québec, la création de la Communauté métropolitaine de Québec (CMQ). Ainsi, Cap-Rouge fait également partie de la CMQ.

Les arrondissements de la nouvelle Ville de Québec ont compétence sur les services de proximité suivants :

- l'information auprès des citoyens;
- la consultation publique concernant des modifications aux règlements d'urbanisme qui toucheraient l'arrondissement;
- la délivrance des permis;
- la prévention des incendies;
- la voirie locale;
- l'enlèvement des ordures et des matières résiduelles;
- l'entretien des parcs et des équipements culturels et récréatifs locaux;
- le soutien financier aux organismes de développement économique local, communautaire et social;
- l'organisation des loisirs sportifs et socioculturels.

Le conseil d'arrondissement est assujéti aux mêmes règles de fonctionnement que le conseil municipal de la Ville de Québec, et peut formuler des avis et faire des

recommandations au conseil municipal sur le budget, sur l'établissement des priorités budgétaires, sur la préparation ou la modification du plan d'urbanisme, sur les modifications aux règlements d'urbanisme ou sur tout autre sujet que lui soumet le conseil municipal de la Ville de Québec. Le conseil d'arrondissement ne possède cependant pas le pouvoir d'emprunter ni d'imposer des taxes.

En ce qui concerne le régime foncier, la zone à l'étude regroupe plusieurs propriétaires riverains. La majorité des terrains sont de propriété privée et sont réservés à des usages résidentiels. Un important terrain appartient à la Ville de Québec; il correspond au terrain municipal où sont installés la station de pompage et le centre administratif de l'ancienne Ville de Cap-Rouge. C'est dans cette partie de la zone d'étude que les travaux auront lieu. Le terrain se trouve à l'intérieur des limites du cadastre de la paroisse de Saint-Félix du Cap-Rouge. Les premiers 250 m (grande et basse marée), dans l'axe nord-sud des travaux, correspondent au terrain appartenant à la Ville de Québec et à des terrains privés faisant l'objet de servitudes; les quelque 200 m de la zone des travaux qui s'avancent dans le fleuve sont la propriété du Gouvernement du Québec.

3.4.2 Aspects socio-économiques

Quelques données socio-démographiques et économiques sont présentées ci-après au lecteur. Celles-ci visent à tracer un portrait sommaire de la population du secteur de Cap-Rouge et, plus particulièrement, de la zone d'étude.

Selon les données du dernier recensement de Statistique Canada (recensement 2001), l'ancienne Ville de Cap-Rouge comptait 13 700 personnes en 2001, après avoir connu une diminution de 3,3 % de sa population par rapport au recensement de 1996; entre 1991 et 1996, la croissance n'avait été que de 0,4 %. En comparaison, pendant la période 1996-2001, la population augmentait de 3 % dans l'ensemble de l'arrondissement Laurentien.

La diminution de la population sur le territoire de Cap-Rouge survient après une croissance soutenue amorcée dans les années soixante-dix, et qu'a accompagné un important développement résidentiel. Entre 1971 et 1991, la population de Cap-Rouge a quintuplé, passant de 2 974 à 14 105. Pendant cette période, l'ensemble du secteur, incluant les villes de Sainte-Foy et Saint-Augustin-de-Desmaures, connaissait une très forte croissance, ce qui explique la demande accrue en eau potable au fil des ans.

La stabilisation récente de la population de Cap-Rouge est notamment attribuable au fait que le territoire de ce secteur est aujourd'hui en bonne partie développé. Sur le territoire de la zone d'étude, les espaces vacants disponibles pour les projets d'expansion résidentielle sont en nombre très limité.

Par ailleurs, il s'opère un vieillissement de la population du secteur de Cap-Rouge, si on considère que l'âge médian des résidants était de 40,7 ans en 2001. Il était de 33,2 ans en 1996. Ceci reflète généralement un affaiblissement de la vigueur démographique de la population.

De tout temps, le secteur de Cap-Rouge s'est identifié à une banlieue où le revenu moyen et le niveau de scolarité sont élevés. Le revenu médian des familles¹ y était de 83 713 \$ pour l'année 2001, soit plus de 33 000 \$ supérieur à la moyenne québécoise. Compte tenu que Cap-Rouge s'est développée surtout comme une banlieue, une majorité de résidants travaille à l'extérieur de son territoire, dans les différents secteurs d'activités de la grande région de Québec.

Le territoire du secteur de Cap-Rouge couvre une superficie de 6,81 km². La densité de la population est de 2 012 personnes/ km². Cette densité est représentative d'une banlieue composée principalement d'habitations de type unifamilial.

¹ Toutes les familles de recensement.

3.4.3 Affectation et développement du territoire

3.4.3.1 Schéma d'aménagement (Ville de Québec)

La zone à l'étude est régie par les intentions d'aménagement du schéma d'aménagement de la CUQ. Ce schéma doit être révisé afin d'intégrer les nouvelles intentions d'aménagement de la CMQ qui lui a succédé en 2002. Les dispositions du schéma d'aménagement actuel classent le territoire à l'étude dans les zones R-4 et RE-3, soit des zones à vocation principalement résidentielle. Ces dernières permettent les activités suivantes :

- habitation;
- administration et service;
- commerce et vente au détail;
- institution de nature locale;
- commerce de gros et industrie légère;
- conservation ;
- récréation de plein air ;
- récréation intérieure.

Il est à noter que dans le schéma d'aménagement, les berges du fleuve Saint-Laurent sont identifiées comme faisant partie du milieu écologique sensible sur l'ensemble du territoire de la CMQ.

Le projet de la nouvelle prise d'eau de Sainte-Foy, et dont le bloc de raccordement sera localisé à quelques mètres de la station de pompage existante, n'est pas en contradiction avec les orientations et les dispositions du schéma d'aménagement.

3.4.3.2 Plan d'urbanisme

L'ensemble de la zone à l'étude est régi par la réglementation d'urbanisme du secteur Cap-Rouge de l'arrondissement Laurentien de la Ville de Québec. Le plan d'urbanisme (règlement numéro 883-87) est en vigueur depuis 1987.

En rapport avec le territoire circonscrit dans la zone d'étude, le plan d'urbanisme privilégiait notamment la prolongation du réseau intermunicipal de parcs et d'espaces verts par le biais d'axes récréatifs, dont un emprunte l'axe du chemin de la Plage-Saint-Laurent. Il privilégiait également la consolidation du pôle d'activités communautaires sur les terrains de l'Hôtel-de-Ville, situé en bordure de la rue Saint-Félix, au nord de la zone d'intervention restreinte du projet.

En conformité avec les orientations du plan d'urbanisme, un parc linéaire a été aménagé le long de la rue Saint-Félix. Celui-ci est décrit plus en détails subséquentement.

Il est à noter que le Service de l'aménagement du territoire de la nouvelle Ville de Québec est à compléter le plan directeur d'aménagement et de développement qui définira les orientations d'aménagement pour l'ensemble de son territoire. L'adoption finale du plan directeur est prévue à la fin de l'année 2004. Pour le secteur de Cap-Rouge, les orientations d'aménagement visent principalement la consolidation du tissu urbain¹. Des consultations publiques sont prévues à ce sujet.

3.4.3.3 Zonage

Le zonage, qui traduit les orientations d'aménagement et l'affectation du sol définies par la Municipalité en termes réglementaires, détermine notamment les usages permis et proscrits dans les différents secteurs du territoire de Cap-Rouge. Étant donné que la zone d'étude se trouve sur le territoire de l'ancienne Ville de Cap-Rouge, le règlement de zonage de celle-ci

¹ Conversation téléphonique avec M. Serge Bédard du Service de l'aménagement du territoire de la Ville de Québec.

(règlement numéro 1151-95) est toujours en vigueur. Il inclut, pour la zone à l'étude, les zones et les utilisations du sol présentées au tableau 3-25.

Tableau 3-25 Zonage municipal dans la zone d'étude

Zonage	Numéro des zones	Description
CB	CB1, CB 2, CB 3 et CB 6	Commerce de vente au détail (de voisinage et local) Administration et services (de voisinage et local) Logements à l'étage Public (parc et espace vert)
PA	PA2	Public (parc, récréation, culture, service communautaire)
PB	PB4 et PB5	Public (parc, récréation, culture, éducation, service communautaire et culte)
PC	PC1	Public (équipement municipal, service communautaire)
PEV	PEV1	Public (parc, espace vert et centre d'interprétation)
RA/A	RA/A10, RA/A24, RA/A25, RA/A26 et RA/A27	Habitation unifamiliale isolée Public (parc et espace vert)
RA/B	RA/B11, RA/B12, RA/B13, RA/B14, RA/B37 et RA/B81	Habitation unifamiliale isolée et jumelée Public (parc et espace vert)
RB/B	RB/B 3	Habitation unifamiliale et multifamiliale (plex)
RD	RD1	Habitation multifamiliale (plex)
SR	SR2	Public et récréation (parc, équipement récréatif, culture, service communautaire)

Les limites du zonage sont montrées sur la carte présentant les éléments du milieu humain (carte 3-7). Pour plus de clarté, certaines zones ont été regroupées sur la carte telles que toutes les zones d'usage public (PA, PB et PC).

Comme le montre la carte 3-7, la zone d'étude est dominée par les zones d'usage résidentiel dans lesquelles s'insèrent des usages commercial, institutionnel et public (récréatif et communautaire). La zone d'intervention, où seront réalisés les travaux de construction, se situe dans une zone d'usage public (P) qui englobe la station de pompage existante ainsi que le centre municipal sis sur la rue Saint-Félix et dans une zone résidentielle unifamiliale (RA). Le projet tel que proposé est conforme à la réglementation de zonage en vigueur dans le secteur de Cap-Rouge.

Carte 3-7 Inventaire du milieu humain

Par ailleurs, une vérification auprès de la Commission de protection du territoire agricole (CPTAQ) a permis de valider qu'aucune zone agricole ne sera affectée par le projet à l'étude.

3.4.4 Utilisation du sol

La description de l'utilisation du sol porte sur les usages ainsi que sur les infrastructures présentes sur le territoire de la zone d'étude.

Les usages qui se trouvent sur le territoire de la zone d'étude sont les suivants :

- habitation;
- parc et espaces verts;
- public et institutionnel;
- commerce.

La zone d'étude est caractérisée par la présence de quartiers résidentiels de faible densité dans lesquels les chalets ont été remplacés par des résidences cossues. C'est notamment le cas le long du chemin de la Plage-Saint-Laurent qui borde le fleuve.

Le centre de la zone d'étude abrite un secteur d'usage public qui englobe le centre administratif de l'ancienne Ville de Cap-Rouge et la station de pompage existante. C'est à proximité de cette station que sera construit la chambre de raccordement de la nouvelle prise d'eau.

Les commerces occupent principalement les abords de la rue Saint-Félix, à l'extrémité est de la zone d'étude. Il s'agit surtout de commerces de desserte locale. On y trouve également quelques restaurants faisant partie de la structure touristique locale.

Une bande de végétation occupe tout le secteur correspondant à l'escarpement que longe le chemin de la Plage-Saint-Laurent. Quelques espaces verts aménagés sont aussi présents dans les secteurs résidentiels de la zone d'étude.

La zone à l'étude étant presque entièrement développée, aucun projet de développement majeur n'y est prévu.

3.4.5 Équipements et infrastructures

3.4.5.1 Transport et circulation

La zone à l'étude compte une douzaine de voies de circulation dont une seule majeure, soit la rue Saint-Félix. Celle-ci sert de collecteur principal et de lien fonctionnel entre les secteurs de Saint-Augustin-de-Desmaures, Cap-Rouge et Sainte-Foy.

Les autres rues à proximité du site du projet sont principalement composées de liens routiers de desserte locale de type « cul-de-sac » permettant d'accéder à des résidences.

Il est à noter que le site du projet borde le chemin de la Plage-Saint-Laurent qui s'avère être une voie de desserte locale. Celle-ci devient même une voie privée à l'ouest de la station de pompage. À cet endroit, la chaussée est relativement étroite, et est composée uniquement de deux voies de circulation. À son extrémité est, le chemin de la Plage-Saint-Laurent rejoint la rue Saint-Félix. Les camions et véhicules utilisés lors de la réalisation des travaux de construction de la nouvelle prise d'eau, principalement lors des travaux de remblayage, emprunteraient vraisemblablement la rue Saint-Félix de même que le chemin de la Plage-Saint-Laurent.

3.4.5.2 Services publics

Les infrastructures publiques présentes dans la zone d'étude réfèrent principalement aux infrastructures d'assainissement des eaux usées et d'approvisionnement en eau potable. Elles comprennent ainsi les installations de pompage d'eau brute de la Ville de Sainte-Foy (voir la localisation de la station de pompage existante sur la carte 3-7), et ses installations connexes, soit les conduites d'adduction qui amènent l'eau brute jusqu'à la station de pompage et la conduite servant à refouler l'eau provenant d'un puits pour faire fondre le frasil. Les eaux pompées sont acheminées à l'usine de traitement de Sainte-Foy.

Les infrastructures d'eau potable comprennent également le réseau d'aqueduc qui est relié à l'usine de traitement. Ce dernier dessert environ 120 000 résidants répartis sur le territoire des anciennes municipalités de Sainte-Foy, Cap-Rouge et Saint-Augustin-de-Desmaures. Soulignons que depuis l'automne 2002, l'usine de traitement de Sainte-Foy peut approvisionner également certains secteurs de l'ancienne Ville de Québec situés dans l'arrondissement Les Rivières. Il est à noter que certains terrains d'usage résidentiel sur la rive du fleuve sont équipés de petites stations de pompage.

En ce qui concerne l'assainissement des eaux usées, la plupart des résidences de la zone d'étude sont reliées au réseau d'égouts municipal. Les résidences du chemin de la Plage-Saint-Laurent sont desservies par un réseau municipal jusqu'au début du chemin privé, au niveau de la station de pompage.

3.4.6 Récréation et villégiature

Cap-Rouge offre de nombreux attraits qui font de ce secteur un endroit prisé tant pour les activités récréatives que touristiques. Sur le territoire de Cap-Rouge, le long du chemin de la Plage-Saint-Laurent, on note d'ailleurs encore aujourd'hui la présence de quelques résidences secondaires utilisées principalement durant la saison estivale. La proximité du fleuve Saint-Laurent, le caractère patrimonial du Vieux Cap-Rouge et des rues avoisinantes, la présence de l'escarpement, les paysages et vues sur le fleuve et ses rives sont autant

d'éléments d'intérêt qui expliquent la fréquentation de ce secteur par les villégiateurs et les promeneurs.

Les principaux équipements récréo-touristiques du secteur sont aménagés à l'extérieur de la zone d'étude. Il s'agit principalement de la marina et du parc nautique de Cap-Rouge, du parc Cartier-Roberval et du sentier de la plage Jacques-Cartier. Ce dernier comprend un sentier de 2,5 km qui débute à Cap-Rouge et se poursuit vers l'est jusqu'à l'intersection des chemins Saint-Louis et Pie-XII dans l'arrondissement Sainte-Foy – Sillery. Ce parc est très fréquenté les week-ends tant par la population locale que par les visiteurs de la grande région de Québec qui viennent y pratiquer la marche, le patin à roues alignées et autres activités. En semaine, l'achalandage est plutôt restreint et l'atmosphère paisible. Le parc est beaucoup plus fréquenté la fin de semaine. Les statistiques montrent que 300 000 personnes fréquentent chaque année le parc entre le 1^{er} mai et le 1^{er} octobre¹.

En ce qui a trait au parc nautique de Cap-Rouge, il est lui aussi très fréquenté. Existant depuis une quinzaine d'années, ce parc comprend principalement un bâtiment d'accueil ainsi que des quais flottants offrant plus ou moins 10 emplacements pour des embarcations. Les emplacements sont loués pour la saison estivale à des abonnés qui habitent la région de Québec. De nombreuses embarcations viennent également jeter l'ancre pour la journée dans la baie de Cap-Rouge (environ quinze embarcations les jours de forte affluence). Celles-ci sont généralement des voiliers d'au plus 25 pieds de longueur. Le parc peut aussi louer des places au sol (environ 20 places) pour de petites embarcations.

Le parc nautique offre en location un certain nombre d'équipements nautiques tels que des pédalos, dériveurs, kayaks et canots. Avec ses équipements, le parc peut accommoder jusqu'à 120 personnes au total².

¹ Discussion avec monsieur Michel Délage, Service des loisirs, des sports et de la vie communautaire de l'arrondissement Sainte-Foy - Sillery, juin 2003.

² Discussion avec monsieur Vincent Pelchat, responsable du parc nautique de Cap-Rouge, Service des loisirs, des sports et de la vie communautaire, Ville de Québec, juillet 2003.

Par ailleurs, plusieurs petits quais privés sont présents sur la rive du fleuve, notamment dans le secteur de Cap-Rouge. Les résidants de ce secteur les utilisent pour amarrer des embarcations légères telles que des canots et chaloupes. Aucun de ces quais n'est situé dans la zone des travaux.

De manière générale, le secteur de Cap-Rouge est très fréquenté par les plaisanciers qui apprécient la beauté de son paysage.

3.4.7 Sites et bâtiments patrimoniaux

D'importants travaux d'inventaire des sites et bâtiments patrimoniaux ont été réalisés pour le compte de la Ville de Cap-Rouge au cours des années 1990. Ils ont donné lieu à un projet de mise en valeur du patrimoine naturel et culturel sur tout le territoire de l'ancienne Ville de Cap-Rouge (Bergeron Gagnon inc., 1997). Des panneaux de signalisation ont été installés pour identifier les sites d'intérêt et un circuit patrimonial a été défini.

Selon la carte de la Société historique du Cap-Rouge, on recense 25 sites historiques, résidences et édifices publics d'intérêt patrimonial sur le territoire de la zone d'étude. Ils sont montrés sur la carte d'inventaire des éléments du milieu humain (carte 3-7).

En ce qui concerne les sites archéologiques, selon les informations reçues du ministère de la Culture et des Communications, un seul site figure à l'inventaire des sites archéologiques du Québec. Il s'agit du site CeEu-14 qui est localisé à l'extérieur de la zone d'étude.

3.5 MILIEU VISUEL

3.5.1 Méthodologie d'inventaire

L'analyse du paysage a pour but de caractériser les éléments visuels de la zone d'étude, de manière à permettre l'évaluation des impacts du projet sur ceux-ci. La caractérisation du paysage vise, à l'étape de l'inventaire du milieu, la description du paysage régional, des unités de paysage ainsi que des éléments particuliers du paysage. La définition des éléments du paysage à inventorier s'inspire de celle donnée dans la *Méthode d'étude du paysage pour les projets de lignes et de postes de transport et de répartition* d'Hydro-Québec (Groupe Viau inc. et Groupe-conseil Entraco inc., 1992.). Ces éléments sont définis comme suit :

- Le paysage régional fait référence au contexte géographique général, dans lequel s'insère la zone d'étude de la nouvelle prise d'eau de Sainte-Foy. Il constitue un territoire plus vaste que la zone d'étude proprement dite, et circonscrit les grandes caractéristiques physiographiques et végétales du milieu.
- L'unité de paysage est un espace ouvert possédant un caractère particulier, qui est limité par le relief ou par le couvert végétal à l'intérieur duquel, en principe, tous les points sont mutuellement visibles. L'unité de paysage correspond plus précisément à un espace qui se caractérise par un degré d'ouverture ou d'accessibilité visuelle distincte, et par un mode d'utilisation et d'organisation particulier. Les unités de paysage sont significatives lorsqu'elles contiennent un élément ou une certaine concentration d'éléments particuliers du paysage, et d'indicateurs sur la valorisation accordée par la population. Ces unités significatives constituent, en quelque sorte, les zones d'enjeux particuliers du paysage. À titre d'exemple d'unités de paysage significatif, mentionnons les sites naturels voués à la conservation de ressources et les sites culturels et patrimoniaux.
- L'élément particulier du paysage est un terme couramment utilisé afin d'identifier les composantes physiques du paysage qui permettent de le caractériser. Ce terme réfère généralement à des composantes physiques et structurales qui jouent un rôle déterminant dans la composition ou la configuration des paysages. Il s'agit notamment

des lieux d'observation stratégique, de lieux d'attrait visuel, de points de repère visuel et autres.

La carte 3-8 présente les éléments du milieu visuel.

3.5.2 Délimitation de la zone d'étude

La zone d'étude définie pour l'analyse visuelle du paysage correspond à la zone d'étude du projet, à laquelle on ajoute certains éléments et espaces représentatifs du paysage local. Ainsi, elle est délimitée au nord par la rue Saint-Félix, et les limites nord des terrains résidentiels des rues Lessard, Louise-Gadbois et Tracel. À l'est, la limite est définie par le tracel et une ligne imaginaire qui part du tracel et se prolonge dans le fleuve. La limite ouest est constituée de la limite de l'ancienne Ville de Cap-Rouge, à l'ouest de la rue Jean-Charles-Cantin. Au sud, la zone d'étude s'étend jusque dans le fleuve Saint-Laurent et comprend la zone d'intervention en eau.

La zone d'étude définie pour les besoins de l'analyse du paysage doit aussi comprendre les endroits d'où le site d'intervention est visible. Dans le cas du projet de la nouvelle prise d'eau, la zone inclut le parc de la plage Jacques-Cartier sur une longueur approximative d'un kilomètre, ainsi que le secteur du tracel de Cap-Rouge.

3.5.3 Inventaire des caractéristiques visuelles

Le texte qui suit décrit d'abord le paysage régional. Il fait également la description des unités de paysage qui caractérisent la zone d'étude, les corridors visuels et les points de repère. Des photographies montrant des éléments représentatifs du milieu à l'étude sont présentées à l'annexe 8.

Carte 3-8 Inventaire du milieu visuel

Paysage régional

La zone d'étude est située aux abords du fleuve Saint-Laurent, dans la vallée du Saint-Laurent. Dans ce secteur, la rive nord du fleuve est caractérisée par des escarpements rocheux qui peuvent atteindre 60 m de haut. Les parois rocheuses s'imposent dans le paysage de ce secteur, créant un décor naturel impressionnant. La présence des escarpements rocheux, du fleuve et de la rivière du Cap Rouge ont contribué à rendre ce secteur attrayant pour la villégiature qui s'y est développée principalement entre 1928 et 1943. Quoique le secteur se soit transformé peu à peu en banlieue résidentielle, plusieurs visiteurs continuent encore aujourd'hui à fréquenter Cap-Rouge afin de profiter de ses attraits touristiques et visuels.

Le secteur du Vieux Cap-Rouge caractérise également le paysage régional. L'agglomération urbaine est composée principalement de résidences et de commerces à l'architecture typique du milieu du 19^e siècle. La présence des berges du fleuve Saint-Laurent, qui sont identifiées comme faisant partie du milieu écologique sensible de la région de Québec, ajoute à l'attrait visuel de ce secteur.

Par ailleurs, la zone intertidale d'une largeur de 200 m qui, sous l'effet des marées, se couvre et se découvre, ainsi que les marais constituent des attraits visuels importants. La végétation est très éparse dans la zone intertidale, et le sol est relativement rocailleux. Le scirpe américain est l'espèce végétale dominante dans cette zone. L'accès à celle-ci est limité puisque les terrains qui la composent appartiennent en majorité aux propriétaires riverains.

3.5.3.1 Unités de paysages

Unité de paysage urbain

L'unité de paysage urbain englobe tout le développement résidentiel situé entre la rue Saint-Félix et l'escarpement à l'ouest de la rivière du Cap Rouge, ainsi que le Vieux Cap-Rouge localisé à l'est de la rivière.

L'unité de paysage urbain du secteur de la rue Saint-Félix est généralement constituée de maisons unifamiliales assez cossues qui ont remplacé les chalets au fil des ans. Ce quartier est fortement valorisé en raison notamment de l'attrait visuel que représente le fleuve Saint-Laurent pour les résidents.

Dans cette unité de paysage, les vues pour les observateurs mobiles, soit les usagers de la rue Saint-Félix, sont plutôt fermées et n'offrent pas d'accès visuel au site où seront réalisés les travaux de construction de la nouvelle prise d'eau.

L'unité de paysage urbain qui englobe le Vieux Cap-Rouge est à l'extérieur de la zone d'étude restreinte. Ce noyau urbain est très valorisé par les résidents de Cap-Rouge, les riverains ainsi que les visiteurs, notamment en raison de l'intérêt patrimonial et architectural que présente son cadre bâti. Le Vieux Cap-Rouge se compose d'un noyau villageois ancien, avec des artères commerciales relativement étroites, typiques du 19^e siècle. On y retrouve l'église et plusieurs bâtiments d'époque qui datent du milieu du 19^e siècle. Nombre de ces bâtiments abritent maintenant des commerces et des restaurants. On trouve aussi une école primaire au centre du noyau villageois. À la frange sud-ouest du Vieux Cap-Rouge, la vue sur le site d'intervention du projet est possible.

Unité de paysage boisé

Les unités du paysage boisées sont représentées par l'escarpement boisé qui longe le fleuve à partir de l'ouest de la rivière et du parc Cartier-Roberval qui se trouve en haut de l'escarpement jusqu'à l'est de la rivière du Cap Rouge.

L'escarpement boisé ajoute au caractère du corridor visuel que constitue le chemin de la Plage-Saint-Laurent. De l'extérieur du site, cet escarpement verdoyant domine les vues sur ce secteur, réduisant l'importance visuelle des bâtiments qui longent le fleuve à ses pieds.

Unité de paysage du fleuve Saint-Laurent

L'unité de paysage du fleuve Saint-Laurent se distingue par son étendue d'eau et ses vues ouvertes en amont et en aval sur la zone d'intervention. L'unité de paysage se limite visuellement au nord par l'escarpement caractéristique de Cap-Rouge. Elle offre aux plaisanciers une vue directe sur le site d'intervention lorsqu'ils naviguent sur le fleuve.

Des observateurs fixes auront une vue à partir de deux secteurs qui bordent cette unité de paysage, soit de celui situé au pied de l'escarpement, appelé la Plage-Saint-Laurent, et qui correspond à un ensemble résidentiel composé à l'origine de résidences de villégiature, et de la plage Jacques-Cartier, un parc linéaire situé à l'est de l'embouchure de la rivière du Cap Rouge.

Quoique la plage Jacques-Cartier soit située à l'extérieur de la limite de la zone d'étude du projet, elle constitue néanmoins un élément significatif du paysage. On y retrouve un petit regroupement de maisons à l'est du parc nautique. Le tissu urbain est relativement serré et les maisons, généralement d'apparence très soignée, sont implantées à proximité l'une de l'autre sur les deux côtés du chemin. Les lots étaient originalement prévus plutôt pour des résidences secondaires de plus petite taille que celles qui les ont remplacées au fil des ans.

Les résidants de ce secteur résidentiel ont une vue directe sur le site d'intervention du projet. Cependant, ils sont localisés à environ un kilomètre du site prévu des travaux.

Le Parc de la plage Jacques-Cartier est un sentier pédestre de 2,5 km qui s'étend du secteur résidentiel jusqu'à l'intersection des chemins Saint-Louis et Pie-XII dans l'arrondissement Sainte-Foy – Sillery. Ce sentier est très fréquenté et offre une vue ouverte sur le fleuve. À partir de ce dernier, le site prévu pour les travaux de construction de la nouvelle prise d'eau est visible. Cependant, une distance de plus d'un kilomètre sépare le site d'intervention de la plage Jacques-Cartier.

3.5.3.2 Corridors visuels

La zone d'étude abrite deux corridors visuels importants, soit la rue Saint-Félix et le chemin de la Plage-Saint-Laurent. Ces corridors possèdent des caractéristiques visuelles particulières qui contribuent à l'attrait visuel de la zone d'étude, en raison notamment des vues qu'ils offrent sur le fleuve.

La rue Saint-Félix définit la limite nord de la zone d'étude. Son extrémité est se trouve en contrebas d'un escarpement et se caractérise par la présence de commerces de desserte locale de part et d'autre de la route. Dans ce secteur, le tissu urbain s'apparente à celui du Vieux Cap-Rouge. À l'ouest du secteur commercial, les abords de la rue Saint-Félix font place à une utilisation résidentielle du sol de type unifamilial.

Sur la rue Saint-Félix, comme sur plusieurs routes avoisinantes, on ressent la dénivellation du terrain; la topographie du paysage est ondulée et caractérisée par une route en pente.

Sur cette rue, on retrouve aussi le parc linéaire appelé « le Corridor du Littoral » qui est constitué d'une piste polyvalente donnant accès aux piétons, cyclistes et autres promeneurs.

Les observateurs mobiles qui fréquentent le parc, de même que la rue Saint-Félix, n'auront pas de vues sur le site d'intervention.

Le site où se dérouleront les travaux se situe sur le chemin de la Plage-Saint-Laurent. Il s'agit d'une rue résidentielle très étroite (à peine une voie dans chaque direction) de desserte locale sans trottoirs. À l'ouest de la station de pompage existante, elle devient un chemin privé dont l'accès est limité. Le chemin est bordé des deux côtés par des maisons unifamiliales. Quoique ces habitations étaient à l'origine des chalets, ceux-ci ont été graduellement remplacés par des résidences cossues dont l'apparence est généralement très soignée. Il ne reste que quelques exemples de chalets. Les résidents de la plupart des maisons bordant le fleuve profitent de vues sur ce plan d'eau.

Le soin apporté aux terrains et aux habitations de ce secteur résidentiel met en évidence la valeur accordée par les résidents à cet endroit. Le chemin de la Plage-Saint-Laurent borde l'unité de paysage formée de l'escarpement qui, en raison de la végétation qui le colonise, donne un caractère plus intime et naturel au corridor visuel. Étant donné la densité d'habitations d'un côté et de la présence de l'escarpement de l'autre, les vues à partir du corridor visuel du chemin de la Plage-Saint-Laurent pour des observateurs mobiles sont assez fermées. La station de pompage, qui est située en bordure de cette rue, est visible sur une longueur de route assez réduite, soit sur environ 100 m de part et d'autre du bâtiment, tel que montré sur la carte 3-5. Seuls les résidents adjacents à la station de pompage auront une vue directe sur le site d'intervention.

3.5.3.3 Points de repère

Les points de repère décrits ci-après sont importants non seulement dans le contexte de la zone d'étude mais également à l'échelle régionale. Ils constituent des éléments visuels qui caractérisent le secteur de Cap-Rouge et l'ont rendu attrayant pour les villégiateurs et les touristes.

À l'embouchure de la rivière du Cap Rouge, on retrouve l'escarpement de roc qui donne au territoire un de ses plus importants points de repère naturel. Cet escarpement est encore plus important que celui du côté du chemin de la Plage-Saint-Laurent, dû à son inclinaison plus accentuée et à l'absence de couvert végétal. Cette formation géologique distincte est un point d'intérêt qui donne de l'importance à toute cette région.

Comme point de repère dans la zone d'étude, le tracel de Cap-Rouge, qui définit la limite nord-est de la zone d'étude, est particulièrement prédominant. Visible de presque partout dans le secteur environnant, cette imposante infrastructure ferroviaire enjambe la vallée formée par la rivière du Cap Rouge à une hauteur de 50 m, et s'étend sur une distance d'un kilomètre pour rejoindre la partie haute de l'escarpement situé à l'est de la rivière. Il n'y a aucun élément construit dans la zone entourant le tracel, ce qui rend cet élément encore plus impressionnant. Son architecture industrielle en acier rouillé est en contraste net avec l'aspect naturel de la rivière et de l'escarpement.

3.6 MILIEU SONORE

L'étude du milieu sonore actuel du secteur à proximité de la station de pompage de Sainte-Foy vise à établir le climat sonore qui prévaut actuellement dans les environs de celui-ci, afin de comparer par la suite l'impact prévisible de la construction et de l'exploitation d'une nouvelle prise d'eau à ce poste.

L'évaluation du climat sonore actuel a été réalisée à partir de mesures de bruit *in-situ* à différents emplacements à l'intérieur de la zone d'étude acoustique (carte 3-9).

Carte 3-9 Inventaire du milieu sonore

3.6.1 Zone d'étude acoustique

À l'intérieur de la zone d'étude définie dans le présent mandat, la problématique relative au bruit a été analysée principalement pour les zones dites sensibles au bruit, soit celles à vocation résidentielle et récréative, c'est-à-dire les lieux où le climat sonore constitue un élément essentiel pour l'accomplissement des activités humaines. Ainsi, la zone d'étude acoustique comprend seulement les secteurs aux abords de la station de pompage et le long du chemin de la Plage-Saint-Laurent jusqu'à la rue Saint-Félix. Ces secteurs sont les plus susceptibles d'être affectés par le bruit généré lors de la réalisation du projet, notamment par le camionnage.

3.6.2 Identification des sources de bruit

D'après les observations faites lors des relevés sonores, il semble qu'actuellement ce soit le bruit en provenance du fleuve (vagues, bateaux, etc.) qui a la plus grande influence sur le climat sonore de la zone d'étude acoustique. Par contre, il est possible de répertorier plusieurs sources de bruit dans les environs de la station de pompage. Parmi celles-ci, seulement quelques-unes pourraient être influencées dans le futur par la construction et l'exploitation de la nouvelle prise d'eau.

La principale source de bruit pouvant être influencée par le projet est la circulation routière sur le chemin de la Plage-Saint-Laurent.

La station de pompage actuelle constitue aussi une source de bruit pour les résidences adjacentes, comme il a été mentionné dans un mémoire réalisé le 18 mars 2003 par le Service de l'environnement de la Ville de Québec aux limites de terrain de la station de pompage. Dans le cadre de la présente étude d'impact, selon les informations actuellement disponibles, le bruit généré par la station de pompage n'a pas été considéré étant donné que celui-ci ne devrait subir aucune modification susceptible d'influencer ce bruit lors des phases de construction et d'exploitation de la nouvelle prise d'eau.

Toutefois, à la suite de plaintes déposées par des citoyens, une étude de bruit est actuellement en cours et des mesures correctives y seront proposées.

Un résumé du dossier de la Ville de Québec concernant les plaintes sur le bruit causé par la station de pompage est présenté à l'annexe 11.

3.6.3 Réglementation sur le bruit

Les critères de bruit qui ont guidé l'évaluation du climat sonore de la nouvelle prise d'eau ont été basés sur les recommandations du ministère de l'Environnement du Québec (MENV) au niveau de la phase de construction seulement, puisque le bruit généré actuellement par la station de pompage ne devrait subir aucun changement lors de la phase d'exploitation.

Le MENV ne possède pas de normes pour les niveaux de bruit applicables aux chantiers. Dans ce contexte, la pratique administrative suivie par le Ministère est présentée à l'annexe 10 de la note d'instruction 98-01 intitulé « Objectifs de niveaux sonores des chantiers de construction pour des projets soumis à la procédure d'évaluation et d'examen des impacts sur l'environnement », et qui définit des critères de bruit à respecter dans le cadre d'un chantier de construction, tel que le projet de la nouvelle prise d'eau. Ainsi, les niveaux sonores tolérables à ne pas dépasser, d'après les recommandations du MENV sur les bruits de chantier, sont présentés au tableau 3-26.

Tableau 3-26 Niveaux sonores tolérables pour les chantiers de construction

Période	Niveau sonore Leq toléré
7 h 00 à 19 h 00	55 dBA ou le niveau de bruit ambiant avant travaux, si supérieur
19 h00 à 7 h 00	45 dBA ou le niveau de bruit ambiant avant travaux, si supérieur

Source : MENV, note d'instruction 98-01, annexe 10.

Le niveau de bruit ambiant avant travaux représenté par le L_{eq} (niveau équivalent) est mesuré pour la période de jour entre 7 h 00 et 19 h 00 et pour la période de nuit entre 19h00 et 7h00. Les niveaux sonores sont mesurés à la limite de propriété des résidences. Puisque le chantier doit se dérouler uniquement durant le jour, à l'exception de l'insertion de la conduite dans la gaine qui devra s'effectuer sur 2 ou 3 jours consécutifs, seule la période de 7h00 à 19h00 a été considérée.

Il est à noter également que si l'entrepreneur éprouve de la difficulté avec le contrôle de la bentonite pour maintenir le sol en place, les travaux devront se prolonger en dehors des périodes normales de travail.

De plus, la note d'instruction 98-01 mentionne également :

« que si des dépassements ne peuvent être évités, le promoteur doit les justifier et préciser les travaux mis en cause, leur durée et les dépassements prévus. Le promoteur doit alors démontrer qu'il a pris toutes les mesures raisonnables d'atténuation sonore afin de limiter le plus possible ces dépassements. »

3.6.4 Définition des paramètres acoustiques

Les sources de bruit relatives à ce projet sont variables dans le temps et en intensité. Le paramètre qui tient compte des fluctuations dynamiques du bruit est le niveau de bruit continu équivalent (L_{eq}), lequel correspond au niveau de bruit continu ayant la même énergie sonore que le bruit discontinu.

L'analyse statistique, pour sa part, permet de représenter les variations du niveau de bruit durant une période d'analyse. Les valeurs statistiques sont habituellement indiquées en pourcentage du temps de la période d'analyse. Les valeurs couramment utilisées sont : $L_{1\%}$, $L_{10\%}$, $L_{50\%}$, $L_{90\%}$, $L_{95\%}$ et $L_{99\%}$. Par exemple, la valeur $L_{1\%}$ représente le niveau de bruit atteint ou dépassé pendant 1 % du temps de la période d'analyse, c'est-à-dire que durant 1

% du temps, le niveau de bruit se trouve égal ou supérieur à cette valeur et que durant 99 % du temps, le niveau de bruit se trouve à un niveau inférieur à cette valeur. La valeur $L_{95\%}$, considérée généralement comme le bruit de fond, représente le niveau de bruit atteint ou dépassé pendant 95 % du temps de la période d'analyse.

3.6.5 Évaluation du climat sonore actuel

L'évaluation du climat sonore actuel dans la zone d'étude du milieu sonore a été effectuée en mesurant le niveau de bruit ambiant à différents emplacements susceptibles d'être affectés par le projet de la nouvelle prise d'eau. La position de ces points de mesure a été déterminée en considérant la position éventuelle d'équipements de chantier bruyants ou des activités de camionnage lors de la réalisation du projet. La localisation de ces différents points de mesure est présentée à la carte 3-9. De plus, le dénombrement des véhicules circulant sur le chemin de la Plage-Saint-Laurent durant les mesures a aussi été effectué selon les deux catégories suivantes : voiture et camion.

Les mesures de bruit ont été effectuées les 15 et 16 mai 2003 en période diurne. Elles ont été réalisées à trois (3) emplacements différents (points n^{os} 1, 2 et 3) situés dans la zone résidentielle. La première journée de mesure s'est déroulée lorsque les conditions climatiques étaient adéquates, soit avec un ciel dégagé, des vents du nord-est de 15 à 20 km/h, une température de 10°C et une chaussée sèche. La deuxième journée, le ciel était dégagé avec une température variant entre 8 et 16°C et des vents de l'est de 5 à 15 km/h. Dans chacun des cas, l'échantillonnage du bruit s'est fait par segment de 60 minutes. De deux à trois segments (A, B, C) consécutifs ont été relevés à chaque emplacement.

Les équipements utilisés pour les mesures de bruit ont été les suivants :

- sonomètre Larson Davis, modèle 824;
- calibre Larson Davis, modèle CAL200.

L'appareil a été calibré avant chaque séance de mesure, et vérifié après les séances de mesures. Les cartouches de microphones ont été munies d'une boule antivent tout au long des mesures de bruit. Lors des relevés sonores sur le terrain, le sonomètre a été placé à 1,5 mètre au-dessus du sol et à au moins 3 mètres de tout bâtiment ou surface réfléchissante.

Le tableau 3-27 présente les résultats obtenus lors de la campagne de mesure.

Le niveau de bruit ambiant (L_{eq}) moyen, en période diurne, aux points 1, 2 et 3 de la zone d'étude est de l'ordre de 52 dBA et ce, à une hauteur de 1,5 mètre par rapport au sol.

Selon les observations sur le terrain, la principale source de bruit dans le secteur des points n^{os} 1 et 2 est le fleuve Saint-Laurent, avec à l'occasion, la station de pompage. Au point n^o 3, les principales sources de bruit semblent provenir du trafic sur les artères principales situées plus au nord (rue Saint-Félix) et sur le chemin de la Plage-Saint-Laurent.

Tableau 3-27 Valeurs des paramètres statistiques et comptages obtenus aux points de mesure en dB(A)

Date	15 mai 2003		16 mai 2003					
Stations	1B	1C	2A	2B	2C	3A	3B	3C
Paramètres	121, chemin de la Plage St-Laurent		102, chemin de la Plage St-Laurent			7, chemin de la Plage St-Laurent		
L_{eq} dB(A)	56,1	52,9	53,5	42,9	46,9	51,0	51,9	50,1
$L_{1\%}$ dB(A)	63,7	57,2	61,4	54,4	58,4	61,8	62,0	61,7
$L_{10\%}$ dB(A)	56,7	54,0	59,8	48,6	51,5	56,0	56,0	55,8
$L_{50\%}$ dB(A)	54,9	52,4	46,1	37,1	37,8	45,7	45,7	45,7
$L_{90\%}$ dB(A)	52,0	51,1	35,7	34,9	35,6	41,8	41,7	41,7
$L_{95\%}$ dB(A)	51,4	50,8	35,2	34,6	35,2	40,8	40,9	40,8
$L_{99\%}$ dB(A)	50,8	50,3	34,5	34,0	34,7	39,3	39,4	39,1
Début	11 h 10	12 h 10	11 h 00	12 h 00	12 h 59	7 h 50	8 h 50	9 h 52
Durée	60 min	60 min	60 min	±60 min	60 min	60 min	60 min	±60 min
Voitures	22	19	26	34	51	75	59	58
Camions	1	2	0	0	1	5	0	3

En moyenne, lors des relevés sonores, il y a eu environ 40 voitures et 2 camions par heure qui ont circulé sur le chemin de la Plage-Saint-Laurent. L'évaluation du niveau de bruit, généré uniquement par la circulation routière sur cette route, a été réalisée à partir de l'abaque de Hajek (Micheron, 1980) en fonction du débit, du pourcentage de véhicules lourds, de la vitesse et de la distance avec le récepteur. Ainsi, la contribution sonore de la circulation routière est estimée actuellement 52 dB(A) à 9 m de la route, en considérant une vitesse de 30 km/h.

À partir des mesures et d'après les recommandations du MENV, les niveaux sonores maximaux permis aux résidences pendant la durée des travaux de construction sont donc de 55 dB(A) en période diurne, puisque le niveau ambiant actuel est inférieur à cette valeur.

4 CONCEPTION TECHNIQUE DU PROJET

4.1 DESCRIPTION DES INSTALLATIONS

La prise d'eau proposée est située à environ 450 m de la station de pompage. À cet endroit, la profondeur d'eau varie entre 8 m et 14 m selon le cycle de marée.

Afin de minimiser les risques d'obstruction par le frasil, les herbes et les autres matières en suspension et aussi de diminuer les possibilités d'entraînement des sédiments par la prise d'eau ou leur accumulation à proximité des ouvertures, un ensemble de critères de conception a été retenu.

Le bloc de prise d'eau a été dimensionné de façon à répondre à ces critères, tant du point de vue hydraulique que les autres aspects reliés au bon fonctionnement de la prise d'eau et ce, afin d'offrir la meilleure performance possible. Ces critères sont décrits aux sections suivantes.

4.1.1 Critères de conception

Les critères de conception retenus sont les suivants :

- Débit de conception de 1,58 m³/s correspondant à la capacité nominale de l'usine de traitement, soit 136 400 m³/j.
- Vitesse à l'entrée de la prise d'eau ne dépassant pas 0,1 m/s afin de minimiser les risques d'entraînement de frasil, d'herbes et de sédiments (les vitesses à la prise actuelle sont de l'ordre de 0,3 m/s).
- Vitesse d'auto-curage au niveau du radier et à l'entrée des conduites.
- Dégagement minimum de 0,8 m entre la partie inférieure des ouvertures de la prise d'eau et le lit du fleuve pour éviter d'aspirer des sédiments (les ouvertures de la prise d'eau existante sont au niveau du lit du fleuve).

- Orifices du bloc de prise munis de grilles à barreaux verticaux¹ (comme à la prise actuelle) afin d'empêcher l'introduction de débris grossiers. L'espacement entre les barreaux est de 16,5 cm.
- Injection d'eau souterraine provenant du puits existants n° 6 à l'entrée des ouvertures afin de contrer les effets d'obstruction attribuables au frasil.
- Système de pulsion d'air (Consultant Carter, 2004).

4.1.2 Bloc de prise d'eau

La conception du bloc de prise d'eau en béton vise à répondre le plus adéquatement possible aux critères hydrauliques fixés, afin d'assurer le bon fonctionnement de l'ouvrage. De plus, ce dernier sera équipé d'un système d'injection d'eau souterraine et d'un système d'air sous pression afin de prévenir, ou du moins d'atténuer les problèmes associés à la présence de frasil rencontrés dans l'exploitation de la prise d'eau actuelle.

Afin de minimiser les risques de blocage des orifices de la prise d'eau, les ouvertures sont placées parallèlement à l'écoulement du fleuve Saint-Laurent et le design du bloc prend une forme de caisson qui s'allonge dans le sens des courants. Étant donné que la surface du bloc de prise d'eau est recouverte de 5,4 m d'eau lors de la grande marée basse, il s'avère souhaitable de protéger le caisson contre les glaces dérivantes à l'aide d'avant-becs triangulaires en béton massif (voir plan, annexe 13).

Afin de limiter les vitesses aux orifices à moins de 0,1 m/s, pour un débit de conception de 1,58 m³/s, la surface totale efficace des orifices doit être d'au moins 15,8 m². Compte tenu des pertes de charges associées aux barreaux des grilles, une superficie supplémentaire est ajoutée, de sorte que la superficie totale nécessaire des orifices est de 20 m². Afin de réduire les dimensions de l'ouvrage, il est préférable de percer les deux côtés du bloc de

¹ Étant donné l'expérience acquise avec la prise d'eau existante qui nécessite le recours à des plongeurs afin de dégager les herbes agglutinées sur les grilles, il est préférable de ne recourir qu'à des barreaux verticaux seulement.

prise d'eau afin d'y aménager les ouvertures requises dans les directions nord et sud, soit parallèle au sens de l'écoulement des eaux.

Le caisson répondant le mieux à l'ensemble de ces éléments est présenté sur le plan fourni à l'annexe 13. Les principales caractéristiques sont les suivantes (Groupe-Conseil Lasalle, 1994 et Carter Consultant, 2004) :

- caisson de 3 m de largeur et de 3 m de hauteur au-dessus du lit, et d'environ 10 m de longueur, prolongé par des avant-becs triangulaires pour une longueur totale de 18 m (superficie de 54 m²);
- quatre fenêtres frontales rectangulaires, chacune ayant 1,25 m de hauteur et 4 m de longueur et situées de chaque côté du caisson, de part et d'autre de la cloison médiane;
- la base des fenêtres est située à 0,8 m au-dessus du lit du fleuve, munies de barreaux verticaux espacés de 165 mm fixés à l'intérieur du caisson;
- raccordement sous-terrain du caisson aux conduites d'eau brute assurant l'entonnement, la mise en vitesse et l'auto-curage vers les conduites.

L'inspection et l'entretien du bloc de prise d'eau seront effectués par des plongeurs comme c'est le cas présentement. Il s'agit essentiellement d'effectuer une vérification visuelle de l'état des grilles et du système de dégel de frasil. Au besoin, les grilles peuvent être dégagées manuellement. Selon les recommandations des plongeurs, les éléments suivants sont prévus :

- chaque grille d'une largeur de 4,0 m et d'une hauteur de 1,25 m sera munie à ses extrémités d'un système de peinture simple et robuste en bas, et d'un système à emboîtement en haut;
- quatre points d'ancrage (œillets) pour que les plongeurs puissent s'attacher;
- trappe d'accès d'une grandeur minimum de 1,5 m x 1,5 m avec ouverture dans le sens du courant;
- main-courante sur le dessus de la trappe d'accès;
- système d'air opéré à partir de la station de pompage existante et incorporé au système de dégel.

4.1.3 Conduites d'amenée

Les conduites d'amenée peuvent être de deux types, selon la méthode de travail retenue :

- conduites en polyéthylène haute densité de 1 118 mm, IPS-DR-17 avec un diamètre intérieur de 978 mm si la méthode du forage directionnel est retenue;
- conduites Hyprescon en béton-acier de 1 067 mm avec un diamètre intérieur de 1 050 mm si la méthode en tranchée est retenue.

Dans les deux cas, les conduites sont placées dans la partie inférieure du bloc de prise d'eau et ne seront pas obstruées par des débris. En effet, les débris qui pourraient pénétrer dans le caisson seront assez fins pour être transportés en suspension par un courant de 0,1 m/s (vitesse aux grilles). Ils seront donc aspirés par les vitesses augmentant progressivement jusqu'à 1,8 m/s à l'entrée des conduites. Ils chemineront à l'intérieur des conduites jusqu'au puits de pompage.

Il est prévu d'aménager une fosse de quelques dizaines de centimètres au fond du caisson, sous le radier des conduites, afin de recueillir les débris de plus grandes dimensions, lors des visites d'entretien.

4.1.4 Conduites de dégel

Le système de dégel projeté pour combattre le frasil est semblable à celui qui existe actuellement. Les paragraphes suivant font la description des principaux éléments qui le composent.

Une conduite de dégel en polyéthylène haute densité de 200 mm de diamètre, DR-13, sera installée dans la même tranchée que la conduite d'eau brute. Si la méthode du forage directionnel est utilisée, un forage supplémentaire sera requis pour l'installation de la conduite de dégel. Celle-ci sera reliée à la pompe existante au puits n° 6, dont la capacité est de 37 L/s.

Le système d'injection de l'eau souterraine provenant du puits sera composé de conduites de 100 mm de diamètre, placées horizontalement en haut et en bas de chaque grille. Ces conduites seront placées devant les grilles, pratiquement encastrées dans le béton du caisson, afin de les protéger des chocs occasionnés par les corps flottants. De plus, ce design assure un certain confinement de l'eau souterraine provenant du puits qui se mélange à l'eau aspirée au droit des grilles. Des buses seront placées avec un espacement de 165 mm devant chaque barreau. Elles comporteront chacune un orifice de 5 à 10 mm de diamètre, formant un jet vertical. Ainsi, un véritable rideau d'eau souterraine plus chaude provenant du puits devant les grilles sera formé pour pallier au problème d'obstruction par le frasil.

Pour permettre l'injection de chlore aux grilles, advenant la présence de la moule zébrée, il est prévu que la conduite de dégel passe par l'intérieur de la station de pompage des eaux brutes. Un système de chloration injectera le chlore dans la conduite de dégel et l'eau chlorée sera ainsi acheminée aux grilles. Mentionnons que des concentrations de chlore résiduel variant entre 0,5 et 1,0 mg/L sont efficaces pour le contrôle des moules zébrées (Capitol Controls Co inc., 1994).

4.1.5 Pulsion d'air sous pression

La conduite de dégel, de même que les buses qui diffusent l'eau plus chaude à l'entrée du bloc de prise seront utilisées conjointement à un compresseur d'air qui injectera de l'air sous pression (Carter Consultant, 2004). Ce système contribuera davantage à déloger le frasil qui pourrait s'être accumulé sur le bloc de prise d'eau. La conduite de dégel de 200 mm de diamètre passera par la station de pompage existante et de là, il sera possible d'injecter un fort débit d'air dans la conduite à partir d'un compresseur d'air.

4.2 DESCRIPTION DES TRAVAUX

Deux méthodes de construction ont été envisagées pour construire la nouvelle prise d'eau, soit :

- la méthode en tranchée;
- la méthode par forage directionnel.

La présente section décrit en détail les travaux requis pour chacune des deux méthodes proposées, et les aménagements communs, soit le bloc de prise d'eau, la chambre de raccordement et la remise en état des lieux.

4.2.1 Méthode en tranchée

La méthode en tranchée se divise en deux parties, soit une première partie en zone intertidale d'une longueur de 90 m (chaînages 0+000 à 0+090), et une deuxième partie en zone immergée d'une longueur de 360 m (chaînages 0+090 à 0+450). Dans les deux zones de travail, les étapes de construction sont les suivantes :

- mobilisation et installation de chantier;
- dynamitage (requis sur 130 m des chaînages 0+000 à 0+130);
- excavation et disposition des matériaux en surplus;
- pose des conduites;
- remblayage.

4.2.1.1 Travaux en zone intertidale (0+000 à 0+090)

Mobilisation et installation de chantier

La mobilisation des équipements et des espaces d'entreposage requis pour la réalisation du projet nécessitera des travaux d'aménagement de terrain. Ces travaux consistent à aménager une plate-forme d'entreposage avec des matériaux de remblai sur le terrain gazonné appartenant à la Ville, situé à l'est de la station de pompage. Au besoin, le chemin de la Plage-Saint-Laurent sera détourné dans le stationnement existant situé en face du terrain gazonné pour permettre une zone de travail plus grande et plus sécuritaire et aussi, maintenir un accès aux résidants. Une aire de travail sera aménagée à l'est de la station pour y installer des roulottes, des toilettes, des bacs à déchets et des entrepôts pour les petits équipements, l'outillage et les matériaux. Cette section sera clôturée afin de rendre l'endroit plus sécuritaire. Ces travaux dureront approximativement 15 jours et nécessiteront le travail d'un boueur, d'un chargeur ainsi que de camions et de petits outillages.

Machinerie et équipement

L'équipement requis pour l'excavation (dragage), l'installation des conduites et le remblayage est le suivant :

- barge de 43 m x 10 m x 2,5 m de dimension, munie d'un minimum de 2 pieux d'ancrage;
- excavatrice d'une capacité de 4 m³, soit avec clam hydraulique ou bras allongé permettant l'excavation à 14 m de profondeur;
- remorqueur d'une puissance de 650 HP et de 24 m de longueur;
- bateau de travail d'une puissance de 500 HP et de 12 m de longueur;
- barge d'installation des conduites de 43 m x 10 m x 2,5 m de dimension avec 2 ou 3 pieux d'ancrage. Grue de 80 tonnes minimum. Clam 3 m³ pour le nettoyage de la tranchée et la pose de la pierre concassée;
- barge de transport pour matériaux d'une capacité de 400 tonnes avec treuil;
- deux barges « dompeuses » d'une capacité minimale de 250 m³.

À cet équipement s'ajoute une équipe de plongeurs composée de cinq hommes, afin de permettre le travail simultané de deux plongeurs sous l'eau.

Compte tenu que le matériel d'excavation est entreposé dans les chalands, une partie de ce matériel devra être entreposée à quai, avant d'être réutilisée pour le remblayage de la tranchée.

Dynamitage

Les travaux de dynamitage comprennent trois activités, soit le forage, le bourrage et le dynamitage. Le forage sera effectué à marée basse tout le long de la tranchée, avec un patron de forage adéquat pour réduire les vibrations, et une profondeur moyenne de 7 m. Les parois de la tranchée auront des pentes de 5 dans 1 (5V:1H). Étant donné que le dynamitage se déroulera à marée basse, deux séances de forage ou plus, au besoin, sont

prévues lors des deux marées basses de jour. Si possible, les forages seront réalisés entre 7h00 et 19h00. L'opération de bourrage¹ se fera lorsque les trous auront été forés. Le sautage sera réalisé à marée haute.

La durée des travaux de dynamitage est estimée à 11 jours. Une attention particulière sera portée à la protection des conduites d'amenée existantes. Pour ce faire, les forages seront arrêtés à quelques mètres au devant des conduites existantes. La section résiduelle sera par la suite excavée avec une pelle hydraulique munie d'un marteau pneumatique. De cette façon, les conduites existantes seront protégées et soutenues, de façon à assurer un approvisionnement continu en eau brute à la station de pompage.

Excavation de la tranchée

L'excavation du matériel dynamité sera exécutée à l'aide d'une pelle hydraulique munie d'un godet d'une capacité de 3 m³. Le matériel excavé sera mis en pile du côté est de la tranchée et sera réutilisé comme remblai ultérieurement. L'excavation de tranchée se fera par section de 15 m. La profondeur moyenne d'excavation sera de 7 m, pour un volume d'excavation total évalué à 4 400 m³. La durée de l'excavation est estimée à 14 jours, incluant le soutènement des conduites existantes.

La figure 4-1 présente une vue en plan schématique de l'aspect de la tranchée. Mentionnons que cet aspect dépend de la compaction du matériel excavé, et des pentes recommandées par le laboratoire de géotechnique (LEQ, 2003b). La figure 4-2 présente les coupes-types de la tranchée.

¹ Bourrage : opération consistant à rendre étanche un joint en y insérant une bourre² à coup de matoir.

² Bourre : matière inerte servant à maintenir en place une charge.

Figure 4-1 Vue en plan de la tranchée en fonction du matériel rencontré et des pentes recommandées par le laboratoire LEQ

Figure 4-2 Coupes-types de la tranchée

Pose des conduites

La pose des conduites sera effectuée immédiatement après l'excavation de la tranchée. Dans un premier temps, le travail consistera à nettoyer la tranchée de façon à obtenir un fond d'excavation rectiligne. Par la suite, une couche d'environ 300 mm de pierre nette de calibre 20 mm y sera déposée pour former l'assise de la conduite (volume d'environ 110 m³). Puis, la conduite d'amenée de 1 050 mm en béton-acier de type Hyprescon, avec joints subaquatiques, sera installée au fond de la tranchée. La conduite de dégel de 200 mm en polyéthylène haute densité sera finalement installée dans le haut de cette même tranchée (voir coupe-type au plan à l'annexe 13). La durée de la pose des conduites, livrées au chantier en longueur de 14,6 m, est évaluée à 3 jours.

Remblayage

Le remblayage sera effectué avec de la pierre nette jusqu'à une épaisseur de 300 mm au-dessus des conduites. Le reste de la tranchée sera remblayé avec le matériel d'excavation. Le volume de pierre nette nécessaire au remblai des conduites, incluant l'assise, est évalué à 470 m³ et celui du matériel d'excavation réutilisé à 3 180 m³ (tient compte du facteur de foisonnement et du volume de la conduite d'amenée). Tout le matériel excédentaire, soit environ 640 m³, sera transporté et disposé hors du chantier dans un site autorisé par le MENV. Cela représente environ 80 voyages de camions 10 roues. Le remblayage sera effectué en deux parties, d'abord avec une pelle hydraulique et ensuite à l'aide d'un bélier mécanique sur chenille (hauteur). La pelle déposera du remblai au-dessus de la pierre nette jusqu'à une hauteur d'environ 2,2 m, et le bouteur poussera le reste des matériaux sur ce remblai. De cette façon, le risque de bris et/ou de déplacement des conduites est réduit au minimum. Le remblayage sera effectué par section de 15 m. La durée des travaux de remblayage est estimée à 9 jours.

4.2.1.2 Construction en zone immergée (0+090 à 0+450)

Dynamitage (0+090 à 0+130)

Les travaux de forage en zone immergée seront réalisés à partir d'une barge, avec un patron de forage adéquat pour réduire les vibrations causées par les détonations. La profondeur des forages variera de 0 à 8 m, pour une profondeur moyenne de 4 m. Puisque le forage s'effectuera à partir d'une barge, les marées n'influenceront pas les travaux, ces derniers seront exécutés entre 7h00 et 19h00. La durée des travaux est estimée à 5 jours, ce qui inclut le bourrage et le sautage.

Excavation de la tranchée (roc : 0+090 à 0+130, mort terrain 0+090 à 0+450)

L'excavation du matériel sera effectuée à l'aide d'une pelle hydraulique ou une grue munie d'un godet d'une capacité de 3 m³. Le matériel excavé sera mis en pile sur le côté est de la tranchée et sera utilisé ultérieurement comme remblai. Les pentes d'excavation dans le roc seront de 5H:1V, et celles dans le mort terrain seront de 1V:3,5H. Le volume total d'excavation dans le mort terrain est évalué à 24 200 m³ tandis que du matériel dynamité est évalué à environ 400 m³, pour un total de 24 600 m³. L'excavation se fera par section de 15 m. La durée des travaux d'excavation est évaluée à 43 jours.

Pose des conduites

La pose des conduites sera effectuée immédiatement après l'excavation de la tranchée. Ce travail consistera à nettoyer la tranchée. La conduite d'amenée de 1 050 mm en béton-acier de type Hyprescon, avec joints subaquatiques, sera installée au fond de la tranchée. La conduite de dégel de 200 mm en polyéthylène haute densité sera installée dans le haut de la tranchée (voir coupe-type au plan à l'annexe 13). La durée de la pose des conduites est évaluée à 14 jours.

Remblayage

Le remblayage sera effectué avec de la pierre nette jusqu'à une épaisseur de 300 mm au-dessus des conduites. Le reste de la tranchée sera remblayé avec le matériel d'excavation. Le volume de pierre nette nécessaire au remblai des conduites, incluant l'assise, est évalué à 5 710 m³ et celui du matériel d'excavation réutilisé à 18 130 m³. Le matériel excédentaire, soit environ 6 210 m³, sera transporté et disposé hors du chantier dans un site autorisé par le MENV.

La machinerie utilisée pour effectuer le remblayage sera une pelle hydraulique ou une grue installée sur une barge. Le matériel excédentaire sera transporté par barge à quai et, par la suite, chargé et transporté jusqu'à un site de disposition autorisé par le MENV. Cela représente environ 780 voyages de camions 10 roues. Un résumé des volumes de déblai-remblai pour la méthode en tranchée est montré sur le tableau 4-1. La durée des travaux de remblayage est évaluée à 30 jours.

Tableau 4-1 Volume de déblai-remblai pour aménager la prise d'eau selon la méthode en tranchée

Zone	Déblai (m³)	Pierre nette (m³)	Excavation réutilisée (m³)	Matériel à disposer hors site (m³)
Intertidale roc (0+000 à 0+090)	4 400	470	3 180	640
Immergée roc et mort terrain (0+090 à 0+130)	2 100	210	1 530	310
Immergée mort terrain (0+130 à 0+450)	22 500	5 500	16 600	5 900
Sous-total immergée	24 600	5 70	18 130	6 210
Total	29 000	6 180	21 310	7 690

4.2.1.3 Transport et circulation

Mobilisation et installation du chantier

Lors de la mobilisation de chantier, il y aura de la circulation générée par la construction de l'aire de travail. Ce travail consistera à effectuer un remblai avec du matériel de classe « B », dont le volume est évalué à environ 3 800 m³, terminé par une surface de roulement

aménagée avec de la pierre concassée ou du roc provenant du dynamitage de la tranchée. Un camion 10 roues et un bouteur effectueront ces tâches sur une période de huit jours.

Livraison de matériel, conduites, etc.

La livraison de matériel se fera en bonne partie au début des travaux et inclura la mise en réserve de la pierre de 20 mm, l'entreposage des conduites et de divers items nécessaires à l'installation des conduites. La pierre nette livrée par camions sera réservée pour le tronçon compris dans la zone intertidale. En ce qui a trait à la livraison de pierre nette requise pour les travaux en zone immergée, celle-ci sera assurée avec le transport par barge. La livraison de matériel se fera tout au long des travaux, en suivant le rythme de progression des différentes étapes de construction, de façon à minimiser l'espace d'entreposage requis par l'entrepreneur pour les travaux.

Construction en zone intertidale

Lors de la construction, des camions 10 roues circuleront dans cette zone pour effectuer le chargement et le transport d'une partie du matériel de déblai hors du chantier vers les sites de disposition. De plus, une grue et une pelle hydraulique effectueront la mise en place des conduites dans la tranchée. Dans le secteur où il y aura du roc à excaver, soit du chaînage 0+000 à 0+130, l'entrepreneur pourra disposer le matériel d'excavation sur l'estran (figure 4-1).

Le tableau 4-2 présente un résumé du nombre de camions qui circulera sur le chemin de la Plage-Saint-Laurent à chacune des étapes de travail du projet.

Tableau 4-2 Nombre de voyages de camions sur le chemin de la Plage-Saint-Laurent

ÉTAPES DES TRAVAUX	VOLUME (m ³)	NOMBRE DE VOYAGES DE CAMIONS ⁽¹⁾	DURÉE (jours)
MÉTHODE EN TRANCHÉE			
Mobilisation et installation du chantier	3 800	475	8
Chambre de raccordement	1 000	106	76
Démobilisation du chantier	4 600	575	15
Zone intertidale (0+000 à 0+090)	1 110	139	5
	conduites	6	2
Zone immergée (0+090 à 0+130)	520	65	---
	conduites	3	2
(0+130 à 0+450)	---	---	---
Total	11 020	1 369	108
MÉTHODE PAR FORAGE DIRECTIONNEL			
Mobilisation et installation du chantier	3 800	475	8
Chambre de raccordement	1 000	106	76
Démobilisation du chantier	4 600	575	15
(0+000 à 0+450) et prise existante	1 100	138 ⁽²⁾	69
	conduites	15	8
Total	10 510	1 300	168

(1) Le volume d'un voyage de camions est considéré à 8 m³.

(2) Deux voyages par jour de forage sont considérés.

Construction en zone immergée

Il n'y aura pas de circulation pour le transport des surplus de déblai provenant de la zone immergée, puisque ces travaux seront exécutés à partir d'une barge. Les surplus de déblai seront transportés à quai (Saint-Romuald au pont de Québec) par barge.

4.2.2 Méthode par forage directionnel

La deuxième méthode considérée est le forage directionnel. Il s'agit d'un forage dirigé dans le roc et dans le mort terrain à partir de la rive. La méthode de forage directionnel, comparativement à la méthode de forage traditionnel, permet de contrôler les angles d'entrées et de sorties de la foreuse. Le profil proposé pour l'installation des conduites est montré sur le plan à l'annexe 13.

Comme il a été mentionné précédemment, la méthode du forage directionnel présente un risque. En effet, la méthode fonctionne bien en présence du roc. Or, sur les derniers 150 mètres du forage à faire, les sondages indiquent la présence de dépôts meubles granulaires et denses. Bien qu'aucune roche d'un diamètre supérieur à 300 mm n'ait été rencontrée durant les sondages géotechniques, il n'est pas impossible qu'elles puissent être présentes dans les dépôts meubles. Si ces roches devaient être rencontrées durant le forage, celui-ci peut facilement dévier de la trajectoire projetée. Dans ce cas, il faudra excaver avec la méthode en tranchée pour aller récupérer la tête du forage et, éventuellement, installer les conduites à partir de cet endroit. Par la suite, le reste des conduites serait installé avec la méthode en tranchée.

4.2.2.1 Mobilisation et organisation

Le stationnement existant situé de l'autre côté de la station de pompage sera utilisé pour l'installation de la foreuse et de ses équipements. Une voie de contournement sera construite sur une partie du terrain gazonné appartenant à la Ville. Elle sera située à l'est de la station de pompage de façon à maintenir la circulation automobile, et pour permettre une zone de travail plus grande et plus sécuritaire. De plus, une aire de travail sera aménagée sur une partie du terrain gazonné appartenant à la Ville, à l'est de la station de pompage, pour y installer des roulottes, des toilettes, des bacs à déchets et des entrepôts pour les petits équipements, l'outillage et les matériaux. Cette section sera clôturée afin de rendre l'endroit plus sécuritaire. Ces travaux auront une durée d'environ 15 jours et nécessiteront l'utilisation d'une pelle hydraulique, de camions 10 roues, d'un bouteur et d'un compacteur.

4.2.2.2 Machinerie et équipement

L'équipement requis pour le forage directionnel est le suivant :

- camion remorque sur lequel est installée la foreuse;
- une roulotte pour le contrôle de la foreuse et de l'injection de bentonite;
- une boîte pour la disposition du matériel d'excavation;
- un chargeur et palettes de bentonite;

- un bateau, un remorqueur, une barge et une pelle hydraulique pour l'installation de la conduite.

L'espace requis pour la mobilisation des équipements est estimé à 500 m². Compte tenu de l'espace de travail limité, le matériel d'excavation sera récupéré au moins une fois par jour et la bentonite sera livrée au chantier à tous les deux jours selon les besoins durant le forage.

4.2.2.3 Construction

Trois forages seront effectués pour installer la conduite d'amenée en polyéthylène haute densité de 978 mm, et deux conduites de dégel de 200 mm, soit une pour la prise d'eau projetée à 450 m et l'autre pour la prise d'eau existante. Lors de l'opération de forage, on ajoute de la bentonite au matériel foré afin de boucher le trou de forage et faciliter l'insertion de la conduite. Une excavation de 4 m x 3 m x 2 m sera réalisée à l'avant de la foreuse pour récupérer le matériel foré. Ce matériel sera chargé une fois par jour à l'aide d'une pelle hydraulique et sera transporté à l'extérieur du chantier par des camions 10 roues. Si la foreuse rencontre des rochers enfouis dans le mort terrain, une pelle hydraulique montée sur une barge sera utilisée pour excaver ces rochers, et remblayer le tout avec le matériel d'excavation.

Lorsqu'elle atteindra la position prévue du bloc de prise d'eau, la tête de la foreuse sera sortie et ramenée jusqu'à la barge. Les opérateurs y installeront alors une fraiseuse ayant un plus grand diamètre. Cette fraiseuse effectuera un forage en direction opposée et cette opération sera répétée jusqu'à ce que le diamètre de l'excavation puisse permettre l'insertion de la conduite.

L'insertion de la conduite se fera à partir d'un bateau et d'une barge. La méthode utilisée consistera à fixer l'extrémité de la conduite à la foreuse et lorsque celle-ci atteindra la rive, elle entraînera la conduite à l'intérieur de l'excavation. Mentionnons qu'avant cette opération, la conduite de polyéthylène de haute densité devra être préalablement fusionnée

sur toute sa longueur. Le forage aura au total une longueur de 510 m. L'opération de forage de la conduite d'amenée et des deux conduites de dégel durera environ 85 jours. Durant cette période, la foreuse fonctionnera 24 heures par jour pendant 40 jours environ.

4.2.2.4 Transport et circulation

Déblais

La récupération et le transport du déblai provenant de la foreuse seront effectués à l'aide d'un chargeur et d'un camion 10 roues. Deux voyages par jour seront nécessaires et ce, pour une période de 69 jours de travail.

Livraison du matériel

Un fardier effectuera la livraison des conduites de 200 mm et de 978 mm de diamètre en polyéthylène haute densité. Chaque livraison comprendra une section de 60 m de chacune des deux conduites. La livraison sera effectuée de façon continue sur une période de 8 jours, à raison d'un voyage par jour. Un chargeur sur roues sera utilisé pour décharger les conduites.

Fusion des conduites

Les conduites seront livrées en section de 15 m de longueur. Les sections seront ensuite fusionnées les unes aux autres pour atteindre une longueur totale de 450 m. Cette opération prendra environ 11 jours, soit 6 jours pour la conduite d'amenée et 5 jours pour les conduites de dégel. Le transport des conduites sera exécuté à l'aide d'un chargeur sur roues et d'une remorque. L'aire de travail réservée pour ces travaux est située du côté nord, le long du chemin de la Plage-Saint-Laurent, puisqu'il n'y a pas de résidence à moins de 370 m de cet endroit.

4.2.3 Construction du bloc de prise d'eau

Le bloc de prise d'eau sera construit en trois sections, soit une section centrale en béton préfabriqué en usine, et deux massifs de béton coulés sur place, et juxtaposés à la partie centrale (voir détails au plan à l'annexe 13). Les barreaux, les systèmes de dégel et de pulsion d'air, de même que la conduite principale seront installés dans la section préfabriquée. Les deux autres sections constitueront l'ancrage du bloc de prise d'eau sur le lit du fleuve.

La construction du bloc de prise d'eau débutera avec l'installation de la section préfabriquée. Celle-ci servira de raccord entre le bloc de prise d'eau avec les entrées de la conduite d'amenée et des conduites de dégel. Par ailleurs, cette section sera construite de façon à permettre une transition graduelle de la vitesse de l'eau vers la conduite d'amenée.

Des pieux, constitués de poutres d'acier, seront ensuite enfoncés par battage de chaque côté du bloc de prise d'eau afin de servir d'ancrage aux deux massifs de béton.

Les seuls déblais proviendront de l'excavation nécessaire au raccordement des conduites d'amenée et de dégel avec le bloc de prise d'eau.

Tous ces travaux ne nécessiteront pas de circulation sur le chemin de la Plage-Saint-Laurent puisque le transport du matériel s'effectuera par barge jusqu'au quai de Saint-Romuald, ou celui de Québec. De ces endroits, le matériel sera chargé et transporté à un site de disposition autorisé par le MENV. La durée des travaux pour l'aménagement du bloc de prise d'eau est évaluée à 15 jours.

4.2.4 Construction de la chambre de raccordement

La chambre de raccordement sera aménagée immédiatement à l'est de la station de pompage. Cette chambre sera construite une fois que les conduites d'amenée et de dégel auront été aménagées, peu importe le choix de la méthode d'excavation.

Les travaux débiteront par le battage de palplanches jusqu'au roc. Ensuite, on procédera au dynamitage et à l'excavation du roc jusqu'à une profondeur d'environ 12 m. L'assise de la chambre de raccordement sera alors construite, et la coulée du radier sera réalisée par la suite. Le bétonnage des murs sera effectué à l'aide de deux coulées d'une hauteur de 6 m chacune. Les travaux se termineront par la coulée de la dalle structurale. Un délai minimum de 7 jours devra être respecté entre les coulées. Un volume d'environ 80 m³ de béton sera nécessaire à la construction de la chambre et tout le béton sera coulé à l'aide d'une pompe.

À la suite des travaux de bétonnage, le raccordement sera effectué entre la chambre et le puits de pompage de la station existante. Puis, les travaux seront complétés par le remblayage de la chambre avec du sable de classe « A », à l'aide d'une pelle hydraulique et d'un compacteur. Les palplanches seront enlevées à l'aide d'une grue.

Les déblais en surplus de l'excavation seront mis en pile et représenteront un volume d'environ 250 m³. Ils seront ensuite transportés et disposés hors du chantier, dans un site autorisé par le MENV. La durée des travaux pour la chambre de raccordement est évaluée à 76 jours.

4.2.5 Démobilisation de chantier et remise en état des lieux

La démobilisation de chantier consistera à retirer les roulottes, les toilettes, les bacs à déchets ainsi que tout le matériel entreposé. Toute les surfaces utilisées pour l'aménagement du chantier de même que les accès seront restaurés et remis en état. De

plus, le mur de soutènement à l'arrière de la station de pompage sera réaménagé. Un bélier mécanique, un chargeur et des camions 10 roues seront utilisés pour effectuer la remise en état du site. La durée de ces travaux est évaluée à 15 jours.

4.3 CALENDRIER DES TRAVAUX

Un échéancier des travaux est présenté à la figure 4-3, pour chacune des deux méthodes de construction.

Pour la méthode en tranchée, les travaux doivent débuter à la mi-avril et se termineront à la mi-octobre.

Dans le cas de la méthode par forage directionnel, les travaux doivent débuter à la même date, mais se termineront une semaine plus tard, soit dans la semaine du 24 octobre.

La réhabilitation de la prise d'eau existante exigera des travaux qui s'échelonneront sur une période d'environ deux mois et demi, soit du 1^{er} mai à la mi-juillet, soit dans l'année qui suivra la construction de la prise d'eau principale.

Figure 4-3 Calendrier des travaux

A) Nouvelle prise d'eau à 450 mètres

Étapes de construction	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre
Méthode en tranchée							
Mobilisation et organisation	15 30						
Excavation, pose des conduites d'amenée et de dégel		1				21	
Chambre de raccordement			1	15	1 31		
Bloc de prise d'eau						15 30	
Démobilisation partielle du chantier							1 15
Forage directionnel							
Mobilisation et organisation	15 30						
Forage et pose des conduites d'amenée et de dégel ⁽¹⁾		1		23			
Chambre de raccordement				24			8
Bloc de prise d'eau					1 15		
Démobilisation partitelle du chantier							9 24

(1) Inclus la conduite de dégel de la prise d'eau existante.

B) Réhabilitation de la prise d'eau existante

Étapes de construction	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre
Mobilisation et organisation		1 11					
Forage directionnel pour le remplacement de la conduite de dégel existante ⁽¹⁾		12 26					
Remplacement du bloc de prise d'eau		27	25				
Démobilisation du chantier				26 15			

(1) Inclus la conduite de dégel de la prise d'eau existante.

(2) Pour le cas où la méthode en tranchée a été utilisée pour la construction de la nouvelle prise d'eau.

5 ANALYSE DES IMPACTS DU PROJET

5.1 MÉTHODE D'ÉVALUATION DES IMPACTS

L'évaluation des impacts a été réalisée à partir de la méthodologie utilisée par le ministère des Transports, dont les critères sont recommandés par le ministère de l'Environnement dans la directive ministérielle.

L'identification des impacts du projet est basée sur l'analyse des relations conflictuelles possibles entre le milieu récepteur et l'infrastructure à implanter. Cette analyse permet de mettre en relation les sources d'impact associées aux phases de construction, d'exploitation et d'entretien de la nouvelle infrastructure et les différentes composantes du milieu susceptibles d'être affectées.

5.1.1 Démarche générale

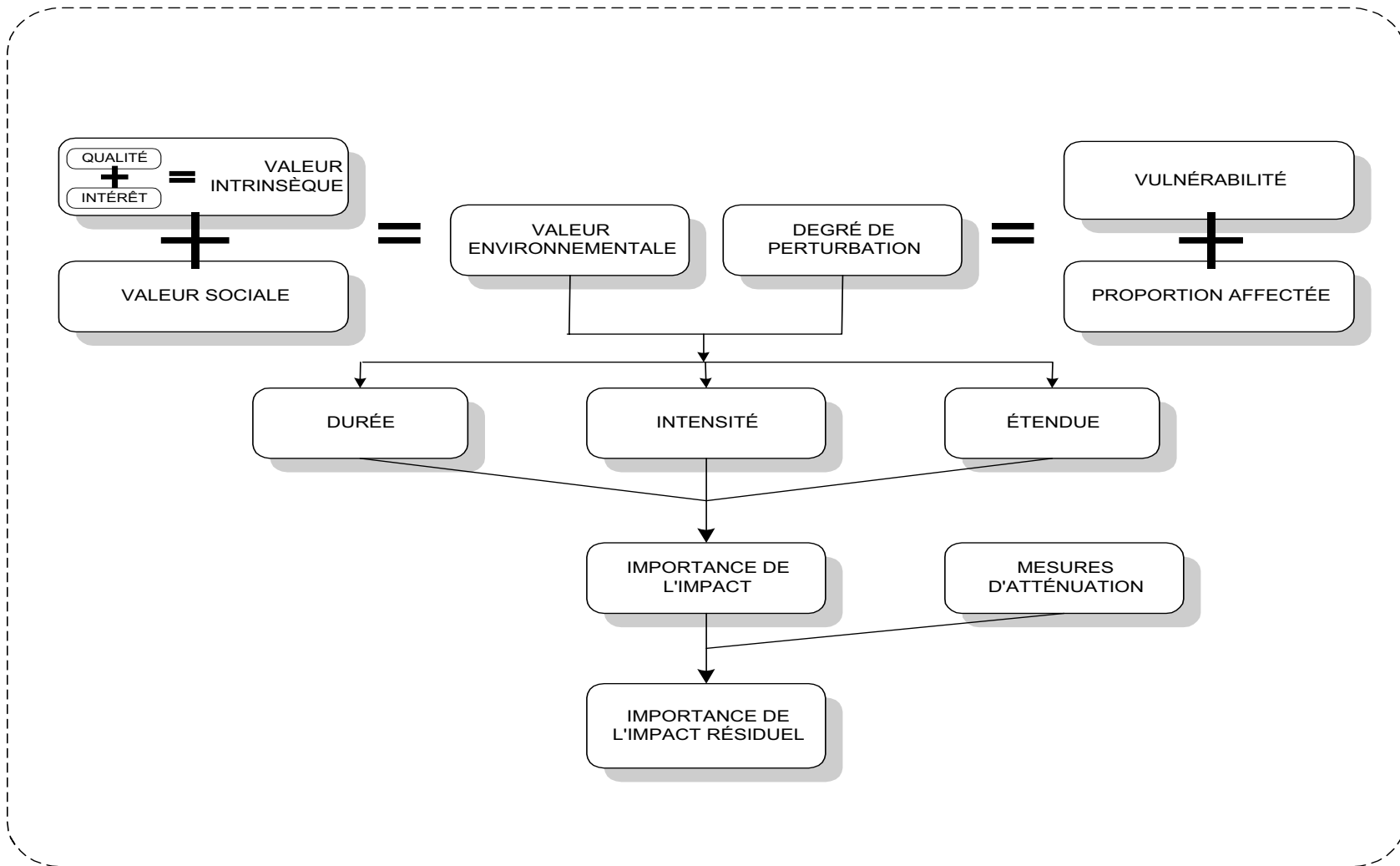
Les principales étapes menant à l'appréciation de l'importance de l'impact résiduel sont présentées à la figure 5-1.

Une première étape consiste à apprécier la valeur environnementale de l'élément affecté.

Une deuxième étape consiste à évaluer l'intensité de l'impact à partir du degré de perturbation ou de bonification et de la valeur environnementale.

Une troisième étape permet ensuite de déterminer un indice durée/intensité, à partir de la durée, de l'intensité et de l'étendue de l'impact. Enfin, en comparant cet indice à l'étendue de l'impact, on obtient l'appréciation globale de l'importance de l'impact.

Figure 5-1 Démarche analytique de l'évaluation d'un impact



Source : Adapté de MTQ, 1990.

L'importance de l'impact résiduel est par la suite évaluée selon l'application des mesures d'atténuation qui sont proposées.

5.1.2 Critères de détermination et d'évaluation des impacts

Comme il a été mentionné à la section précédente, l'évaluation de l'importance des impacts environnementaux fait appel à trois principaux paramètres, soit l'intensité (forte, moyenne, faible), l'étendue (régionale, locale, ponctuelle) et la durée (permanente, temporaire, momentanée).

5.1.2.1 Le degré de perturbation ou de bonification

Trois degrés de perturbation qualifient l'ampleur des modifications apportées aux caractéristiques structurales et fonctionnelles de l'élément affecté par le projet :

- Fort :** lorsque l'intervention entraîne la perte ou la modification de l'ensemble ou des principales caractéristiques propres de l'élément affecté de sorte qu'il risque de perdre son identité ;
- Moyen :** lorsque l'intervention entraîne la perte ou la modification de certaines caractéristiques propres de l'élément affecté pouvant ainsi réduire ses qualités sans pour autant compromettre son identité;
- Faible :** lorsque l'intervention ne modifie pas significativement les caractéristiques propres de l'élément affecté de sorte qu'il conservera son identité sans voir ses qualités trop détériorées.

Il y a également trois degrés de bonification évaluant l'ampleur des améliorations apportées aux caractéristiques de l'élément affecté par le projet :

- Fort :** lorsque l'intervention sur le milieu ou le projet dans son ensemble améliore considérablement les conditions de vie des communautés résidentes ou utilisatrices de sorte que leur qualité de vie soit grandement améliorée et que

des modifications de leurs habitudes de vie ou de leur productivité pourront, dans certains cas, être observées;

Moyen : lorsque l'intervention sur le milieu ou le projet dans son ensemble améliore les conditions de vie des communautés résidentes ou utilisatrices sans pour autant modifier significativement leurs habitudes ou leur productivité;

Faible : lorsque l'intervention sur le milieu ou le projet dans son ensemble améliore légèrement les conditions de vie des communautés résidentes ou utilisatrices.

5.1.2.2 La valeur environnementale

La valeur environnementale exprime l'importance relative d'une composante dans son environnement. Cette valeur est déterminée en considérant d'une part, le jugement des spécialistes qui doivent, à partir de leur expertise dans leur domaine respectif, évaluer la valeur intrinsèque définie par l'intérêt et la qualité de la composante et, d'autre part, la valeur sociale que démontrent les intérêts populaires, légaux et politiques visant la protection et la mise en valeur de l'environnement. L'estimation de la valeur environnementale est présentée selon quatre classes : très grande, grande, moyenne et faible. Le tableau 5-1 présente les valeurs environnementales accordées aux différents éléments du milieu dans le cadre de ce projet.

Tableau 5-1 Valeur environnementale des éléments du milieu

Éléments du milieu	Valeur
Milieu bio-physique	
Végétation terrestre	Grande
Végétation de la zone intertidale	Grande
Qualité de l'eau	Très grande
Invertébrés aquatiques	Faible
Ichtyofaune	Grande
Herpétofaune	Faible
Avifaune	Grande
Mammifère	Faible
Espèces de faune menacées ou vulnérables	Grande
Milieu humain	
Espace résidentiel	Très grande
Espace commercial	Moyenne
Espace public	Moyenne
Affectation parc et espace vert	Grande
Élément d'intérêt patrimonial	Grande
Réseau routier	Grande
Infrastructures – eau	Grande
Activité récréative	Grande
Qualité de vie	Très grande
Activité économique	Très grande
Santé publique et sécurité	Très grande
Navigation commerciale	Grande
Milieu visuel	
Unité de paysage urbaine	Grande
Unité de paysage boisée	Moyenne
Unité de paysage du fleuve Saint-Laurent	Très grande
Corridors visuels routiers	Moyenne
Points de repère	Grande

5.1.2.3 L'intensité

L'intensité de l'impact est déterminée à l'aide de la matrice présentée au tableau 5-2. Elle intègre la valeur environnementale et le degré de perturbation ou de bonification. Les valeurs d'intensité varient de forte à faible.

Tableau 5-2 Grille d'évaluation de l'intensité d'un impact

Degré de perturbation ou de bonification	Valeur environnementale			
	Très grande	Grande	Moyenne	Faible
Fort	Forte	Forte	Moyenne	Faible
Moyen	Forte	Forte	Moyenne	Faible
Faible	Moyenne	Moyenne	Faible	Faible

Par la suite, l'indice "durée/intensité" est déterminé par l'application de la grille présentée au tableau 5-3.

Tableau 5-3 Grille d'évaluation de l'indice durée/intensité

Durée	Intensité		
	Fort	Moyenne	Faible
Permanente	Fort	Fort	Moyen
Temporaire	Fort	Moyen	Faible
Momentanée	Moyen	Faible	Faible

5.1.2.4 La durée

La durée précise la dimension temporelle de l'impact. Elle évalue, de façon relative, la période de temps durant laquelle les répercussions d'une intervention seront ressenties par l'élément affecté. Les termes momentanée, temporaire et permanente sont utilisés pour qualifier cette période de temps.

Momentanée : l'impact disparaît promptement;

Temporaire : l'impact est ressenti durant une activité ou au plus durant la réalisation du projet;

Permanente : l'impact a des conséquences pour la durée de vie de l'infrastructure ou lorsque les effets ressentis sont irréversibles.

L'indice "durée/intensité" est ensuite confronté à l'étendue de l'impact.

5.1.2.5 L'étendue

L'étendue qualifie la dimension spatiale de l'impact. Les termes « ponctuelle, locale et régionale » ont été retenus pour qualifier l'étendue.

Ponctuelle : lorsque l'intervention n'affecte qu'un élément environnemental situé à proximité du projet;

Locale : lorsque l'intervention affecte un ou plusieurs éléments environnementaux situés à une certaine distance du projet ou lorsqu'un milieu dit « local » est affecté;

Régionale : lorsque l'intervention a des répercussions sur un ou plusieurs éléments environnementaux situés à une distance importante du projet ou lorsque l'intervention affecte un milieu dit "régional".

5.1.2.6 L'importance de l'impact

L'importance relative accordée à un impact résulte donc de l'interaction des trois paramètres décrits ci-haut : intensité, étendue et durée. La grille d'évaluation présentée au tableau 5-4 permet finalement d'estimer l'importance de l'impact : forte, moyenne ou faible.

Notons que, dans le cas où un impact serait évident, mais qu'il n'est pas possible de conclure quant à sa nature (positive ou négative), le qualificatif indéterminé est greffé en suffixe à l'importance de l'impact.

Tableau 5-4 Grille d'évaluation de l'importance de l'impact

Étendue	Indice : durée/intensité		
	Fort	Moyen	Faible
Régionale	Forte	Forte	Moyenne
Locale	Forte	Moyenne	Faible
Ponctuelle	Moyenne	Faible	Faible

5.2 MÉTHODE D'ÉVALUATION DES IMPACTS SUR LE MILIEU VISUEL

L'évaluation de l'importance de l'impact visuel du projet suit la même logique que l'évaluation des impacts sur les autres composantes des milieux bio-physique et humain. Ainsi, l'importance des répercussions sur le paysage est déterminée en intégrant trois paramètres distincts à la valeur du paysage et au degré de perturbation de celui-ci, soit l'**intensité** de l'impact, son **étendue** et sa **durée**.

La valeur du paysage comprend sa valeur intrinsèque qui est déterminée par son unité, son unicité et son intégrité. Elle est aussi fonction de la valeur qui lui est accordée par les populations locales et les observateurs fixes ou mobiles, et qui est reliée à son usage et à sa symbolique. Dans la zone d'étude, l'unité de paysage formée par le fleuve Saint-Laurent possède une très grande valeur environnementale en raison de l'importance de ses attraits visuels.

Le degré de perturbation d'un élément du paysage est déterminé en fonction de la proportion du paysage et de ses éléments qui sont affectés par le projet, de même que de leur vulnérabilité en regard de l'implantation du projet. Plus un élément du paysage est vulnérable, c'est-à-dire qu'il est visuellement peu compatible avec le projet, et plus son intégrité est compromise par l'implantation du projet, plus il sera perturbé par l'implantation du projet.

L'intensité de l'impact visuel est relative à sa durée et à son étendue. Elle réfère donc à la durée de l'exposition visuelle, qui peut être plus ou moins longue, voire même permanente. L'étendue de l'impact est reliée au type et au nombre d'observateurs, dont le champ visuel sera altéré par le projet (observateurs fixes ou mobiles), de même qu'à la proportion de l'unité de paysage ou de l'élément visuel qui sera affectée. Par exemple, lorsqu'une composante du projet entraîne une modification permanente d'un élément du paysage, l'intensité aura tendance à augmenter. Si cette modification du paysage est perçue par un grand nombre d'observateurs fixes, l'intensité de l'impact sera plus élevée.

5.3 MÉTHODE D'ÉVALUATION DES IMPACTS SUR LE MILIEU SONORE

L'étude de l'impact sonore du projet a porté, dans un premier temps sur la comparaison des niveaux sonores prévisibles reliés aux différentes phases de préconstruction, de construction et d'exploitation, à ceux recommandés par le MENV. Les impacts sonores ont été évalués pour chacune des deux méthodes de réalisation du projet, soit l'option en tranchée et le forage directionnel. Par la suite, des mesures sommaires d'atténuation sonore ont été évaluées pour chacune des différentes phases des travaux dépassant le seuil de bruit permis par le MENV, soit 55 dBA. De plus, des recommandations concernant la gestion du bruit durant les phases de dynamitage sont également mentionnées.

Les niveaux sonores prévisibles générés aux résidences durant les phases de construction ont été évalués à partir de la méthode présentée dans le document « Le bruit des chantiers », publié en septembre 2001 dans *Le bulletin des laboratoires des ponts et chaussées*, et dont une copie est jointe en annexe 11. Les calculs ont été réalisés en prévoyant les cas les plus défavorables, soit ceux où les niveaux sonores risquent d'être les plus élevés, notamment, lorsque plusieurs équipements bruyants seront en opération simultanément. Cette évaluation sommaire théorique a été effectuée à partir des niveaux d'émissions sonores trouvés dans la littérature pour les équipements les plus bruyants prévus aux différentes phases du projet, ainsi qu'en fonction de leur facteur d'utilisation estimé (pourcentage du temps d'opération où l'équipement fonctionne au maximum durant une journée normale de travail).

La méthode proposée prend en compte différentes corrections telle la distance, les obstacles, l'absorption du sol et le temps de fonctionnement. Elle permet de faire la distinction entre les sources fixes, les sources mobiles et les sources faiblement mobiles. Étant donné la difficulté de prévoir le trajet des sources opérantes sur une aire de travail restreinte et des sources faiblement mobiles, la plupart des sources de bruit ont été considérées fixes. La position utilisée des différentes sources de bruit a été celle qui était la

plus défavorable par rapport au point de réception. De plus, le bruit provenant du camionnage le long du chemin de la Plage-Saint-Laurent vers l'extérieur de la zone d'étude a été évalué séparément, à partir de l'abaque de Hajek, pour les phases de travaux générant un trafic significatif sur cette route. Les calculs ont été estimés pour une journée complète de travail et ce, à partir des données de circulation actuelles relevées durant les mesures de bruit.

L'estimation des niveaux sonores prévisibles a été effectuée aux résidences les plus susceptibles d'être affectées durant les travaux de construction, soit les plus proches de la station de pompage. Les emplacements choisis sont illustrés à la carte 3-9 et détaillés ci-après.

- Point 1 : 121, chemin de la Plage-Saint-Laurent
- Point 2 : 102, chemin de la Plage-Saint-Laurent
- Point 4 : 127, chemin de la Plage-Saint-Laurent
- Point 5 : 81, chemin de la Plage-Saint-Laurent

5.4 CONSULTATION DU PUBLIC EFFECTUÉE PAR LA VILLE DE QUÉBEC

5.4.1 Modalité de consultation

Les activités de consultation des publics concernés par le projet se sont déroulées à l'automne 2004. À cet effet, le bulletin d'information intitulé « Projet de réfection de la prise d'eau de Sainte-Foy » (annexe 12) et présentant les principales composantes du projet a été distribué aux résidants du chemin de la Plage-Saint-Laurent et aux groupes environnementaux de la région de Québec. Deux rencontres ont été organisées : la première le 30 novembre 2004 et la seconde le 8 décembre 2004. Les rencontres se sont déroulées au point de service de Cap-Rouge sur la rue Saint-Félix.

5.4.2 Population ciblée

Les publics qui étaient ciblés par les activités de consultation ont été les résidants de la Plage-Saint-Laurent et les groupes environnementaux de la région de Québec. Ainsi, quatre groupes environnementaux étaient présents à la rencontre publique du 30 novembre, alors que 31 résidants du chemin de la Plage-Saint-Laurent se sont déplacés pour assister à la présentation du 8 décembre 2004.

5.4.3 Résultats des consultations

Lors de la présentation faite aux groupes environnementaux, le 30 novembre 2004, les principales problématiques soulevées étaient les suivantes :

- La stabilité de la falaise, compte tenu qu'il y a déjà eu des problèmes d'affaissement dans ce secteur suite à diverses interventions. L'inquiétude ne concerne pas seulement la période des travaux, mais plutôt les conséquences possibles à long terme, à savoir le risque de fragiliser davantage la falaise. Il est suggéré de prévoir un programme de suivi après la fin de travaux (pour une durée de trois ans par exemple) pour s'assurer qu'il n'y a pas de déplacement significatif de la falaise.
- Le bruit occasionné par les travaux terrestres et dans l'eau.
- La circulation des camions, tant au point de vue de l'augmentation du trafic que du bruit et des vibrations (trajet des camions, le nombre de voyages quotidiens et la durée des travaux ainsi que l'endroit où seront transportés les sédiments).
- La nature de l'intervention sur la conduite de dégel (terrestre ou seulement dans le fleuve).
- La nature des travaux (profondeur de la prise d'eau, distance par rapport à la voie navigable, méthode utilisée pour le forage en tranchée, déplacement des sédiments).
- Les critères de délimitation de la zone retenue pour l'étude d'impact.
- Le risque d'affecter le marais qui se trouve à proximité.
- Les attentes particulières de la Ville par rapport aux groupes environnementaux dans le cadre de ce projet.

À la suite de la présentation effectuée aux résidentes et résidents du chemin de la Plage-Saint-Laurent, le 8 décembre 2004, la principale préoccupation des résidentes et des résidents du secteur est la stabilité de la falaise, compte tenu qu'il y a déjà eu des problèmes d'affaissement dans ce secteur. L'inquiétude se porte principalement sur d'éventuelles conséquences à long terme des travaux, à savoir le risque de perturber la stabilité de la falaise.

Plusieurs questions ont porté sur l'existence de mesures de prévention pour éviter des éventuels problèmes qui peuvent survenir à cause des travaux de dynamitage au niveau des fondations des maisons, des fosses septiques, des puits et des piscines. Tout comme les groupes environnementaux, les résidents suggèrent de prévoir un programme de suivi pour s'assurer que les propriétés avoisinantes ne seront pas affectées par ces travaux de dynamitage.

Une résidente demande quel expert a travaillé sur le projet pour la question de la stabilité de la falaise et rappelle que la falaise est située sur la faille Dogan. Par ailleurs, la falaise avait été déclarée zone protégée par l'ancienne Communauté urbaine de Québec, l'usage du marteau-piqueur et du dynamitage étant présentement interdit.

Certains résidents remettent en question la nécessité du projet puisqu'un rapport de Dessau-Soprin soumis à la Ville de Sainte-Foy prévoyait seulement la réfection de l'ancienne prise d'eau et de la conduite de dégel. Cette allégation s'est avérée fautive puisqu'il s'agissait d'un rapport interne de la Ville de Sainte-Foy (1999).

D'autres s'interrogent sur l'argument principal du projet, celui de sécuriser l'alimentation en eau potable. Ils demandent si le projet permet d'assurer l'alimentation en eau potable

lors d'un éventuel déversement dans le fleuve. Par ailleurs, ils souhaitent savoir si la qualité de l'eau des puits du secteur risque d'être affectée durant les travaux.

Les autres préoccupations mentionnées lors de cette présentation publique étaient les suivantes :

- les expropriations;
- le bruit de la station de pompage;
- l'embellissement des environs de la station de pompage;
- le diamètre des conduites existantes;
- la possibilité de faire des travaux sur la station de pompage;
- la prise d'eau d'urgence;
- la trajectoire des futures conduites;
- la durée des travaux et l'échéancier du projet;
- l'utilisation des berges pendant les travaux;
- le suivi des résidences situées en haut de la falaise.

Mentionnons que les résidentes et les résidents du secteur souhaitent être tenus informés de l'état d'avancement du projet, et surtout être avisés d'avance des jours et des heures de dynamitage.

5.5 ÉVALUATION DES IMPACTS ENVIRONNEMENTAUX

Les sections qui suivent résument textuellement les impacts environnementaux du projet sur les milieux biologique, humain, visuel et sonore. À la section 5.6, l'identification et l'évaluation des répercussions environnementales sont rassemblées sous la forme d'un tableau synthèse (tableau 5-12) qui présente la procédure d'évaluation, et les résultats de l'analyse des impacts décrits dans la présente section. Les différents impacts appréhendés

ont été numérotés de manière à bien identifier les éléments touchés (ex. : *Talus-1* identifie l'impact appréhendé sur la stabilité de la falaise et *Flore-2* identifie le deuxième impact appréhendé sur la végétation). Les mesures d'atténuation sont décrites à la section 5.6.2.

5.5.1 Identification des sources d'impacts

Le tableau 5-5 présente la matrice des impacts potentiels regroupés en fonction des sources d'impact pour les phases de pré-construction, de construction et de post-construction. Les travaux d'installation du chantier, de dynamitage, d'excavation ainsi que de transport et circulation sont les principales activités qui génèrent des impacts sur l'environnement.

5.5.2 Impacts sur le milieu biophysique

L'évaluation des impacts sur le milieu biophysique présentée dans cette section traite des répercussions du projet sur la végétation terrestre, la végétation de la zone intertidale, les invertébrés aquatiques, l'ichtyofaune, l'avifaune et les mammifères, en tenant compte des composantes physiques.

5.5.2.1 Stabilité de la falaise

Talus-1

Une étude de stabilité du talus (LEQ, 2003a) a été produite pour identifier les zones d'instabilité qui pourraient être affectées par les travaux de dynamitage. Cette étude a été réalisée entre le 26 août et le 2 septembre 2003.

L'inspection des propriétés a été réalisée par un ingénieur géologue. Chacun des terrains de la zone d'étude a été visité, les affleurements rocheux ont été décrits, et les indices d'instabilité du talus, de même que les facteurs pouvant y contribuer ont été notés (LEQ, 2003a). L'évaluation de la stabilité est basée principalement sur une inspection visuelle de la structure de la falaise. Les principaux impacts appréhendés sur la stabilité de la falaise sont les suivants : éboulis ou glissements de cailloux et de blocs.

Tableau 5-5 Matrice d'identification des impacts appréhendés

<ul style="list-style-type: none"> ● Impact négatif ○ Impact positif 		SOURCES D'IMPACT																				
		MÉTHODE EN TRANCHÉE										MÉTHODE PAR FORAGE DIRECTIONNEL										
		Pré-construction	Construction								Post-construction	Pré-construction	Construction				Post-construction					
		Mobilisation du chantier	Dynamitage	Excavation de la tranchée	Pose des conduites	Remblayage de la tranchée	Gestion des déblais et des remblais	Transport et circulation	Construction du bloc de prise	Construction du bloc de raccordement	Remise en état des lieux et démobilitation du chantier	Exploitation	Mobilisation du chantier	Forage	Pose des conduites	Gestion des déblais et des remblais	Transport et circulation	Construction du bloc de prise	Construction du bloc de raccordement	Remise en état des lieux et démobilitation du chantier	Exploitation	
COMPOSANTE DU MILIEU	Milieu biophysique	Stabilité de la falaise	●																			
		Qualité de l'eau	●	●			●	●			○											○
		Végétation terrestre	●				●	●					●		●	●						
		Végétation intertidale			●		●	●			○				●					○		
		Invertébrés aquatiques		●	●				●		●		●				●					
		Ichtyofaune		●	●	●			●			●					●					●
		Avifaune	●	●	●				●				●	●		●						
		Mammifères						●								●						
	Milieu humain	Espace public	●						●	●		●						●	●			
		Réseau routier	●					●	●	●		●			●		●	●	●			
		Infrastructures - eau		●	●	●			●	●	●		●	●		●	●	●			●	
		Activités récréative	●	●	●	●		●	●	●	●		●	●	●	●	●	●	●	●		
		Qualité de vie	●	●	●	●		●	●	●	●	○	●	●	●	●	●	●	●	●	○	
		Activité économique	○	●	○	○	○	○	○	○	○		○	○	○	○	○	○	○	○		
		Santé publique et	●	●	●	●		●	●	●	●		●	●	●	●	●	●	●	●		
		Voie navigable						●														
	Milieu visuel	Unité de paysage urbaine	●	●	●	●		●	●	●		●	●	●		●	●	●				
		Unité de paysage du fleuve Saint-Laurent	●	●	●	●		●	●	●		●	●	●		●	●	●				
Corridor visuel – chemin de la Plage-Saint-Laurent							●						●									

D'après l'inspection réalisée par LEQ (2003a), il est peu probable qu'un glissement de terrain d'une grande envergure survienne à la suite des travaux de dynamitage. Toutefois, des glissements locaux de blocs ou de cailloux pourraient se produire lors des travaux ou

naturellement, avec de fortes pluies, la fonte printanière ou l'action du gel et dégel ou une combinaison de ces facteurs (LEQ, 2003a).

L'application de mesures d'atténuation particulières telles que le suivi de la structure de la falaise à l'aide de photographies et de sismographes, le suivi des fissures dans le talus et l'utilisation de charges explosives minimales permettra de réduire l'importance de l'impact appréhendé sur la stabilité de la falaise à faible.

5.5.2.2 Qualité de l'eau

Eau-1 et Eau-2

Plusieurs sources d'impacts sont susceptibles d'affecter la qualité de l'eau durant la période des travaux en utilisant la méthode en tranchée. La présence notamment de matériel flottant (barge, bateau) et de la machinerie peut entraîner un déversement accidentel d'hydrocarbures. Cependant, cet impact appréhendé peut pratiquement être éliminé par des mesures préventives.

Les opérations d'excavation, de dragage, de mise en pile et de remblayage sont celles les plus susceptibles d'affecter la qualité de l'eau. L'impact du godet de la benne sur le lit du fleuve dans l'aire à draguer, les pertes de sédiments entre les mâchoires du godet et la surverse à la sortie de l'eau sont tous susceptibles de faire augmenter temporairement la concentration en MES de l'eau. Le dragage mécanique demeure cependant la technique qui génère les plus faibles concentrations en MES (Environnement Canada, 1994). À l'instar du dragage, le remblayage augmentera temporairement les concentrations en MES du secteur car le remblai ne sera pas constitué de matériaux compacts. Compte tenu des teneurs en MES naturellement élevées dans le fleuve, l'impact du dragage aura un effet négatif mais faible et temporaire.

Les sédiments excavés et disposés temporairement le long de la tranchée et, particulièrement sur les 130 premiers mètres de celle-ci (figure 4-1), pourraient être emportés sur une certaine distance au gré des marées. Les quantités sont toutefois jugées faibles, de sorte que la modification de la qualité de l'eau sera de courte durée. L'intensité de la perturbation sur la qualité de l'eau proprement dite est jugée faible. De plus, il est important de mentionner que l'aire de mise en pile se trouve uniquement dans le chaînage 0+130 m, soit dans la zone exondée à marée basse. Par ailleurs, à partir du chaînage 0+130m à 0+450 m, les sédiments dragués seront déposés temporairement dans une barge avant d'être réutilisés comme matériaux de remblai.

La qualité chimique des sédiments dans l'aire de dragage ne laisse présager aucun effet significatif sur la qualité de l'eau, tant lors du dragage que lors de la mise en dépôt temporaire.

Toutefois, afin de prévenir toute contamination de l'eau brute à la prise d'eau existante, il est recommandé d'effectuer des prélèvements d'eau à la station de pompage et à l'usine de traitement de Sainte-Foy tout au long des travaux, et d'en faire l'analyse chimique des principaux paramètres reconnus pour l'eau potable. Un échantillonnage hebdomadaire est suggéré, et si des signes de contamination surviennent pendant les travaux. L'application de cette mesure d'atténuation et l'utilisation de matériel adéquat pour le dragage feront en sorte que l'impact résiduel sur la qualité de l'eau sera faible.

Il est important d'ajouter que les vitesses de courant et les jeux des marées font qu'il est impossible d'installer des dispositifs de barrière à sédiments ou tout autre dispositif physique.

5.5.2.3 Végétation terrestre

Flore-1, Flore-2 et Flore-3

Les impacts appréhendés sur la végétation terrestre sont qualifiés de mineurs et portent sur le dépérissement possible de certains arbres dont le système racinaire ou le tronc pourrait être endommagé lors des travaux. Les impacts sur la végétation terrestre sont liés aux activités d'installation de chantier, à la gestion des déblais et remblais faits en milieu terrestre, aux transports et à la circulation des camions et de la machinerie. La zone de végétation susceptible d'être influencée par les divers travaux concerne particulièrement la bordure boisée adjacente au stationnement situé du côté nord du chemin de la Plage-Saint-Laurent.

Les impacts peuvent être réduits par le balisage de l'aire des travaux et de circulation, par l'émission de directives claires à intégrer au devis sur la manutention des matériaux et, en cas de perturbation, en restaurant le couvert végétal. Par l'entremise de ces mesures d'atténuation, les impacts résiduels seront négligeables.

5.5.2.4 Végétation de la zone intertidale

Flore-4, Flore-5, Flore-6 et Flore-7

Les impacts appréhendés générés par les travaux d'excavation de la tranchée, par la gestion des déblais et des remblais et par le transport et la circulation sont jugés faibles. En effet, la végétation intertidale perturbée par les travaux n'est présente que sur une faible superficie de l'aire des travaux. Rappelons que la majorité de celle-ci est constituée d'affleurements rocheux et de blocs de pierres impropres à la colonisation par la végétation. La superficie de la végétation touchée dans la zone intertidale est relativement faible (1 330 m²) comparativement à la surface occupée par le marais de l'estuaire fluvial (4 737,9 hectares; Létourneau, 1996 et Létourneau et Jean, 1996 in Robichaud et Drolet, 1998).

De l'ensemble de la végétation répertoriée, seule la zizanie aquatique à fleur blanche, variété naine est sur la liste des plantes susceptibles d'être désignées menacées ou vulnérables. L'impact appréhendé des travaux ne vise que quelques individus dont la majorité des effectifs est localisée plus à l'est, dans le marais plus densément colonisé.

L'application de mesures d'atténuation, visant à baliser l'aire d'excavation à la zone prescrite, permettra d'assurer la protection de la végétation en périphérie de l'aire des travaux. De plus, le remblai de la tranchée et le nivellement harmonisé avec le niveau du terrain auront pour effet de remplacer une partie des affleurements rocheux, et d'offrir un substrat plus favorable à la repousse d'une végétation similaire à celle du marais adjacent. Cela permettra éventuellement d'accroître les superficies de marais du secteur. Bien que l'impact résiduel demeure faible à court terme, à moyen terme il devrait être négligeable avec la repousse de la végétation.

Dans le cas de la zizanie aquatique à fleur blanche, variété naine, il faudra contacter le répondant régional du CDPNQ et prendre les mesures nécessaires pour répondre aux exigences du MENV en ce qui concerne cette espèce.

La construction du bloc de raccordement près de la station de pompage nécessitera peut être la démolition d'une partie du muret jouxtant la zone intertidale. Ce réaménagement impliquera des travaux qui favoriseront une plus grande intégration avec le milieu naturel. En effet, le réaménagement du muret prendra la forme d'un enrochement qui sera végétalisé. Considérant ces préoccupations d'aménagement, l'impact est jugé positif.

5.5.2.5 Invertébrés aquatiques

Faune-1

Le dynamitage aura pour effet d'induire une mortalité difficilement quantifiable de la faune benthique dans la zone touchée par les travaux, particulièrement à l'endroit où les effets du

dynamitage se feront ressentir. L'impact appréhendé sera néanmoins peu important, étant donné la faible diversité de la communauté benthique du secteur. Au total, le nombre d'invertébrés aquatiques affectés par la détonation d'explosifs devrait être minime, bien qu'il y ait très peu de données dans la littérature pour appuyer cette évaluation (Wright et Hopky, 1998). Les effets sublétaux des explosifs sur ces organismes sont également mal connus, y compris les modifications de comportement (Wright, 1982).

Faune-2

L'excavation, le dragage et la mise en pile temporaire des sédiments auront pour effet de perturber la faune benthique qui colonise l'aire des travaux. Les changements physiques de l'habitat (micro-courants, physionomie du fond et nature du substrat) peuvent aussi avoir des conséquences sur ce groupe d'organismes. L'impact appréhendé est cependant jugé moyen étant donné la superficie affectée (12 600 m²; voir schéma de la figure 4-1) et la faible diversité de l'aire des travaux. Par contre, suite à l'application de mesures d'atténuation (limité la surexcavation et le surdragage, etc.), l'impact résiduel sera faible.

Faune-3

La remise en état des lieux aura probablement un impact faible sur la communauté benthique si l'on tient compte de la capacité des invertébrés aquatiques à recoloniser le site des travaux. Il faudra cependant s'assurer d'utiliser un substrat ayant une granulométrie qui ressemble à la granulométrie originale. En effet, il est possible qu'à la suite des travaux, le substrat remodelé de la zone des travaux soit plus propice à l'implantation d'espèces benthiques différentes attirées par un substrat plus meuble, étant donné la disparition des surfaces rocheuses. À l'inverse, une légère augmentation de la diversité locale de la communauté benthique et du nombre d'individus pourrait résulter des travaux puisque les surfaces rocheuses sont peu propices à la colonisation par les invertébrés.

Faune-4

La méthode par forage directionnel n'aura pas d'impact sur la faune benthique, à l'exception d'une petite surface d'une dizaine de mètres carrés à l'ouverture du forage. Étant donné la faible superficie touchée ($\approx 10 \text{ m}^2$), l'impact est jugé faible.

Faune-5

La superficie bétonnée du bloc de prise d'eau créera un habitat propice à la colonisation de quelques espèces d'invertébrés indésirables, notamment la moule zébrée. Toutefois, l'importance de l'impact est faible car la présence du bloc sur le substrat ne représente qu'une petite surface (54 m^2).

5.5.2.6 Ichtyofaune

Faune-6

La propagation de l'onde de choc dans l'eau, créée par le dynamitage, aura pour effet d'éloigner les poissons du secteur des travaux. Il est aussi possible que cette opération induise de la mortalité parmi la population. En effet, la détonation d'explosifs à l'intérieur ou à proximité de l'eau provoque des ondes de choc de compression postérieures à la détonation, caractérisées par l'atteinte rapide d'un pic de pression extrêmement élevé suivi d'une décroissance rapide sous la pression hydrostatique ambiante (Wright et Hopky, 1998). Ces changements hydrostatiques soudains peuvent avoir des effets néfastes sur le poisson. Le principal organe touché est la vessie natatoire. Le rein, le foie, la rate, les gonades, le cœur et le sinus veineux peuvent également se rompre, ce qui peut provoquer une hémorragie et, éventuellement, la mort du poisson (Bienvenu, 1990a; Wright et Hopky, 1998). Les œufs et les larves de poissons peuvent également être détruits ou endommagés (Wright, 1982).

L'impact de cette activité est jugé moyen, mais en s'assurant d'appliquer les mesures d'atténuation (installer une barrière de bulles d'air, appliquer les recommandations du MPO

concernant les charges explosives respectant le critère de 100 kPa, choisir des explosifs à faible vitesse de détonation, faire sauter les charges selon une séquence prédéterminée, faire un suivi de la mortalité des poissons), l'impact appréhendé devient faible.

Faune-7 et Faune-8

La turbidité de l'eau, générée par le dragage des sédiments, leur mise en pile temporaire dans les premiers 130 m de la tranchée et le remblayage de cette dernière sont susceptibles d'affecter certaines fonctions biologiques dans la zone d'étude en plus de susciter l'éloignement des poissons. L'augmentation des matières en suspension dans l'eau générée par la mise en dépôt des sédiments en marge de la tranchée peut avoir des répercussions directes sur certains poissons (Lachance et Fournier, 2001), surtout au stade larvaire en affectant les branchies (Newcombe et Jensen, 1996). Par contre, l'eau du secteur est déjà passablement turbide. De plus, il n'y a pas de site de fraie identifié dans la zone à l'étude, bien que le marais à scirpe puisse constituer une zone de croissance et d'alimentation importante pour certaines espèces. Par ailleurs, les désagréments occasionnés par ces travaux sont susceptibles d'éloigner les poissons.

En considérant la vitesse élevée du courant dans le secteur qui dispersera rapidement les sédiments en suspension, l'impact sur les poissons est jugé moyen. En effet, cet impact sera temporaire et ponctuel. Cet impact devient faible en appliquant les mesures d'atténuation proposées.

Il est important de rappeler que le creusage sera effectué par tronçon de 15 m à la fois. La mise en pile sera donc de courte durée, et la tranchée sera refermée dans un délai de 72 heures, diminuant ainsi l'effet des marées sur la mise en pile des sédiments et de ce fait, les effets sur la faune ichthyenne.

Les poissons peuvent subir indirectement des impacts en délaissant un site perturbé par des activités de dragage. En effet, cette activité peut provoquer des changements dans leur habitat (physiographie du fond, la nature du substrat, le patron des micro-courants, etc.) (Newcombe et Jensen, 1996; Lichtenfels *et al.*, 1996; Environnement Canada, 1994). Il est probable que les poissons quitteront temporairement le secteur avant que les forts courants et les marées de la zone d'étude rétablissent l'équilibre de la dynamique sédimentaire et que le site soit recolonisé par les invertébrés aquatiques.

Faune-9

La construction du bloc de prise d'eau engendrera une perte d'habitat du poisson de 54 m². L'impact appréhendé est moyen, puisque la superficie perdue est restreinte. À la suite de l'application des mesures d'atténuation, l'importance de l'impact résiduel sera faible.

En général, les poissons éviteront facilement les zones où la turbidité est accrue et celles où la machinerie génère du bruit et des vibrations.

La méthode par forage directionnel n'aura pas d'impact sur la faune ichthyenne car il n'y aura pas de travaux dans l'habitat du poisson, à l'exception de la mise en place du bloc de prise qui touchera environ 54 m². Les répercussions sur le milieu sont donc les mêmes que pour la méthode en tranchée.

Faune-10

Le pompage de l'eau aura un impact moyen sur l'ichtyofaune. En effet, le bloc de prise d'eau a été conçu pour que les ouvertures soient parallèles au courant, ce qui diminue les chances qu'un poisson puisse se trouver directement dans la trajectoire des ouvertures. De plus, les ouvertures seront munies d'un grillage dont l'espacement est d'environ 16,5 cm. Rappelons qu'un espacement plus petit entraînerait une perte de charge et il faudrait alors

augmenter la grandeur des ouvertures du bloc de prise et d'exploiter l'usine de traitement d'eau de Sainte-Foy à sa pleine capacité, soit 136 400 m³.

La vitesse à l'entrée de la prise d'eau est un autre critère de conception qui diminue l'impact possible sur l'ichtyofaune. Selon le *Guide de conception des installations de production d'eau potable* (MENV, 2003b), « la vitesse dans la conduite ne doit pas excéder 1,5 m/s, bien qu'il soit préférable qu'elle soit comprise entre 0,7 et 1,2 m/s ». Or, le critère de conception de la future prise d'eau est de 0,1 m/s à son ouverture, ce qui permettra aux poissons s'y aventurant de ne pas être aspirés par la prise d'eau.

Dans la conduite ayant un diamètre de 1 067 mm (méthode en tranchée), la vitesse de l'eau sera de 1,76 m/s. Compte tenu des contraintes de la méthode par forage directionnel, la conduite n'aura que 978 mm de diamètre, ce qui résultera en une augmentation de la vitesse de l'eau à 2,1 m/s. Dans le cas où des poissons seraient aspirés par la conduite, un système de récupération des poissons sera aménagé afin de les retourner au fleuve. Ce système pourrait être constitué de bassins fermés avec des portes de types aboiteaux, qui s'ouvrent uniquement à marée hautes et libèrent les poissons.

L'ensemble de ces mesures fait en sorte que l'impact résiduel sur la faune piscicole sera très faible, voire négligeable, comparativement à la situation actuelle. En effet, selon monsieur Damien Roy, contremaître de la station de pompage des eaux brutes de Sainte-Foy, il est fréquent de trouver des poissons dans les tamis de la station de pompage. Les espèces les plus fréquentes sont la carpe sp., le chevalier sp. et l'esturgeon sp. Au mois de décembre, on retrouve également l'éperlan arc-en-ciel. Il est à noter que les ouvertures de la prise d'eau actuelle sont perpendiculaires au courant, et que le grillage est en mauvais état.

En ce qui concerne les espèces menacées ou vulnérables comme l'esturgeon noir et l'esturgeon jaune, selon les documents de la FAPAQ, les frayères et les zones de croissance

et d'alimentation connues des adultes ne se trouvent pas dans la zone d'étude. Aucun impact n'est donc appréhendé sur l'habitat de ces deux espèces.

5.5.2.7 Avifaune

Le principal impact appréhendé sur l'avifaune provient du bruit causé par les travaux.

En général, les oiseaux aquatiques semblent s'habituer très rapidement à la présence des équipements de dragage, à leur va et vient et au bruit de la machinerie (Environnement Canada, 1994). Par ailleurs, les travaux devraient débuter après la période de migration printanière de la sauvagine, soit vers le mois de mai. Cependant, les travaux devraient se poursuivre jusqu'en octobre. Cette période coïncide avec le retour des oiseaux migrateurs où le littoral de la zone d'étude est fréquenté par la sauvagine, notamment la bernache du Canada et certains canards barboteurs. Au cours de l'été, à partir de juin, la zone d'étude est peu fréquentée par la faune avienne.

Faune-11

L'installation du chantier pourrait perturber les oiseaux forestiers qui nichent dans le secteur de la station de pompage. Cette perturbation est attribuable au bruit qui devrait y être temporairement plus élevé. Cependant, lors de l'inventaire du 20 juin, seulement cinq espèces d'oiseaux ont été recensées, et il s'agissait d'espèces communes au milieu urbain. L'impact de cette activité est jugé faible, étant donné le petit nombre d'espèces d'oiseaux entendus, le niveau de bruit ambiant existant déjà noté dans le secteur et la capacité d'acclimatation des oiseaux. Une fois les mesures d'atténuation appliquées, l'impact résiduel sera négligeable.

Faune-12

Au début des travaux, le dynamitage risque de perturber l'avifaune. Cependant, en débutant les travaux de dynamitage après le 15 juin, la migration printanière de la sauvagine ne sera

pas perturbée. En automne, cette activité sera complétée, et les travaux consisteront essentiellement en des activités de dragage et de construction des blocs de prise et de raccordement dans la zone submergée en permanence.

L'excavation et le dragage, ainsi que le forage directionnel risquent de perturber l'avifaune qui fréquente le secteur des travaux. En débutant les travaux de dragage au large (à environ 450 m de l'estran), la migration printanière ne sera pas perturbée. Dans le cas du forage directionnel, les équipements ne se déplaceront pas et resteront en milieu terrestre. À l'automne, les travaux consisteront principalement en la construction du bloc de prise d'eau, à environ 450 m des berges. Dans les deux cas, l'impact résiduel du bruit devrait alors être faible. De plus, l'acclimatation de la sauvagine au bruit devrait aussi diminuer l'ampleur de l'impact des travaux.

Faune-13

En ce qui concerne le transport et la circulation terrestre, les oiseaux nichant dans le secteur sont déjà acclimatés à une circulation locale sur le chemin de la Plage-Saint-Laurent et au bruit produit par la station de pompage. Dans ces circonstances, l'augmentation de la circulation dans cette zone risque d'avoir un impact de faible importance. De plus, en confinant la voie de circulation uniquement au premier kilomètre du chemin de la Plage-Saint-Laurent et sur des voies d'accès déjà achalandées, le camionnage ne perturbera pas de façon significative l'avifaune locale et régionale.

Dans l'ensemble, les impacts résiduels sur la faune avienne seront faibles à négligeables.

5.5.2.8 Mammifères

Faune-14

La zone à l'étude ne présente pas d'habitat d'intérêt particulier pour les mammifères. Toutefois, il est possible de rencontrer les mammifères acclimatés au milieu urbain, comme

la marmotte commune, le raton laveur et la moufette rayée. L'impact appréhendé, se traduisant principalement par des mortalités causées par la circulation de la machinerie et des camions, sera faible. En limitant le transport dans un réseau déjà bien utilisé par les véhicules routiers, le risque de mortalité des animaux sera moindre. Ainsi, un impact résiduel négligeable est anticipé sur les mammifères.

5.5.3 Impacts sur le milieu humain

L'évaluation des impacts sur le milieu humain présentée dans cette section traite des répercussions du projet sur les espaces publics, le réseau routier, les infrastructures d'alimentation en eau, les activités récréatives, la qualité de vie, l'activité économique et la santé publique et sécurité.

5.5.3.1 Espace public

Hum-1 et Hum-2

Lors des phases de pré-construction et de construction, les impacts sur l'utilisation ou l'affectation du sol concernent l'utilisation temporaire d'un espace public de la Ville de Québec, soit les terrains de la station de pompage, pour la réalisation des travaux, notamment l'installation de chantier, la construction du bloc de raccordement et la remise en état des lieux. L'importance de l'impact appréhendé est faible, et l'application de mesures d'atténuation concernant la protection des propriétés riveraines, ainsi que la remise en état des lieux, permettent d'obtenir un impact résiduel variant de faible à nul.

Avant le début des travaux, la Ville de Québec devra acquérir les terrains des lots de grève entre les adresses 115 et 145, chemin de la Plage-Saint-Laurent, ou obtenir des droits de servitudes (lots 1 408 391, 1 408 347, 1 408 346 et 1 408 345). Dans le cas contraire, il pourrait en résulter un impact jugé fort.

5.5.3.2 Réseau routier

Hum-3

Lors des phases de pré-construction et de construction, les impacts sur le réseau routier portent sur la perturbation de la circulation locale des rues de la Plage-Saint-Laurent et Saint-Félix. Les travaux reliés à l'installation de chantier, au transport et à la circulation, à la construction du bloc de raccordement, ainsi qu'à la démobilitation de chantier et la remise en état des lieux auront un effet sur la circulation, surtout au moment de l'évacuation des déblais. Si la méthode en tranchée est utilisée pour la construction de la conduite, on estime qu'environ 1 369 voyages seront nécessaires pour évacuer les déblais à la fin des travaux. Si la méthode par forage directionnel est utilisée, il faudra près de 1 300 voyages pendant toute la période que dureront les travaux. Le projet prévoit déjà la construction d'une voie de contournement de l'aire des travaux (50 m environ) pour assurer la libre circulation sur le chemin de la Plage-Saint-Laurent. L'importance de l'impact appréhendé est moyenne. Des mesures d'atténuation relatives à l'ouverture en tout temps des voies de circulation et l'adaptation de l'horaire des travaux afin de perturber le moins possible la circulation routière permettront d'obtenir un impact résiduel faible.

5.5.3.3 Infrastructures - eau

Hum-4 et Hum-5

Lors de la phase de construction, il existe un risque de bris des conduites ou de puits (résidences des 121 à 160 du chemin de la Plage-Saint-Laurent) d'eau potable au moment des travaux d'excavation et de dynamitage reliés à la construction de la conduite, du bloc de prise et du bloc de raccordement. L'importance de l'impact appréhendé est moyenne. Toutefois, comme les infrastructures auront été identifiées et balisées avant le début des travaux, le risque de bris sera réduit. Des mesures relatives à l'information des résidents et aux précautions d'urgence permettront d'obtenir un impact résiduel faible.

Cependant, lors de la phase d'exploitation, l'amélioration des infrastructures d'alimentation en eau générera un impact positif fort.

5.5.3.4 Activités récréatives

Hum-6

Lors des phases de pré-construction et de construction, les activités récréatives (marche, vélo, navigation de plaisance) pouvant se dérouler dans le secteur seront perturbées par les activités d'installation de chantier, de transport et circulation, de construction de la conduite, du bloc de prise et du bloc de raccordement, ainsi que par la désinstallation de chantier et la remise en état des lieux. L'importance de l'impact a été jugée moyenne et ce, tant pour les effets sur les activités récréatives sur la rive que pour ceux sur les activités nautiques.

Les mesures d'atténuation visant la restriction de la circulation lourde aux chemins d'accès et aux aires désignées pour les travaux, l'utilisation d'une signalisation adéquate ainsi que l'assurance d'une vitesse maximale appropriée pour les véhicules de chantier, et l'information de la population permettront d'obtenir un impact résiduel variant de faible à nul.

En ce qui concerne les nuisances causées par les travaux en eau sur les activités nautiques estivales, des mesures d'atténuation spécifiques sont recommandées. Elles visent le balisage sur l'eau de l'aire des travaux, à l'aide de câbles et de bouées, de même que l'utilisation d'une signalisation adéquate pour informer les plaisanciers. De plus, les autorités du parc nautique de Cap-Rouge seront informées du calendrier des travaux pour que leur personnel puisse mettre les plaisanciers en garde contre les risques pour la sécurité. À cet effet, un plan de localisation de l'aire des travaux sera affiché à l'entrée du parc nautique. Par ailleurs, les autorités de la Garde côtière seront contactées avant le début des travaux.

5.5.3.5 Qualité de vie

Hum-7 et Hum-8

Lors des phases de pré-construction et de construction liées aux activités d'installation de chantier, transport et circulation, construction de la conduite, du bloc de prise d'eau et du bloc de raccordement, ainsi que de démobilisation du chantier et la remise en état des lieux, auront un impact négatif d'importance faible sur la qualité de vie des résidents avoisinants. L'augmentation des nuisances telles que le bruit, la poussière, les vibrations et la circulation des véhicules lourds, portera atteinte à la qualité de vie de la population du secteur. De nombreuses mesures d'atténuation sont prévues pour limiter le plus possible les nuisances notamment lors des activités de dynamitage. De cette manière, l'impact résiduel pourra varier de faible à nul.

Toutefois, lors de la phase d'exploitation, l'amélioration des infrastructures d'alimentation en eau aura un impact positif d'importance forte sur la qualité de vie de la population qui n'aura plus à craindre un éventuel manque d'eau potable ou même une restriction de la consommation.

5.5.3.6 Activité économique

Hum-9

Toutes les activités des phases de pré-construction et de construction sont susceptibles de générer une certaine activité économique localement par l'achat de biens et de services liés à la présence des travailleurs. Cet impact positif a été jugé d'importance moyenne étant donné la durée relativement courte des travaux, et que plusieurs biens et services ne seront pas achetés localement.

Hum-10

Le projet pourrait cependant générer un impact négatif sur les biens et la propriété privés dans le secteur des travaux lié aux dommages causés par les éboulis ou les glissements de

cailloux et de blocs. Des dommages pourraient effectivement être causés aux arbres et aux arbustes sur le talus, aux habitations et aux biens meubles, comme les voitures stationnées, situés sur huit propriétés à proximité de l'aire des travaux. Afin d'atténuer cet impact, des compensations justes et équitables sont prévues pour les propriétaires affectés. Des critères d'évaluation des montants de compensation pourraient être d'ores et déjà élaborés et présentés aux propriétaires concernés. Une telle démarche permettra d'établir clairement la méthode d'évaluation et de négociation des compensations.

5.5.3.7 Santé publique et sécurité

Hum-11

Lors des phases de pré-construction et de construction, toutes les activités impliquant du transport et de la circulation occasionneront un risque d'accident pour la population sur les rues de la Plage-Saint-Laurent et Saint-Félix. L'importance de l'impact a été jugée moyenne. Des mesures d'atténuation visant la signalisation adéquate, le respect d'une vitesse maximale appropriée et l'assurance d'un contrôle strict de l'accès au chantier permettront d'obtenir un impact résiduel variant de faible à nul.

Hum-12

Le dynamitage risque d'engendrer des impacts sur la falaise. Une étude de stabilité du talus (LEQ, 2003a) a été produite pour identifier les zones d'instabilité qui pourraient être affectées par les travaux de dynamitage prévus pour l'installation de la nouvelle prise d'eau de Sainte-Foy. Un rayon d'étude de 350 m a été déterminé autour de la station de pompage. Il s'agit d'une étude qualitative, basée sur une inspection visuelle des lieux, et qui vise à évaluer les risques potentiels du dynamitage sur la structure physique de la falaise.

L'inspection des propriétés a été réalisée par un ingénieur géologue entre le 26 août et le 2 septembre 2003. Chacun des terrains de la zone d'étude a été visité, les affleurements rocheux ont été décrits et les indices d'instabilité du talus ou les facteurs pouvant y

contribuer ont été notés. De plus, une évaluation sommaire des dommages appréhendés y a été effectuée. Ces dommages appréhendés sont les suivants : éboulis ou glissements de cailloux et de blocs pouvant occasionner des dommages aux arbres et aux arbustes dans le talus, aux habitations et aux biens meubles comme les voitures stationnées et des risques pour la vie humaine sur les huit propriétés suivantes :

- 4533, rue Saint-Félix (chute possible d'un cabanon);
- 90, rue Plage-Saint-Laurent (chute de blocs sur la résidence);
- 96, rue Plage-Saint-Laurent (chute de blocs dans le stationnement)
- 102, rue Plage-Saint-Laurent (chute de blocs sur la résidence);
- 121, rue Plage-Saint-Laurent (chute de blocs dans le chemin Plage-Saint-laurent);
- 145, rue Plage-Saint-Laurent (chute de blocs sur le cabanon et le stationnement);
- 151, rue Plage-Saint-Laurent (chute de blocs dans le stationnement);
- 154, rue Plage-Saint-Laurent (chute de blocs sur la résidence et le stationnement);
- 160, rue Plage-Saint-Laurent (chute de blocs sur la résidence et le stationnement).

De plus, les ouvrages de captage d'eau de certaines résidences pourraient être affectés par les opérations de dynamitage.

Selon les informations obtenues de certains résidents locaux, des travaux de dynamitage ont déjà été réalisés dans le passé pour la construction de bâtiments sur la rue Saint-Félix, et à leur connaissance, aucun glissement ou dommage n'a été rapporté. Sur la base de ces informations, de la connaissance de l'historique du secteur et de l'étude de stabilité effectuée en 2003, il semble très peu probable qu'un glissement de terrain d'une grande envergure survienne à la suite des travaux de dynamitage pour la prise d'eau de Sainte-Foy. Toutefois, des glissements locaux de blocs ou de cailloux pourraient survenir lors des travaux ou naturellement, avec de fortes pluies, la fonte printanière ou l'action du gel et dégel ou une combinaison de ces facteurs (LEQ, 2003).

L'application de mesures d'atténuation particulières telles que l'inspection des résidences et des fissures dans le talus, l'installation d'un mur-écran, l'installation de clôtures protectrices et d'autres mesures comparables, permettra de réduire l'impact sur la santé et la sécurité publique à faible. D'ailleurs, à cet effet, un programme de contrôle des activités de dynamitage est décrit à la section 6.4.1.1.

5.5.3.8 Navigation commerciale

Hum-13

Lors du dragage du mort terrain immergé, il y aura 6 210 m³ de matériel à disposer hors du site. Ce matériel sera déposé sur des barges qui feront la navette entre le site des travaux et le quai de Québec ou de Saint-Romuald. On évalue le nombre de voyages par barge entre 26 et 50, selon les conditions de navigation et le volume de matériel pouvant être transporté (entre 125 et 250 m³ à la fois).

Les barges emprunteront la Voie maritime du Saint-Laurent, et il y a un risque potentiel de croiser ou d'encombrer le trajet utilisé par la flotte de marine marchande, notamment au niveau du seuil, sous les ponts de Québec et Pierre-Laporte.

En appliquant les mesures d'atténuation telles qu'émettre des avis aux navigateurs les informant de la période des travaux, de la localisation des travaux et de la fréquence des déplacements entre l'aire de dragage et le quai choisi, ainsi que de prendre les mesures nécessaires avec les autorités du port de Québec et de la Garde côtière canadienne, l'impact résiduel sur la navigation commerciale est jugé faible.

5.5.4 Impacts sur le milieu visuel

L'évaluation des impacts visuels du projet porte particulièrement sur les unités du paysage qui sont adjacentes au site d'intervention ou qui présentent des vues sur ce site.

Le projet ne générera pas d'impacts permanents sur le paysage compte tenu que dans le cadre de la construction de la nouvelle prise d'eau, aucune des nouvelles infrastructures ne sera apparente. Aucune modification apparente ne sera apportée à la station de pompage existante. De plus, l'expérience de la prise d'eau existante, construite en 1963 par la méthode en tranchée, ne présente pas d'effet visuel trahissant la présence de cette tranchée. En effet, quarante ans après l'inauguration de la prise d'eau, il est difficile de dire qu'on a creusé à cet endroit. Par contre, il y a le « regard de grève » qui trahit la présence de la prise d'eau. L'impact visuel post-construction est donc nulle si on se fie à cette expérience.

Les impacts visuels (Vis-1, Vis-2 et Vis-3) du projet sont reliés essentiellement aux répercussions générées pendant les phases pré-construction et construction de la nouvelle prise d'eau, attribuables à la présence du chantier, ainsi que de la machinerie et des véhicules sur le site des travaux et les voies de circulation locales.

Vis-1

La visibilité à partir de la rive sur le site d'intervention et sur les équipements de construction est très limitée, et concerne surtout les résidants des propriétés limitrophes au chantier. À partir du chemin de la Plage-Saint-Laurent, l'accès visuel au site des travaux pour les observateurs mobiles est aussi très limité; la présence des maisons et de la végétation ne permet que des vues filtrées sur le site des travaux et sur le fleuve. L'impact visuel du projet pour les résidants situés dans l'unité de paysage urbaine, à proximité du site des travaux, de même que pour les observateurs mobiles circulant sur le chemin de la Plage-Saint-Laurent sera faible. Si on considère que l'impact ne durera que le temps des travaux et que des mesures d'atténuation sont proposées, l'impact résiduel sera nul.

Vis-2

À partir de l'unité de paysage que forment le fleuve Saint-Laurent et ses rives, le chantier de construction sera plus facilement visible. Cependant, compte tenu de l'échelle de cette vaste unité de paysage et de la taille relativement réduite de la zone d'intervention du projet,

et ce, tant au sol que sur le fleuve, le degré de perturbation est jugé faible. Les navigateurs de plaisance et les usagers du parc Nautique de Cap-Rouge et de la Plage Jacques-Cartier ne percevront qu'une faible perturbation temporaire de leur champ visuel. Une fois les travaux complétés et les mesures d'atténuation appliquées, principalement celles concernant la remise en état des lieux des travaux, aucun impact négatif ne subsistera.

Vis-3

Au cours de la phase construction du projet, des camions circuleront sur le chemin de la Plage-Saint-Laurent. Ils transporteront les déblais générés par l'excavation de la tranchée ou par le forage directionnel, selon l'option de construction retenue. Dans le cas de la variante avec une conduite en tranchée, il y aura au total 407 camions qui circuleront sur le chemin de la Plage-Saint-Laurent pendant une semaine. Pour la variante impliquant le forage directionnel, il faut compter deux camions par jour, pendant une période de 90 jours. Les camions emprunteront notamment le corridor visuel que constitue le chemin de la Plage-Saint-Laurent, plus particulièrement le tronçon compris entre la rue Saint-Félix et la station de pompage existante. Les résidants situés de part et d'autre de ce tronçon du chemin de la Plage-Saint-Laurent verront leur environnement visuel modifié pendant la période de construction. Le degré de perturbation du paysage du corridor visuel est plus ou moins grand selon la variante de projet retenue. Néanmoins, pour les deux variantes considérées, cet impact est temporaire et a une portée très limitée ce qui lui confère une importance faible. Aucun impact résiduel n'est à prévoir.

5.5.5 Impacts sur le milieu sonore

5.5.5.1 Inventaire des phases pour l'évaluation des niveaux sonores

Les travaux de construction de la nouvelle prise d'eau de Sainte-Foy s'effectueront en plusieurs phases. Chaque phase de travaux requiert divers équipements et, par conséquent, génère des niveaux de bruit différents. La prévision des niveaux sonores à chacun des points récepteurs a été calculée uniquement pour chacune des phases susceptibles de générer un niveau de bruit élevé. Les phases retenues sont décrites au tableau 5-6 pour l'option en tranchée et au tableau 5-7 pour l'option du forage directionnel. La description de chaque phase mentionne les types d'équipements susceptibles d'être utilisés simultanément (pire des cas), le facteur d'utilisation propre à chaque appareil considéré et le niveau de puissance acoustique retenue pour le calcul.

Il faut toutefois mentionner qu'étant donné que le modèle et la puissance acoustique de chaque équipement prévu sont indéterminés, cette liste présente une estimation des équipements qui devraient être mis en place sur le chantier et des puissances acoustiques anticipées.

Au niveau du camionnage, le tableau 5-8 présente les différentes phases susceptibles de générer un trafic de camions significatif pour engendrer un impact sonore aux résidences le long du chemin de la Plage-Saint-Laurent, ainsi que la durée de ces activités.

Tableau 5-6 Synthèse des différentes phases des travaux selon l'option « en tranchée »

Phase n°	Description de la phase	Équipements utilisés	Facteur d'utilisation de l'équipement (%)	Puissance acoustique associée provenant de la littérature dB(A)
1A	Aménagement de la plate-forme	Camion fardier	10	106
		Chargeuse sur roues	20	105
		Bouteur	40	111
		2 camions à benne	5	106
		Compacteur	30	104
2A	Mobilisation de la plate-forme	Camion fardier	10	106
		Chargeuse sur roues	20	105
		Camion-grue	20	107
		Tracteur	30	106
3A	Battage de pieux pour le bloc de raccordement	Mouton	20	118
		Génératrice	20	109
		Camion-grue	20	107
4A	Excavation pour le bloc de raccordement au niveau du roc	Pelle hydraulique avec marteau hydraulique	40	118
5A	Transport du matériel excédentaire au niveau bloc de raccordement	Chargeuse	40	105
		2 camions à benne	5	106
6A	Coffrage du bloc de raccordement	Camion-grue	15	107
		Bétonnière	40	96
		Pompe à béton	20	109
		Vibrateur à béton	20	108
7A	Aménagement du bloc de raccordement	Camion-grue	40	107
		Pelle hydraulique	25	106
		Camion à benne	5	106
		Scie à béton	20	114
		Petit compacteur vibrateur	10	105
8A	Forage pour dynamitage au niveau de la tranchée	Foreuse	20	114
9A	Dynamitage	Voir section 4.2.2.1		
10A	Soudure des conduites	Génératrice pour la fusionneuse	90	109
		Chargeur sur roues	15	105
11A	Démolition mur de soutènement existant	Pelle hydraulique avec marteau pneumatique	40	118
		Chargeuse sur roues	50	105
		Camion à benne	5	106
12A	Excavation, insertion et remblai de la tranchée au large	2 pelles hydrauliques sur barge	40	106
		Grue à benne preneuse sur barge	40	107
13A	Remblai de la tranchée sur zone intertidale	Bouteur	40	111
14A	Réfection de la plate-forme	idem 1A et 2A	Idem 1A et 2A	Idem 1A et 2A
	Pompage *	Motopompe	100	103

* Le pompage n'est associé à aucune phase. En effet, il peut intervenir à n'importe quelle période étant donné qu'il dépend de l'importance des infiltrations d'eau dans l'excavation au niveau du bloc de raccordement.

Tableau 5-7 Synthèse des différentes phases des travaux selon l'option du forage directionnel

Phase n°	Description de la phase	Équipements utilisés	Facteur d'utilisation de l'équipement (%)	Puissance acoustique associée provenant de la littérature dB(A)
1B	Aménagement de la plate-forme	idem 1A	idem 1A	idem 1A
2B	Mobilisation de la plate-forme	idem 2A	idem 2A	idem 2A
3B	Aménagement de la voie de contournement	Camion fardier	10	106
		Chargeuse sur roues	20	105
		Bouteur	40	111
		Camion à benne	5	106
		Niveleuse	20	105
		Compacteur	30	106
	Paveuse	30	109	
4B	Battage pour le bloc de raccordement	idem 3A	idem 3A	idem 3A
5B	Excavation pour le bloc de raccordement au niveau du roc	idem 4A	idem 4A	idem 4A
6B	Transport du matériel excédentaire au niveau bloc de raccordement	idem 5A	idem 5A	idem 5A
7B	Coffrage du bloc de raccordement	idem 6A	idem 6A	idem 6A
8B	Aménagement du bloc de raccordement	idem 7A	idem 7A	idem 7A
9B	Soudure des conduites	idem 10A	idem 10A	idem 10A
10B	Forage directionnel	Foreuse	20	114
		Pelle hydraulique	5	106
		Camion à benne	5	106
11B	Réfection de la plate-forme	idem 1A et 2A	Idem 1A et 2A	idem 1A et 2A
	Pompage *	Motopompe	100	103

* Le pompage n'est associé à aucune phase. En effet, il peut intervenir à n'importe quelle période, étant donné qu'il dépend de l'importance des infiltrations d'eau dans l'excavation au niveau du bloc de raccordement.

Tableau 5-8 Camionnage généré sur le chemin de la Plage-Saint-Laurent

Phase n°	Description de la phase	Nombre maximal de camions prévus	Durée
1A et 1B	Aménagement de la plate-forme	75	2 jours
5A et 6B	Transport du matériel excédentaire au niveau bloc de raccordement	40	1 jour

5.5.5.2 Calculs des niveaux sonores prévisibles

Ces calculs ont pour but de vérifier si les travaux prévus pour chacune des phases mentionnées précédemment présentent un risque potentiel de dépasser le seuil de bruit recommandé par le MENV, soit 55 dBA. Les calculs des niveaux sonores prévisibles ont

été effectués pour chaque phase de travaux de construction aux différents points récepteurs (points 1, 2, 4 et 5) situés à proximité de la station de pompage, ainsi qu'à une distance d'environ 9 m le long du chemin de la Plage-Saint-Laurent, dans le cas du camionnage.

Les résultats de ces calculs effectués selon les options en tranchée ou avec le forage directionnel sont présentés respectivement aux tableaux 5-9 et 5-10. Le tableau 5-11 illustre les résultats obtenus au niveau du camionnage supplémentaire généré par le projet sur le chemin de la Plage-Saint-Laurent.

Il faut toutefois noter qu'il est possible que certains niveaux de bruit calculés diffèrent des niveaux sonores réels suite à certaines variations reliées aux conditions climatiques ainsi qu'à l'estimation de certains niveaux d'émission sonore d'équipements, à l'incertitude de leur emploi et de leur durée réelle d'opération.

Cependant, les niveaux sonores calculés donnent une approximation des niveaux sonores prévisibles aux points récepteurs lorsque les travaux de construction seront en cours de réalisation.

5.5.5.3 Analyse des résultats

Comme il a été mentionné antérieurement, l'ensemble des phases décrites concerne uniquement la période diurne. La majorité des niveaux de bruit prévisibles sont supérieurs d'environ 1 à 5 dB(A) au seuil de bruit Leq recommandé de 55 dBA. Les plus grands écarts sont obtenus principalement aux points récepteurs n^{os} 1 et 2 à cause de leur proximité avec les zones du chantier. Il faudra donc prévoir des mesures d'atténuation (voir section 5.6.2.4) pour diminuer le plus possible les impacts sonores du chantier de construction, aux points récepteurs problématiques.

Tableau 5-9 Niveaux sonores prévisibles lors de chacune des phases de construction selon l'option « en tranchée »

Phase de construction	Description de la phase	Point récepteur n°	Niveau Leq calculé (dBA)	Niveau Leq recommandé (dBA)	Écart (dBA)
1A	Aménagement de la plate-forme	1	54	55	-1
		2	63	55	+8
		4	52	55	-3
		5	60	55	+5
2A	Mobilisation de la plate-forme	1	53	55	-2
		2	65	55	+10
		4	50	55	-5
		5	61	55	+6
3A	Battage pour le bloc de raccordement	1	65	55	+10
		2	60	55	+5
		4	60	55	+5
		5	59	55	+4
4A	Excavation pour le bloc de raccordement au niveau du roc	1	67	55	+12
		2	63	55	+8
		4	62	55	+7
		5	58	55	+3
5A	Transport du matériel excédentaire au niveau bloc de raccordement	1	55	55	0
		2	51	55	-4
		4	50	55	-5
		5	49	55	-6
6A	Coffrage du bloc de raccordement	1	53	55	-2
		2	49	55	-6
		4	48	55	-7
		5	47	55	-8
7A	Aménagement du bloc de raccordement	1	62	55	+7
		2	58	55	+3
		4	57	55	+2
		5	56	55	+1
8A	Forage pour dynamitage au niveau de la tranchée	1	67	55	+12
		2	53	55	-2
		4	59	55	+4
		5	52	55	-3
10A	Soudure des conduites	1	59	55	+4
		2	59	55	+4
		4	55	55	0
		5	57	55	+2
11A	Démolition mur de soutènement existant	1	70	55	+15
		2	62	55	+7
		4	64	55	+9
		5	60	55	+5
12A	Excavation, insertion et remblai de la tranchée au large	1	60	55	+5*
		2	52	55	-2
		4	60	55	+5*
		5	51	55	-4
13A	Remblai de la tranchée sur zone intertidale	1	70	55	+15
		2	52	55	-3
		4	62	55	+7
		5	55	55	0
14A	Réfection de la plate-forme	1	Idem 1A et 2A		
		2			
		4			
		5			
	Pompage	1	55	55	0
		2	52	55	-3
		4	51	55	-4
		5	50	55	-5

* Dépasse le seuil de 55 dBA sur les 150 à 180 premiers mètres environ.

Tableau 5-10 Niveaux sonores prévisibles lors de chacune des phases de construction selon l'option du forage directionnel

Phase de construction	Description de la phase	Point récepteur n°	Niveau Leq calculé (dBA)	Niveau Leq recommandé (dBA)	Écart (dBA)
1B	Aménagement de la plate-forme	1	54	55	-1
		2	63	55	+8
		4	52	55	-3
		5	60	55	+5
2B	Mobilisation de la plate-forme	1	53	55	-2
		2	65	55	+10
		4	50	55	-5
		5	61	55	+6
3B	Aménagement de la voie de contournement	1	59	55	+4
		2	64	55	+9
		4	56	55	+1
		5	61	55	+6
4B	Battage pour le bloc de raccordement	1	65	55	+10
		2	60	55	+5
		4	60	55	+5
		5	59	55	+4
5B	Excavation pour le bloc de raccordement au niveau du roc	1	67	55	+12
		2	63	55	+8
		4	62	55	+7
		5	58	55	+3
6B	Transport du matériel excédentaire au niveau bloc de raccordement	1	55	55	0
		2	51	55	-4
		4	50	55	-5
		5	49	55	-6
7B	Coffrage du bloc de raccordement	1	53	55	-2
		2	49	55	-6
		4	48	55	-7
		5	47	55	-8
8B	Aménagement du bloc de raccordement	1	62	55	+7
		2	58	55	+3
		4	57	55	+2
		5	56	55	+1
9B	Soudure des conduites	1	59	55	+4
		2	59	55	+4
		4	55	55	0
		5	57	55	+2
10B	Forage directionnel	1	55	55	0
		2	64	55	+9
		4	52	55	-3
		5	59	55	+4
11B	Réfection de la plate-forme	1	Idem 1A et 2A		
		2			
		4			
		5			
	Pompage	1	55	55	0
		2	52	55	-3
		4	51	55	-4
		5	50	55	-5

Tableau 5-11 Niveaux sonores générés par le camionnage à une distance d'environ 9 m le long du chemin de la Plage-Saint-Laurent

Phase n°	Description de la phase	Niveau Leq calculé (dBA)	Niveau Leq admissible / actuel (en dBA)	Écart avec admissible (dBA)
1A et 1B	Aménagement de la plate-forme	54	55 / 52	-1
5A et 6B	Transport de matériel excédentaire au niveau du bloc de raccordement	54	55 / 52	-1

5.5.5.4 Bruit durant les phases de dynamitage

Lors des travaux d'excavation, des activités de dynamitage auront lieu une fois par jour, généralement à la fin de la journée de travail, soit entre 17 h 30 et 19 h 00. La modélisation des niveaux de bruit prévisibles n'a pas pris en compte le dynamitage, puisqu'il s'agit d'une source de bruit ponctuelle.

En ce qui a trait au dynamitage, les nuisances sont associées à la pression d'air et aux vibrations générées par l'explosion. Au niveau de la pression d'air, c'est-à-dire le déplacement d'air provoqué par l'explosion, il n'y a pas de norme qui réglemente cette activité.

Les plaintes résultant de la pression d'air sont causées par l'irritation, la peur des dommages et l'effet de surprise. Selon la littérature, des pressions d'air dépassant 120 dB produiront de tels résultats. Également, certaines expériences ont révélé que peu de plaintes ont été reçues quand les niveaux de bruit dus à des explosions sont en deçà de 115 dB (seuil de plaintes).

Enfin, le United States Bureau of Mines (USBM) a accompli beaucoup d'études dans le domaine du dynamitage, et la plupart des normes de différents pays sont basées sur les résultats des travaux de cet organisme. L'USBM recommande des seuils qui devraient fournir des probabilités de non-dommage de 95 à 99 % avec les niveaux suivants :

- 134 dB (appareil avec seuil de 0.1 Hz);
- 133 dB (appareil avec seuil de 2 Hz);

- 129 dB (appareil avec seuil de 6 Hz);
- 105 dB (échelle C-slow (durée de 20 secondes)).

Par ailleurs, le USBM recommande une limite volontaire de 128 dB comme précaution.

Afin de tenir compte de la position prise par le MENV sur des dossiers antérieurs, on peut mentionner que, durant le projet de construction du nouvel aménagement hydroélectrique de Grand-Mère, Hydro-Québec référerait aux normes de l'USBM, et recommandait des mesures d'atténuation pour les pressions d'air, pour chaque dynamitage, lorsque le bruit dépassait 15 dB de moins que le niveau maximum de pression d'air. Par exemple, si on considère que le niveau de bruit à respecter est de 134 dB, le critère est fixé à 119 dB (134-15) ; si ce niveau est dépassé, des moyens doivent être mis en œuvre de manière à atteindre le niveau recommandé, soit 119 dB.

La norme suggérée par Hydro-Québec semble acceptable. Ainsi, si le critère de 119 dB pour les pressions d'air est respecté en tout temps, le niveau des plaintes devrait être faible.

D'après les informations actuelles disponibles, la phase d'exploitation de la nouvelle prise d'eau ne devrait entraîner aucune modification majeure à la station de pompage actuel. Ainsi, il est raisonnable de penser que le bruit actuellement généré par la station ne devrait pas varier après la réalisation de la nouvelle prise d'eau. L'étude en cours permettra de confirmer cette affirmation. De plus, des mesures d'atténuation seront appliquées éventuellement, afin d'atténuer davantage l'impact du bruit.

5.6 SYNTHESE DES IMPACTS ET DES MESURES D'ATTENUATION

5.6.1 Tableau synthèse des impacts

L'identification et l'évaluation des répercussions environnementales du projet de relocalisation de la prise d'eau de Sainte-Foy, selon la méthode en tranchée ou par forage directionnel, sont rassemblées sous la forme d'un tableau synthèse (tableau 5-12). Ce tableau présente la procédure d'évaluation et les résultats de l'analyse des impacts décrits à la section 5.5. Enfin, les mesures d'atténuation particulières apparaissent à la suite du tableau des impacts à la section 5.6.2 pour les milieux biophysique, humain, visuel et sonore.

Tableau 5-12 Description des impacts appréhendés du projet de la prise d'eau

Milieu touché	Élément touché	Méthode de conception	Sources d'impact	Phases du projet concernées	Code ¹ d'impact	Description de l'impact	Valeur Perturbation (bonification) ²	Intensité Étendue Durée	Importance de l'impact appréhendé	Mesures d'atténuation particulières ³	Impact résiduel
Bio-physique	Stabilité de la falaise	En tranchée	Dynamitage	Construction	Talus-1	Risque d'éboulis.	Grande Forte	Forte Locale Momentanée	Moyenne	B35, B36	Faible
	Qualité de l'eau	En tranchée	Mobilisation du chantier	Pré-construction	Eau-1	Risque possible de déversements d'hydrocarbures.	Très grande Moyenne	Forte Ponctuelle Momentanée	Faible	B7	Négligeable
			Excavation de la tranchée	Construction	Eau-2	Augmentation temporaire de la concentration en matière en suspension (MES).	Très grande Faible	Moyenne Locale Temporaire	Moyenne	B8, B9, B10, B37	Faible
			Gestion des déblais et des remblais Construction du bloc de raccordement								
	Végétation terrestre	En tranchée et forage directionnel	Mobilisation du chantier	Pré-construction	Flore-1	Perturbation possible de la végétation, notamment lors de la mise place de la plate forme servant à l'entreposage des matériaux de remblai.	Grande Faible	Faible Ponctuelle Temporaire	Faible	B1, B2, B3, B4	Négligeable
			Gestion des déblais et remblais	Construction	Flore-2	Perturbation possible de la végétation, notamment lors de l'entreposage de matériaux de remblai sur la plate-forme.	Grande Faible	Faible Ponctuelle Temporaire	Faible	B1, B2, B3, B4	Négligeable
			Transport et circulation	Construction	Flore-3	Perturbation possible de la végétation lors de la mise en place des équipements de forage, et lors de la récupération des matériaux forés.	Grande Faible	Faible Ponctuelle Temporaire	Faible	B1, B2, B3, B4	Négligeable
	Végétation de la zone intertidale	En tranchée	Excavation de la tranchée	Construction	Flore-4	Enlèvement du couvert végétal et de son habitat dans la zone des travaux (estran).	Grande Faible	Faible Ponctuelle Temporaire	Faible	B1, B4, B5	Négligeable
			Gestion des déblais et des remblais	Construction	Flore-5	Perturbation de la végétation, causée par le remblai des sols excavés en bordure de la tranchée (zone des travaux, estran).	Grande Faible	Faible Ponctuelle Temporaire	Faible	B1, B4	Négligeable

Tableau 5-12 Description des impacts appréhendés du projet de la prise d'eau (suite)

Milieu touché	Élément touché	Méthode de conception	Sources d'impact	Phases du projet concernées	Code ¹ d'impact	Description de l'impact	Valeur Perturbation (bonification) ²	Intensité Étendue Durée	Importance de l'impact appréhendé	Mesures d'atténuation particulières ³	Impact résiduel
Bio-physique (suite)	Végétation de la zone intertidale (suite)	En tranchée et forage directionnel	Transport et circulation	Construction	Flore-6	Perturbation de la végétation et fragilisation de son habitat (54 m ²) par les déplacements de la machinerie lors de la pose des explosifs, de l'excavation de la tranchée et de l'enlèvement des remblais (zone des travaux estran).	Grande Faible	Faible Ponctuelle Temporaire	Faible	B1, B4	Négligeable
		En tranchée et forage directionnel	Remise en état des lieux	Construction	Flore 7	La construction du bloc de raccordement peut engendrer la démolition d'une partie du muret jouxtant la zone intertidale.	Grande (Faible)	Faible Ponctuelle Permanente	Moyenne	B6	Positif
Invertébrés aquatiques	En tranchée	Dynamitage		Construction	Faune-1	Perturbation des invertébrés aquatiques, notamment lors du dynamitage du roc.	Faible Forte	Faible Ponctuelle Momentanée	Faible	B11, B12, B13	Faible
		Excavation de la tranchée		Construction	Faune-2	Perturbation des invertébrés aquatiques lors de l'excavation et de la mise en dépôt des sédiments en marge de la tranchée.	Faible Forte	Faible Ponctuelle Temporaire	Moyenne	B1, B14, B15, B16	Faible
		Remise en état des lieux		Post-construction	Faune-3	Amélioration du substrat et augmentation possible de la diversité de la communauté benthique et du nombre d'individus.	Faible Faible	Faible Ponctuelle Permanente	Faible	B17	Négligeable
	Forage directionnel	Forage	Construction	Faune-4	Perte d'une superficie d'environ 10 m ² lors de l'ouverture du forage	Faible Faible	Faible Ponctuelle Permanente	Faible		Faible	
	En tranchée et forage directionnel	Construction du bloc de prise	Construction	Faune-5	Colonisation de la surface du bloc par la moule zébrée ²	Faible Faible	Faible Ponctuelle Permanente	Faible		Faible	
Ichtyofaune	En tranchée	Dynamitage		Construction	Faune-6	Perturbation de l'habitat du poisson dans le rayon d'action des ondes de choc transportées par l'eau. Mortalité possible.	Grande Forte	Forte Ponctuelle Momentanée	Moyenne	B12, B13, B16, B18, B19, B20, B21, B22, B23, B24, B25	Faible
		Excavation de la tranchée		Construction	Faune-7	Perturbation de l'habitat du poisson par le bruit et l'augmentation de la turbidité de l'eau.	Grande Forte	Forte Ponctuelle Temporaire	Moyenne	B15, B16, B26, B27	Faible
		Remblayage de la tranchée		Construction	Faune-8	Perturbation de l'habitat du poisson par le bruit et l'augmentation de la turbidité de l'eau.	Grande Forte	Forte Ponctuelle Temporaire	Moyenne	B15, B16, B26, B27	Faible
	En tranchée et forage directionnel	Construction du bloc de prise	Construction	Faune-9	Perte d'habitat du poisson (surface – 54 m ²).	Grande Faible	Moyenne Ponctuelle Permanente	Moyenne	B15, B26, B27, B28	Faible	
		Exploitation	Post-construction	Faune-10	Aspiration de poissons dans la conduite lors du pompage de l'eau	Grande Faible	Moyenne Ponctuelle Permanente	Moyenne	B25, B29, B30, B31, B32	Faible à négligeable	

Tableau 5-12 Description des impacts appréhendés du projet de la prise d'eau (suite)

Milieu touché	Élément touché	Méthode de conception	Sources d'impact	Phases du projet concernées	Code ¹ d'impact	Description de l'impact	Valeur Perturbation (bonification) ²	Intensité Étendue Durée	Importance de l'impact appréhendé	Mesures d'atténuation particulières ³	Impact résiduel
Bio-physique (suite)	Avifaune	En tranchée et forage directionnel	Mobilisation du chantier	Pré-construction	Faune-11	Perturbation par le bruit.	Grande Faible	Moyenne Ponctuelle Temporaire	Faible	B20	Négligeable
		En tranchée	Dynamitage, excavation et dragage des sédiments	Construction	Faune-12	Perturbation par le bruit.	Grande Forte	Moyenne Locale Temporaire	Moyenne	B16, B20, B33	Faible
		En tranchée et forage directionnel	Forage, transport et circulation	Construction	Faune-13	Perturbation par le bruit.	Grande Faible	Moyenne Locale Temporaire	Faible	B33, B34	Négligeable
	Mammifères	En tranchée et forage directionnel	Transport et circulation	Construction	Faune-14	Perturbation par le bruit et risque de mortalité.	Faible Faible	Faible Locale Temporaire	Faible	B34	Négligeable
Humain	Espace public	En tranchée et forage directionnel	Mobilisation du chantier	Pré-construction et construction	Hum-1	Utilisation temporaire d'un espace public de la Ville de Québec (terrains de la station de pompage) pour la réalisation des travaux.	Moyenne Moyenne	Moyenne Ponctuelle Temporaire	Faible	H1, H5.	Faible à nul
			Construction du bloc de raccordement								
	Démobilisation du chantier et remise en état des lieux	Hum-2	Acquisition des lots de grève ou obtention des droits de servitudes.	Moyenne Forte	Moyenne Locale Permanente	Forte	Forte				
	Réseau routier	En tranchée et forage directionnel	Mobilisation du chantier	Pré-construction et construction	Hum-3	Perturbation de la circulation locale sur les chemins publics (rues Plage-Saint-Laurent et Saint-Félix), notamment pour évacuer les déblais.	Grande Moyenne	Forte Locale Momentanée	Moyenne	H12, H13.	Faible
			Transport et circulation								
			Construction du bloc de raccordement								
			Démobilisation du chantier et remise en état des lieux								

Tableau 5-12 Description des impacts appréhendés du projet de la prise d'eau (suite)

Milieu touché	Élément touché	Méthode de conception	Sources d'impact	Phases du projet concernées	Code ¹ d'impact	Description de l'impact	Valeur Perturbation (bonification) ²	Intensité Étendue Durée	Importance de l'impact appréhendé	Mesures d'atténuation particulières ³	Impact résiduel
Humain (suite)	Infrastructures - eau	En tranchée et forage directionnel	Construction de la conduite	Construction et exploitation	Hum-4	Risque de bris des conduites d'eau potable actuelles.	Grande Moyenne	Forte Locale Momentanée	Moyenne	H8, H9.	Faible
			Construction du bloc de prise								
	Construction du bloc de raccordement										
	En tranchée et forage directionnel (suite)	Construction de la conduite	Construction et exploitation	Hum-5	Amélioration des infrastructures d'alimentation en eau.	Forte	Forte Locale Permanente	Forte	Aucune	Fort (+)	
	Activité récréative	En tranchée et forage directionnel	Mobilisation du chantier	Pré-construction et construction	Hum-6	Perturbation de l'utilisation du secteur par les promeneurs, les cyclistes et les navigateurs de plaisance.	Grande Faible	Moyenne Locale Temporaire	Moyenne	H2, H4, H11, H16, H17	Faible à nul
			Transport et circulation								
			Construction de la conduite								
			Construction du bloc de prise								
			Construction du bloc de raccordement								
			Démobilisation du chantier et remise en état des lieux								

Tableau 5-12 Description des impacts appréhendés du projet de la prise d'eau (suite)

Milieu touché	Élément touché	Méthode de conception	Sources d'impact	Phases du projet concernées	Code ¹ d'impact	Description de l'impact	Valeur Perturbation (bonification) ²	Intensité Étendue Durée	Importance de l'impact appréhendé	Mesures d'atténuation particulières ³	Impact résiduel
Humain (suite)	Qualité de vie	En tranchée et forage directionnel	Mobilisation du chantier Transport et circulation Construction de la conduite Construction du bloc de prise Construction du bloc de raccordement Démobilisation du chantier et remise en état des lieux Exploitation	Pré-construction, construction et exploitation	Hum-7	Augmentation des nuisances (bruit, poussière, vibration, circulation de véhicules lourds) pour les résidents du secteur causée par la réalisation des travaux.	Très grande Faible	Moyenne Ponctuelle Temporaire	Faible	H1, H2, H3, H4, H5, H6, H10, H11, H12, H13, H14.	Faible à nul
					Hum-8	Amélioration de la sécurité d'approvisionnement en eau potable.	Forte	Forte Locale Permanente	Forte	Aucune	Fort (+)
	Activité économique	En tranchée et forage directionnel	Mobilisation du chantier Transport et circulation Construction de la conduite Construction du bloc de prise Construction du bloc de raccordement Démobilisation du chantier et remise en état des lieux	Pré- construction et construction	Hum-9	Achats de biens et de services localement pendant la réalisation des travaux.	Très grande Faible	Moyenne Locale Temporaire	Moyenne	Aucune	Moyen (+)

Tableau 5-12 Description des impacts appréhendés du projet de la prise d'eau (suite)

Milieu touché	Élément touché	Méthode de conception	Sources d'impact	Phases du projet concernées	Code ¹ d'impact	Description de l'impact	Valeur Perturbation (bonification) ²	Intensité Étendue Durée	Importance de l'impact appréhendé	Mesures d'atténuation particulières ³	Impact résiduel
Humain (suite)	Activité économique (suite)	En tranchée	Dynamitage	Construction	Hum-10	Dommages possibles sur les propriétés et les biens meubles.	Très grande Moyenne	Forte Ponctuelle Temporaire	Moyenne	H18	Faible
	Santé publique et sécurité	En tranchée et forage directionnel	Transport et circulation	Construction	Hum-11	Risque d'accident pour la population engendré par la circulation des véhicules sur les chemins publics (rues Plage-Saint-Laurent et Saint-Félix).	Très grande Faible	Moyenne Locale Temporaire	Moyenne	H2, H4, H7.	Faible à nul
		En tranchée	Dynamitage	Construction	Hum-12	Le dynamitage risque de provoquer des éboulis, des dommages à la propriété et des blessures.	Très grande Moyenne	Forte Locale Temporaire	Forte	H15	Faible
	Voie navigable	En tranchée	Transport et circulation	Construction	Hum-13	Risque d'accident maritime (26 à 50 voyages de barge)	Grande Faible	Moyenne Locale Temporaire	Moyenne	H16, H17	Faible
Visuel	Unité de paysage urbaine	En tranchée et forage directionnel	Mobilisation du chantier Construction de la conduite Construction du bloc de prise Construction du bloc de raccordement Démobilisation du chantier et remise en état des lieux	Pré-construction et construction	Vis-1	Vue sur le chantier de construction pour les résidents des habitations riveraines au site de la station de pompage existante, de même que pour les observateurs mobiles circulant sur le chemin de la Plage-Saint-Laurent.	Grande Faible	Faible Ponctuelle Temporaire	Faible	V1, V2, V3, V4	Nul

Tableau 5-12 Description des impacts appréhendés du projet de la prise d'eau (suite)

Milieu touché	Élément touché	Méthode de conception	Sources d'impact	Phases du projet concernées	Code ¹ d'impact	Description de l'impact	Valeur Perturbation (bonification) ²	Intensité Étendue Durée	Importance de l'impact appréhendé	Mesures d'atténuation particulières ³	Impact résiduel
Visuel (suite)	Unité de paysage du fleuve Saint-Laurent	En tranchée et forage directionnel	Mobilisation du chantier Construction de la conduite Construction du bloc de prise Construction du bloc de raccordement Démobilisation du chantier et remise en état des lieux	Pré-construction et construction	Vis-2	Vue sur le chantier de construction pour les plaisanciers naviguant sur le fleuve de même que pour les usagers du parc de la Plage Jacques-Cartier.	Très grande Faible	Moyenne Ponctuelle Temporaire	Faible	V1, V2, V3, V4	Nul
	Corridor visuel – chemin de la Plage-Saint-Laurent	En tranchée et forage directionnel	Transport et circulation	Construction	Vis-3	Vue des camions qui circuleront sur le chemin de la Plage-Saint-Laurent pour les résidents riverains (407 camions pendant 49 jours pour la variante en tranchée ou 2 camions/jour pendant 90 jours pour la variante avec forage directionnel).	Moyenne Faible	Faible Ponctuelle Temporaire	Faible	V1, V2, V3, V4	Nul

Notes :

¹ Le code d'impact fait référence au milieu touché (flore : végétation / Eau : eau / Faune : faune / Hum : humain / Vis : visuel).

² Le degré de bonification remplace le degré de perturbation et conduit à un impact positif.

³ Les mesures d'atténuation particulière sont décrites à la section 5.6.2.

5.6.2 Mesures d'atténuation

5.6.2.1 Milieu biophysique

Les mesures d'atténuation préconisées pour le milieu bio-physique sont les suivantes :

- B1 Limiter l'aire des travaux au minimum et baliser les chemins pouvant être empruntés par la machinerie.
- B2 Baliser les aires d'entreposage des matériaux afin qu'ils n'empiètent d'aucune façon sur les zones boisée et intertidale.
- B3 Baliser la zone boisée à proximité des travaux afin de restreindre le déplacement de la machinerie et de la main-d'œuvre au secteur prescrit.
- B4 Restaurer la couvert végétal en cas de perturbation.
- B5 Effectuer un inventaire sommaire au niveau de la zone des travaux afin de localiser la zizanie aquatique à fleur blanche, variété naine. Dans le cas de la présence de la zizanie aquatique à fleur blanche, variété naine dans la zone des travaux, contacter monsieur Pierre Bellefleur (répondant régional du CDPNQ; MENV) au 1-418-644-8844, poste 236, et prendre les mesures nécessaires pour répondre aux exigences du MENV.
- B6 Détruire le muret de béton, aménager un enrochement et le végétaliser.
- B7 Veiller à avoir l'équipement sur les lieux (trousse d'intervention d'urgence) et le personnel requis pour confiner sans délai tout déversement accidentel d'hydrocarbures. En cas de déversement dans le sol, le responsable du chantier doit veiller à ce que le terrain soit nettoyé, que le sol contaminé soit retiré et éliminé dans un lieu autorisé, et qu'une caractérisation soit effectuée selon les modalités de la *Politique de protection des sols et de réhabilitation des terrains contaminés* du MENV. En cas de déversement significatif en milieu terrestre ou aquatique, appliquer le plan d'urgence et aviser le MENV, de même que les autorités municipales.
- B8 Faire un suivi de la qualité de l'eau brute à la prise d'eau actuelle tout au long des travaux.
- B9 Contrôler la vitesse de remontée de la benne.
- B10 Utiliser une benne dont les mâchoires sont raisonnablement étanches.
- B11 Soumettre le plan de dynamitage au MPO avant le début des travaux.

- B12 Après avoir installé une charge dans un trou, bourrer le trou avec du gravier anguleux jusqu'à l'interface substrat-eau ou la partie affaissée du trou afin de confiner la force de l'explosion dans la formation à fracturer (Bienvenu, 1990b; Wright et Hopky, 1998). Utiliser des matelas lors du dynamitage sur la rive, à marée basse.
- B13 Récupérer et enlever les tubes à choc et les câbles de détonation après chaque explosion.
- B14 Ne pas surexcaver, ni surdraguer.
- B15 Obliger l'entrepreneur à avoir un plan d'urgence en cas de déversement d'hydrocarbures pétroliers ou autres matières dangereuses. Lui fournir le plan d'urgence de la Ville afin que son personnel soit formé adéquatement en cas de déversement.
- B16 Effectuer les travaux en tranchée sur des segments successifs de 15 m de longueur maximum.
- B17 S'assurer de remettre les matériaux en place selon la granulométrie, la nature du substrat observées aux abords et le profil environnant du terrain.
- B18 Pour atténuer les effets du dynamitage il est recommandé d'installer un barrage de bulles d'air (la colonne d'eau est remplie de bulles d'air produites par une canalisation pneumatique perforée à fort débit installée sur le substrat) pour interrompre l'onde de choc. Il est recommandé de procéder au dynamitage lorsque l'activité des poissons est à son plus bas, d'empêcher les poissons d'atteindre la zone de travail et de mettre à feu de petites charges d'effarouchement (amorces ou cordeaux détonants de faible longueur) une minute avant la mise à feu de la charge principale ou d'utiliser un générateur de bruit pour éloigner les poissons. Le barrage de bulles d'air doit entourer le site où aura lieu le dynamitage, et ne doit être mis en service que lorsque le poisson aura quitté le périmètre protégé.
- B19 Effectuer un suivi de la mortalité de la faune ichthyenne au cours des activités de dynamitage afin d'apporter des correctifs appropriés si on observe une trop grande mortalité de poissons morts.
- B20 Ne pas faire de dynamitage entre le 1^{er} avril et le 15 juin.

- B21 Appliquer les recommandations du MPO (Wright et Hopky, 1998) concernant les charges d'explosifs respectant le critère de 100 kPa énoncé dans la ligne directrice concernant la surpression.
- B22 Choisir des explosifs à faible vitesse de détonation (Bienvenu, 1990b).
- B23 Faire sauter les charges selon une séquence prédéterminée (explosions à micro-retards) (Bienvenu, 1990b).
- B24 Dans le cas de la présence de l'esturgeon jaune, contacter madame Chantal Dubreuil (répondante régionale du CDPNQ; FAPAQ) au 1-418-644-8844, poste 306, et prendre les mesures nécessaires pour répondre aux exigences de la FAPAQ.
- B25 S'assurer que les activités de dynamitage se feront à marée basse. Dans la mesure du possible, éviter le dynamitage dans l'eau.
- B26 Limiter l'aire des travaux au minimum et obliger les équipements flottants à s'ancrer à l'intérieur de cette aire.
- B27 S'assurer d'utiliser de la machinerie en bon état de fonctionnement et propre.
- B28 S'assurer de ne pas déverser de matériaux en dehors de la zone nécessaire à la construction du bloc de prise.
- B29 Inclure un grillage ou bloc de prise d'eau dont l'espacement entre les barreaux est de 16,5 cm.
- B30 Respecter la caractéristique de conception de la vitesse de 0,1 m/s à l'ouverture du bloc de prise.
- B31 S'assurer que les ouvertures du bloc de prise sont parallèles au courant.
- B32 Mettre en place un système de bassin ou de conduite permettant aux poissons aspirés dans la conduite d'amenée de retourner au fleuve.
- B33 Débuter les travaux de dragage à 450 m au large et, si possible, les terminer avant octobre (période de migration de la sauvagine).
- B34 Confiner la circulation lourde sur des voies d'accès adéquates où la circulation est déjà importante.
- B35 Avant le début des travaux, prendre des photographies des secteurs à risques lorsque les feuilles des arbres seront tombées (fin de l'automne ou après la fonte des neiges). Attendre la saison la plus près des travaux. Installer des capteurs de vibrations (sismographes) préalablement aux travaux de dynamitage. Si certaines parties du

talus sont touchées, des recommandations seront émises afin d'apporter des correctifs et rétablir la stabilité des talus dans le secteur.

- B36 Lors de l'élaboration du devis de dynamitage, utiliser des charges minimales pour le dynamitage du roc de l'estran afin de minimiser les risques d'affecter la stabilité de la falaise.
- B37. Lors de la construction du bloc de raccordement, aménager un bassin de sédimentation temporaire lors des activités de pompage de l'eau qui s'infiltré dans la zone des travaux.

5.6.2.2 Milieu humain

Les mesures d'atténuation préconisées pour le milieu humain sont les suivantes :

- H1 Au besoin, baliser les éléments sensibles sur les propriétés riveraines qui pourraient être altérés pendant la période des travaux.
- H2 Limiter la circulation des véhicules aux chemins d'accès et/ou, aux aires désignées pour les travaux.
- H3 Au besoin, utiliser un abat-poussière autorisé par le MENV, pour réduire les émissions de poussière sur les chemins d'accès et les aires de travail.
- H4 Utiliser une signalisation adéquate et s'assurer d'une vitesse maximale appropriée.
- H5 Lors de la remise en état des lieux, porter une attention particulière aux secteurs voisins des résidences.
- H6 Tout au long des travaux, nettoyer les rues empruntées par les véhicules de transport et la machinerie, afin d'y enlever toute accumulation de matériaux meubles et autres débris.
- H7 Assurer un contrôle strict de l'accès au chantier et mettre en place les infrastructures nécessaires pour empêcher toute intrusion. Si nécessaire, embaucher un gardien.
- H8 Prévenir les utilisateurs au moins 24 h à l'avance avant d'effectuer une interruption de services des réseaux d'utilité publique.
- H9 Conserver les numéros de téléphone d'urgence des divers services présents sur le chantier afin d'accélérer le processus d'intervention en cas d'incident impliquant l'un de ces services.

- H10 Prévoir la mise en place d'une ou plusieurs affiches indiquant la nature des travaux en cours, le nom de l'entreprise responsable du chantier et les noms et numéros de téléphone d'au moins une personne de l'entreprise et de la Ville de Québec.
- H11 Informer au préalable la population sur la nature et l'utilité des travaux, le calendrier, les nuisances éventuelles et les moyens mis en œuvre pour y remédier.
- H12 S'assurer que les voies demeurent ouvertes à la circulation en tout temps.
- H13 Adapter l'horaire des travaux de manière à perturber le moins possible la circulation routière.
- H14 Lors des activités d'entreposage, de manutention, de transport et d'utilisation des explosifs, s'assurer que l'entrepreneur qui exécute les travaux de sautage se conforme aux lois, règlements et décrets fédéraux, provinciaux et municipaux, prend toutes les précautions nécessaires relatives à la protection des personnes et de la propriété, et assume une entière responsabilité pour toute réclamation liée directement à l'emploi des explosifs. Aussi, l'entrepreneur doit effectuer les sautages pendant les moments de la journée où il y a le moins d'activités dans les environs du chantier (12 h et 17 h), aviser les populations riveraines de l'horaire, inspecter les bâtiments, ouvrages et structures localisés à proximité du chantier avant le début des travaux et instaurer un programme de suivi pour les bâtiments, ouvrages et structures jugés vulnérables aux vibrations ou à d'autres inconvénients. Si des projections de pierre et de débris risquent de se produire, l'entrepreneur doit prendre les mesures nécessaires pour confiner les éclats à l'intérieur des limites du chantier, telles que la limitation des charges ou l'installation de pare-éclats.
- H15 Respecter les mesures du Programme de contrôle des activités de dynamitage de la section 6.4.1.1. Avant le début des travaux, prendre des photographies des secteurs à risque lorsque les feuilles des arbres seront tombées (fin de l'automne ou après la fonte des neiges). Attendre la saison la plus près des travaux. Inspecter les résidences avec le relevé des fissures s'il y a lieu avant les travaux de dynamitage. Installer un mur écran en blocs de béton amovibles (cube d'un mètre de côté environ) le long de la voie nord-ouest du chemin de la Plage-Saint-Laurent, entre les numéros civiques 121 et 151, pendant les travaux de dynamitage. Informer les propriétaires dont les terrains montrent des signes d'instabilité de talus ou qui pourraient encourir

des dommages. Installer ou renforcer les clôtures protectrices à la base des talus des résidences situées au 154 et 160, chemin de la Plage-Saint-Laurent. Installer des capteurs de vibrations (sismographes) lors des travaux de dynamitage. Inspecter toutes les propriétés visitées dans le cadre de l'étude de stabilité de talus, dans les semaines subséquentes à la fin des travaux de dynamitage. Si certaines parties du talus sont dégradées, des recommandations seront émises afin d'apporter des correctifs et rétablir la stabilité des talus dans le secteur.

- H16 Émettre des avis aux navigateurs les informant de la période et de la localisation des travaux.
- H17 Prévenir les autorités de la Voie maritime du Saint-Laurent, du Port de Québec, de la Garde côtière canadienne et du Club nautique de Cap-Rouge pour les informer de la présence et du déplacement des barges. Afficher un plan de localisation de l'aire des travaux à l'entrée du Club nautique de Cap-Rouge.
- H18 Prévoir des compensations justes et équitables pour les propriétaires affectés. Élaborer des critères d'évaluation des montants de compensation. Établir clairement la méthode d'évaluation et de négociation des compensations.

5.6.2.3 Milieu visuel

Les mesures d'atténuation préconisées pour le milieu visuel sont les suivantes :

- V1 Limiter la superficie des aires désignées aux travaux et restreindre les interventions à l'emprise de l'infrastructure à construire.
- V2 Les amoncellements de matériaux sur le site du chantier doivent être faits d'une manière esthétique. Les amoncellements doivent présenter des pentes stables et régulières.
- V3 Restaurer les lieux affectés lorsque les travaux seront terminés; porter une attention particulière dans les secteurs avoisinants des résidences.
- V4 Prévoir des travaux de terrassement visant le recouvrement des surfaces affectées à l'aide de matériaux s'apparentant aux matériaux environnants. Pour le recouvrement de la surface des travaux dans la zone de l'estran et pour la variante prévoyant une conduite en tranchée, prévoir une couche de pierres d'apparence similaire aux

matériaux se trouvant sur la rive; cette couche de pierres doit permettre d'éviter l'accumulation de matériaux fins qui seraient propices à l'implantation du scirpe américain.

5.6.2.4 Milieu sonore

Étant donné que l'Entrepreneur n'est pas encore choisi, l'organisation du chantier de construction de la nouvelle prise d'eau est sujette à des changements, de même que l'option de réalisation, soit le forage directionnel ou celle en tranchée. Suivant le cheminement adopté, les niveaux de bruit calculés pourront varier. Toutefois, il est fort probable que certaines mesures d'atténuation devront être mises en place par l'Entrepreneur durant les travaux, puisque certains niveaux sonores prévisibles évalués à la section 5.5.5.2 sont supérieurs au seuil de bruit recommandé par le MENV, soit 55 dBA Leq. L'Entrepreneur désigné devra appliquer le plus possible les recommandations concernant les mesures d'atténuation décrites ci-après et ce, principalement aux phases précédemment identifiées problématiques. Cependant, il faut rappeler que si des dépassements sonores ne peuvent être évités, l'Entrepreneur devra démontrer aux autorités responsables qu'il a pris toutes les mesures raisonnables d'atténuation sonore afin de limiter le plus possible ces dépassements.

Les mesures d'atténuation proposées sont les suivantes :

- S1 Informer au préalable la population sur la nature et l'utilité des travaux, le calendrier, la durée, les nuisances éventuelles prévues et les moyens mis en œuvre pour y remédier.
- S2 Coordonner les différentes opérations afin de réduire la durée des phases les plus bruyantes lorsqu'elles se situent à proximité des zones les plus sensibles.
- S3 Lorsque possible, localiser les équipements fixes tels que les génératrices, dans les endroits les plus éloignés des zones résidentielles.
- S4 Tenir compte des vents dominants sur le site pour le choix de l'implantation des appareils fixes.
- S5 Utiliser des alarmes de recul à intensité variable.

- S6 Éviter, quand un équipement présente une directivité sonore, que celle-ci soit dirigée vers les zones sensibles.
- S7 Réduire, si possible, le nombre d'équipements bruyants utilisés simultanément.
- S8 Vérifier le bon état du matériel ainsi que son fonctionnement; si nécessaire agir sur les sources elles-mêmes (encoffrement, silencieux, etc.).
- S9 Choisir des équipements le moins bruyants possible.
- S10 Profiter de la topographie du site pour implanter, si possible, les équipements les plus bruyants dans des endroits où ils ne seront pas en vue directe avec les habitations riveraines.
- S11 Mettre en place des écrans antibruit portatifs ou temporaires autour des équipements fixes tels que les génératrices.
- S12 Employer, si possible, les matériaux excédentaires d'excavation ou tout autre matériau (béton, bois, etc.) comme butte antibruit.
- S13 Aménager les roulottes du chantier et les sites d'entreposage comme zone tampon entre les aires des différents travaux et les zones sensibles.

Les niveaux sonores prévisibles non conformes aux résidences durant les travaux de construction (tableaux 5-9 et 5-10) ont été réévalués avec certaines des mesures d'atténuation énoncées précédemment. Ainsi, les tableaux 5-13 et 5-14 ci-après présentent les impacts sonores résiduels des différentes phases de construction aux résidences concernées et ce, selon les scénarios en tranchée et avec forage directionnel.

À la lumière de ces résultats, il est raisonnable de penser que certaines des phases jugées problématiques occasionneront des niveaux sonores aux résidences supérieurs au seuil de 55 dBA, malgré les mesures d'atténuation proposées. L'Entrepreneur devra alors porter une attention particulière à ces phases problématiques, notamment lors des travaux au niveau de la plateforme (1A, 2A, 1B, 2B, 11B et 14A), de l'aménagement du bloc de raccord (7A et 7B), de la démolition du mur de soutènement existant (11A) et des travaux d'installation des conduites (10B, 12A et 13A).

Tableau 5-13 Mesures d'atténuation sommaires pour les phases de construction jugées problématiques dans le scénario « en tranchée »

Phase n°	Description de la phase	Durée approximative (jour)	Point récepteur problématique	Niveau sonore envisageable (dBA)	Mesures d'atténuations proposées
1A et 14A	Aménagement et réfection de la plate-forme	2	2	63	N.D. ¹
			5	60	
2A et 14A	Mobilisation et démobilité de la plate-forme	10	2	65	N.D. ¹
			5	61	
3A	Battage pour le bloc de raccordement	10	1	≤ 55	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Écrans antibruit temporaires à proximité du mouton (± 13 dBA) ▪ Encoffrement de la génératrice (± 10 dBA)
			2		
			4		
			5		
4A	Excavation pour le bloc de raccordement au niveau du roc	2	1	≤ 55	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Écrans antibruit temporaires à proximité de la pelle hydraulique (± 13 dBA). ▪ Marteau hydraulique insonorisé (près de 10 dBA)
			2		
			4		
			5		
7A	Aménagement du bloc de raccordement	2 à 6	1	62	N.D. ¹
			2	58	
			4	57	
			5	56	
8A	Forage pour dynamitage au niveau de la tranchée	11	1	≤ 55	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Écrans antibruit temporaires à proximité de la foreuse (± 13 dBA)
			4		
10A	Soudure des conduites	11	1	≤ 55	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Encoffrement de la génératrice (± 10 dBA).
			2		
			5		
11A	Démolition mur de soutènement existant	2	1	± 63	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Écrans antibruit temporaire à proximité de la pelle hydraulique (10 dBA)
			2	≤ 55	
			4	± 56	
			5	≤ 55	
12A	Excavation, insertion et remblai de la tranchée au large	17	1	60 ²	N.D. ¹
			4	60 ²	
13A	Remblai de la tranchée sur zone intertidale	5	1	70	N.D. ¹
			4	62	

¹ Manque d'information dans le cadre de l'étude d'impact pour évaluer des mesures d'atténuation.

² Dépasse le seuil de 55 dBA sur les 150 à 180 premiers mètres environ.

Tableau 5-14 Mesures d'atténuation sommaires pour les phases de construction jugées problématiques dans le scénario avec forage directionnel

Phase N°	Description de la phase	Durée approximative (jour)	Point récepteur problématique	Niveau sonore envisageable (dBA)	Mesures d'atténuations proposées
1B et 11B	Aménagement et réfection de la plate-forme	2	2	63	N.D. ¹
			5	60	
2B et 11B	Mobilisation et démobilitation de la plate-forme	10	2	65	N.D. ¹
			5	61	
3B	Aménagement de la voie de contournement	1 à 5	1	≤ 55	▪ Écrans antibruit temporaires à proximité des résidences (±10 dBA).
			2		
			4		
			5		
4B	Battage pour le bloc de raccordement	10	1	≤ 55	▪ Écrans antibruit temporaires à proximité du mouton (± 13 dBA). ▪ Encoffrement de la génératrice (± 10 dBA).
			2		
			4		
			5		
5B	Excavation pour bloc de raccord au niveau du roc	2	1	≤ 55	▪ Écrans antibruit temporaires à proximité de la pelle hydraulique (± 13 dBA). ▪ Marteau hydraulique insonorisé (près de 10 dBA).
			2		
			4		
			5		
8B	Aménagement du bloc de raccordement	2 à 6	1	62	N.D. ¹
			2	58	
			4	57	
			5	56	
9B	Soudure des conduites	11	1	≤ 55	▪ Encoffrement de la génératrice (± 10 dBA).
			2		
			5		
10B	Forage directionnel	90	2	± 57	▪ Écrans antibruit et/ou encoffrement des moteurs (± 10 dBA)
			5	≤ 55	

¹ Manque d'information dans le cadre de l'étude d'impact pour évaluer des mesures d'atténuation.

Le niveau de bruit généré par le pompage est conforme aux recommandations du MENV pour la période diurne. Toutefois, il faut mentionner que cette activité devrait se dérouler simultanément à d'autres phases des travaux ou durant la nuit, selon les besoins. Ainsi, une mesure d'atténuation (encoffrement ou écran) devrait être envisagée dans l'éventualité où la pompe doit fonctionner dans ces deux situations. Il faut noter que le seuil de bruit recommandé durant la période nocturne (19 h 00 à 7 h 00) est de 45 dBA.

5.7 IMPACTS RÉSIDUELS

Les impacts résiduels constituent les impacts anticipés qui devraient subsister après l'application des mesures d'atténuation prescrites dans la section précédente.

La synthèse des impacts sur l'environnement, présentée au tableau 5-13, permet de constater que le projet de relocalisation de la prise d'eau occasionnera des impacts négatifs de forte, de moyenne et de faible importance sur le milieu biophysique. Toutefois, les impacts résiduels sont qualifiés de faible à négligeable suite à l'application des mesures d'atténuation.

La synthèse des impacts sur le milieu humain permet de constater que le projet de relocalisation de la prise d'eau occasionnera des impacts négatifs de faible ou de moyenne importance. Tous ces impacts sont qualifiés de faible à nul suite à l'application des mesures d'atténuation et sont de nature temporaire.

Dans le cas du milieu visuel, le projet occasionnera des impacts de faible importance. Suite à l'application des mesures d'atténuation, les impacts résiduels deviennent négligeables, voire nuls.

Les différentes phases des travaux auront des impacts sur le milieu sonore. Selon les calculs effectués, la majorité des niveaux de bruits prévisibles dépassent le seuil de bruit

recommandé par le MENV (55 dB(A) Leq). L'application des mesures d'atténuation devrait diminuer l'intensité des bruits de sorte qu'ils soient conformes au seuil recommandé.

Pour l'ensemble du projet, on note plusieurs impacts positifs. La modernisation des infrastructures d'alimentation en eau sécurisera l'approvisionnement en eau potable de la Ville de Québec, augmentera la capacité de soutirer de l'eau et améliorera possiblement la traitabilité de l'eau brute provenant du fleuve. L'achat de biens et services locaux aura un impact positif sur l'économie locale et enfin, l'aménagement d'un enrochement qui sera éventuellement végétalisé améliorera l'intégration visuelle du projet à la berge.

En général, la méthode de conception par forage directionnel entraîne le moins d'impacts environnementaux comparativement à la méthode en tranchée.

5.8 SYNTHÈSE DU PROJET

Le projet de relocalisation de la prise d'eau de Sainte-Foy peut être réalisé selon deux méthodes de construction; la méthode en tranchée ou la méthode par forage directionnel.

5.8.1 Méthode en tranchée

La méthode en tranchée s'articule autour de quatre opérations principales, soit :

1. le dynamitage;
2. l'excavation et le dragage;
3. la pose des conduites;
4. le remblayage de la tranchée.

La superficie affectée par la méthode en tranchée sera d'environ 12 600 m² (voir figure 4-1). Un volume total de 29 000 m³ de déblai seront ainsi excavés dans l'estran, ou dragués

avec une benne preneuse, pour réduire les pertes de matériel, dans la zone profonde. Le roc et les sédiments seront mis en pile le long de la tranchée. Les travaux se feront par tronçon d'une quinzaine de mètre à la fois. La tranchée sera remblayée dans les 72 heures suivant l'excavation ou le dragage.

Les principaux enjeux environnementaux associés à cette méthode de construction sont :

- l'augmentation de la turbidité de l'eau;
- l'intégrité de la falaise lors du dynamitage;
- le dérangement et la mortalité de l'ichtyofaune lors du dynamitage;
- la perturbation temporaire de l'habitat du poisson;
- l'intégrité des infrastructures – eau en place;
- les activités récréatives;
- la qualité de vie;
- la santé publique et la sécurité;
- le paysage;
- le bruit.

Ces impacts peuvent tous être atténués par des mesures d'atténuation et des programmes de surveillance et de suivi environnemental.

5.8.2 Méthode par forage directionnel

La méthode par forage directionnel, quant à elle, s'articule autour de deux activités principales, soit;

1. le forage;
2. la pose des conduites.

Le principaux enjeux environnementaux associés à cette méthode de construction sont :

- l'intégrité des infrastructures – eau en place;

- les activités récréatives;
- la qualité de vie;
- la santé publique et la sécurité;
- le paysage;
- le bruit.

À l'instar de la méthode en tranchée, tous ces impacts peuvent être atténués par des mesures d'atténuation et des programmes de surveillance et de suivi environnemental.

5.8.3 Autres considérations

Les principes de développement durable, au nombre de 27, présentés dans la *Déclaration de Rio sur l'environnement et le développement* en juin 1992 (Environnement Canada, 2002d), adoptés par 180 pays qui ont participé au Sommet de la Terre, dont le Canada, ont été regroupés sous douze thèmes par le MENV (2004). Deux de ces thèmes sont applicables au projet à l'étude, soit :

1. l'accessibilité pour tous à l'information et à la prise de décision;
2. la protection de l'environnement par la prévention.

Accessibilité pour tous à l'information et à la prise de décision

Le processus de la présente étude d'impact sur l'environnement prévoit une consultation de la population. La Ville profitera de l'occasion pour présenter la justification du projet, ses modalités de réalisation, les enjeux environnementaux ainsi que les mesures d'atténuation qui sont proposés pour minimiser les impacts. Pour sa part, la population pourra faire valoir ses attentes et ses préoccupations face au projet de relocalisation de la prise d'eau de Sainte-Foy.

De plus, à la suite du dépôt de l'étude d'impact, il y aura une séance de consultation publique où la population pourra demander la tenue d'une audience publique selon le processus de consultation du Bureau d'audience publique sur l'environnement (BAPE).

Protection de l'environnement par la prévention

Le principe de prévention visant à minimiser les risques environnementaux est largement rencontré dans le cadre de ce projet. Comme il a été mentionné précédemment, la phase d'aménagement de la nouvelle prise d'eau de Sainte-Foy a été bonifiée par des mesures d'atténuation, et des programmes de surveillance et de suivi qui limiteront les impacts environnementaux à des impacts d'intensité temporaire et de faible importance.

6 SURVEILLANCE ET SUIVI

La surveillance environnementale est maintenue à toutes les étapes du projet, soit durant la pré-construction, la construction et sur une certaine période après la fin des travaux (post-construction).

Le programme de surveillance environnementale vise à s'assurer de l'application de l'ensemble des mesures d'atténuation proposées dans l'étude d'impact et dans les plans et devis, ainsi que des conditions exigées dans les divers décrets et certificats d'autorisation des phases de réalisation du projet.

6.1 PRÉ-CONSTRUCTION

Une réunion préparatoire aura lieu avant le début des travaux à laquelle participeront tous les intervenants, afin de s'assurer de l'application des mesures d'atténuation intégrées aux plans et devis.

6.2 CONSTRUCTION

Une réunion de chantier permettra d'identifier un surveillant de chantier qui veillera à l'application des mesures d'atténuation, et les résultats seront consignés dans un rapport à la fin du chantier.

6.3 POST-CONSTRUCTION

Il s'agit ici de vérifier l'efficacité des mesures d'atténuation sur une période de deux ans après la fin des travaux afin de pouvoir déceler les problèmes, s'il y a lieu, et d'apporter des mesures correctives, si nécessaires. La restauration des lieux sera également vérifiée à cette étape.

6.4 PROGRAMME DE SUIVI ENVIRONNEMENTAL ET DE COMPENSATION

Le programme de suivi environnemental constitue une démarche scientifique permettant de suivre l'évolution de certaines composantes des milieux naturel et humain affectées par le projet. Il permet de vérifier la justesse des prévisions et des évaluations de certains impacts, particulièrement ceux pour lesquels subsistent des incertitudes. Il permet aussi de s'assurer de l'efficacité de certaines mesures d'atténuation. Il peut notamment aider l'initiateur à réagir promptement à la défaillance d'une mesure d'atténuation, ou à toute nouvelle perturbation du milieu, par la mise en place de mesures plus appropriées pour atténuer les impacts non prévus dans l'étude.

Le programme de suivi devrait considérer les principaux aspects suivants :

- suivi floristique;
- suivi des activités de dynamitage;
- élaboration de projets de compensation;
- suivi de la qualité de l'eau;
- suivi du milieu sonore.

6.4.1 Suivi floristique

Un suivi de la flore du marais située à proximité de la zone des travaux devra être effectué. En effet, dans le cas où l'aire des travaux devrait être agrandie, des mesures devront être prises afin de minimiser l'impact sur la végétation, notamment pour les groupements incluant la zizanie aquatique à fleur blanche, variété naine.

6.4.2 Suivi des activités de dynamitage

6.4.2.1 Programme de contrôle de dynamitage

Tenant compte de la géologie du secteur environnant et de l'évaluation sommaire des dommages de glissements et d'éboullis qui pourraient survenir (voir section 3.2.5.3), un programme de contrôle du dynamitage sera mis en place durant les travaux.

Ce programme ne consiste pas seulement à montrer à la Ville et aux citoyens, par le biais d'enregistrements de sismographes, que les vibrations sont sous les normes, mais aussi de s'assurer que chaque sautage sera effectué selon une méthode fiable et un suivi continu qui assureront la sécurité d'un tir à l'autre.

Le contrôle continu inclut, entre autres :

- l'approbation des patrons de forage et de dynamitage;
- la surveillance du chargement en fonction des patrons approuvés;
- la mesure des vibrations;
- l'enregistrement des sautages sur vidéo;
- le contrôle des produits explosifs;
- le rapport de non-conformité;
- la relation avec les citoyens;
- l'inspection des terrains, du talus et des bâtiments après les travaux.

Généralités

Les exigences suivantes seront prises en considération pour les opérations de dynamitage.

L'ingénieur et son expert en contrôle de dynamitage procéderont, avant le début des travaux, à la pré-inspection des propriétés identifiées à la section 3.2.5.3. Ils procéderont également au suivi des vibrations durant toute la durée des travaux de dynamitage.

L'utilisation, la manutention, l'entreposage et le transport des explosifs doivent se faire dans le respect des lois et règlements en vigueur dans la province de Québec. L'entrepreneur est responsable de l'obtention des permis requis par les lois et règlements, et doit remettre une copie à l'ingénieur avant le début des travaux.

L'entrepreneur doit également posséder toutes les assurances nécessaires pour ce genre de travaux.

Pré-inspection et post-inspection

Ces inspections comprendront une description de l'état des murs, des planchers, des plafonds et des autres éléments susceptibles de devenir objets de réclamations en dommage.

Tout le talus fera également l'objet d'une inspection (cailloux ou blocs pouvant faire l'objet d'un glissement).

L'état de chaque résidence, identifiée à la section 3.2.5.3, de même que des structures se trouvant sur l'ensemble du terrain (piscine, garage, cabanon, etc.), feront l'objet d'un rapport écrit et distinct qui comprendra, les dessins, les croquis et les photographies et/ou vidéo nécessaires à une description complète de l'étendue des déficiences existantes au moment des inspections.

Une copie du rapport de pré-inspection sera adressée à chaque propriétaire, à l'ingénieur et à l'entrepreneur dans les plus brefs délais, avant le début des travaux de dynamitage. Le rapport de post-inspection sera acheminé à chaque propriétaire et à l'ingénieur, à la fin des travaux de dynamitage.

Contrôle des dynamitages

L'entrepreneur devra avoir à son service une personne avec expérience qui sera responsable de la préparation des patrons de dynamitage et du suivi des opérations de dynamitage en fonction des résultats. De plus, l'entrepreneur devra soumettre à l'ingénieur, pour approbation, un programme de contrôle des opérations de dynamitage au moins deux

semaines avant le début des travaux. Ce programme doit décrire au minimum les items suivants :

- les patrons de forages et de dynamitage en fonction de la limitation des vibrations (incluant le diamètre et la profondeur de chaque trou à forer);
- le diagramme des charges, les caractéristiques de tous les explosifs (incluant les détonateurs) et la séquence d'initiation qu'il entend utiliser;
- la charge maximale d'explosifs par délai;
- le système de pare-éclats à être utilisé, si applicable (matelas, membranes géotextiles, tapis de sable, etc.);
- les méthodes d'exploitation prévues en conformité avec les exigences de la présente section.

De plus, tous les dynamitages seront documentés et comprendront l'information minimale suivante :

- patron de forage;
- type d'explosifs et de chargement;
- charge maximum utilisée pour chaque délai;
- taux de chargement;
- séquence d'initiation;
- toute autre particularité.

Une copie de ces rapports sera adressée chaque jour à l'ingénieur.

Un programme d'essai de dynamitage devra être effectué avant le début des travaux. Ces essais permettront d'établir l'atténuation des vibrations et des surpressions d'air avec la distance, d'évaluer le contrôle des projections et les méthodes de travail.

Tous les dynamitages ainsi que les essais préalables seront enregistrés par l'expert en contrôle de dynamitage. Les sismographes utilisés doivent être de type Nomis ou

l'équivalent, et doivent permettre une analyse de l'onde sismique dans le domaine du temps et des fréquences. Chaque dynamitage doit être enregistré par un minimum de trois sismographes. Les sismographes seront installés de façon à protéger les bâtiments les plus rapprochés et à réduire au minimum les risques d'éboulis.

Les sismographes doivent faire l'objet d'une calibration avant le début des travaux et une copie des certificats de calibration doit être transmise à l'ingénieur.

Les enregistrements des sismographes doivent être analysés rapidement par l'expert afin de déterminer, s'il y a lieu, les mesures à prendre pour les dynamitages suivants. Le rapport de mesures des vibrations et des surpressions d'air pour chaque dynamitage doit être transmis à l'ingénieur et à l'entrepreneur immédiatement après les relevés, et doit contenir au minimum, les informations suivantes :

- les croquis de localisation des points de mesures indiquant la source de vibrations, les bâtiments et le talus à protéger;
- la description de la source de vibrations;
- la méthode de fixation des capteurs, l'élévation et l'orientation des capteurs;
- les conditions météorologiques;
- les paramètres de déclenchement des capteurs;
- la date et l'heure du dynamitage;
- la distance entre les capteurs et la source de vibrations;
- les niveaux maximums de vibrations pour chaque axe, la fréquence dominante pour chaque axe et la résultante de vibrations;
- le niveau de surpressions d'air en dB;
- l'impression sur papier et les données digitales de l'onde sismique (pour analyse dans le domaine du temps et des fréquences).

Les fréquences et les vitesses particulières seront déterminés lors de la préparation des plans et devis. Enfin, les terrains, le talus et les bâtiments ayant été visités avant les travaux (pré-inspection) seront de nouveau inspectés après les travaux.

6.4.2.2 Ichtyofaune

Afin de bien cerner la problématique du dynamitage en milieu aquatique, un programme de suivi des impacts du dynamitage devrait être élaboré. Le suivi se limitera à une observation visuelle, afin d'évaluer l'efficacité des mesures d'atténuation proposées; procédure de dynamitage, choix des charges et confinement de l'aire de sautage avec un écran de bulles d'air. Après la détonation des charges, les observateurs sillonneront le secteur des travaux et noteront la présence ou l'absence de poissons morts flottant à la surface de l'eau. Les poissons pourront être récoltés, mesurés et pesés pour complément d'information. Les résultats de ce suivi permettront de réagir adéquatement, face à des situations de forte mortalité de la faune ichthyenne, et de mettre en place d'autres mesures d'atténuation qui feront en sorte que l'impact du dynamitage sera faible.

6.4.3 Élaboration de projets de compensation

La présence du bloc de prise d'eau est susceptible de causer une perte d'habitat du poisson de 54 m² et de ce fait, demande une compensation, afin de respecter le principe d'aucune perte nette de l'habitat, énoncé dans la *Politique de gestion de l'habitat du poisson* du MPO (1986).

De plus, une perturbation temporaire de l'habitat est prévu lors de l'excavation de la tranchée (tableau 6-1).

Tableau 6-1 Superficie d’habitat du poisson affectée de manière permanente et temporaire

Activités	Superficie d’habitat du poisson affectée	
	Perte permanente	Perturbation temporaire
Excavation et dragage de la tranchée	Aucune	12 600 m ²
Forage directionnel	Aucune	Aucune
Bloc de prise d’eau	54 m ²	Aucune

Étant donné la perte d’habitats du poisson anticipées dans le fleuve Saint-Laurent, un projet de compensation sera élaboré et soumis au MPO pour approbation. Notamment, ce projet comprendra des plans et devis, les méthodes et l’échéancier de réalisation, ainsi qu’un programme de suivi pour s’assurer de l’efficacité des travaux compensatoires. Dans ce cadre, la remise en état de la berge par l’entremise d’un enrochement végétalisé pourrait être présentée aux représentants du MPO comme projet compensatoire.

6.4.4 Suivi de la qualité de l’eau

Tout au long des travaux, la Ville de Québec procédera à un suivi de la qualité des eaux brutes provenant de la prise d’eau existante. Après les travaux, la Ville procédera à des analyses de l’eau brute en vertu de la réglementation et des normes du Gouvernement du Québec.

Le programme d’échantillonnage sera établi conjointement avec les autorités responsables concernées, afin de respecter la réglementation applicable.

6.4.5 Suivi du milieu sonore

Le suivi du milieu sonore porte sur deux volets. Le premier volet concerne les mesures de bruit à proximité des équipements, tandis que le second volet concerne les relevés sonores à différents emplacements, à l’intérieur des zones sensibles au bruit. Un logigramme décrivant les différentes étapes proposées pour le suivi acoustique est présenté à la figure 6-1.

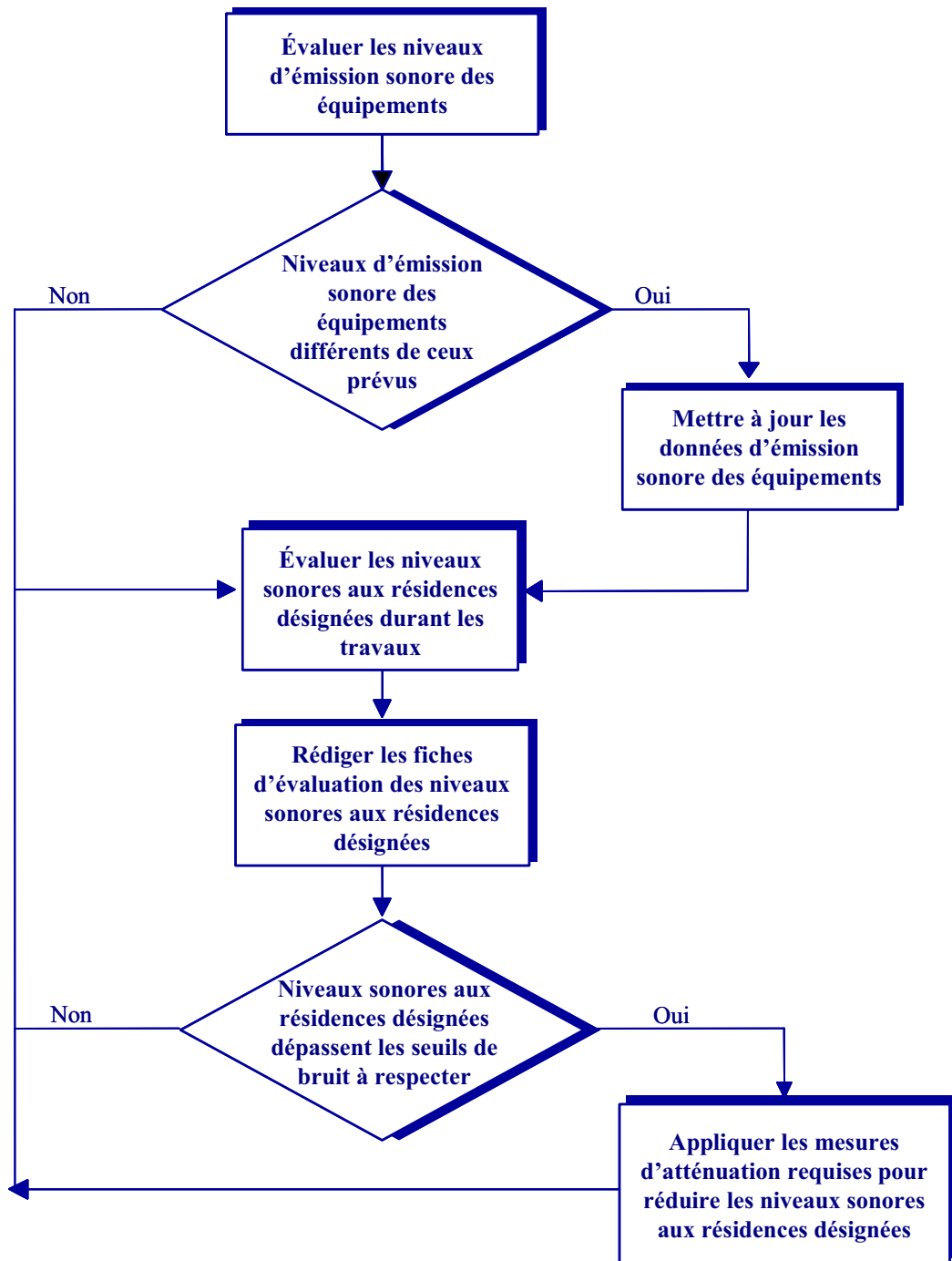


Figure 6-1 Logigramme du suivi acoustique proposé.

6.4.5.1 Mesures de bruit à proximité des équipements

Dès le début des travaux, des relevés sonores seront réalisés à proximité des équipements les plus bruyants, afin de vérifier si leurs niveaux sonores d'émission sont similaires à ceux utilisés dans l'évaluation des niveaux sonores aux résidences. Les relevés seront réalisés à une distance de 1 et 5 mètres de l'équipement. Ce volet est important pour valider les mesures d'atténuation requises pour les différentes phases de travaux.

Par ailleurs, un suivi acoustique sera réalisé sur les alarmes de recul. Les mesures seront effectuées à 1,2 mètre de l'alarme, à la même hauteur de cette dernière.

6.4.5.2 Relevés sonores aux résidences

Les relevés sonores aux résidences durant les travaux de construction seront effectués par une personne ayant les connaissances nécessaires à cette tâche. Les emplacements prévus pour les relevés sonores seront situés aux premières résidences. Chacun des éléments suivants devra être noté lors de toutes les campagnes de relevés sonores :

- les niveaux équivalents L_{eq} , $L_{95\%}$ et $L_{10\%}$ pendant une période de 30 minutes durant les différentes phases des travaux;
- un schéma du site indiquant la position des points de mesure, et les distances qui les séparent des voies de circulation et des bâtiments;
- la date et l'heure des relevés, ainsi que la durée;
- la température;
- la vitesse et la direction des vents;
- la nature de la surface entre les points de relevés et les sources de bruit.

L'équipement de mesure utilisé sera un sonomètre intégrateur de type 2. Toutes les observations durant la période de mesure seront notées afin de permettre une meilleure interprétation des résultats. Lorsque les niveaux sonores seront supérieurs aux seuils de bruit à respecter, la personne ayant effectué les relevés de bruit avisera immédiatement une personne responsable, laquelle devra mettre en place des mesures d'atténuation. Lorsque

des mesures d'atténuation additionnelles seront mises en place, des relevés sonores devront être repris aux emplacements touchés par celles-ci.

7 EFFETS CUMULATIFS

7.1 CADRE LÉGALE ET GÉNÉRALITÉS

Conformément aux exigences de la *Loi canadienne sur l'évaluation environnementale* (LCÉE), les effets cumulatifs du projet de relocalisation de la prise d'eau de Sainte-Foy ont fait l'objet d'une évaluation distincte. Cette évaluation a été réalisée conformément au *Guide du praticien* de l'Agence canadienne d'évaluation environnementale (Hegmann *et al.*, 1999). Tel que présenté dans ce guide, la notion d'effets cumulatifs réfère à la possibilité que les impacts résiduels permanents occasionnés par un projet s'ajoutent à ceux d'autres projets ou interventions passées, présentes ou futures, dans le même secteur ou à proximité, pour produire des effets de plus grande ampleur sur le milieu récepteur. L'évaluation des effets cumulatifs constitue un moyen de traiter des impacts d'un projet dans un contexte plus large que celui d'une évaluation environnementale conventionnelle.

7.2 ENJEUX ET COMPOSANTES VALORISÉES DE L'ENVIRONNEMENT

Après avoir examiné les informations existantes, consulté les intervenants locaux et les autorités gouvernementales, l'évaluation des effets cumulatifs a porté sur l'enjeu suivant : l'habitat du poisson.

Chaque enjeu comprend un certain nombre de composantes valorisées de l'écosystème (CVÉ), définies comme étant une partie ou un élément de l'écosystème jugé important par le promoteur, le public, les scientifiques, le gouvernement ou toute autre entité administrative participant au processus d'évaluation (Hegmann *et al.*, 1999). Dans le cadre de ce projet, les CVÉ sont principalement : l'habitat du poisson, la quantité et la qualité de l'eau et les berges du fleuve Saint-Laurent.

7.2.1 Zone d'étude spatiale et temporelle

L'évaluation a porté sur la zone comprise entre les ponts de Québec et Pierre-Laporte en aval, et le quai de Portneuf en amont (carte 7-1). Mentionnons que cette zone d'étude se limite au fleuve Saint-laurent et à ses berges. Sur le plan temporel, un horizon de 40 ans a été envisagé. La période couverte par l'évaluation couvre donc 47 ans et s'étend de 1963 (année d'aménagement de la prise d'eau actuelle) à 2010 (date où les conditions biophysiques devraient être restaurées, et les effets résiduels devraient être négligeables). Les effets cumulatifs du projet de la nouvelle prise d'eau ont été analysés en tenant compte des impacts passés, présents ou futurs, entraînés par diverses actions : l'aménagement de la prise d'eau existante et de la station de pompage en 1963; les activités d'excavation et de dragage; le captage des eaux du fleuve; la modification des berges par des ouvrages de stabilisation.

En accord avec Lalumière (1996), l'approche permettant d'apprécier les effets cumulatifs d'un projet relève du cas par cas. Aucune méthode standard n'est actuellement applicable, notamment du fait que cette évaluation demeure souvent qualitative.

7.2.2 Habitat du poisson

Dans une perspective d'impacts cumulatifs, le projet de relocalisation de la prise d'eau n'engendre pas d'effets cumulatifs à moyen et à long terme. En effet, les impacts appréhendés seront temporaires et ponctuels et le degré de perturbation global du projet est jugé faible après l'application des différentes mesures d'atténuation.

Carte 7-1 Zone d'étude pour l'analyse des effets cumulatifs

7.2.2.1 Infrastructures existantes et futures

En 1963, la prise d'eau a été construite par la méthode en tranchée. À l'époque, aucune mesure d'atténuation n'était appliquée car la *Loi sur la qualité de l'environnement* a été mise en application en 1972. Il est fort probable que, lors de ces travaux, les impacts générés par ceux-ci furent plus importants que les impacts résiduels appréhendés par le présent projet.

Depuis les années 1960, il semble que le milieu récepteur ait atteint un état d'équilibre, et il est probable qu'après une période plus ou moins longue suivant les travaux projetés, le milieu aura atteint un nouvel équilibre. Afin de vérifier cette hypothèse, il est recommandé de faire un suivi annuel de la reprise végétale près de l'encochement et de l'aire des travaux, pendant une période minimale de cinq ans.

7.2.2.2 Activités d'excavation et de dragage

La zone d'étude est située à proximité de la Voie maritime du Saint-Laurent. Cette voie navigable est draguée annuellement à plusieurs endroits dans le fleuve où l'accumulation de sédiments est importante, afin de permettre aux cargos de se déplacer dans le fleuve de façon sécuritaire.

La turbidité observée dans l'estuaire fluviale est relativement importante et le fleuve transporte une quantité importante de matières en suspension (MES) et de contaminants provenant des Grands Lacs, de la région de Montréal et de ses différents tributaires.

Il est possible d'évaluer les impacts directs de la dispersion des sédiments à la suite d'opérations de dragage. Les mesures de matières en suspension (MES) permettent d'évaluer les effets directs du panache de dispersion par l'augmentation des concentrations de particules dans l'environnement immédiat, et le temps requis pour que le milieu naturel retourne à un état relativement naturel. Des études effectuées par Procean Environnement

inc. (2002a et 2002b) indiquent que les impacts perceptibles d'une augmentation des MES sur le milieu naturel sont de faibles amplitudes et ne dépassent généralement pas 200 m de rayon au site de dragage.

Cependant, il est presque impossible actuellement de mesurer les effets cumulatifs des activités de dragage à long terme. Il n'existe pas de méthode ou de modèle quantitatif reconnus pour faire une évaluation des effets cumulatifs sur de vastes écosystèmes aquatiques et marins (BAPE, 2002). Dans le cadre de l'analyse du projet de dragage au quai du Traversier de Rivière-du-Loup, les analystes du BAPE (2002) ont conclu :

« ...il est difficile d'apprécier l'effet d'une activité de dragage donnée dans l'estuaire du Saint-Laurent où les variations naturelles en MES sont plusieurs fois supérieures à celles que l'on veut mesurer. »

Pour cette raison, il s'avère difficile d'évaluer les impacts cumulatifs potentiels des activités d'excavation et de dragage du présent projet.

En ce qui a trait à la qualité chimique des sédiments, il a été souligné à la section 3.2.6.3 que les échantillons récoltés dans l'aire des travaux étaient de bonne qualité et qu'ils respectaient les normes de qualité du Centre Saint-Laurent et du CCME. Ainsi, on n'appréhende pas d'effets cumulatifs notables de la mise en piles et des activités d'excavation et de dragage.

7.2.3 Quantité et qualité de l'eau

7.2.3.1 Captage des eaux du fleuve

La problématique de la baisse du niveau d'eau du fleuve est préoccupante, et les experts pensent de plus en plus que l'utilisation de l'eau pour les activités humaines (consommation, activités industrielles, etc.) et les changements climatiques pourraient expliquer en partie ce phénomène (Environnement Canada, 2002c).

La nouvelle Ville de Québec pompe l'eau brute du fleuve depuis 1963. Le volume d'eau pompé depuis les dernières années est de l'ordre de 55 000 m³ par jour. Le volume d'eau pompé par la nouvelle prise d'eau augmentera progressivement jusqu'à 136 400 m³/j dans un horizon à moyen terme et ne variera pas de manière notable par la suite pour les 40 années suivantes (durée de vie utile de la nouvelle prise d'eau). Une augmentation de 81 400 m³ n'aura pas d'effets majeurs sur le débit du fleuve. Le captage des eaux n'aura donc pas d'effets cumulatifs significatifs sur l'habitat du poisson et la problématique de la baisse du niveau d'eau du fleuve Saint-Laurent.

Le captage de ce nouveau volume d'eau n'aura aucun effet sur la qualité de l'eau du fleuve. Tel que présenté précédemment, la qualité de l'eau du fleuve s'est améliorée au cours des années par l'intermédiaire de différents programmes gouvernementaux. Toutefois, l'échantillonnage de l'eau de surface effectué par la Ville de Québec en 2004 reflète la nécessité de traiter l'eau avant de la distribuer, via le réseau d'aqueduc, aux consommateurs.

7.2.4 Berges du fleuve Saint-Laurent

7.2.4.1 *Modification des berges par des ouvrages en milieu riverain*

Il est difficile de préciser à quel moment les berges ont été modifiées et ont fait l'objet de travaux de stabilisation dans le secteur de Cap-Rouge. Par contre, on sait qu'il ne reste actuellement que 0,5 km de rive naturelle en érosion à Cap-Rouge. Le reste des rives de Cap-Rouge est considéré comme étant des rives anthropiques stables, soit trois kilomètres (ARGUS, 1996). De Portneuf à Cap-Rouge, on retrouve 15,2 km de rives naturelles stables, 3,0 km de rives naturelles en érosion (toutes situées à Saint-Augustin-de-Desmaures) et 27 km de rives anthropiques stables (ARGUS, 1996). L'instabilité des rives naturelles est due en partie à l'effet combiné des marées, des vagues de vent, des courants et des glaces (ARGUS, 1996).

Depuis quelques années, on dénote une volonté politique de redonner à la population un accès aux berges du Saint-Laurent. Ainsi, l'aménagement de la Plage Jacques-Cartier est une réalisation majeure de renaturalisation des berges du secteur situé entre la rivière du Cap-Rouge et les ponts de Québec et Pierre-Laporte. Des structures de stabilisation, une plage de gravier et la plantation de nombreux arbres ont été réalisées, et permettent aujourd'hui à la population de la Ville de Québec de se prévaloir d'un site de villégiature exceptionnel en milieu urbain. En aval des ponts, un projet de renaturalisation des berges longeant le boulevard Champlain fait actuellement l'objet de discussion auprès des instances gouvernementales.

Le secteur de Cap-Rouge est principalement composé de berges à tenure privée. Il est possible que certains propriétaires riverains décident de faire de petits projets d'aménagements ponctuels tels que la construction de murets de stabilisation ou de quais privés. Par contre, ces projets sont contrôlés par la *Politique de protection des rives, du littoral et des plaines inondables*, et doivent faire l'objet d'une autorisation par la municipalité concernée, soit, dans le cas présent, la Ville de Québec (MENV, 1996).

Les aménagements du bloc de raccordement et la réfection du mur de la station de pompage n'auront vraisemblablement pas d'effets cumulatifs sur les berges de la région, étant donné qu'il ne s'agit pas de nouveaux aménagements qui affecteront des berges naturelles. Les aménagements se feront sur des berges déjà dénaturées depuis plusieurs années, et ne devraient pas affecter outre mesure l'état actuel des berges.

8 PERSONNES ET ORGANISMES CONSULTÉS

Nom	Organisme	Téléphone	Information demandée
André-Normand Roy	Ville de Québec	418-641-6411	
André Thibault	MENV	418-521-3820	Biophysique
Annie Bélanger	MENV	418-521-3907	Biophysique
Bernard Rondeau	CSL	514-283-3256	Qualité de l'eau
Bob Van Oyen	MENV	418-644-8844	Biophysique
Brian Morse	Université Laval		
Bruno Labonté	CMQ	418-641-6250 (1213)	Images satellites
Chantal Bergeron	Ville de Québec	418-641-6411 (2947)	Étude de bruit
Chantal Dubreuil	MRNFP	418-644-8844	Faune et dynamitage
Christian Boily	Ville de Québec	418-641-6411	
Christiane Girard	Ville de Québec	418-641-6801 (3011)	Humain
Claude Goulet	Ville de Québec		
Claude Roy	UL	418-656-2131	Glaces
Cristina Bucica	Ville de Québec	418-641-6411	
Damien Roy	Ville de Québec	418-654-4699	Ichtyofaune
Daniel Hatin	FAPAQ	418-521-3955	Ichtyofaune
Daniel Jauvin	AQGO	450-568-3296	Avifaune
Daniel Lessard	Ville de Québec	418-641-6411	Bassins de rétention
David Rodrigue	ECOMUS	514-457-9449	Herpétofaune
Denis Dufour	Ville de Québec	418-641-6413 (8426)	Photo-aériennes
Denis Lefèvre	MPO	418-775-0500	Ichtyofaune
Denis Tessier	MENV	418-644-8844	Biophysique
Donald Carter	Carter Consultant		Glace
France Delisle	Ville de Québec	418-641-6411	
Francis Boudreault	MENV	418-521-3907	Biophysique
Francis Boudreault	MENV	418-521-3907	Biophysique
François Caron	FAPAQ	418-521-3955	Ichtyofaune
François Proulx	Ville de Québec	418-691-6482	Qualité de l'eau
Georges René	Ville de Québec	418-641-6411	Étude de bruit
Gilles Tardif	Les Forrages souterrain Nella	418-882-2002	Forage directionnel
Guy Jolicoeur	MENV	418-521-3907	Biophysique
Guy Laliberté	Ville de Québec	418-641-6411	
Guy Trencia	FAPAQ	418-832-7222	Ichtyofaune
Hamida Hassein-Bey	ZIP Québec / Chaudière - Appalaches	418-522-8080	Biophysique
Hervé Brosseau	Ville de Québec	418-641-6411	
Isabelle Hade	MCCQ	418-380-2352	Archéologie
Jacques Labrecque	MENV	418-521-3907	Biophysique
Jacques Larivée	EPOQ	418-723-1880	Avifaune
Jacques Perron	Ville de Québec	418-641-6413 (2542)	Humain
Jean-François Bibeau	CSL	514-283-7000	Biophysique
Jean-Luc Julien	Ville de Québec	418-641-6413 (5255)	Humain
Jean-Yves Bouchard	GCC	418-648-5760	Navigation
Jean-Yves Charette	SCF	418-648-7225	Avifaune

Nom	Organisme	Téléphone	Information demandée
Louis Beaupré	Ville de Québec	418-641-6411	
Louis Mathieu	FAPAQ	418-521-3955	Espèces menacées
Louise Babineau	Ville de Québec	418-641-6411 (2943)	Environnement
Lucille Labbé	MRNFP	418-627-8669	Végétation
Lyne Trudel	Ville de Québec	418-641-6411	Accès à l'information
Marcel Proulx	Ville de Québec	418-641-6411	
Mario Bérubé	MENV	418-521-3820	Biophysique
Michel Beaupré	Ville de Québec	418-641-6411 (5150)	Dynamitage
Michel Delage	Ville de Québec	418-641-6413	Humain
Michel Lagacé	Ville de Québec - Environnement	418-641-6411	
Michèle Blanchet	Ville de Québec	418-641-6411	Accès à l'information
Nathalie Laviolette	FAPAQ	418-521-3955	Faune
Patrick Dupont	MPO	418-775-0691	Faune
Paul-Alain Marcotte	CPTAQ	418-643-3314	Territoire agricole
Pierre Fradette	BDOMQ	418-721-5051	Avifaune
Pierre Hotte	Ville de Québec	418-641-6412 (3450)	Humain
Pierre Perreault	Ville de Québec	418-641-6411	
Réginald Corriveau	SCG	418-648-5620	Glaces
Richard Simoneau	Ville de Québec	418-641-6411 (5009)	Chargé de projet
Richard Vermette	MPO	418-775-0307	Biophysique
Robert Parent	FAPAQ	418-644-8844	Faune
Serge Bédard	Ville de Québec	418-641-6411 (2226)	Humain
Serge Hébert	MENV	418-521-3820	Qualité de l'eau
Sylvie Leclerc	MPO	418-775-0719	Biophysique
Valérie Bujold	FAPAQ	418-644-8844	Faune
Vincent Pelchat	Ville de Québec	418-641-6413 (3884)	Humain
William Moss	Ville de Québec	418-641-6411 (2149)	Humain

9 BIBLIOGRAPHIE

Administration de pilotage des Laurentides. 2002. *Rapport annuel*. 31 pages.

ARGUS. 1996. *Restauration naturelle des rives du Saint-Laurent entre Cornwall et l'Îles-d'Orléans... – Guide d'intervention*. Document réalisé en partenariat dans le cadre du Plan d'action Saint-Laurent Vision 2000. Partenariat composé d'Environnement Canada, du ministère des Transports du Québec, de la Société d'énergie de la Baie James et de Canard Illimités Canada. Pagination multiple.

Atlas des oiseaux nicheurs du Québec méridional. 1995. Banque informatisée de données. Association québécoise des groupes d'ornithologues, Société québécoise pour la protection des oiseaux, Service canadien de la faune d'Environnement Canada, région du Québec.

Banville, D. et S. St-Onge. 1990a. *Inventaire aérien de la sauvagine sur le fleuve Saint-Laurent entre Grondines - Leclercville et Beaumont - Beaupré au printemps 1988*. Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche, Service de l'aménagement et de l'exploitation de la faune, Région de Québec.

Banville, D. et S. St-Onge. 1990b. *Inventaire aérien de la sauvagine sur le fleuve Saint-Laurent entre Grondines - Leclercville et Saint-Roch-des-Aulnaies - Baie-Sainte-Catherine au printemps 1988*. Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche, Service de l'aménagement et de l'exploitation de la faune, Région de Québec.

BAPE (Bureau d'audience publique sur l'environnement). 2002. *Programme de dragage d'entretien du quai de Rivière-du-Loup par la Société des traversiers du Québec*. Rapport d'analyse environnementale. Gouvernement du Québec. Dossier 3211-02-180. 30 p.

Beaulieu, H. 1992. *Liste des espèces de la faune vertébrée susceptibles d'être désignées menacées ou vulnérables*. Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche, Québec. 107 p.

Bégin, C., M.M. Grandtner et C. Gervais. 1994. Analyse symphytosociologique de la végétation littorale du Saint-Laurent près de Cap-Rouge, Québec. *Phytocoénologie* 24 : 27-51.

- Bélangier, L. 1990. *Compte rendu du mini-colloque sur les marais à scirpe du Québec*. Service canadien de la Faune, Environnement Canada, Sainte-Foy.
- Bergeron Gagnon inc.. 1997. *Vieux-Cap-Rouge – Mise en valeur du patrimoine naturel et culturel; Rapport relatif au projet de panneaux d'interprétation*. Étude réalisée pour la Ville de Cap-Rouge. 33 p.
- Bernatchez, L. et M. Giroux. 2000. *Les poissons d'eau douce du Québec et leur répartition dans l'est du Canada*. Broquet. 350 p.
- Bienvenu, L. 1990a. *Répercussions des sautages sur l'environnement. Tome 3. Répercussions environnementales des sautages*. Ministère des Ressources naturelles, Service de la technologie minière, Centre de recherches minérales. 39 pages + annexe.
- Bienvenu, L. 1990b. *Répercussions des sautages sur l'environnement. Tome 4. Méthodes d'atténuation des nuisances dues aux sautages*. Ministère des Ressources naturelles, Service de la technologie minière, Centre de recherches minérales. 39 pages + annexe.
- Bouchard, H. et P. Millet. 1993. *Le Saint-Laurent : milieu de vie diversifiés*. Direction des connaissances de l'état de l'environnement, Centre Saint-Laurent. 91 p.
- Bourgault, D. 1999. Real-time monitoring of the fresh water discharge at the head of the St-Lawrence estuary. Société canadienne de météorologie et d'océanographie. *Atmosphere-Ocean* **37** (2): 203-220.
- Bourgault, D. 2001. *Circulation and mixing in the St-Lawrence estuary*. Thèse de doctorat Université McGill. 143 p.
- Bourget, E., D. Archambault et P. Bergeron. 1985. Effet des propriétés hivernales sur les peuplements épibenthiques intertidaux dans un milieu subarctique, l'estuaire du Saint-Laurent. *Naturaliste Canadien* **112**: 131-142.
- BPR Groupe-conseil. 2003. *Réservoirs de rétention – Phase 1*. Rapport d'ingénierie préliminaire soumis à la Ville de Québec.

BPR Groupe-conseil. 2004. *Réservoirs de rétention – Phase 2 et 3*. Rapport d'ingénierie préliminaire soumis à la Ville de Québec.

Campagna, M. 1996. *Le cycle du carbone et la forêt : de la photosynthèse aux produits forestiers*. Ministère des Ressources naturelles, Direction de l'environnement forestier, Service de l'évaluation environnementale. 47 p. + annexe.

Capitol Controls Co inc. 1994. *Control of zebra mussels with chlorination*. Canadian Process Equipment and Control News. October.

Caron, F. et S. Tremblay. 1999. Structure and management of an exploited population of Atlantic sturgeon (*Acipenser oxyrinchus*) in the St. Lawrence estuary, Québec, Canada. *Journal of Applied Ichthyology* **15**: 153-156.

Caron, F., D. Fournier et D. Deschamps. 1997. *Rapport d'opération : Travaux de recherche sur l'esturgeon noir (Acipenser oxyrinchus) dans l'estuaire du Saint-Laurent en 1996*. Ministère de l'Environnement et de la Faune, Direction de la faune et des habitats. 52 p.

Caron, F., D. Hatin et R. Fortin. 2002. Biological characteristics of adult Atlantic Sturgeon (*Acipenser oxyrinchus*) in the St. Lawrence River estuary and the effectiveness of management rules. *Journal of Applied Ichthyology* **18** (4-6): 580-585.

Carter Consultants. 2004. *Prise d'eau de Sainte-Foy : problèmes associés à la présence des glaces*. Notes techniques présentée à la Ville de Québec, Service de l'Ingénierie, Division planification et développement. 9 p.

CCME (Conseil canadiens des ministres de l'Environnement). 2003a. Recommandations canadiennes pour la qualité des sédiments : protection de la vie aquatique – introduction, mis à jour en 2002. In : *Recommandation canadiennes pour la qualité de l'environnement, 1999, Winnipeg, le Conseil*. Aussi disponible sur Internet. Site Internet consulté le 14 juillet 2003. Disponible [en ligne] : http://www.ccme.ca/assets/pdf/f7_002.pdf

CCME (Conseil canadiens des ministres de l'Environnement). 2003b. *Sommaire des recommandations canadiennes existantes pour la qualité de l'environnement*. Mise à jour de 2002. Site Internet consulté le 14 juillet 2003. Disponible [en ligne] : http://www.ccme.ca/assets/pdf/f1_061.pdf

- CEAEQ (Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec). 2003. *Guide d'échantillonnage à des fins d'analyse environnementale*. Cahier 2. Rejets liquides. 2^e édition. Modulo-Griffon. 30 p.
- Centreau. 1974. *Aspects physiques et sédimentologiques*. Étude du Fleuve Saint-Laurent, Tronçon Varennes-Montmagny. Université Laval.
- CESL (Comité d'étude sur le Saint-Laurent). 1978. *Pour un fleuve de qualité. Synthèse du rapport final du Comité d'étude sur le fleuve Saint-Laurent*. Québec Science. 50 p.
- CITES (Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora). (2003). *Appendices I and II*. Site Internet consulté le 12 juin 2003. Disponible [en ligne]: http://www.cites.org/eng/append/latest_appendices.shtml
- Comité fédéral-provincial-territorial sur l'eau potable. 2002. *De la source au robinet. L'approche à barrières multiples pour de l'eau potable saine*. CCME. 12 p.
- COSEPAC (Comité sur le statut des espèces en péril au Canada). 2002. *Espèces canadiennes en péril*. Site Internet consulté le 8 juillet 2003. Disponible [en ligne]: http://www.cosewic.gc.ca/htmlDocuments/CDN_SPECIES_AT_RISK_Nov2002_f.htm
- CSEMDC (Comité sur le statut des espèces menacées de disparition du Canada). 2002. *Base de données*. Site Internet consulté le 9 juin 2003. Disponible [en ligne]: http://www.cosewic.gc.ca/fra/set1/searchform_f.cfm
- de Lafontaine, Y., J. Gauthier et C. Ménard. 1999. *Suivi de la contamination chimique de six espèces de poissons à un site de référence du fleuve Saint-Laurent*. Rapport scientifique et technique. Centre Saint-Laurent, Conservation de l'environnement, Environnement Canada – Région du Québec. Rapport ST-211. 79 p.
- Dessau-Soprin inc. 2003. *Plan d'échantillonnage des sédiments. Étude d'impact sur l'environnement. Relocalisation de la prise d'eau de Sainte-Foy*. Rapport soumis à la Ville de Québec. 9 p. + annexe.
- Dutil, J.-D., B. Légaré et C. Desjardins. 1985. Discrimination d'un stock de poisson, l'anguille (*Anguilla rostrata*), basée sur la présence d'un produit de synthèse, le mirex. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* **42** : 455-458.

- Environnement Canada. 1992. *Guide méthodologique de caractérisation des sédiments*. Environnement Canada, Région du Québec.
- Environnement Canada. 1994. *Répercussions environnementales du dragage et de la mise en dépôt des sédiments*. Rapport préparé par Les Consultants Jacques Bérubé inc. pour la Section du développement technologique, Direction de la protection de l'environnement, régions du Québec et de l'Ontario. No de catalogue En 153-39/1994F. 109 p.
- Environnement Canada. 2002a. *Guide d'échantillonnage des sédiments du Saint-Laurent pour les projets de dragage et de génie maritime. Volume 1 : Directives de planification*. Environnement Canada, Direction de la Protection de l'environnement, Région du Québec, Section innovation technologique et secteurs industriels. Rapport. 106 pages.
- Environnement Canada. 2002b. *Guide d'échantillonnage des sédiments du Saint-Laurent pour les projets de dragage et de génie maritime. Volume 2 : Manuel du praticien de terrain*. Environnement Canada, Direction de la Protection de l'environnement, Région du Québec, Section innovation technologique et secteurs industriels. Rapport. 106 pages.
- Environnement Canada. 2002c. *Le niveau d'eau des Grands Lacs en chute libre*. Site Internet consulté le 8 septembre 2003. Disponible [en ligne] : http://www.ec.gc.ca/science/sandjuly99/article6_f.html
- Environnement Canada. 2002d. *Stratégie de développement durable 2001 à 2003 d'Environnement Canada. L'agenda 21 et la déclaration de Rio sur l'environnement et le développement*. Site Internet consulté le 15 septembre 2003. Disponible [en ligne] : http://www.ec.gc.ca/sd-dd_consult/factsheetagenda211_f.htm
- Environnement Canada. 2003a. *Les causes des inondations – les embâcles*. Site Internet consulté le 15 juin 2004. Disponible [en ligne] : http://www.ec.gc.ca/water/fr/manage/floodgen/f_icejam.htm
- Environnement Canada. 2003b. *Portrait de la biodiversité du Saint-Laurent*. Site Internet consulté le 3 septembre 2003. Disponible [en ligne] : <http://lavoieverte.qc.ec.gc.ca/faune/biodiv/fr/recherche/regions/trrlap.html>

- Environnement Canada et MENV. 1992. *Critères intérimaires pour l'évaluation de la qualité des sédiments du Saint-Laurent*. Centre Saint-Laurent. 28 p.
- FAPAQ (Société de la faune et des parcs du Québec). 2002. *Espèces fauniques menacées et vulnérables du Québec*. Site Internet consulté le 8 juillet 2003. Disponible [en ligne] : http://www.fapaq.gouv.qc.ca/fr/etu_rec/esp_mena_vuln/liste.htm#poisson
- Fortin, G. R. et M. Pelletier. 1995. *Synthèse des connaissances sur les aspects physiques et chimiques de l'eau et des sédiments du secteur d'étude Québec-Lévis*. Environnement Canada, Conservation de l'environnement, Centre Saint-Laurent. Rapport technique. Zone d'intervention prioritaire 14. 206 p.
- Fournier, D. 1997. *Rapport d'opération du réseau de suivi ichtyologique du fleuve Saint-Laurent : Échantillonnage des communautés ichtyologiques du tronçon Grondines – Saint-Nicolas en 1997*. Ministère de l'Environnement et de la Faune, Direction de la faune et des habitats. 18 p. + annexes.
- Fournier, D. et D. Deschamps. 1997. *Rapport technique. Pêches expérimentales dans le fleuve Saint-laurent près de Québec : campagnes d'échantillonnage 1972-1975 et 1991-1992*. Ministère de l'Environnement et de la Faune, Direction de la faune et des habitats, Service de la faune aquatique. 58 p.
- Gagnon, M. 1995. *Bilan régional secteur Québec – Lévis. Zone d'intervention prioritaire 14*. Environnement Canada – région du Québec, Conservation de l'environnement, Centre Saint-Laurent. 65 p.
- Gauthier, B. 1997. *Politique de protection des rives, du littoral et des plaines inondables. Notes explicatives sur la ligne naturelle des hautes eaux*. Direction de la conservation et du patrimoine écologique, Ministère de l'Environnement et de la Faune. 23 p.
- Ghanimé, L., J.-L. DesGranges, S. Loranger et collaborateurs. 1990. *Les régions biogéographiques du Saint-Laurent*. Lavalin Environnement Inc. pour Environnement Canada et Pêches et Océans Canada, Région du Québec. Rapport technique. Pagination multiple + annexes.
- Giroux, J.-F. et J., Bédard. 1988. Above- and Below-ground macrophyte production in *Scirpus* tidal marshes of the St-Lawrence estuary, Québec. *Can. J. Bot.* **66** : 955-962.

- Gratton, L. et collaborateurs. 1998. *Délimitation de la ligne des hautes eaux – Méthode botanique simplifiée*. Ministère de l'Environnement et de la faune du Québec. 47 p.
- Grondin, B. 1975. *Prise d'eau Ville de Sainte-Foy, avant-projet et études connexes*. Centreau/Artec Canada Limitée. Pagination multiple.
- Grondin, C. et R. Nadeau. 1986. *Évaluation de la faune ichtyologique présente dans la zone littorale de la côte de Beaupré en mai et juillet 1986*. Pêches et Océans Canada, Division de l'habitat du poisson.
- Groupe-Conseil Lasalle inc. 1994. *Prise d'eau de la ville de Sainte-Foy. Dimensionnement préliminaire du nouveau bloc de prise*. 13 p.
- Hatin, D. et F. Caron. 2002. *Déplacements et caractéristiques des esturgeons noirs (Acipenser oxyrinchus) adultes dans l'estuaire du fleuve Saint-Laurent en 1998 et 1999*. Société de la faune et des parcs du Québec, Direction de la recherche sur la faune. 151 p.
- Hatin, D., F. Caron et R. Fortin. 1999. *Rapport d'opération : Déplacements et caractéristiques du stock reproducteur d'Esturgeon noir (Acipenser oxyrinchus) dans l'estuaire du fleuve Saint-Laurent*. Société de la faune et des parcs du Québec, Direction de la faune et des habitats. 91 p.
- Hatin, D., R. Fortin et F. Caron. 2002. Movements and aggregation areas of adult Atlantic sturgeon (*Acipenser oxyrinchus*) in the St. Lawrence River estuary, Québec, Canada. *Journal of Applied Ichthyology* **18** (4-6): 586-594.
- Hébert, S. 1993. *Qualité des eaux du fleuve Saint-Laurent, 1990-1991*. Ministère de l'Environnement du Québec, Direction de la qualité des cours d'eau. QEN/QE-81/1, Envirodoq no EN930002.
- Hébert, S. 1995. *Qualité des eaux du fleuve Saint-Laurent dans la région de Québec (1990-1994)*. Ministère de l'Environnement et de la Faune, Direction des écosystèmes aquatiques.
- Hébert, S. 1999. *Qualité des eaux du fleuve Saint-Laurent 1990 à 1997*. Ministère de l'Environnement du Québec. 38 p. + annexes.

- Hegmann, G., C. Cocklin, R. Creasey, S. Dupuis, A. Kennedy, L. Kingsley, W. Ross, H. Spaling et D. Stalker. 1999. *Évaluation des effets cumulatifs : Guide du praticien*. Rédigé par AXYS Environmental Consulting Ltd. et le groupe de travail sur l'évaluation des effets cumulatifs à l'intention de l'Agence canadienne d'évaluation environnementale, Hull (Québec). Aussi disponible sur le site Internet consulté le 14 janvier 2004. Mise à jour disponible [en ligne] : http://www.ceaa.gc.ca/013/0001/0004/index_f.htm
- Hydro-Québec. 1995. *Creusage sur les battures pour la pose d'un câble sous-marin entre la rive nord du Saint-Laurent et l'Île-aux-Coudres (alimentation à 25kV) : Rapport d'avant-projet*. Hydro-Québec. 113 p.
- INSPQ (Institut national de santé publique du Québec). 2000. *Guide d'intervention en cas de déversement en milieu fluvial pour les directions régionales de santé publiques du Québec*. Saint-Laurent Vision 2000 et INSPQ. 49 p.
- Labrecque, J. et G. Lavoie. 2002. *Les plantes vasculaires menacées ou vulnérables du Québec*. Gouvernement du Québec, ministère de l'Environnement, Direction du patrimoine écologique et du développement durable, Québec. 200 p.
- Lachance, S. et D. Fournier. 2001. *Rapport d'opération : Suivi des communautés ichthyologiques au site de mise en dépôt de sédiments de dragage de l'Île Madame en 2000*. Société de la faune et des parcs du Québec, Direction de la recherche sur la faune. 45 p.
- Lachance, S. et D. Fournier. 2001. *Rapport d'opération : Suivi des communautés ichthyologiques au site de mise en dépôt de sédiments de dragage de l'Île Madame en 2000*. Société de la faune et des parcs du Québec, Direction de la recherche sur la faune. 45 p.
- Lalumière, R. 1996. *Effets environnementaux privés cumulatifs en relation avec l'habitat du poisson*. Rapport présenté à la Division de la gestion de l'habitat du poisson, Ministère des Pêches et des Océans. 27 p.
- Lambert, Y. et G. J. Fitzgerald. 1979. Summer food and movements of the Atlantic tomcod *Microgadus tomcod* (Walbaum) in a small tidal marsh. *Naturaliste Canadien* **106**: 555-559.

- Larivée, J. 2003. Étude des populations d'oiseaux du Québec. Base de données ornithologique. Rimouski : Association québécoise des groupes d'ornithologues.
- Lavalin. 1989. *Sites contaminés du Saint-Laurent, inventaire et priorisation*. Lavalin Environnement, pour Environnement Canada. Dossier no 56750.
- La Violette, N., D. Fournier, P. Dumont et Y. Mailhot. 2003. *Caractérisation des communautés de poissons et développement d'un indice d'intégrité biotique pour le fleuve Saint-Laurent, 1995-1997*. Société de la faune et des parcs du Québec, Direction de la recherche sur la faune. 237 p.
- Le Groupe Viau inc. en collaboration avec Le Groupe-conseil Entraco inc. 1992. *Méthode d'étude du paysage pour les projets de lignes et de postes de transport et de répartition*. Pour le service Ressources et Aménagement du territoire, direction Recherche et Encadrements, Vice-présidence Environnement, Hydro-Québec. 325 p.
- LEQ (Laboratoire d'Expertises du Québec). 2002. *Étude géotechnique. Nouvelle prise d'eau de Sainte-Foy, Québec, Arrondissement no 8*. Rapport soumis à la Ville de Québec. 20 p. + annexes.
- LEQ (Laboratoire d'Expertises du Québec). 2003a. *Étude de stabilité de talus. Prise d'eau de Sainte-Foy, Cap-Rouge (Québec)*. Rapport soumis à Dessau-Soprin. Dossier n 4541-00. 4 p. + annexes.
- LEQ (Laboratoire d'Expertises du Québec). 2003b. *Étude géotechnique complémentaire. Nouvelle prise d'eau de Sainte-Foy, Québec, Arrondissement no 8*. Rapport soumis à la Ville de Québec. Dossier no 4002-19. 11 p.+ annexes.
- Lichtenfels, A. J. F. C., G. Lorenzi-Filho, E. T. Guimaraes, M. Macchione et P. H.N. Saldiva. 1996. Effects of water pollution on the gill apparatus of fish. *Journal of Compared Pathology* **115**: 47-60.
- Loiselle, C., G. R. Fortin, S. Lorrain et M. Pelletier. 1997. *Le Saint-Laurent : dynamique et contamination des sédiments*. Environnement Canada – Région du Québec, Centre Saint-Laurent. 127 p.

- Mailhot, Y., J. Scrosati et D. Bourbeau. 1988. *La population du Poulamon atlantique de La Pérade : bilan, état de la situation actuelle en 1988 et nouveaux aspects de l'écologie de l'espèce*. Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche, Direction régionale de Trois-Rivières, Service de l'aménagement et de l'exploitation de la faune.
- MEF (Ministère de l'Environnement et de la Faune). 1996. *Lignes directrices pour les analyses de sédiments*. Gouvernement du Québec. 5 p.
- Ménard, C. et Y. de Lafontaine. 1995. *Résultats de la pêche fixe de l'Aquarium du Québec à Saint-Nicolas en 1993 et 1994*. Environnement Canada – Région du Québec, Conservation de l'environnement, centre Saint-Laurent. Données non publiées.
- MENV (Ministère de l'Environnement du Québec). 1996. *Politique de protection des rives, du littoral et des plaines inondables*. Gouvernement du Québec.
- MENV (Ministère de l'Environnement du Québec). 2003a. *Critères de qualité de l'eau de surface au Québec*. Site Internet consulté le 2 septembre 2003. Disponible [en ligne] : http://www.menv.gouv.qc.ca/eau/criteres_eau/index.htm
- MENV (Ministère de l'Environnement du Québec). 2003b. *Guide de conception des installations de production d'eau potable. Volume 1 et 2*. Site Internet consulté le 30 septembre 2003. Disponible [en ligne] : <http://www.menv.gouv.qc.ca/eau/potable/guide/index.htm#vol-1>
- MENV (Ministère de l'Environnement du Québec). 2004. *Les principes du développement durable*. Site Internet consulté le 15 septembre 2004. Disponible [en ligne] : <http://www.menv.gouv.qc.ca/developpement/principe.htm>
- Mériel, B. et B. Bonhomme. 2001. Le bruit des chantiers. *Thématique acoustique*, réf. **4114** : 181-192.
- Migneron, J.-G. 1980. *Acoustique urbaine*. Les Presses de l'Université Laval, Québec. 271 p.

- Mills, E. L., R. M. Dermott, E. F. Roseman, D. Dustin, R. Mellina, D. B. Conn et A. P. Spidle. 1993. Colonization, ecology, and population structure of the Quagga mussel (*Bivalvia : Dreissenidae*) in the lower Great Lakes. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* **50**: 2305-2314.
- Morse, B. et L. Delem. 2001. *Le blocage par le frasil des prises d'eau de la Ville de Sainte-Foy*. Université Laval. Rapport n° GCT-01-06.
- Mousseau, P. et A. Armellin. 1995. *Synthèse des connaissances sur les communautés biologiques du secteur d'étude Québec-Lévis*. Environnement Canada – Région du Québec, Conservation de l'environnement, Centre Saint-Laurent. Rapport technique. Zone d'intervention prioritaire 14. 220 p.
- Mousseau, P., M. Gagnon, P. Bergeron, J. Leblanc et R. Siron, 1998. *Synthèse des connaissances sur les communautés biologiques de l'estuaire moyen du Saint-Laurent*. Ministère des Pêches et des Océans – Région Laurentienne. Division de la gestion de l'habitat et des sciences de l'environnement, Institut Maurice-Lamontagne et Environnement Canada – Région Québec, Conservation de l'environnement, Centre Saint-Laurent. Rapport technique. Zone d'intervention prioritaire 15, 16 et 17. 309 p.
- MPO (Ministère des Pêches et des Océans du Canada). 1986. *Politique de gestion de l'habitat du poisson*. Gestion de l'habitat du poisson, Direction générale des communications, Ministère des pêches et des Océans du Canada.
- MPO (Ministère des Pêches et des Océans du Canada). 2003a. *Le monde sous-marin : L'Alose savoureuse*. Site Internet consulté le 22 juillet 2003. Disponible [en ligne] : http://www.dfo-mpo.gc.ca/zone/underwater_sous-marin/shad/shad-alose_f.htm#migration
- MPO (Ministère des Pêches et des Océans du Canada). 2003b. *Le monde sous-marin : L'anguille d'Amérique*. Site Internet. Disponible [en ligne] : http://www.dfo-mpo.gc.ca/zone/underwater_sous-marin/american_eel/eel-anguille_f.htm
- MPO (Ministère des Pêches et des Océans du Canada). non-daté. *Espèces en difficulté dans le Saint-Laurent. Du Lac Saint-Pierre à Sept-Îles/ Saint-Anne-des-Monts : l'Omble de fontaine*. Pêches et Océans Canada, Plan d'action Saint-Laurent. Feuillet d'information sur l'Omble de fontaine.

- MRN (Ministère des Ressources naturelles du Québec). 2001. *Les écosystèmes forestiers exceptionnels du Québec*. Gouvernement du Québec. 15 p.
- MTQ (Ministère des Transports du Québec). 1990. *Outils d'estimation de l'importance des impacts environnementaux*. Gouvernement du Québec.
- Newcombe, C. P. et J. O. Jensen. 1996. Channel suspended sediment and fisheries : a synthesis for quantitative assessment of risk and impact. *North American Journal of Fisheries Management* **16** (4): 693-727.
- Nove Environnement inc. 1990. *Identification des peuplements forestiers d'intérêt phytosociologique*. Pour le Service de recherche en environnement et en santé publique, Vice-présidence Environnement, Hydro-Québec. 133 p.
- Paul, M. et D. Laliberté. 1988. *Teneurs en BPC, HAP et pesticides organochlorés dans les sédiments et les poissons des rivières L'Assomption, Richelieu, Yamaska, Saint-François et du lac Saint-Pierre en 1986*. Ministère de l'Environnement du Québec, Direction de la qualité du milieu aquatique. Rapport QE 89-2.
- Pilote, S. 1993. Les captures de la pêche fixe de l'Aquarium du Québec de 1971 à 1992. Communication présentée au *61^e Congrès de l'Association canadienne-française pour l'avancement des sciences (ACFAS)*, Rimouski, 17 au 21 mai 1993.
- Procean Environnement inc. 2002a. *Programme de surveillance et de suivi environnemental des travaux de dragage au quai de Rivière-du-Loup, 2002*. Rapport soumis à la Société des traversiers du Québec. 36 p. + annexes.
- Procean Environnement inc. 2002b. *Programme de surveillance et de suivi environnemental des travaux de dragage au quai de l'Île-aux-Grues, 2002*. Rapport soumis à la Société des traversiers du Québec. 27 p. + annexes.
- Procéan inc. 1990. *Caractérisation de la qualité des sédiments du port de Québec*. Tome 1 et 2. Rapport final soumis à la direction de Conservation et Protection d'Environnement Canada. Tome 1 : 132 p. Tome 2 : annexes.
- Provost, J., L. Verret et P. Dimont. 1984. *L'Alose savoureuse au Québec : synthèse des connaissances biologiques et perspectives d'aménagement d'habitat*. Pêches et Océans Canada, Direction de la recherche sur les pêches. Rapport Manuscrit Canadien des Sciences Halieutiques et Aquatiques **1793**.

- Robert, M. 1989. *Les oiseaux menacés du Québec*. Association québécoise des groupes d'ornithologues et Service canadien de la faune.
- Robichaud, A. et R. Drolet. 1998. *Rapport sur l'état du Saint-Laurent - Les fluctuations des niveaux d'eau du Saint-Laurent*. Équipe conjointe bilan, composée des représentants d'Environnement Canada, de Pêches et Océans Canada et du ministère de l'Environnement et de la Faune du Québec, Sainte-Foy. Rapport technique. 152 p.
- Robitaille, J. 1998. *Bilan régional Portneuf – Saint-Nicolas : Zone d'intervention prioritaire 12*. Environnement Canada – Région du Québec, Centre Saint-Laurent. 90 p.
- Robitaille, J.-A., C. Pomerleau et P. Paulhus. 1987. *Analyse sommaire de la pêche expérimentale de l'Aquarium du Québec, de 1971 à 1986*. Aquarium du Québec, Direction de la faune aquatique, Service des espèces d'eau fraîche et Direction régionale. Rapport technique no **87-02**.
- Roche. 1983a. *Étude des effets de la diffusion des eaux usées sur le fleuve Saint-Laurent. Tome 1. Relevés et interprétation*. Rapport soumis à la Communauté urbaine de Québec. 151 p.
- Roche. 1983b. *Étude des effets de la diffusion des eaux usées sur le fleuve Saint-Laurent. Tome 2. Mise en valeur du fleuve Saint-Laurent*. Rapport soumis à la Communauté urbaine de Québec. 105 p. + annexes.
- Rochon, R. et M. Chevalier. 1987. *Échantillonnage et conservation des sédiments en vue de la réalisation des projets de dragage*. Environnement Canada, Conservation et Protection, Région du Québec. 28 pages.
- Saint-Laurent Vision 2000. 1998. *Les fluctuations des niveaux d'eau du Saint-Laurent*. Environnement Canada. Centre Saint-Laurent. 15 p.
- Saint-Laurent Vision 2000. 2002. *L'évolution des niveaux et débits du fleuve*. Environnement Canada. Centre Saint-Laurent. Non paginé.

- Saint-Laurent Vision 2000. 2004. *20 ans d'interventions*. Site Internet consulté le 8 novembre 2004. Disponible [en ligne] : http://www.slv2000.qc.ca/20_ans/accueil_f.htm
- Sauger Groupe-Conseil inc. 1993. *Prise d'eau brute permanente, étude préliminaire – phase 1*. État actuel de la prise d'eau. Pagination multiple.
- Sauger Groupe-Conseil inc. 1994. *Rapport d'évaluation environnementale et lettres de transmission au ministère de l'Environnement*. Rapport 1-263.
- Sauger Groupe-Conseil inc. 1995. *Prise d'eau brute permanente, étude préliminaire – phase 2*. Nouvelle prise d'eau projetée. Pagination multiple.
- Sauger Groupe-Conseil inc. 1996a. *Nouvelle prise d'eau brute Ville de Sainte-Foy, rapport évaluation environnementale*. Rapport 1-263.
- Sauger Groupe-Conseil inc. 1996b. *Qualité de l'eau, nouvelle prise d'eau brute Ville de Sainte-Foy*. Rapport 1-263.
- Scott, W.B. et E.J. Crossman. 1974. *Poissons d'eau douce du Canada*. Canadian Bulletin of Fisheries and Aquatic Sciences, Bulletin **184**. 1026 p.
- SHC (Service hydrographique du Canada). 1994. Carte marine 1315. Québec à Donnacona. Ministère des Pêches et des Océans du Canada.
- SHC (Service hydrographique du Canada). 2004. *Marées, courants et niveaux d'eau. Québec (Lauzon)*. Prédiction des marées pour 7 jours. Site Internet consulté le 2 septembre 2003. Disponible [en ligne] : <http://www.lau.chs-shc.dfo-mpo.gc.ca/cgi-bin/tide-shc.cgi?queryType=showFrameset&zone=1&language=french®ion=4&stnum=3250>
- Soprin-ADS. 1997. *Prise d'eau brute*. Étude complémentaire soumise à la Ville de Sainte-Foy. 48 p. + annexes.
- Tardif, F. 1984. *Rapport sur la situation de l'esturgeon noir au Québec (Acipier oxyrhynchus)*. Publication n° 6, Faune et flore à protéger au Québec. Association des Biologistes du Québec. 27 p.

- Therrien, J. 1998. *Rapport sur la situation de l'esturgeon noir (Acipenser oxyrinchus) au Québec*. Ministère de l'Environnement et de la Faune, Direction de la faune et des habitats, Service de la faune aquatique. 45 p.
- Trencia, G. 1990. *Inventaire ichtyologique de la côte de Beaupré*. Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche, Direction régionale de Québec, Service de l'aménagement de la faune.
- Trencia, G., G. Verreault, S. Georges et P. Pettigrew. 2002. Atlantic sturgeon (*Acipenser oxyrinchus oxyrinchus*) fishery management in Québec, Canada, between 1994-2000. *Journal of Applied Ichthyology* (Present symposium).
- Ville de Québec. 2004. *Plan d'action 2004-2005 : pour une capitale exemplaire en environnement*. 8 p.
- Ville de Sainte-Foy. 1999. Proulx Marcel, Laliberté Rock. *Relocalisation de la prise d'eau permanente*. Service du génie. Projets #92004-97103, activités #54704-54766. 16 p.
- Villeneuve, J.-P., A. Mailhot et E. Salvano. 2002. *Problématique de l'approvisionnement et de l'utilisation de l'eau potable dans la nouvelle Ville de Québec*. Tome I. Rapport final présenté au Comité de transition de la nouvelle Ville de Québec. INRS-Eau, Terre et Environnement. 122 p.
- Vincent, B. 1979. Étude du benthos d'eau douce dans le haut-estuaire du Saint-Laurent (Québec). *Canadian Journal of Zoology* **57**: 2171-2182.
- Vladikov, V. D. 1955. Fishes of Quebec. *Cods. Dep. Fish. Que. Album* **4**. 12 p.
- Ward, G. et G. J. Fitzgerald. 1982. Macrobenthic abundance and distribution in tidal pools of a Quebec salt marsh. *Canadian Journal of Zoology* **61**: 1071-1085.
- Wetzel, R. G. 1983. *Limnology*. 2ième édition. Saunders College Publishing. 767 p. + index.

Wright, D. G. 1982. *A discussion paper on the effects of explosives on fish and marine mammals in the waters of the Northwest Territories*. Rapport technique canadien des sciences halieutiques et aquatiques **1052**. v + 16 pages.

Wright, D. G. et G. E. Hopky. 1998. *Lignes directrices concernant l'utilisation d'explosifs à l'intérieur ou à proximité des eaux de pêche canadiennes*. Rapport technique canadien des sciences halieutiques et aquatiques **2107**. iv + 34 pages.

**Annexe 1 Directive pour l'aménagement
d'une prise d'eau pour le
secteur de Sainte-Foy – Ville
de Québec**

**Annexe 2 Autorisations de 1977 et de
1996 du MENV pour
l'exécution des travaux de la
nouvelle prise d'eau de Sainte-
Foy**

**Annexe 3 Roses des vents mensuelles
et saisonnières pour la
période de 1961 à 1990,
Aéroport international Jean-
Lesage, Québec**

Annexe 5 Hydrosère représentative d'un milieu humide

**Annexe 6 Répartition de la végétation
dans l'aire des travaux**

**Annexe 10 Critères et méthodes actuels
tirés de la note d'instruction
98-01 – Ministère de
l'Environnement du Québec –
Décembre 2000**

**Annexe 11 Plainte sur le bruit causé par
la station de pompage de Cap-
Rouge et « *Le bruit des
chantiers* ». Le bulletin des
laboratoires des ponts et
chaussée, septembre 2001**

ANNEXE 11

Plainte sur le bruit causé par la station de pompage de Cap-Rouge

Suite à une plainte concernant le bruit que produisait la station de pompage de Cap-Rouge acheminée à la Ville de Québec le 28 octobre 2002, un rapport général d'inspection¹ a été produit par un inspecteur de la Ville. Les pointes de bruits peuvent être causées par les génératrices d'urgence de la station et l'utilisation des ventilateurs lors des périodes de grandes chaleurs estivales. Selon l'opérateur de la station de pompage, les génératrices doivent fonctionner deux à trois heures tous les trois mois pour une question d'entretien. Cet entretien se fait de jour.

Pour évaluer le niveau de bruit émis par la station de pompage lors de ces événements de pointes de bruit (plus spécifiquement lors de l'utilisation des quatre ventilateurs), deux études de bruit ont été effectuées. La première a été faite le 18 février 2003 au 121, chemin de la Plage-Saint-Laurent (voisin immédiat à l'ouest) et la seconde au 127, chemin de la Plage-Saint-Laurent à approximativement 90 m de la station de pompage.

Les normes maximales à ne pas dépasser à l'extérieur proviennent du règlement municipal VQB-5 de l'ancienne Ville de Québec et sont les suivantes (ce règlement est le plus approfondi concernant la problématique du bruit; René Gélinas, Directeur de la qualité du milieu, Ville de Québec) :

- Jour (07h00 – 19h00) : 60,0 dBA;
- Soir (19h00 – 23h00) : 55,0 dBA;
- Nuit (23h00 – 07h00) : 50,0 dBA.

Les résultats des études acoustiques sont les suivants :

- Au 121, chemin de la Plage-Saint-Laurent, les résultats font état d'un dépassement des normes de jour, de soir et de nuit lorsqu'un des ventilateurs d'appoint entre en marche (bruit normalisé variant entre 66,4 dBA et 72,4 dBA selon le nombre de ventilateurs en fonction).
- Au 127, chemin de la Plage-Saint-Laurent, il y a dépassement des normes de bruit la nuit seulement lorsque le troisième et le quatrième ventilateur d'appoint entrent en marche, soit 51,8 dBA et 53,9 dBA respectivement (bruit normalisé).

Suite à ces conclusions, la Ville de Québec a limité à deux le nombre de ventilateurs fonctionnant simultanément la nuit (bruits mesurés de 60,0 dBA et de 48,7 dBA au 121 et au 127, chemin de la Plage Saint-Laurent, respectivement). Cette modification a été effectuée le 27 juin 2003. Le bruit émis par la station de pompage de Cap-Rouge au niveau du 127, chemin de la Plage-Saint-Laurent est conforme à la réglementation en tout temps. À l'heure actuelle, aucune mesure n'a encore été entreprise pour améliorer le niveau sonore au niveau du 121, chemin de la Plage-Saint-Laurent.

¹ Source : Service du greffe et des archives, Bureau du responsable de l'accès aux documents et de la protection des renseignements personnels. Rapport des plaintes sur le bruit : Station de pompage de Cap-Rouge. N/Réf. : 04 07 21 1140. Responsable : Line Trudel, avocate à la Ville de Québec.

**Annexe 12 Documents d'information
présentés aux groupes
environnementaux et aux
résidants et comptes rendus
des rencontres du
30 novembre et du
8 décembre 2004**

**Annexe 13 Plan de conception de la
nouvelle prise d'eau de Sainte-
Foy**
