

**Implantation d'un terminal méthanier à Lévis  
Étude d'impact sur l'environnement**

**Tome 3  
Terminal méthanier  
Volume 1 : Rapport principal**



**SNC•LAVALIN  
Environnement**

Janvier 2006



## **NOTE AU LECTEUR**

L'étude d'impact sur l'environnement relative à l'implantation d'un terminal méthanier à Lévis comprend les tomes suivants :

- Tome 1 : Résumé
- Tome 2 : Présentation du projet et du promoteur
- Tome 3 : Terminal méthanier**
- Tome 4 : Gazoduc reliant le terminal à Saint-Nicolas

Le rapport principal de ce tome a avantage à être lu et consulté en relation avec les annexes qui le complètent.



## TABLE DES MATIÈRES

	<b>Page</b>
<b>Table des matières sommaire de l'ensemble de l'étude .....</b>	<b>xxiii</b>
<b>Acronymes et unités de mesure .....</b>	<b>xxvii</b>
<b>Symboles des unités de mesures et facteurs de conversion .....</b>	<b>xxxiii</b>
<b>Propriétés physiques du GNL et de l'azote .....</b>	<b>xxxvi</b>
<b>1. INTRODUCTION.....</b>	<b>1.1</b>
1.1 Présentation du projet Rabaska.....	1.1
1.2 Projets connexes.....	1.1
1.3 Rabaska et l'environnement.....	1.2
1.4 Calendrier de réalisation .....	1.2
1.5 Objectifs de l'étude.....	1.2
1.6 Consultants mandatés .....	1.3
1.7 Structure générale du rapport .....	1.3
1.8 Structure du tome 3.....	1.4
<b>2. DESCRIPTION DE L'ENVIRONNEMENT .....</b>	<b>2.1</b>
2.1 Zone d'étude .....	2.1
2.2 Milieu physique .....	2.2
2.2.1 Climat.....	2.2
2.2.2 Qualité de l'air .....	2.3
2.2.2.1 Sélection des stations de suivi.....	2.3
2.2.2.2 Normes et critères de qualité de l'air .....	2.4
2.2.2.3 Contaminants gazeux (CO, NO <sub>x</sub> , SO <sub>2</sub> et O <sub>3</sub> ) .....	2.5
2.2.2.4 Contaminants particulaires (PST et PM <sub>2.5</sub> ) .....	2.6
2.2.2.5 Sommaire sur la qualité de l'air ambiant.....	2.8
2.2.3 Physiographie .....	2.9
2.2.4 Géologie.....	2.10
2.2.5 Séismicité.....	2.11
2.2.6 Géomorphologie .....	2.12
2.2.7 Sols.....	2.12
2.2.7.1 Pédologie .....	2.12
2.2.7.2 Caractérisation des sols.....	2.13
2.2.8 Hydrogéologie et qualité de l'eau souterraine.....	2.15
2.2.8.1 Stratigraphie locale .....	2.15
2.2.8.2 Hydrostratigraphie.....	2.16

## TABLE DES MATIÈRES (suite)

	<b>Page</b>
2.2.8.3	Écoulement de l'eau souterraine ..... 2.19
2.2.8.4	Qualité de l'eau souterraine ..... 2.19
2.2.8.5	Débit..... 2.22
2.2.9	Qualité des eaux de surface ..... 2.24
2.2.10	Caractéristiques fluviales ..... 2.26
2.2.10.1	Caractéristiques physiques ..... 2.26
2.2.10.2	Marées ..... 2.27
2.2.10.3	Courants..... 2.27
2.2.10.4	Vagues ..... 2.28
2.2.10.5	Couvert de glace ..... 2.28
2.2.10.6	Bathymétrie ..... 2.29
2.2.10.7	Débit du fleuve ..... 2.30
2.2.10.8	Physico-chimie des eaux fluviales ..... 2.30
2.2.10.9	Dynamique sédimentaire ..... 2.30
2.2.10.10	Transport sédimentaire par la glace ..... 2.31
2.2.10.11	Qualité de l'eau du fleuve..... 2.31
2.2.10.12	Qualité des sédiments..... 2.32
2.3	Milieu biologique ..... 2.36
2.3.1	Végétation..... 2.36
2.3.1.1	Végétation de la zone intertidale..... 2.36
2.3.1.2	Milieux humides ..... 2.46
2.3.1.3	Végétation terrestre..... 2.46
2.3.1.4	Espèces à statut particulier ..... 2.47
2.3.2	Faune..... 2.58
2.3.2.1	Faune benthique ..... 2.58
2.3.2.2	Faune ichtyenne..... 2.59
2.3.2.3	Amphibiens et reptiles..... 2.78
2.3.2.4	Mammifères ..... 2.79
2.3.2.5	Faune aviaire ..... 2.83
2.3.2.6	Espèces fauniques à statut particulier ..... 2.89
2.4	Milieu Socio-Economique..... 2.91
2.4.1	Contexte administratif ..... 2.91
2.4.2	Aménagement du territoire ..... 2.91
2.4.3	Schémas d'aménagement ..... 2.92
2.4.3.1	Ville de Lévis (ancienne MRC de Desjardins)..... 2.92
2.4.3.2	MRC de Bellechasse..... 2.94
2.4.4	Revendications territoriales..... 2.94
2.4.5	Utilisation du sol..... 2.95
2.4.5.1	Développements résidentiels et commerciaux ..... 2.95
2.4.5.2	Agriculture ..... 2.96

**TABLE DES MATIÈRES (suite)**

	<b>Page</b>
2.4.5.3 Tenure des terres.....	2.98
2.4.6 Activités économiques .....	2.98
2.4.6.1 Activités récréotouristiques .....	2.98
2.4.6.2 Activités d'extraction (sablère ou gravière) .....	2.101
2.4.6.3 Activités d'hébergement.....	2.101
2.4.6.4 Pêche commerciale.....	2.102
2.4.6.5 Projets en développement .....	2.102
2.4.7 Contexte socio-économique .....	2.102
2.4.8 Infrastructures et services.....	2.106
2.4.8.1 Réseau routier.....	2.106
2.4.8.2 Réseau ferroviaire.....	2.107
2.4.8.3 Voie maritime .....	2.108
2.4.8.4 Réseau électrique .....	2.109
2.4.8.5 Réseau de gaz naturel.....	2.109
2.4.8.6 Réseau d'aqueduc et d'égouts .....	2.109
2.4.8.7 Gestion des déchets solides .....	2.109
2.4.8.8 Bâtiments institutionnels .....	2.110
2.4.8.9 Services municipaux .....	2.110
2.4.9 Potentiel archéologique .....	2.110
2.4.9.1 Sites archéologiques préhistoriques connus et potentiels....	2.110
2.4.9.2 Sites archéologiques historiques connus et lieux d'intérêt patrimonial.....	2.111
2.4.10 Patrimoine bâti .....	2.111
2.4.11 Climat sonore.....	2.116
2.4.12 Milieu visuel .....	2.122
2.4.12.1 Limites de la zone d'étude .....	2.122
2.4.12.2 Caractéristiques du paysage de la zone d'étude.....	2.122
2.4.12.3 Unités de paysage de la zone d'étude.....	2.125
<b>3. ANALYSE ET CHOIX DE VARIANTES .....</b>	<b>3.1</b>
3.1 Route maritime.....	3.1
3.2 Choix du site dans la région Lévis/Beaumont.....	3.1
3.2.1 Considérations technico-économiques .....	3.3
3.2.2 Sécurité.....	3.3
3.2.3 Environnement.....	3.4
3.2.4 Méthode d'évaluation.....	3.4
3.2.5 Analyse des considérations technico-économiques .....	3.7
3.2.5.1 Considérations physiques.....	3.7
3.2.5.2 Considérations techniques.....	3.7
3.2.5.3 Considérations économiques.....	3.8

**TABLE DES MATIÈRES (suite)**

	<b>Page</b>
3.2.6	Sécurité.....3.8
3.2.7	Considérations environnementales.....3.8
3.2.7.1	Milieu biologique .....3.8
3.2.7.2	Milieu humain.....3.9
3.2.8	Classification globale et choix du site préférentiel .....3.12
3.2.9	Analyse de sensibilité .....3.14
3.3	Choix technologiques.....3.16
3.3.1	Réception des navires .....3.16
3.3.2	Déchargement des méthaniers.....3.18
3.3.3	Lignes de déchargement .....3.18
3.3.4	Réservoirs de GNL .....3.21
3.3.4.1	Réservoir à simple intégrité .....3.22
3.3.4.2	Réservoir à confinement double .....3.23
3.3.4.3	Réservoir à intégrité totale .....3.24
3.3.4.4	Réservoir à membrane.....3.26
3.3.4.5	Réservoir souterrain.....3.27
3.3.4.6	Choix du type de réservoirs pour le terminal Rabaska .....3.30
3.3.5	Adaptation de la qualité du GNL .....3.30
3.3.5.1	Extraction des composés lourds .....3.31
3.3.5.2	Injection d'azote ou d'air .....3.32
3.3.5.3	Mélange des GNL .....3.33
3.3.6	Regazéification (vaporisation) du GNL .....3.34
3.3.6.1	Vaporisation à ruissellement d'eau .....3.34
3.3.6.2	Vaporisation à fluide intermédiaire.....3.35
3.3.6.3	Vaporisation à combustion submergée.....3.35
3.3.7	Alimentation électrique de secours .....3.35
<b>4.</b>	<b>DESCRIPTION TECHNIQUE DU PROJET .....4.1</b>
4.1	Introduction .....4.1
4.2	Description des fluides .....4.2
4.2.1	Le gaz naturel .....4.2
4.2.2	Le GNL.....4.3
4.2.3	L'azote .....4.3
4.2.4	Les compositions .....4.4
4.3	Normes de conception .....4.5
4.4	Caractéristiques principales de conception.....4.6
4.4.1	Philosophie générale de Rabaska .....4.6
4.4.2	Durée de vie.....4.6
4.4.3	Capacité du terminal .....4.7



## TABLE DES MATIÈRES (suite)

	Page	
4.4.4	Fiabilité.....	4.8
4.4.5	Choix du nombre d'équipements .....	4.8
4.4.6	Conditions de site .....	4.9
4.4.6.1	Accès .....	4.10
4.4.6.2	Utilités .....	4.10
4.4.6.3	Données météorologiques et environnementales .....	4.11
4.4.6.4	Données topographiques et bathymétriques .....	4.13
4.4.6.5	Données hydrographiques et hydrodynamiques .....	4.13
4.4.6.6	Données géotechniques .....	4.14
4.4.6.7	Données hydrogéologiques .....	4.15
4.4.6.8	Données sismiques.....	4.15
4.4.6.9	Proximité des lignes Hydro-Québec .....	4.16
4.4.6.10	Critères d'implantation et d'aménagement du site.....	4.16
4.5	Voies maritimes et procédures d'approche des navires .....	4.18
4.5.1	Des Escoumins jusqu'à Québec .....	4.18
4.5.2	Insertion dans le trafic existant .....	4.19
4.5.3	Causes de délais .....	4.20
4.5.4	Manoeuvres d'accostage et de départ.....	4.21
4.5.5	Ballastage .....	4.21
4.6	Description des navires méthaniers .....	4.22
4.6.1	Généralités.....	4.22
4.6.2	Description des navires méthaniers.....	4.23
4.6.2.1	Technique membrane .....	4.24
4.6.2.2	Technique MOSS à cuves sphériques de GNL .....	4.24
4.6.3	Équipage.....	4.25
4.6.4	Sûreté .....	4.26
4.6.5	Programmation des escales .....	4.26
4.7	Description des infrastructures.....	4.27
4.7.1	Le secteur de la jetée.....	4.27
4.7.1.1	Poste d'amarrage.....	4.28
4.7.1.2	Le pont sur chevalets.....	4.30
4.7.1.3	Les installations riveraines.....	4.31
4.7.1.4	Voies d'accès et de circulation.....	4.31
4.7.2	Corridor de service.....	4.32
4.7.2.1	Implantation et principaux ouvrages .....	4.32
4.7.2.2	Lignes de déchargement GNL et de retour gaz.....	4.32
4.7.2.3	Autres liaisons.....	4.33
4.7.3	Les installations terrestres .....	4.34
4.7.4	Bâtiments .....	4.35

## TABLE DES MATIÈRES (suite)

	<b>Page</b>
4.8 Description fonctionnelle des installations .....	4.36
4.8.1 Déchargement des méthaniers.....	4.37
4.8.1.1 Opérations effectuées avant l'arrivée au terminal.....	4.38
4.8.1.2 Opérations effectuées à l'arrivée à quai .....	4.38
4.8.1.3 Début du déchargement et atteinte du régime nominal.....	4.39
4.8.1.4 Fin du déchargement .....	4.39
4.8.2 Réservoir de GNL .....	4.40
4.8.2.1 Protection contre les débordements .....	4.41
4.8.2.2 Protection contre les basculements de couche (« roll-over ») .....	4.41
4.8.2.3 Protection contre les surpressions et les dépressions.....	4.42
4.8.3 Expédition du gaz naturel .....	4.43
4.8.3.1 Pompes de soutirage basse pression.....	4.43
4.8.3.2 Recondenseur et ajustement du pouvoir calorifique.....	4.44
4.8.3.3 Ajustement du pouvoir calorifique.....	4.45
4.8.3.4 Pompes d'expédition haute pression .....	4.45
4.8.3.5 Vaporiseurs à combustion submergée .....	4.46
4.8.3.6 Poste de mesurage et d'analyse.....	4.47
4.8.3.7 Interface avec le gazoduc – Poste de départ.....	4.48
4.8.3.8 Gaz carburant .....	4.48
4.8.4 Gestion des évaporations et des échappements de gaz .....	4.48
4.8.4.1 Collecte des évaporations et des échappements de gaz .....	4.48
4.8.4.2 Recyclage des évaporations .....	4.50
4.8.4.3 Torchère.....	4.50
4.8.5 Maintien en froid et drainage des installations.....	4.51
4.8.5.1 Maintien en froid des installations.....	4.51
4.8.5.2 Drainage du GNL .....	4.52
4.8.6 Production et utilisation de l'azote .....	4.52
4.8.7 Description des utilités .....	4.54
4.8.7.1 Air d'instrumentation et air de service.....	4.54
4.8.7.2 Eau incendie, eau de service et eau potable.....	4.55
4.8.7.3 Hypochlorite de sodium (NaOCl) .....	4.57
4.8.7.4 Soude caustique (NaOH).....	4.58
4.8.7.5 Odorisation.....	4.58
4.8.7.6 Eaux usées, effluents et déchets .....	4.58
4.8.7.7 Diesel .....	4.58
4.8.7.8 Alimentation et distribution électrique .....	4.59
4.8.7.9 Consommations .....	4.62
4.8.8 Protection contre l'incendie et les épandages de GNL.....	4.62
4.8.8.1 Zones incendie.....	4.64

**TABLE DES MATIÈRES (suite)**

	<b>Page</b>
4.8.8.2	Zones gaz ..... 4.65
4.8.8.3	Protection passive contre l'incendie..... 4.65
4.8.8.4	Protection active contre l'incendie ..... 4.65
4.8.8.5	Rétention des déversements de GNL..... 4.66
4.8.8.6	Essais et exercices périodiques..... 4.67
4.8.9	Instrumentation et système de contrôle intégré (SCI)..... 4.67
4.8.9.1	Système de Contrôle du Procédé (SCP) ..... 4.68
4.8.9.2	Systèmes d'Arrêt d'Urgence (SAU) ..... 4.69
4.8.9.3	Systèmes feu et gaz (SFG)..... 4.72
4.8.10	Systèmes de télécommunication ..... 4.75
4.8.10.1	Système téléphonique général ..... 4.75
4.8.10.2	Ligne d'assistance téléphonique..... 4.75
4.8.10.3	Réseau informatique local ..... 4.75
4.8.10.4	Système de radio UHF (FM) ..... 4.75
4.8.10.5	Radio à bande maritime VHF (FM)..... 4.76
4.8.10.6	Système de haut-parleurs et système d'alarme générale ..... 4.76
4.8.10.7	Système de télévision à circuit fermé ..... 4.76
4.8.10.8	Système de contrôle d'accès du site ..... 4.76
4.8.11	Sûreté des installations..... 4.77
4.8.11.1	Brève description du code ISPS ..... 4.77
4.8.11.2	Niveau de sûreté ..... 4.77
4.8.11.3	Mesures de sûreté ..... 4.78
4.9	Construction ..... 4.80
4.9.1	Échéancier, main d'œuvre et conséquences d'un retard du début des travaux ..... 4.80
4.9.2	Installations provisoires..... 4.82
4.9.3	Installations terrestres..... 4.84
4.9.3.1	Préparation de site ..... 4.84
4.9.3.2	Construction des installations terrestres ..... 4.85
4.9.4	Corridor de service..... 4.86
4.9.5	Secteur de la jetée ..... 4.87
4.10	Mise en service ..... 4.89
4.10.1	État des équipements et du matériel ..... 4.89
4.10.2	Test d'étanchéité, séchage et purge..... 4.90
4.10.3	Pré-requis avant la purge et la mise en froid ..... 4.91
4.10.4	Mise en froid/mise en service du terminal..... 4.91
4.11	Exploitation et entretien..... 4.93
4.11.1	Personnel..... 4.93
4.11.2	Exploitation des installations..... 4.94
4.11.2.1	Organisation de l'exploitation..... 4.94

## TABLE DES MATIÈRES (suite)

	<b>Page</b>
4.11.2.2 Modes d'exploitation .....	4.94
4.11.2.3 Gestion des réservoirs de GNL.....	4.96
4.11.3 Entretien.....	4.97
4.11.3.1 Organisation de l'entretien .....	4.97
4.11.3.2 Principes généraux d'entretien .....	4.98
4.11.3.3 Moyens techniques .....	4.99
4.11.4 Accès au site et aux installations .....	4.100
4.11.5 Programme de formation .....	4.101
4.12 Démantèlement.....	4.102
4.13 Nuisances et rejets liés aux activités de construction .....	4.102
4.13.1 Sources de bruit.....	4.102
4.13.2 Sources de poussières .....	4.104
4.13.3 Déchets de construction .....	4.104
4.13.4 Huiles usées de vidange.....	4.105
4.13.5 Déchets domestiques .....	4.105
4.13.6 Déchets sanitaires .....	4.105
4.13.7 Eaux de ruissellement.....	4.105
4.14 Rejets liés à l'exploitation.....	4.106
4.14.1 Rejets atmosphériques du terminal .....	4.106
4.14.1.1 Vaporiseurs de GNL.....	4.107
4.14.1.2 Génératrices de secours au diesel .....	4.107
4.14.1.3 Pompes d'eau incendie au diesel .....	4.108
4.14.1.4 Torchère.....	4.109
4.14.1.5 Émissions fugitives.....	4.109
4.14.1.6 Navires et remorqueurs.....	4.110
4.14.1.7 Bilan des émissions de contaminants et de gaz à effet de serre .....	4.110
4.14.2 Gestion des eaux usées et des eaux de ruissellement.....	4.112
4.14.2.1 Eaux usées sanitaires.....	4.112
4.14.2.2 Eaux de ruissellement ou de lavage du site .....	4.113
4.14.2.3 Eaux de rejet du procédé.....	4.114
4.14.2.4 Collecte des déversements de GNL .....	4.115
4.14.3 Autres déchets liquides et solides.....	4.115
4.14.3.1 Huiles et solvants usés .....	4.116
4.14.3.2 Déchets domestiques et de bureau .....	4.116
4.15 Nuisances liées à l'exploitation .....	4.116
4.15.1 Bruit pendant l'exploitation.....	4.116
4.15.2 Nuisances visuelles .....	4.117
4.16 Coûts.....	4.117

**TABLE DES MATIÈRES (suite)**

	<b>Page</b>
4.17 Description détaillée des équipements et des matériaux.....	4.118
4.17.1 Bras de déchargement.....	4.118
4.17.1.1 Caractéristiques principales.....	4.118
4.17.1.2 Manœuvre et raccordement des bras.....	4.119
4.17.1.3 Enveloppe de travail des bras et déconnexion d'urgence ....	4.120
4.17.2 Réservoirs de GNL .....	4.121
4.17.3 Autres réservoirs.....	4.124
4.17.4 Pompes GNL - Autres pompes .....	4.125
4.17.4.1 Pompes de soutirage basse pression.....	4.125
4.17.4.2 Pompes de surpression et pompes d'expédition HP .....	4.127
4.17.5 Compresseurs de gaz d'évaporation - Autres compresseurs et génératrices .....	4.128
4.17.6 Vaporiseurs à combustion submergée – Autres vaporiseurs et réchauffeurs .....	4.132
4.17.6.1 Vaporiseurs à combustion submergée .....	4.133
4.17.6.2 Réchauffeurs de gaz carburant.....	4.134
4.17.7 Autres appareils sous pression (ballons, échangeurs) .....	4.134
4.17.7.1 Recondenseur.....	4.135
4.17.7.2 Désurchauffeur gaz d'évaporation/azote .....	4.135
4.17.7.3 Ballon séparateur (bras de retour gaz) .....	4.137
4.17.7.4 Ballon séparateur (aspiration des compresseurs) .....	4.137
4.17.7.5 Sas de vidange du ballon séparateur des compresseurs.....	4.138
4.17.7.6 Ballon séparateur (torchère) .....	4.138
4.17.7.7 Ballon séparateur (gaz carburant) .....	4.139
4.17.8 Torchère.....	4.139
4.17.9 Mesurage et analyseurs.....	4.141
4.17.10 Matériaux de construction.....	4.141
4.17.10.1 Classes de tuyauterie.....	4.142
4.17.10.2 Robinets .....	4.142
4.17.10.3 Isolation des systèmes à basse température.....	4.143
4.17.10.4 Protection contre la corrosion .....	4.143
4.18 Programmes d'assurance et de contrôle de la qualité .....	4.146
4.18.1 Système de qualité de Rabaska .....	4.146
4.18.2 Exigences relatives aux entrepreneurs principaux .....	4.146
4.18.3 Exigences du système de gestion de la qualité pour les fabricants de matériaux et d'équipements.....	4.147
4.18.4 Audit et surveillance de Rabaska.....	4.147
<b>5. MÉTHODE D'ANALYSE DES EFFETS ENVIRONNEMENTAUX .....</b>	<b>5.1</b>
5.1 Identification des effets environnementaux.....	5.1

**TABLE DES MATIÈRES (suite)**

	<b>Page</b>
5.2	Évaluation des effets environnementaux .....5.3
5.2.1	Intensité de l'effet.....5.5
5.2.2	Étendue de l'effet .....5.7
5.2.3	Durée de l'effet.....5.8
5.2.4	Importance de l'effet .....5.8
5.2.5	Effets environnementaux négatifs importants.....5.10
5.3	Évaluation des effets sur le paysage .....5.10
5.3.1	Analyse et classement des unités de paysage en fonction de leurs résistances.....5.10
5.3.2	Identification et évaluation des impacts sur le paysage.....5.13
5.4	Effets environnementaux cumulatifs .....5.16
<b>6.</b>	<b>ÉVALUATION DES IMPACTS ENVIRONNEMENTAUX .....6.1</b>
6.1	Milieu physique .....6.1
6.1.1	Qualité de l'air et émissions atmosphériques (Fiche P1) .....6.1
6.1.1.1	Méthodologie d'évaluation des concentrations de contaminants dans l'air ambiant .....6.2
6.1.1.2	Concentrations de contaminants dans l'air ambiant .....6.7
6.1.1.3	Effets anticipés sur les concentrations de contaminants secondaires (ozone et particules fines) .....6.10
6.1.2	Émissions de gaz à effet de serre (Fiche P2) .....6.11
6.1.2.1	Émissions spécifiques de GES : comparaison entre le GNL et le gaz de l'Alberta (GN).....6.13
6.1.2.2	Comparaison des émissions spécifiques de GES pour les cycles de vie du gaz de l'Alberta, du GNL et du mazout .....6.16
6.1.2.3	Effets du projet sur la consommation de gaz naturel.....6.18
6.1.2.4	Effets du projet sur les émissions de GES.....6.21
6.1.3	Qualité des sols (Fiche P3).....6.26
6.1.4	Hydrogéologie et qualité de l'eau souterraine (Fiche P4) .....6.27
6.1.5	Hydrographie et hydrologie (Fiche P5) .....6.29
6.1.5.1	Hydrographie.....6.29
6.1.5.2	Hydrologie .....6.29
6.1.6	Qualité des eaux de surface (Fiche P6).....6.30
6.1.7	Milieu physique fluvial (Fiche P7) .....6.34
6.1.7.1	Dynamique sédimentaire .....6.34
6.1.7.2	Régime des glaces.....6.35
6.1.7.3	Régime hydrologique .....6.36
6.1.7.4	Qualité de l'eau .....6.36
6.1.7.5	Qualité des sédiments .....6.37

## TABLE DES MATIÈRES (suite)

	<b>Page</b>
6.1.7.6	Influence des changements climatiques sur les caractéristiques fluviales..... 6.37
6.2	Milieu biologique ..... 6.39
6.2.1	Végétation..... 6.40
6.2.1.1	Végétation de la zone intertidale et riveraine (Fiche B1) ..... 6.40
6.2.1.2	Espèces végétales de l'estuaire à statut particulier (Fiche B2)..... 6.40
6.2.1.3	Milieux humides (Fiche B3)..... 6.42
6.2.1.4	Végétation terrestre (Fiche B4)..... 6.43
6.2.1.5	Espèces végétales terrestres à statut particulier (Fiche B5) .. 6.44
6.2.2	Faune..... 6.46
6.2.2.1	Faune benthique de la zone fluviale (Fiche B6) ..... 6.46
6.2.2.2	Faune ichtyenne (poissons) en milieu fluvial (Fiches B7 et B8)..... 6.46
6.2.2.3	Espèces de poissons de l'estuaire à statut particulier (Fiches B9 et B10) ..... 6.51
6.2.2.4	Faune ichtyenne en milieu lotique (Fiches B11 à B13) ..... 6.53
6.2.2.5	Mammifères et avifaune (Fiche B14) ..... 6.56
6.2.2.6	Herpétofaune (Fiche B15)..... 6.59
6.3	Milieu socio-économique..... 6.61
6.3.1	Conformité à la réglementation municipale sur le zonage, à la <i>Loi sur la protection du territoire agricole</i> ainsi qu'au protocole de Kyoto ..... 6.61
6.3.1.1	Réglementation municipale..... 6.62
6.3.1.2	Loi de protection du territoire agricole..... 6.63
6.3.1.3	Protocole de Kyoto..... 6.63
6.3.2	Tenure des terres et propriétaires situés à proximité (Fiche H1) ..... 6.65
6.3.3	Revendication territoriale ..... 6.67
6.3.4	Utilisation du sol (Fiche H2) ..... 6.67
6.3.5	Agriculture (Fiche H3) ..... 6.68
6.3.5.1	Propriétés touchées ..... 6.69
6.3.5.2	Potentiels agricoles ..... 6.69
6.3.5.3	Terres en culture ..... 6.69
6.3.5.4	Données forestières ..... 6.72
6.3.5.5	Impacts..... 6.74
6.3.5.6	Mesures d'atténuation..... 6.75
6.3.5.7	Impact résiduel..... 6.77
6.3.6	Activités récréotouristiques (Fiche H4) ..... 6.77
6.3.7	Pêche commerciale (Fiche H5)..... 6.78
6.3.8	Infrastructures et services..... 6.79
6.3.8.1	Transport routier (Fiche H6)..... 6.79

**TABLE DES MATIÈRES (suite)**

	<b>Page</b>
6.3.8.2	Transport maritime (Fiche H7) ..... 6.80
6.3.8.3	Réseau électrique ..... 6.81
6.3.8.4	Alimentation en eau et gestion des eaux usées (Fiche H8) ... 6.81
6.3.8.5	Gestion des déchets solides et liquides (Fiche H9) ..... 6.82
6.3.8.6	Services municipaux ..... 6.83
6.3.9	Culture et patrimoine (Fiche H10) ..... 6.83
6.3.9.1	Potential archéologique ..... 6.83
6.3.9.2	Patrimoine bâti ..... 6.84
6.3.10	Qualité de vie (Fiches H11 et H12) ..... 6.84
6.3.11	Santé humaine (Fiche H13) ..... 6.86
6.3.11.1	Composés organiques toxiques ..... 6.86
6.3.11.2	Contaminants « classiques » ..... 6.87
6.3.11.3	Particules respirables et ozone ..... 6.88
6.3.11.4	Bilan des effets sur la santé ..... 6.89
6.3.12	Bruit et vibrations (Fiches H14 et 15) ..... 6.89
6.3.12.1	Approche ..... 6.89
6.3.12.2	Limites de bruit environnemental retenues ..... 6.90
6.3.12.3	Méthode d'évaluation de l'impact sonore ..... 6.95
6.3.12.4	Niveau sonore projeté et conformité aux limites de bruit ..... 6.95
6.3.12.5	Impact sonore anticipé ..... 6.99
6.3.13	Retombées économiques et emploi ..... 6.106
6.3.13.1	Retombées économiques et emplois découlant des investissements ..... 6.106
6.3.13.2	Retombées économiques et emplois découlant de l'exploitation ..... 6.117
6.3.13.3	L'impact sur le marché du gaz naturel ..... 6.122
6.3.13.4	Évaluation de l'impact des retombées économiques et de l'emploi en période de construction (Fiche H16) ..... 6.123
6.3.13.5	Évaluation de l'impact des retombées économiques et de l'emploi en période d'exploitation (Fiche H17) ..... 6.124
6.3.14	Paysage ..... 6.124
6.3.14.1	Évaluation de la résistance des unités de paysage de la zone d'étude ..... 6.124
6.3.14.2	Évaluation des impacts potentiels et des mesures d'atténuation ..... 6.127
6.3.14.3	Mesures d'atténuation ..... 6.136
6.3.14.4	Synthèse des impacts potentiels sur la qualité du paysage . 6.137
6.4	Bilan environnemental ..... 6.138
6.5	Impacts environnementaux cumulatifs ..... 6.138
6.5.1	Projets pris en considération ..... 6.145



## TABLE DES MATIÈRES (suite)

	<b>Page</b>
6.5.2 Résultats de l'analyse .....	6.146
6.5.3 Conclusion .....	6.148
<b>7. ANALYSE DES RISQUES TECHNOLOGIQUES .....</b>	<b>7.1</b>
7.1 Introduction .....	7.1
7.1.1 But d'une analyse des risques technologiques .....	7.1
7.1.2 Politique de Rabaska en matière de santé et de sécurité .....	7.2
7.1.3 Réalisation de l'étude de sécurité .....	7.3
7.2 Méthodologie .....	7.3
7.2.1 Directives applicables au projet .....	7.3
7.2.2 Déroulement des études .....	7.5
7.2.3 Indicateurs de risque .....	7.6
7.2.4 Critères d'acceptabilité .....	7.6
7.2.5 Limites des études .....	7.10
7.3 Identification des dangers et scénarios d'accidents .....	7.11
7.3.1 Propriétés du gaz naturel et du GNL .....	7.11
7.3.2 Identification des dangers pour le terminal .....	7.12
7.3.2.1 Dangers liés à l'exploitation du terminal méthanier .....	7.12
7.3.2.2 Dangers externes .....	7.13
7.3.3 Identification des dangers pour les méthaniers .....	7.14
7.3.4 Identification des éléments sensibles .....	7.14
7.3.5 Retour d'expérience .....	7.15
7.3.6 Définition des scénarios d'accident .....	7.17
7.3.6.1 Scénarios de l'étude du terminal méthanier .....	7.17
7.3.6.2 Scénarios de l'étude maritime .....	7.19
7.4 Analyse de la probabilité des accidents .....	7.20
7.4.1 Probabilité des scénarios d'accident pour les méthaniers .....	7.20
7.4.1.1 Échouement .....	7.20
7.4.1.2 Collision dans le fleuve .....	7.22
7.4.1.3 Collision à quai .....	7.23
7.4.2 Scénarios d'accident pendant le déchargement .....	7.25
7.4.3 Scénarios d'accident touchant les réservoirs de GNL .....	7.26
7.4.4 Scénarios d'accident touchant l'équipement de procédé du terminal .....	7.26
7.5 Analyse des conséquences .....	7.27
7.6 Évaluation du risque .....	7.29
7.6.1 Évaluation du risque pour les installations terrestres .....	7.29
7.6.1.1 Risque individuel .....	7.29
7.6.1.2 Risque collectif .....	7.30
7.6.1.3 Impact sur les autres éléments sensibles .....	7.31

**TABLE DES MATIÈRES (suite)**

	<b>Page</b>	
7.6.2	Évaluation du risque pour les méthaniers.....	7.35
7.6.2.1	Échouement.....	7.36
7.6.2.2	Collision dans le fleuve.....	7.38
7.6.2.3	Collision à quai.....	7.39
7.6.2.4	Conclusion de l'étude de sécurité maritime.....	7.39
7.7	Mesures de sécurité.....	7.40
7.7.1	Mesures de prévention.....	7.40
7.7.2	Surveillance des installations du terminal méthanier.....	7.41
7.7.3	Intervention en cas de survenue d'un incident – Lutte incendie.....	7.42
7.7.4	Règles pour les méthaniers.....	7.43
7.7.4.1	Conception des méthaniers.....	7.43
7.7.4.2	Navigation.....	7.44
7.8	Préparation aux situations d'urgence pour le terminal méthanier.....	7.45
7.8.1	Introduction.....	7.45
7.8.2	Organisation et responsabilités.....	7.45
7.8.2.1	Équipes internes de gestion des mesures d'urgence.....	7.46
7.8.2.2	Ressources externes.....	7.46
7.8.3	Planification des urgences.....	7.47
7.8.4	Interventions d'urgence.....	7.48
7.8.5	Programme de liaison des services d'urgence.....	7.48
7.8.6	Exercices en intervention d'urgence.....	7.48
7.8.7	Information et instructions destinées au public.....	7.48
7.9	Préparation aux situations d'urgence pour les méthaniers.....	7.49
7.10	Zones d'exclusion.....	7.51
7.10.1	Définitions.....	7.51
7.10.2	Zones d'exclusion selon les normes canadienne et américaine.....	7.51
7.10.3	Zones d'exclusion basées sur l'analyse des risques (approche européenne).....	7.55
7.10.4	Zones d'exclusion proposées par Rabaska.....	7.55
<b>8.</b>	<b>PLAN DE GESTION ENVIRONNEMENTALE.....</b>	<b>8.1</b>
8.1	Introduction.....	8.1
8.2	Organisation administrative.....	8.2
8.3	Phase pré-construction.....	8.3
8.4	Phase ingénierie et construction.....	8.4
8.4.1	Préparation des plans et devis et obtention des autorisations requises avant les travaux visés.....	8.5
8.4.2	Gestion des changements.....	8.6
8.4.3	Gestion des déchets, des sols contaminés et des installations sanitaires.....	8.6

**TABLE DES MATIÈRES (suite)**

	<b>Page</b>
8.4.4	Gestion des matières dangereuses ..... 8.7
8.4.5	Gestion des nuisances..... 8.9
8.4.5.1	Poussières ..... 8.9
8.4.5.2	Eaux de drainage et de lavage ..... 8.9
8.4.5.3	Essais hydrostatiques ..... 8.9
8.4.5.4	Bruit..... 8.10
8.4.5.5	Éclairage ..... 8.10
8.4.6	Gestion des plaintes et programme de communication ..... 8.10
8.4.7	Plan d'urgence environnementale en construction ..... 8.11
8.4.8	Surveillance environnementale en construction ..... 8.11
8.5	Phase exploitation..... 8.12
8.5.1	Manutention du GNL, de l'azote et consommation d'énergie ..... 8.13
8.5.2	Émissions atmosphériques ..... 8.14
8.5.3	Hydrogéologie..... 8.14
8.5.4	Eaux de surface ..... 8.15
8.5.5	Eau potable..... 8.15
8.5.6	Suivi de la reprise de la végétation ..... 8.15
8.5.7	Suivi de la faune ichthyenne ..... 8.16
8.5.8	Plan de suivi du bruit..... 8.16
8.5.9	Plan de gestion des produits chimiques, carburants et matières dangereuses ..... 8.17
8.5.10	Plan de gestion des matières résiduelles et des déchets dangereux ..... 8.18
8.5.11	Utilisation des propriétés de Rabaska ..... 8.19
8.5.12	Gestion des plaintes et incidents ..... 8.19
8.6	Communication et suivi environnemental ..... 8.20

**BIBLIOGRAPHIE**

---

**LISTE DES ANNEXES**

- Annexe A Figures**
- Annexe B Informations complémentaires sur le milieu physique**  
Annexe B-1 Tableaux portant sur les eaux de surface  
Annexe B-2 Complément sur les caractéristiques physiques et chimiques du milieu fluvial  
Annexe B-3 Certificats d'analyse de la caractérisation des sols  
Annexe B-4 Résultats des analyses des échantillons d'eau souterraine
- Annexe C Informations complémentaires sur le milieu biologique**  
Annexe C-1 Complément d'information à la faune benthique du Saint-Laurent  
Annexe C-2 Complément d'information sur le milieu lotique (petits cours d'eau)
- Annexe D Informations complémentaires sur le milieu humain**  
Annexe D-1 Complément d'information sur le potentiel agricole  
Annexe D-2 Complément d'information sur le potentiel archéologique  
Annexe D-3 Complément d'information sur le patrimoine bâti  
Annexe D-4 Avis de Norman Roy, évaluateur agréé
- Annexe E Fiches d'évaluation des impacts**
- Annexe F Étude de risque technologique**  
Annexe F-1 Analyse de risques technologiques – terminal méthanier  
Annexe F-2 Analyse de risques technologiques – domaine maritime
- Annexe G Liste des personnes-ressources consultées**
- Annexe H Modélisation de la conversion du NO en NO<sub>2</sub>**
- Annexe I Milieu sonore**  
Annexe I-1 Méthode d'évaluation de l'intensité de l'effet environnemental – Climat sonore  
Annexe I-2 Description des scénarios de construction considérés – Bruit  
Annexe I-3 Description des scénarios d'exploitation considérés – Bruit
- Annexe J Fiches signalétiques**  
Expandol  
Mercaptan  
Gaz odorants  
Solution hypochlorite  
Sodium bicarbonate
- Annexe K Principaux règlements, codes et normes techniques utilisés**

## LISTE DES TABLEAUX

	<b>Page</b>
Tableau 2.1	Stations sélectionnées pour la description de la qualité de l'air..... 2.4
Tableau 2.2	Normes et objectifs de qualité de l'air ambiant ..... 2.5
Tableau 2.3	Concentrations des contaminants gazeux mesurés dans la région de Québec de 2001 à 2003 ..... 2.7
Tableau 2.4	Mesures de particules en suspension totales (PST) et de PM <sub>2.5</sub> aux stations de Québec et Notre-Dame du Rosaire de 2001 à 2003..... 2.9
Tableau 2.5	Résultats des analyses chimiques sur les échantillons de sol..... 2.17
Tableau 2.6	Niveaux d'eau souterraine selon les forages géotechniques..... 2.20
Tableau 2.7	Superficie des bassins-versants des cours d'eau qui traversent la zone d'étude ..... 2.23
Tableau 2.8	Données de marée à Lauzon..... 2.27
Tableau 2.9	Vitesses extrêmes du courant à proximité du secteur à l'étude..... 2.28
Tableau 2.10	Qualité de l'eau du fleuve Saint-Laurent dans la région de Québec..... 2.32
Tableau 2.11	Liste des espèces floristiques inventoriées sur le littoral de la zone d'étude en 2004-2005..... 2.38
Tableau 2.12	Liste des espèces floristiques à statut précaire inventoriées sur le littoral de la zone d'étude en 2004 ..... 2.42
Tableau 2.13	Description des peuplements forestiers recensés dans les stations d'observation de la zone d'étude ..... 2.48
Tableau 2.14	Espèces à statut précaire ayant un potentiel de présence dans la zone à l'étude ..... 2.55
Tableau 2.15	Liste des échantillons de benthos récoltés, septembre 2004 ..... 2.58
Tableau 2.16	Liste des espèces de poisson susceptibles d'utiliser la portion fluviale de la zone d'étude selon les diverses fonctions biologiques ..... 2.60
Tableau 2.17	Nombre de poissons capturés par espèce à la pêche fixe de Saint-Laurent de l'île d'Orléans, de 1999 à 2004..... 2.64
Tableau 2.18	Liste des espèces de poisson à statut précaire susceptibles d'utiliser la position fluviale comprise dans la zone d'étude ..... 2.66
Tableau 2.19	Nombre de larves capturées par espèce dans la zone intertidale du secteur à l'étude en juin et août 2004..... 2.75
Tableau 2.20	Liste des espèces de l'herpétofaune rapportées ou susceptibles d'être présentes dans la zone d'étude..... 2.79
Tableau 2.21	Liste des principales espèces de mammifères susceptibles d'être présentes dans la zone d'étude..... 2.80
Tableau 2.22	Liste des autres espèces de mammifères susceptibles d'être présentes dans la zone d'étude..... 2.81
Tableau 2.23	Liste des espèces d'oiseaux répertoriées dans la zone d'étude et leur statut de nidification ..... 2.84
Tableau 2.24	Liste annotée des espèces d'oiseaux observées au cours des inventaires, terminal Rabaska, juin 2005..... 2.87

## LISTE DES TABLEAUX (suite)

	<b>Page</b>
Tableau 2.25	Espèces inventoriées dans les aires de concentration d'oiseaux aquatiques présentes dans l'aire d'études (1995 à 2001) ..... 2.90
Tableau 2.26	Espèces fauniques rares ou menacées observées dans la zone d'étude par des amateurs ..... 2.90
Tableau 2.27	Potentiels agricoles – Territoire Lévis/ Beaumont..... 2.96
Tableau 2.28	Liste des permis commerciaux dont les opérations s'effectuent dans le fleuve Saint-Laurent, portion Lévis à Montmagny ..... 2.103
Tableau 2.29	Données socio-démographique de l'arrondissement Desjardins..... 2.104
Tableau 2.30	Sites archéologiques historiques connus..... 2.112
Tableau 2.31	Lieux d'intérêt patrimonial localisés dans le territoire à l'étude ..... 2.113
Tableau 2.32	Identification des bâtiments patrimoniaux recensés de part et d'autre de la route 132 dans la Ville de Lévis et la municipalité de Beaumont..... 2.114
Tableau 2.33	Localisation des points d'échantillonnage du climat sonore initial ..... 2.117
Tableau 2.34	Résultats des mesures de bruit de courte durée ..... 2.119
Tableau 3.1	Considérations technico-économiques pour le choix de site ..... 3.3
Tableau 3.2	Considérations environnementales pour le choix de site..... 3.4
Tableau 3.3	Pondération des critères d'analyse pour le choix de site ..... 3.6
Tableau 3.4	Classification globale des sites <sup>1</sup> ..... 3.12
Tableau 3.5	Analyse de sensibilité de la pondération de premier niveau ..... 3.15
Tableau 3.6	Liste des choix technologiques concernant les bras de déchargement..... 3.19
Tableau 4.1	Plages de composition du GNL et du gaz naturel..... 4.4
Tableau 4.2	Choix du nombre d'équipements principaux..... 4.9
Tableau 4.3	Critères généralement adoptés pour les opérations des méthaniers aux terminaux du bassin de l'Atlantique Nord ..... 4.19
Tableau 4.4	Durée typique du séjour des méthaniers au poste d'amarrage ..... 4.22
Tableau 4.5	Bâtiments dans le secteur de la jetée ..... 4.36
Tableau 4.6	Bâtiments des installations terrestres ..... 4.36
Tableau 4.7	Consommations d'azote ..... 4.53
Tableau 4.8	Répartition des niveaux de tension..... 4.60
Tableau 4.9	Résumé des consommations..... 4.63
Tableau 4.10	Liste des cuvettes de rétention de GNL..... 4.67
Tableau 4.11	Équipements utilisés pour la préparation du site et la construction ..... 4.86
Tableau 4.12	Estimation des principaux consommables requis pour la mise en service.. 4.93
Tableau 4.13	Nombre de véhicules desservant le site chaque jour ..... 4.103
Tableau 4.14	Composition typique des émissions atmosphériques des vaporiseurs..... 4.108
Tableau 4.15	Bilan des émissions atmosphériques et des gaz à effet de serre (t /an).... 4.111
Tableau 4.16	Principaux rejets liquides ..... 4.112
Tableau 4.17	Caractéristiques des eaux usées domestiques avant traitement..... 4.113

**LISTE DES TABLEAUX (suite)**

	<b>Page</b>
Tableau 4.18	Qualité des effluents des vaporiseurs..... 4.115
Tableau 4.19	Coûts des immobilisations ..... 4.118
Tableau 4.20	Coûts d'exploitation..... 4.118
Tableau 4.21	Caractéristiques principales des réservoirs de GNL ..... 4.123
Tableau 4.22	Caractéristiques des principaux réservoirs du terminal (autres que ceux de GNL) ..... 4.125
Tableau 4.23	Liste et caractéristiques des principales pompes ..... 4.130
Tableau 4.24	Liste et caractéristiques des compresseurs et des génératrices ..... 4.132
Tableau 4.25	Liste et caractéristiques des vaporiseurs et principaux réchauffeurs..... 4.136
Tableau 4.26	Liste et caractéristiques des principaux appareils sous pression ..... 4.140
Tableau 4.27	Liste des principaux analyseurs..... 4.142
Tableau 4.28	Classes de tuyauterie ..... 4.145
Tableau 5.1	Grille de détermination de la valeur de la composante ..... 5.6
Tableau 5.2	Grille de détermination de l'intensité de l'effet environnemental..... 5.7
Tableau 5.3	Grille de détermination de l'importance de l'effet environnemental ..... 5.9
Tableau 5.4	Grille de détermination de la résistance des unités de paysage..... 5.13
Tableau 5.5	Grille d'évaluation de la perception par l'observateur ..... 5.14
Tableau 5.6	Grille d'évaluation de l'étendue de l'impact..... 5.15
Tableau 5.7	Grille de détermination de l'importance de l'effet du projet sur le paysage . 5.17
Tableau 6.1	Paramètres d'émission utilisés dans l'étude de dispersion atmosphérique <sup>1</sup> ..... 6.8
Tableau 6.2	Sommaire de l'étude de dispersion atmosphérique ..... 6.9
Tableau 6.3	Comparaison des émissions de GES reliées au gaz naturel et au GNL pour la filière complète, de l'extraction à l'utilisation..... 6.17
Tableau 6.4	Influence de la réalisation du projet Rabaska sur la consommation de gaz naturel <sup>(1)</sup> ..... 6.21
Tableau 6.5	Effets de la réalisation du projet Rabaska sur les émissions de GES ..... 6.22
Tableau 6.6	Critère de qualité des eaux de surface applicables aux nitrites et nitrates .. 6.31
Tableau 6.7	Objectifs environnementaux de rejet applicables à un rejet du trop plein des vaporiseurs dans le fleuve Saint-Laurent..... 6.33
Tableau 6.8	Superficies d'habitats aquatiques perdues par empiètement pour la construction du quai..... 6.49
Tableau 6.9	Critères de performance de la classe C..... 6.63
Tableau 6.10	Propriétés touchées en zone agricole protégée (zone verte) ..... 6.68
Tableau 6.11	Propriétés touchées (zone agricole) – caractérisation générale ..... 6.70
Tableau 6.12	Portion touchée (zone agricole) – potentiels agricoles des sols ..... 6.71
Tableau 6.13	Propriétés touchées (zone agricole) – superficies en culture (2004) ..... 6.71

**LISTE DES TABLEAUX (suite)**

	<b>Page</b>
Tableau 6.14	Résumé des limites sonores retenues..... 6.94
Tableau 6.15	Niveaux de bruit anticipés du chantier de construction..... 6.96
Tableau 6.16	Contribution sonore du terminal..... 6.98
Tableau 6.17	Évaluation de l'intensité de l'effet environnemental – Phase de construction ..... 6.100
Tableau 6.18	Évaluation de l'intensité de l'effet sonore – Camionnage sur les voies publiques – Phase de construction..... 6.101
Tableau 6.19	Évaluation de l'effet sonore – Exploitation – Scénario I : Manœuvres d'approche d'un méthanier et expédition de gaz sur le réseau au débit de pointe..... 6.102
Tableau 6.20	Évaluation de l'effet sonore – Exploitation - Scénario II : Déchargement d'un méthanier et expédition de gaz sur le réseau au débit de pointe ..... 6.103
Tableau 6.21	Évaluation de l'effet sonore – Exploitation - Scénario III : Expédition de gaz sur le réseau au débit de pointe..... 6.104
Tableau 6.22	Évaluation de l'effet sonore – Exploitation - Scénario IV : Terminal à l'arrêt et brûlage à la torchère (11 t/h) ..... 6.105
Tableau 6.23	Sommaire des coûts d'investissements..... 6.107
Tableau 6.24	Principaux projets de construction ou de rénovation de la région de Québec et de l'ensemble du Québec 1995-2004 ..... 6.108
Tableau 6.25	Impacts économiques associés aux dépenses de construction (pour l'ensemble du Québec, en millions de \$)..... 6.109
Tableau 6.26	Bassin régional de main-d'œuvre du secteur de la construction pour les principaux métiers ou occupations sollicités par le projet Rabaska <sup>1</sup> ..... 6.113
Tableau 6.27	Niveau de pression sur les bassins régionaux et taux d'embauche régionale postulé (métiers sélectionnés) ..... 6.115
Tableau 6.28	Taux d'embauche régionale, métiers sélectionnés..... 6.116
Tableau 6.29	Impacts sur les recettes gouvernementales des activités de construction* - Terminal et gazoduc ..... 6.117
Tableau 6.30	Coûts d'exploitation et autres coûts de fonctionnement annuels..... 6.118
Tableau 6.31	Catégorie d'emplois requis lors de l'exploitation du terminal ..... 6.118
Tableau 6.32	Impacts économiques associés aux activités d'exploitation des installations (pour l'ensemble du Québec, en millions de \$)..... 6.119
Tableau 6.33	Impacts sur les recettes gouvernementales <sup>1</sup> des activités d'exploitation des installations (en milliers de dollars)..... 6.121
Tableau 6.34	Bilan d'évaluation des impacts..... 6.139
Tableau 6.35	Incidences environnementales cumulatives liées à l'implantation du projet Rabaska..... 6.149
Tableau 7.1	Définitions des principaux termes utilisés ..... 7.4
Tableau 7.2	Classes de fréquence ..... 7.9
Tableau 7.3	Classes de gravité ..... 7.9



**LISTE DES TABLEAUX (suite)**

	<b>Page</b>
Tableau 7.4	Matrice de risque pour l'étude maritime..... 7.10
Tableau 7.5	Accidents majeurs de l'industrie du GNL ..... 7.16
Tableau 7.6	Liste des segments du terminal méthanier ..... 7.18
Tableau 7.7	Fréquence annuelle d'échouement et de fuite de GNL en cas d'échouement ..... 7.22
Tableau 7.8	Fréquence annuelle de collision dans le fleuve pour chaque section du trajet du méthanier ..... 7.22
Tableau 7.9	Fréquence annuelle de fuite de GNL en cas de collision dans le fleuve chaque section du trajet du méthanier..... 7.24
Tableau 7.10	Résumé des fréquences d'accident pendant le déchargement ..... 7.26
Tableau 7.11	Résultats pour des scénarios représentatifs pour les installations terrestres..... 7.28
Tableau 7.12	Résultats pour les scénarios liés au méthanier ..... 7.29
Tableau 7.13	Résultats de la modélisation de l'échauffement des câbles des lignes entre Manicouagan et Lévis..... 7.34
Tableau 7.14	Résultats de l'analyse des risques maritimes ..... 7.36
Tableau 7.15	Dimensionnement des cuvettes de rétention ..... 7.52
Tableau 7.16	Rayonnement thermique autour des cuvettes de rétention ..... 7.53
Tableau 7.17	Rayonnement thermique autour des réservoirs de GNL ..... 7.54
Tableau 7.18	Dispersion de vapeurs autour des cuvettes de rétention ..... 7.54
Tableau 7.19	Récapitulation des distances d'exclusion suivant les normes canadienne et américaine ..... 7.55



## **IMPLANTATION D'UN TERMINAL MÉTHANIER À LÉVIS - ÉTUDE D'IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT**

### **Table des matières sommaire de l'ensemble de l'étude**

#### **TOME 1      Résumé**

1. Introduction
2. Présentation du promoteur et de la justification du projet
3. Description de l'environnement
4. Terminal méthanier
5. Gazoduc reliant le terminal à Saint-Nicolas
6. Impacts cumulatifs
7. Conclusion

#### **TOME 2      Présentation du projet et du promoteur**

1. Introduction
2. Présentation du promoteur et du projet
3. Cadre réglementaire
4. Choix de la zone d'implantation du projet
5. Processus de consultation et d'information du public

- Annexe A      Équipe de travail  
Annexe B      Directive provinciale  
Annexe C      Directive fédérale  
Annexe D      Tableaux de concordance entre l'étude d'impact environnemental et les directives  
Annexe E      Enjeux environnementaux de projets de GNL au Canada et aux États-Unis  
Annexe F      Complément au processus de consultation et d'information publique  
Annexe G      Répercussions des importations de GNL de Rabaska sur les marchés québécois et ontarien du gaz naturel

#### **TOME 3      Terminal méthanier** **Volume 1      Rapport principal**

1. Introduction
2. Description de l'environnement
3. Analyse et choix de variantes
4. Description technique du projet
5. Méthode d'analyse des effets environnementaux
6. Impacts environnementaux
7. Analyse des risques technologiques
8. Plan de gestion environnementale

**Volume 2    Annexes**

Annexe A	Figures
Annexe B	Informations complémentaires sur le milieu physique
Annexe C	Informations complémentaires sur le milieu biologique
Annexe D	Informations complémentaires sur le milieu humain
Annexe E	Fiches d'évaluation des impacts
Annexe F	Analyse des risques technologiques
Annexe G	Liste des personnes-ressources consultées
Annexe H	Modélisation de la conversion du NO en NO <sub>2</sub>
Annexe I	Milieu sonore
Annexe J	Fiches signalétiques
Annexe K	Principaux règlements, codes et normes techniques utilisés

**TOME 4    Gazoduc reliant le terminal à Saint-Nicolas****Volume 1    Rapport principal**

1. Introduction
2. Description de l'environnement
3. Étude de corridors
4. Étude des variantes de tracé
5. Description technique du projet
6. Méthode d'analyse des effets environnementaux
7. Évaluation des impacts environnementaux du tracé privilégié
8. Analyse des risques technologiques
9. Plan de gestion environnementale

**Volume 2    Annexes cartographiques**

Annexe A	Description de la zone à l'étude
Annexe B	Corridor à l'étude
Annexe C	Variante de tracé

**Volume 3    Autres annexes**

Annexe A	Liste des personnes-ressources consultées
Annexe B	Codes de classification des potentiels agricole, forestier et faunique (sauvagine et ongulés)
Annexe C	Liste des oiseaux relevés dans le secteur de la zone à l'étude
Annexe D	Étude des variantes de tracé - Tableaux des résultats des comparaisons des variantes et sous-variantes
Annexe E	Cahier des mesures générales d'atténuation en milieu agroforestier
Annexe F	Fiches d'évaluation des impacts
Annexe G	Méthode de traversée des rivières Etchemin, Chaudière et Beaurivage en tranchée ouverte
Annexe H	Analyse des risques technologiques

**Volume 4 Cartographie du tracé**

Annexe A Photomosaiques à l'échelle approximative 1 : 5 000 et fiches synthèses des cours d'eau

Annexe B Inventaire de la flore à statut particulier, des amphibiens et reptiles et de l'avifaune



**ACRONYMES ET UNITÉS DE MESURES**

ACÉE	Agence canadienne d'évaluation environnementale
ACOA	Aire de concentration d'oiseaux aquatiques
ADEME	Agence de l'environnement et de la Maîtrise de l'Énergie
AERES	Association des entreprises pour la réduction de l'effet de serre
AFQM	Association forestière Québec Métropolitain
AG	Azote gazeux
AL	Azote liquide
ALARP	As low as Reasonably Practicable (aussi faible que raisonnablement possible)
APQ	Administration du port de Québec
BAPE	Bureau d'audiences publiques sur l'environnement
BOG	Boil-off gas (gaz d'évaporation)
Bcf/d	Billion cubic feet/day
BOG	Boil-off gas (gaz d'évaporation)
BP	Basse pression
BPC	Biphényles polychlorés
BSOC	Bassin sédimentaire de l'Ouest canadien
BST	Bureau de la sécurité des transports du Canada
BTU	British Thermal Unit (voir tableau suivant)
CAD cts/kWh	Cents canadiens par kilowatt / heure
CCME	Conseil Canadien des Ministres de l'Environnement
CDD	Colonne de distillation d'air
CDPNQ	Centre de données sur le patrimoine naturel du Québec
CET	Comité d'examen Tempol
CN	Canadien National
COSEPAC	Comité sur la situation des espèces en péril au Canada
COT	Carbone organique total
CPBSL	Corporation des pilotes du Bas Saint-Laurent
CPTA	Commission de protection des territoires agricoles
CRÉ	Conférence régionale des élus
CRE	Conseil régional de l'environnement

---

CRPIO	Corporation pour la restauration de la pêche à l'île d'Orléans
CSA	Canadian Standards Association
CSL	Centre Saint-Laurent
CTGN	Centre des technologies du gaz naturel
CVAA	Critère de vie aquatique aigüe
CVAC	Critères de vie aquatique chronique
DGPAC	Direction générales des pêches et de l'aquaculture commerciale
DGRP	Direction régionale des revendications territoriales
DNN	Débit normalement nul
DNV	Det Norske Veritas
DRG	Direction des revendications globales
DRT	Dispositif de résistance-température
EPOQ	Étude des populations d'oiseaux du Québec
ESD	Emergency Shutdown (arrêt d'urgence)
ESDMV	Espèce susceptible d'être désignée menacée ou vulnérable
FAPAQ	Société de la faune et des parcs du Québec
Gazoduc TQM	Gazoduc Trans Québec et Maritimes inc.
GE	Gaz d'évaporation
GES	Gaz à effet de serre
GIRAM	Groupe d'initiatives et recherches appliquées au milieu
Gm <sup>3</sup>	Milliard (1 x 10 <sup>9</sup> ) de mètres cubes (giga)
GNL	Gaz naturel liquéfié
Gpi <sup>3</sup>	Milliard (1 x 10 <sup>9</sup> ) de pieds cubes (giga)
HAP	Hydrocarbures aromatiques polycycliques
HAZID	Hazard Identification (Identification des dangers)
HLM	Habitations à loyer modique
IAC	Ingénierie-approvisionnement-construction
ISO	International Standardization Organization
ISPS	Code international pour la sûreté des navires et des installations portuaires
ITC	Inventaire des terres du Canada
KO SEP	Séparateur KO
kPa	Kilopascal (pression absolue, 1kPa = 0,145 livre par pouce carré)



kPag	Kilopascal 'gage' (pression relative)
kt	Mille tonnes (1 x 10 <sup>3</sup> ) (kilo tonnes)
LCEE	<i>Loi Canadienne sur l'évaluation environnementale</i>
LEP	<i>Loi sur les espèces en péril</i>
LGN	Liquide de gaz naturel
LII	Limite inférieure d'inflammabilité
LQE	<i>Loi sur la qualité de l'environnement</i>
LSI	Limite supérieure d'inflammabilité
MAINC	Ministère des affaires indiennes et du nord du Canada
MAPAQ	Ministère de l'agriculture, des pêcheries et de l'Alimentation du Québec
MCCQ	Ministère de la Culture et des Communications du Québec
MDDEP	Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs du Québec (antérieurement MENV)
MENV	Ministère de l'Environnement du Québec (qui porte désormais le nom de Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs (MDDEP))
MES	Matières en suspension
Mm <sup>3</sup>	Million (1 x 10 <sup>6</sup> ) de mètres cubes
MMBtu	Million de British thermal units = (1 MMBtu = 293,1 kW/h)
MMscf/d	Million Standard cubic feet/day
Mpc	Million (1 x 10 <sup>6</sup> ) de pieds cubes
MP/HP	Moyenne/haute pression
Mpi <sup>3</sup>	Million (1 x 10 <sup>6</sup> ) de pieds cubes
MPCSJ	Million de pieds cubes standards par jour
MPO	Ministère des Pêches et des Océans du Canada
MRC	Municipalité régionale de comté
MRN	Ministère des Ressources Naturelles du Québec
MRNF	Ministère des Ressources Naturelles et de la Faune
MRNFPQ	Ministère des Ressources Naturelles, Faune et Parcs du Québec
Mt	Million de tonnes
MTQ	Ministère des Transports du Québec
NC	Normale climatique
NFPA	National Fire Protection Association

---

NSD	Normalement sans débit
OCIMF	Oil Companies International Marine Forum
OER	Objectifs environnementaux de rejet
OMI	Organisation maritime internationale
ONÉ	Office national de l'Énergie
p.c.	Pied cube (voir tableau suivant)
PADD	Plan d'action pour le développement durable
PCAI	Programme canadien d'agro-infrastructure
PGA	Accélération horizontale maximale au sol
PGE	Plan de gestion environnementale
PGV	Vitesse horizontale maximale au sol
PJ	Pétajoule (une mesure d'énergie équivalente à un million de milliards ( $1 \times 10^{15}$ ) de joules ou environ 30 millions de kilowatt-heures)
PM <sub>10</sub>	Particules dont le diamètre moyen est inférieur à 10 microns
PM <sub>2.5</sub>	Particules dont le diamètre moyen est inférieur à 2,5 microns
PST	Particules en suspension totale
PSU	Practical salinity unit
PVC	Polychlorure de vinyle
RP	Régulateur de pression
SA	Accélération spectrale
SAU	Système d'arrêt d'urgence
SCD	Système de contrôle distribué
SCF	Service canadien de la faune
SCI	Système de contrôle intégré
SCP	Système de contrôle du procédé
SD	Soupape de décharge
SEM	Seuil d'effets mineurs
SEN	Seuil d'effets néfastes
SFG	Système de détection de feu et gaz
SGE	Système de gestion environnemental
SGP	Société de conservation et de mise en valeur de la Grande Plée Bleue
SIFA	Système d'information sur la faune aquatique
SIGHAP	Système d'information pour la Gestion de l'habitat du poisson

---

SIGTTO	Society of International Gas Tanker and Terminal Operators
SIH	Système d'information hydrogéologique
SSE	Seuil sans effet
t éq. CO <sub>2</sub>	Tonne équivalente de gaz carbonique
TCSM	Transport Canada Sécurité maritime
Tpi <sup>3</sup>	Mille milliards (1 x 10 <sup>12</sup> ) de pieds cubes (tera)
UFC	Unité formant des colonies
ULCC	Super pétrolier (Ultra Large Crude Carrier)
UNT	Unité de turbidité néphélométrique
UPA	Union des producteurs agricoles
UPA	Unité de paysage à caractère agricole
UPF	Unité de paysage à caractère fluvial
UPV	Unité de paysage à caractère villageois
VAP	Vaporisateur
VLCC	Navire pétrolier de très grande capacité (Very Large Crude Carrier)
VTT	Véhicule tout-terrain
ZIP	Zone d'intervention prioritaire



**SYMBOLES DES UNITÉS DE MESURES ET FACTEURS DE CONVERSION**

Grandeur	Symbole	Unité	Conversion
Temps	s	seconde	-
	min	minute	60 s
	h	heure	60 min ou 3 600 s
	j	jour	24 h ou 1 440 min
	a ou an	an	365 j ou 8 760 h
Angle	°	degré d'angle	0 à 360°
Longueur	m	mètre	-
	cm	centimètre	0,01 m ou (10 <sup>-2</sup> )
	mm	millimètre	0,001 m (10 <sup>-3</sup> )
	km	kilomètre	1 000 m (10 <sup>3</sup> )
	M ou mille	mille nautique	1,852 km
	mille	mille	1,6093 km
	pi	piéd	0,3048 m
	po	pouce	2,54 cm
Surface	m <sup>2</sup>	mètre carré	-
	ha	hectare	10 000 m <sup>2</sup> (10 <sup>4</sup> )
	km <sup>2</sup>	kilomètre carré	1 000 000 m <sup>2</sup> (10 <sup>6</sup> )
	ac	acre	0,4047 ha
	pi <sup>2</sup>	piéd carré	0,0929 m <sup>2</sup>
Volume (liquide)	m <sup>3</sup>	mètre cube	-
	l ou L	litre	0,001 m <sup>3</sup> (10 <sup>-3</sup> )
	Mm <sup>3</sup>	million de mètre cube (mégamètre cube)	1 000 000 m <sup>3</sup> (10 <sup>6</sup> )
	Gm <sup>3</sup>	milliard de mètre cube (gigamètre cube)	1 000 000 000 m <sup>3</sup> (10 <sup>9</sup> )
	pi <sup>3</sup> ou pc	piéd cube	0,0283 m <sup>3</sup>
	Mpi <sup>3</sup>	million de piéd cube (mégapiéd cube)	1 000 000 pi <sup>3</sup> (10 <sup>6</sup> )
	Gpi <sup>3</sup>	milliard de piéd cube (gigapiéd cube)	1 000 000 000 pi <sup>3</sup> (10 <sup>9</sup> )
Volume (gaz)	Sm <sup>3</sup> ou m <sup>3</sup> (1)	mètre cube standard (métrique) (2)	-
	Nm <sup>3</sup>	mètre cube normaux (3)	0,9479 Sm <sup>3</sup> (pour un gaz parfait)
	Am <sup>3</sup>	mètre cube actuel (4)	volume réel (= volume de liquide)
	Mm <sup>3</sup> (1)	million de mètre cube (standard) (2)	1 000 000 Sm <sup>3</sup> (10 <sup>6</sup> )
	Gm <sup>3</sup> (1)	milliard de mètre cube (standard) (2)	1 000 000 000 Sm <sup>3</sup> (10 <sup>9</sup> )
	Spi <sup>3</sup> ou pi <sup>3</sup> (1)	piéd cube standard (métrique) (2)	0,0283 Sm <sup>3</sup>
	MSpi <sup>3</sup> ou MPCS (ou MMPCS)	million de piéd cube standard (2)	1 000 000 Spi <sup>3</sup> (10 <sup>6</sup> )
	Gpi <sup>3</sup> (1)	milliard de piéd cube (standard) (2)	1 000 000 000 Spi <sup>3</sup> (10 <sup>9</sup> )

Grandeur	Symbole	Unité	Conversion
Température	K	kelvin	-
	°C	degré celsius	°C = K - 273,15
	°F	degré fahrenheit	°F = 9/5 °C + 32
Masse	kg	kilogramme	-
	g	gramme	0,001 kg (10 <sup>-3</sup> )
	mg	milligramme	0,001 g (10 <sup>-3</sup> )
	t	tonne (métrique) ou mégagramme	1 000 kg (10 <sup>3</sup> )
	Mt	million de tonne (métrique) ou mégatonne	1 000 000 t (10 <sup>6</sup> )
	lb	livre	0,4536 kg
	ton	tonne forte (impériale)	1 016,047 kg ou 2 240 lb
	ton ou tn	tonne courte (impériale)	907,1847 kg ou 2 000 lb
Pression	Pa	pascal	pression atmosphérique de référence = 101 325 Pa
	kPa	kilopascal (absolu)	1 000 kPa (10 <sup>3</sup> )
	kPag	kilopascal « gage » (relatif)	kPag = kPa – pression atmosph.
	bar	bar	100 kPa
	lbf/po <sup>2</sup> ou PSI	livre force par pouce carré ou « pound square inch »	6,8948 kPa
Débit massique	kg/h	kilogramme par heure	
	t/h	tonne par heure	1 000 kg/h (10 <sup>3</sup> )
	t/an	tonne par an	8 760 t/h
	Mt/an	million de tonne par an	1 000 000 t/an (10 <sup>6</sup> )
Débit volumique (liquide)	m <sup>3</sup> /h	mètre cube par heure	-
	m <sup>3</sup> /j	mètre cube par jour	24 m <sup>3</sup> /h
	m <sup>3</sup> /an	mètre cube par an	8 760 m <sup>3</sup> /h
	pi <sup>3</sup> /h	pié cube par heure	0,0283 m <sup>3</sup> /h
	pi <sup>3</sup> /j	pié cube par jour	0,6796 m <sup>3</sup> /h
	pi <sup>3</sup> /an	pié cube par an	248,0556 m <sup>3</sup> /h
Débit volumique (gaz)	Sm <sup>3</sup> /h ou m <sup>3</sup> /h (1)	mètre cube standard par heure (2)	-
	Nm <sup>3</sup> /h	mètre cube normaux par heure (3)	0,9479 Sm <sup>3</sup> /h (pour un gaz parfait)
	Am <sup>3</sup> /h	mètre cube actuel par heure (4)	débit réel (= débit de liquide)
	Sp <sup>3</sup> /h ou pi <sup>3</sup> /h (1)	pié cube standard par heure (2)	0,0283 Sm <sup>3</sup> /h
	Mspi <sup>3</sup> /j ou MPCSJ (ou MMPCSJ)	million pié cube standard par jour (2)	679 604,3 Sm <sup>3</sup> /h
Vitesse	m/s	mètre par seconde	3,6 km/h
	km/h	kilomètre par heure	-
	kn	nœud	1,852 km/h
Énergie	J	joule	-
	kJ	kilojoule	1 000 J (10 <sup>3</sup> )
	GJ	gigajoule	1 000 000 000 J (10 <sup>9</sup> )
	kW/h	kilowatt-heure	3 600 kJ

Grandeur	Symbole	Unité	Conversion
	Btu	« british thermal units »	1,0551 kJ
	MBtu ou MMBtu	million de Btu	1,0551 GJ
Puissance	W	watt	-
	kW	kilowatt	1 000 W (10 <sup>3</sup> )
Radiation thermique	W/m <sup>2</sup>	watt par mètre carré	-
	kW/m <sup>2</sup>	kilowatt par mètre carré	1 000 W/m <sup>2</sup> (10 <sup>3</sup> )
Pouvoir calorifique (volumique)	kJ/m <sup>3</sup>	kilojoule par mètre cube	-
	Btu/pi <sup>3</sup> ou Btu/pc	« british thermal units » par pied cube	37,2823 kJ/m <sup>3</sup>
Pouvoir calorifique (massique)	kJ/kg	kilojoule par kilogramme	-
	Btu/lb	« british thermal units » par livre	2,3261 kJ/kg
Tension électrique	V	volt	-
	kV	kilovolt	1 000 V (10 <sup>3</sup> )
	VCA ou VAC	volt (courant alternatif)	-
	VCC ou VDC	volt (courant continu)	-
Fréquence	Hz	hertz	-
Eclairement	Lx	lux	-
	pi-b	pied-bougie	10,7639 lx
Densité	kg/m <sup>3</sup>	kilogramme par mètre cube	-
Acidité	pH	acidité ou alcalinité	
Concentration massique	g/l	gramme par litre	
	mg/l	milligramme par litre	0,001 g/l (10 <sup>-3</sup> )
	µg/m <sup>3</sup>	microgramme par mètre cube	0,001 g/l (10 <sup>-3</sup> )
	ppm	parties par million (mg/l)	
Poids moléculaire	g/mol	gramme par mole	
Concentration molaire	mol/l	mole par litre	
	% mol	pourcentage mole	
Préfixe multiplicateur	P	péta	10 <sup>15</sup>
	T	téra	10 <sup>12</sup>
	G	giga	10 <sup>9</sup>
	M	méga	10 <sup>6</sup>
	k	kilo	10 <sup>3</sup>
	c	centi	10 <sup>-2</sup>
	m	milli	10 <sup>-3</sup>
	µ	micro	10 <sup>-6</sup>

- (1) Par convention pour l'étude d'impact, lorsqu'aucun préfixe (S, N ou A) n'est précisé pour un volume de gaz, celui-ci est pris aux conditions standards (métriques).
- (2) Volume ou débit de gaz mesuré aux conditions standards métriques à 15°C et 101 325 Pa; à ne pas confondre avec les conditions standards impériales à 60 °F (15,556 °C) et 14,696 lbf/po<sup>2</sup> (101 325 Pa).
- (3) Volume ou débit de gaz mesuré aux conditions normales à 0°C et 101 325 Pa.
- (4) Volume ou débit de gaz mesuré indépendamment des conditions de pression et de température.

**PROPRIETES PHYSIQUES DU GNL ET DE L'AZOTE**

Propriétés	Unités	GNL (méthane pur)	Azote
Poids moléculaire	g/mol	16,043	28,013
Point d'ébullition à 101,325 kPa	°C	-161,48	-195,9
Densité du liquide au point d'ébullition	kg/m <sup>3</sup>	422,91	808,61
Densité du gaz aux conditions standards (1)	kg/Sm <sup>3</sup>	0,6799	1,185
Densité du gaz aux conditions normales (2)	kg/Nm <sup>3</sup>	0,7175	-
Ratio volume gaz (aux conditions standards (1)) / liquide (au point d'ébullition)	-	622,1	691
Ratio volume gaz (aux conditions normales (2)) / liquide (au point d'ébullition)	-	589,4	-
Capacité calorifique du gaz aux conditions standards (1)	Btu/Spi <sup>3</sup>	1 014,02	-
Capacité calorifique du gaz aux conditions normales (2)	kJ/Nm <sup>3</sup>	39 870	-

(1) Conditions normales: 0°C et 101,325 kPa.

(2) Conditions standards métriques: 15°C et 101,325 kPa (à ne pas confondre avec conditions standards impériales à 60°F).



# CHAPITRE 1

---

## Introduction



## **1. INTRODUCTION**

### **1.1 PRÉSENTATION DU PROJET RABASKA**

Compte tenu de la demande croissante en gaz naturel et pour faire face à l'éloignement, la stagnation et même à la décroissance des sources traditionnelles d'approvisionnement, de nouvelles sources doivent être mises à contribution. Dans ce contexte, le projet Rabaska, mis de l'avant par une société regroupant Gaz Métro, Gaz de France et Enbridge, propose la construction d'un terminal méthanier d'une capacité d'expédition de 14,16 Mm<sup>3</sup>/j (500 Mpi<sup>3</sup>/j) de gaz. Celui-ci sera situé dans la région Chaudière-Appalaches, sur la rive sud du fleuve Saint-Laurent, plus précisément sur le territoire de l'arrondissement Desjardins de la Ville de Lévis, dans une zone ayant depuis plusieurs années une vocation industrialo-portuaire.

Le but du projet est de recevoir du gaz naturel liquéfié (GNL) qui sera regazéifié pour ensuite être transporté par gazoduc, principalement aux clients desservis par Gaz Métro et Enbridge au Québec et en Ontario. Le projet est constitué d'un terminal moderne équipé des meilleures technologies éprouvées. Il comprend une jetée maritime, deux réservoirs de GNL, des équipements de regazéification et un gazoduc d'environ 42 km pour le raccordement au réseau de transport existant. La mise en service du terminal est prévue pour l'été 2010.

Le projet est assujéti aux processus d'évaluation environnementale du Québec et du Canada. La présente étude d'impact sur l'environnement est soumise aux autorités concernées afin d'obtenir les autorisations gouvernementales requises pour réaliser le projet.

### **1.2 PROJETS CONNEXES**

L'énergie électrique nécessaire au fonctionnement du terminal sera fournie au moyen de deux nouvelles lignes à 230 kV d'environ 1,5 km de longueur. La réalisation de ces lignes sera sous la responsabilité de TransÉnergie, la division responsable du réseau de transport d'énergie électrique chez Hydro-Québec. Ce projet fera l'objet d'études techniques et environnementales par Hydro-Québec et d'un processus d'autorisation distinct de celui des installations gazières.

Des installations additionnelles seront également requises sur le réseau de Gazoduc TQM et possiblement sur celui de TransCanada, pour transporter les volumes requis à partir de Saint-Nicolas. Les installations additionnelles sur le réseau de Gazoduc TQM comportent

entre autres l'ajout de deux postes de compression entre Québec et Montréal, la modification d'un troisième poste et le doublement de la conduite sous-fluviale entre Saint-Nicolas et Saint-Augustin-de-Desmaures. Ces installations additionnelles seront réalisées par Gazoduc TQM et s'il y a lieu par TransCanada. Ces sociétés devront obtenir les autorisations requises avant de procéder.

### **1.3 RABASKA ET L'ENVIRONNEMENT**

Chacun des partenaires du projet Rabaska pratique une gestion environnementale rigoureuse. Aussi, ceux-ci ont-ils voulu se doter d'une politique environnementale commune pour encadrer le développement du projet au Québec. Ces engagements sont résumés dans la politique environnementale présentée au chapitre 2 du tome 2. En outre, au moment de la mise en exploitation, Rabaska mettra en place un système de gestion environnementale conforme à la norme internationale ISO 14 001.

### **1.4 CALENDRIER DE RÉALISATION**

Les principales étapes du processus de réalisation du projet, franchies et à venir, sont les suivantes :

- |   |                |
|---|----------------|
| • avis de projet aux autorités                          | printemps 2004 |
| • ingénierie préliminaire                               | 2005           |
| • dépôt de l'étude d'impact                             | hiver 2006     |
| • obtention des autorisations gouvernementales          | fin 2006       |
| • ingénierie détaillée et approvisionnement du terminal | 2007-2009      |
| • début des travaux du terminal                         | début 2007     |
| • construction du gazoduc                               | 2008-2009      |
| • mise en service du terminal                           | été 2010       |

### **1.5 OBJECTIFS DE L'ÉTUDE**

L'étude d'impact du projet vise à identifier, décrire et évaluer les effets du projet sur l'environnement au sens large c'est-à-dire sur les composantes physiques, biologiques et humaines de cet environnement. Initiée très tôt dans le processus de conception du projet, cette étude a permis d'intégrer les considérations environnementales aux différentes étapes de son élaboration, que ce soit lors du choix de site ou de l'analyse comparative des différentes technologies. Elle a aussi permis d'élaborer les mesures d'atténuation

nécessaires pour réduire au minimum les effets négatifs du projet et optimiser ses retombées positives. Il s'agit donc d'un outil de planification qui a été utilisé pour optimiser l'intégration du projet dans le milieu.

Cette étude est préparée conformément aux exigences de :

- la *Loi canadienne sur l'évaluation environnementale* (L. C., 1992, c. 37);
- la *Loi sur la qualité de l'environnement du Québec* (L.R.Q., c. Q-2);
- la *Loi sur l'Office national de l'énergie* (L.R.C. 1985, c. N-7);

et conformément aux exigences et règlements, guides ou directives adoptés en vertu de celles-ci.

Pour faciliter la vérification de la conformité de cette étude d'impact aux directives émises (tome 2, annexes B et C), l'annexe D du tome 2 présente une table de concordance entre les informations requises et l'étude d'impact.

## **1.6 CONSULTANTS MANDATÉS**

La réalisation des études environnementales a été confiée à SNC♦LAVALIN Environnement inc. secondée par le Groupe Conseil UDA inc. pour le volet gazoduc du projet (tome 4). L'équipe chargée de la réalisation des études environnementales est présentée à l'annexe A du tome 2.

## **1.7 STRUCTURE GÉNÉRALE DU RAPPORT**

Des méthodes reconnues permettant d'identifier et d'évaluer, au meilleur des connaissances actuelles, les impacts du projet sur l'environnement ont été utilisées pour préparer cette étude. La description du projet présentée au tome 3 pour le terminal méthanier, et au tome 4 pour le gazoduc, est basée sur les études techniques actuellement réalisées lors de l'ingénierie préliminaire et les informations transmises par les manufacturiers. Cette phase d'ingénierie qui a fait suite aux études de préfaisabilité, a nécessité environ 50 000 heures-hommes de travail étalées sur une période d'environ huit mois. Les informations présentées dans cette étude reflètent donc le degré d'avancement des travaux d'ingénierie réalisés au moment du dépôt de l'étude.

Il est possible que des modifications soient apportées au projet pendant la phase d'ingénierie détaillée qui sera effectuée suite à l'autorisation du projet. Rabaska s'assurera, le cas échéant, que ces modifications n'entraînent pas d'effet additionnel sur

l'environnement. Les autorités fédérales et provinciales seront avisées de tout changement significatif (rencontres, demandes de certificats d'autorisation, etc.), et des autorisations spécifiques pourront être requises en fonction des exigences de la réglementation en vigueur. Toutefois, les paramètres utilisés pour évaluer les effets environnementaux du projet, tels que les émissions dans l'atmosphère, les niveaux de bruit et les caractéristiques des effluents sont établis sur la base des scénarios les plus défavorables. Il est par conséquent probable que les modifications à la conception qui seront apportées par la suite seront de nature à réduire les impacts environnementaux du projet.

Dans la mesure du possible, la présentation de l'étude respecte l'ordre des éléments des directives du ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs du Québec et de l'Agence canadienne d'évaluation environnementale. Toutefois, afin de faciliter la consultation des documents, l'analyse est présentée selon les deux principales composantes du projet, soit le terminal méthanier incluant les installations maritimes et terrestres de manutention du GNL, et le gazoduc qui relie le terminal au réseau de transport existant.

L'étude d'impact du projet Rabaska est ainsi subdivisée comme suit :

- Tome 1 : Résumé
- Tome 2 : Présentation du projet et du promoteur
- Tome 3 : Terminal méthanier
- Tome 4 : Gazoduc reliant le terminal à Saint-Nicolas

Les tomes 2, 3 et 4 sont complétés par des annexes afin d'alléger la lecture du document principal. Cette structure permet au lecteur de comprendre rapidement les principaux enjeux du projet tout en permettant aux spécialistes ou aux résidents concernés par une composante précise du projet de retrouver l'information pertinente.

Il faut noter que les termes « *effet environnemental* » et « *impact environnemental* » sont des synonymes pour les besoins de cette étude.

## **1.8 STRUCTURE DU TOME 3**

Le tome 3 comporte deux volumes. Le volume 1 constitue le rapport principal alors que le volume 2 regroupe les annexes, dont l'annexe cartographique et les figures, qui supportent le rapport principal.

Le volume 1 du tome 3 compte sept chapitres outre cette introduction. Le contenu de ces chapitres s'établit ainsi :

- le second chapitre présente la description de l'environnement dans lequel s'insère le terminal méthanier;
- le troisième chapitre présente les différentes variantes de localisation considérées dans la région Lévis-Beaumont ainsi que les variantes technologiques considérées;
- le quatrième chapitre décrit en détail le projet proposé ainsi que les sources d'impact environnemental;
- la méthode d'évaluation des impacts environnementaux est présentée au chapitre cinq;
- l'identification, l'évaluation des impacts environnementaux et la description des mesures d'atténuation font l'objet du chapitre six;
- le chapitre sept présente les risques technologiques inhérents au projet;
- enfin, le chapitre 8 présente le plan de gestion environnemental proposé pour assurer l'insertion optimale du projet dans le milieu.

Il faut noter que le terminal méthanier désigne l'ensemble des composantes suivantes :

- la jetée;
- les installations terrestres;
- le corridor de service qui relie les deux premières composantes.





## CHAPITRE 2

---

### Description de l'environnement



## 2. DESCRIPTION DE L'ENVIRONNEMENT

Cette section décrit les composantes environnementales des milieux physique, biologique et socio-économique de la zone d'étude retenue pour l'implantation des infrastructures terrestres et maritimes du terminal méthanier Rabaska. L'identification des composantes retenues dans cette section a été effectuée sur la base des effets environnementaux appréhendés du projet en mettant l'accent sur les éléments sensibles du milieu susceptibles d'être affectés par l'implantation du terminal. Les figures illustrant la synthèse des informations colligées pour chacun des milieux sont regroupées à l'annexe A.

### 2.1 ZONE D'ÉTUDE

La zone d'étude a été établie en s'assurant d'inclure le milieu susceptible d'être affecté par le projet d'implantation du terminal. Cette zone d'étude générale, illustrée à la figure 2.1 couvre une superficie de 9,5 par 7,5 km, centrée sur la localisation des installations terrestres et maritimes du terminal. Cette zone limite les inventaires à un territoire suffisamment vaste pour permettre d'étudier toutes les variantes réalistes de localisation des installations et de circonscrire l'ensemble des répercussions appréhendées suite à leur implantation et à leur exploitation. Cette zone d'étude est caractérisée par un territoire essentiellement agricole et péri-urbain.

Au besoin, une zone d'étude élargie a été considérée pour bien cerner certaines composantes environnementales particulières (ex. : milieu socio-économique, analyse de risque maritime, etc.). Dans d'autres cas, la zone d'étude peut être réduite pour se limiter uniquement aux superficies directement touchées par les variantes de localisation du terminal telles que définies au chapitre 3. Le cas échéant, les limites de la zone d'étude considérée sont précisées dans les sections concernées.

La route empruntée par le trafic maritime en provenance de l'Atlantique et à destination des ports du Saint-Laurent ou des Grands-Lacs traverse une zone sensible : le parc marin du Saguenay–Saint-Laurent. Ce parc est connu pour les mammifères marins qui s'y retrouvent et les activités d'observation des baleines qui s'y déroulent. Afin de protéger les mammifères marins, la loi stipule que la vitesse maximale des navires dans ce secteur doit être de 25 nœuds ce qui est bien supérieur à la vitesse normale des méthaniers qui est d'environ 18 nœuds.

Le trafic additionnel généré par le projet soit environ 60 navires par année se fondera dans la circulation des navires empruntant la voie maritime soit plus de 2 500 navires (5 000 passages) dans le fleuve Saint-Laurent à la hauteur de Québec/l'île d'Orléans. Le

trafic additionnel généré par le projet Rabaska représente donc environ 2,5 % du trafic actuel.

Par ailleurs, le GNL est non nocif pour les ressources halieutiques puisqu'il ne se mélange pas à l'eau et qu'en cas de déversement, il se vaporise. En outre, les méthaniers sont des navires qui utilisent les vapeurs de GNL comme carburant principal. La quantité d'huile lourde embarquée est relativement faible (environ 4 000 m<sup>3</sup>) compte tenu de leur gabarit. Ces navires représentent donc moins de risque pour les ressources halieutiques en cas de déversement accidentel que la plupart des autres navires de même puissance, qu'ils soient marchands ou de croisière, qui empruntent la même route maritime.

Compte tenu de ces éléments, la zone d'étude en milieu fluvial a été limitée aux environs immédiats de l'appontement et de la jetée afin de circonscrire les répercussions appréhendées sur les ressources halieutiques suite à l'implantation et à l'exploitation des installations maritimes.

## **2.2 MILIEU PHYSIQUE**

Les éléments du milieu physique qui sont discutés dans le cadre du projet sont le climat, la qualité de l'air, la géologie et la géomorphologie, les sols, l'hydrogéologie et l'hydrologie ainsi que les caractéristiques fluviales. La description de ces éléments a pour objectif d'identifier les enjeux environnementaux liés à la réalisation du projet. À l'exception de la rose des vents (figure 2.2) et de la localisation des stations de mesure de la qualité de l'air (figure 2.3), les informations recueillies sur le milieu physique sont synthétisées à la figure 2.4.

### **2.2.1 Climat**

La station météorologique Beauséjour d'Environnement Canada, située dans la localité de Saint-Jean-Chrysostome a enregistré des données de températures et de précipitations sur une période de 25 ans entre 1975 et 2000. Pour cette période, la température moyenne quotidienne annuelle est de 4°C, avec un minimum de -12,9°C en janvier et un maximum de 18,9°C en juillet. Le maximum quotidien moyen pour juillet est de 24,9°C et le minimum quotidien moyen pour janvier est de -18,0°C. Quant aux précipitations, les chutes de pluies annuelles sont de 897,8 mm, les chutes de neige de 316,2 cm et les précipitations totales de 1 213,9 mm. Les mois de juin à septembre sont ceux qui connaissent les précipitations les plus importantes, avec des valeurs mensuelles variant de 112,1 à 128,9 mm. Quant aux chutes de neige, près de la moitié des précipitations annuelles sont enregistrées en décembre et janvier, avec des valeurs respectives de 74,1 et 79,8 cm.

Puisque la station Beauséjour n'effectue pas de mesure de vent, les données de la station Lauzon ont été utilisées. La figure 2.2 présente la rose des vents des observations horaires de la vitesse et de la direction du vent à la station de Lauzon, pour la période de 1999 à 2003. Cette station est exploitée par Environnement Canada et est située en bordure du Saint-Laurent à environ 7 km à l'ouest du site proposé pour le terminal méthanier.

Les vents dominants proviennent de l'ouest-sud-ouest plus de 20 % du temps sur une base annuelle. Cependant, les vents forts (>25 km/h) proviennent surtout de l'est et de l'est-nord-est, principalement de mars à mai, mais aussi de l'ouest-sud-ouest et de l'ouest. Les périodes de stagnation sont rares et la fréquence de vents calmes est inférieure à 2 %.

Par ailleurs, les changements climatiques anticipés dans la zone d'étude et leurs effets potentiels sur le projet sont traités au chapitre 6.

## **2.2.2 Qualité de l'air**

### **2.2.2.1 Sélection des stations de suivi**

Pour décrire la qualité de l'air actuelle dans la zone d'étude, les stations de surveillance ont été choisies après avoir consulté la Direction du suivi de l'état de l'environnement du ministère de l'Environnement du Québec. Il n'existe pas de station de mesure de la qualité de l'air dans la région immédiate du terminal proposé. La plupart des stations sont situées sur le territoire de la ville de Québec. Afin d'avoir un meilleur aperçu de la qualité de l'air dans le secteur de Lévis-Beaumont, des stations rurales ont aussi été identifiées. Les stations sélectionnées sont présentées au tableau 2.1 et localisées sur la figure 2.3.

Pour les contaminants gazeux, à l'exception de l'ozone, le seul point de mesure de la région étendue est la station Des Sables située dans une zone urbaine/industrielle du quartier Limoilou de la ville de Québec. Cette station est aussi la seule qui mesure les particules fines ( $PM_{2.5}$ ) depuis plusieurs années. Les mesures de dioxyde de soufre ( $SO_2$ ), de dioxyde d'azote ( $NO_2$ ), de monoxyde de carbone (CO) et de particules fines ( $PM_{2.5}$ ) à cette station sont influencées par la circulation automobile et les sources industrielles (pâtes et papiers, incinérateur) et sont vraisemblablement plus élevées que les concentrations qui seraient observées sur la rive sud entre Lévis et Beaumont.

**Tableau 2.1 Stations sélectionnées pour la description de la qualité de l'air**

Station sélectionnée	Contaminant	Emplacement
Des Sables (03006)	Dioxyde de soufre (SO <sub>2</sub> ) Dioxyde d'azote (NO <sub>2</sub> ) Monoxyde de carbone (CO) Particules respirables (PM <sub>2.5</sub> )	Ville de Québec Quartier Limoilou (Basse-ville) Milieu urbain (circulation, industriel)
Saint-Charles Garnier (03028)	Ozone (O <sub>3</sub> ) Particules respirables (PM <sub>2.5</sub> )	Ville de Québec Haute-ville Milieu urbain (résidentiel)
De l'Église (03012)	Particules en suspension totales (PST)	Ville de Québec Sainte-Foy Milieu urbain (résidentiel)
Notre-Dame-du-Rosaire (03720)	Particules en suspension totales (PST) Particules respirables (PM <sub>2.5</sub> ) Ozone (O <sub>3</sub> )	Notre-Dame-du-Rosaire 35 km à l'est-sud-est du site du terminal proposé Milieu forestier
Saint-François-de-l'Île d'Orléans (03712)	Ozone (O <sub>3</sub> )	Saint-François-de-l'Île-d'Orléans 25 km à l'est du site du terminal proposé Milieu agricole

Note : PM<sub>2.5</sub> : Particules dont le diamètre est inférieur à 2,5 µm.

### 2.2.2.2 Normes et critères de qualité de l'air

Le tableau 2.2 présente les normes de qualité de l'air ambiant spécifiées dans le Règlement sur la qualité de l'atmosphère, y compris les changements proposés dans un projet de règlement modifiant le Règlement sur la qualité de l'atmosphère, de même que les niveaux maximaux acceptables selon les objectifs fédéraux. Les nouveaux standards pancanadiens pour l'ozone et les particules respirables (PM<sub>2.5</sub>) y sont aussi présentés.

Contrairement aux normes provinciales actuelles, les nouveaux standards pancanadiens (CCME, juin 2000) pour l'ozone et les matières particulaires (de diamètre inférieur à 2,5 µm ou PM<sub>2.5</sub>) permettent un certain nombre de dépassements des valeurs cibles. Étant donné que les valeurs cibles des nouveaux standards pancanadiens ne sont pas atteints partout au Canada actuellement, les standards comprennent aussi une date limite d'atteinte, soit 2010. La valeur cible liée au standard pancanadien pour l'ozone (130 µg/m<sup>3</sup> ou 65 ppb sur 8 heures) sera déterminée en fonction de la moyenne de la quatrième mesure annuelle la plus élevée, calculée sur trois années consécutives.

Pour les matières particulaires, la valeur cible sera déterminée en fonction de la moyenne annuelle de la valeur du 98<sup>e</sup> centile, calculée sur trois années consécutives.

L'évaluation de la qualité de l'air dans le cadre de la présente étude sera effectuée en fonction des normes proposées dans le projet de modification du Règlement sur la qualité de l'atmosphère, à l'exception des particules en suspension totales, pour lesquelles le règlement actuel sera considéré.

**Tableau 2.2 Normes et objectifs de qualité de l'air ambiant**

Polluant		Normes		
		Ministère de l'Environnement (Q-2, r. 20) <sup>(2)</sup>	Ministère de l'Environnement (Q-2, r. 20 modifié) <sup>(1)(3)</sup>	Objectifs nationaux <sup>(1)(4)</sup>
Dioxyde de soufre (SO <sub>2</sub> ) (µg/m <sup>3</sup> )	1 h	1 310	900	900
	24 h	288	300	300
	1 an	52	60	60
Monoxyde de carbone (mg/m <sup>3</sup> )	1 h	34	35	35
	8 h	15	13	15
Dioxyde d'azote (NO <sub>2</sub> ) (µg/m <sup>3</sup> )	1 h	414	400	400
	24 h	207	200	200
	1 an	103	100	100
Ozone (µg/m <sup>3</sup> )	1 h	157	—	160
	8 h	—	—	130 <sup>(5)(6)</sup>
	24 h	—	—	50
	1 an	—	—	30
Particules en suspension totales (PST) (µg/m <sup>3</sup> )	24 h	150	—	120
	1 an	70	—	70
PM <sub>2.5</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	24 h	—	30 <sup>(6)</sup>	30 <sup>(5)(6)</sup>
	1 an	—	—	—

(1) Gaz aux conditions standards et de référence : mètres cubes de gaz sec à 25 °C sous une pression de 101,325 kPa.

(2) Gaz aux conditions normalisées : température de 25 °C sous une pression de 100,9 kPa.

(3) Projet de règlement modifiant le Règlement sur la qualité de l'atmosphère (juin 2000).

(4) Niveau maximal acceptable.

(5) Standards pancanadiens relatifs aux particules (PM) et à l'ozone (CCME, juin 2000).

(6) Certains dépassements sont permis.

### 2.2.2.3 Contaminants gazeux (CO, NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub> et O<sub>3</sub>)

Le tableau 2.3 présente le sommaire des résultats pour les contaminants gazeux mesurés en continu de 2001 à 2003. Ces résultats incluent les moyennes annuelles de même que les concentrations horaires moyennes sur 8 ou 24 heures. Le 98<sup>e</sup> centile des données

horaires sur 8 ou 24 heures, est également présenté pour illustrer l'écart important entre les maximums absolus et les valeurs rencontrées 98 % du temps.

Aucun dépassement des normes n'a été observé pour le CO, le NO<sub>2</sub> et le SO<sub>2</sub> à la station de mesure sélectionnée (Des Sables) pour les années 2001 à 2003. Les concentrations de ces contaminants demeurent très inférieures aux normes en vigueur et proposées. Finalement, en ce qui a trait à ces contaminants, associés principalement à la circulation routière et à l'industrie lourde, la qualité de l'air dans la région de Lévis-Beaumont est vraisemblablement meilleure qu'à la station Des Sables.

Pour l'ozone, toutes les normes ont été dépassées aux stations de mesures sur le territoire de la ville de Québec, de l'île d'Orléans et de Notre-Dame-du-Rosaire. Les concentrations d'ozone sont généralement plus élevées à l'île d'Orléans et à Notre-Dame-du-Rosaire qu'à Québec. En général, les concentrations d'ozone sont plus faibles au centre-ville et près des grands axes routiers à cause des fortes émissions de NO des véhicules (automobiles et camions), qui consomment localement l'ozone. Ainsi, dans la région de Québec, tout comme dans la région de Montréal, les concentrations d'ozone sont plus élevées en périphérie qu'au centre-ville.

Pour la période de 2001 à 2003, la fréquence de dépassement de la norme horaire pour l'ozone est de l'ordre de 2 à 13 heures par année à Québec et à l'Île d'Orléans et de 0 à 5 heures par année à Notre-Dame-du-Rosaire. La situation concernant l'ozone est toutefois moins critique qu'en amont dans le corridor Windsor-Québec, lequel est reconnu comme une zone où les concentrations d'ozone sont parmi les plus élevées au Canada et encore moins critique que dans le *nord-est* des États-Unis. Le problème de l'ozone troposphérique (au niveau du sol) est causé principalement par les rejets dans l'atmosphère et le transport à grande distance de NO<sub>x</sub> et de composés organiques volatils liés aux activités humaines (transport, industrie, etc.).

#### **2.2.2.4 Contaminants particuliers (PST et PM<sub>2.5</sub>)**

Les particules en suspension présentent une granulométrie très variable, d'un diamètre de 0,1 µm à 100 µm. Récemment, de nombreuses études ont démontré qu'il n'y a pas de seuil sans effet pour ce qui est des particules et que même une faible concentration de particules dans l'atmosphère peut nuire à la santé humaine.



**Tableau 2.3 Concentrations des contaminants gazeux mesurés dans la région de Québec de 2001 à 2003**

Contaminant Station		Moyenne horaire	Moyenne sur 8 ou 24 heures	Moyenne annuelle
SO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> ) Des Sables, Québec	Maximum	107	73	7,3
	98 <sup>e</sup> centile	31	24	Sans objet
	Norme <sup>(1)</sup>	1 310 (900)	288 (300) – 24 h	52 (60)
CO (mg/m <sup>3</sup> ) Des Sables, Québec	Maximum	17	9,1	1,1
	98 <sup>e</sup> centile	3,6	3,3	Sans objet
	Norme <sup>(1)</sup>	34 (35)	15 (13), 8 h	—
NO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> ) Des Sables, Québec	Maximum	152	90	29
	98 <sup>e</sup> centile	102	73	Sans objet
	Norme <sup>(1)</sup>	414 (400)	207 (200) – 24 h	103 (100)
O <sub>3</sub> (µg/m <sup>3</sup> ) Saint-Charles-Garnier, Québec	Maximum	179	157	44
	98 <sup>e</sup> centile	110	100	Sans objet
	Norme <sup>(1)</sup>	157	(130) – 8 h	—
O <sub>3</sub> (µg/m <sup>3</sup> ) Saint-François, Île d'Orléans	Maximum	194	169	58
	98 <sup>e</sup> centile	112	106	Sans objet
	Norme <sup>(1)</sup>	157	(130) – 8 h	—
O <sub>3</sub> (µg/m <sup>3</sup> ) Notre-Dame-du-Rosaire	Maximum	163	149	60
	98 <sup>e</sup> centile	116	114	Sans objet
	Norme <sup>(1)</sup>	157	(130) – 8 h	—

(1) Les normes sont celles du Règlement sur la qualité de l'atmosphère. Les valeurs entre parenthèses sont les normes proposées dans un projet de règlement modifiant le Règlement sur la qualité de l'atmosphère ou par le standard pancanadien pour l'ozone. Le 98<sup>e</sup> centile est le 98<sup>e</sup> centile maximum sur une base annuelle pour les années considérées. En général, les normes horaires et sur 8 ou 24 heures sont applicables à toutes les périodes de l'année, c'est-à-dire qu'elles sont applicables aux concentrations maximales. À l'exception du standard pancanadien sur 8 heures pour l'ozone (130 µg/m<sup>3</sup>), applicable à la moyenne sur trois années consécutives de la quatrième mesure annuelle la plus élevée.

Source : Ministère de l'Environnement du Québec, Direction du suivi de l'état de l'environnement.

Les préoccupations actuelles s'orientent vers les particules fines et respirables; en effet, plus les particules sont petites, plus elles peuvent pénétrer profondément dans les voies respiratoires, ce qui augmente les risques d'effets nocifs sur la santé. Les particules fines sont divisées en deux catégories : les particules de diamètre inférieur à 10 µm (PM<sub>10</sub>) et celles dont le diamètre est inférieur à 2,5 µm (PM<sub>2.5</sub>). Ces deux catégories de particules sont appelées particules respirables et la fraction la plus fine (PM<sub>2.5</sub>) fait l'objet d'un standard pancanadien et d'un projet de modification au Règlement sur la qualité de l'atmosphère.

Le tableau 2.4 présente les résultats des mesures de particules totales en suspension et de particules fines à Québec et à Notre-Dame-du-Rosaire de 2001 à 2003. Les échantillons

de PST sont habituellement pris sur une période de 24 heures tous les six jours, alors que les  $PM_{2.5}$  sont mesurées en continu.

Concernant les PST, il n'y a pas eu de dépassements des normes aux deux postes de mesure considérés pour la période 2001-2003. Les concentrations sont beaucoup plus faibles en milieu forestier (Notre-Dame-du-Rosaire) qu'en milieu urbain. Il faut cependant reconnaître que des dépassements de la norme journalière de PST surviennent occasionnellement au Québec en milieu urbain ou à proximité des grands axes routiers ou d'activités industrielles et agricoles ou de construction.

Pour les  $PM_{2.5}$ , les concentrations semblent généralement plus élevées à la station des Sables qu'aux stations Saint-Charles Garnier et Notre-Dame-du-Rosaire. Contrairement aux PST, pour lesquels les concentrations en milieu urbain sont beaucoup plus élevées (station De l'Église) qu'en milieu forestier (Notre-Dame-du-Rosaire), les concentrations de  $PM_{2.5}$  sont du même ordre de grandeur à toutes les stations considérées. Cela met en évidence le caractère régional à grande échelle des épisodes de pollution par les  $PM_{2.5}$ , alors que les concentrations élevées de PST sont associées à des sources locales.

Bien que les concentrations moyennes sur 24 heures de  $PM_{2.5}$  dépassent occasionnellement la valeur de la norme québécoise proposée ou du standard pancanadien de  $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$  aux trois stations de mesure, à la station Des Sables la moyenne du 98<sup>e</sup> centile sur trois ans se situe à  $27 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , ce qui satisfait à la norme proposée et au standard pancanadien. Au deux autres stations, le programme de mesure n'a pas atteint la durée minimale de trois ans nécessaire pour déterminer si le standard pancanadien est atteint ou non. Il est important de noter que cette norme n'est pas respectée dans plusieurs villes canadiennes en ce moment et que le standard pancanadien fixe à 2010 la date cible pour l'atteinte de cet objectif de  $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$  pour le 98<sup>e</sup> centile moyen sur trois années consécutives.

### **2.2.2.5 Sommaire sur la qualité de l'air ambiant**

La qualité de l'air de la région de Lévis-Beaumont est généralement bonne, à l'exception de quelques épisodes de pollution par les  $PM_{2.5}$  et/ou l'ozone qui constituent le smog. Du point de vue de l'évolution de la qualité de l'air ambiant au cours de la dernière décennie, cette dernière serait similaire à celle observée dans la région de Québec dont le MENV a publié une analyse en 2004 et dont la principale conclusion est la suivante (MDDEP, 2005b) :

« Entre 1994 et 2003, les concentrations moyennes annuelles de dioxyde de soufre et de particules en suspension, autant les PST, les  $PM_{10}$  que les  $PM_{2.5}$ ,

ont été plutôt stables. Par contre, celles du monoxyde de carbone et des oxydes d'azote ont continué de diminuer. Néanmoins, la qualité de l'air est parfois mauvaise dans la région de Québec, à cause d'épisodes de smog résultant de concentrations moyennes élevées de particules fines ou d'ozone, qui sont causées par des conditions météorologiques particulières ».

**Tableau 2.4 Mesures de particules en suspension totales (PST) et de PM<sub>2,5</sub> aux stations de Québec et Notre-Dame du Rosaire de 2001 à 2003**

Contaminant Station de mesure	Moyenne sur 24 heures			Moyenne annuelle ( <sup>3</sup> )		
	Maximum (nombre de dépassement de la norme) ( <sup>1</sup> )	98 <sup>e</sup> centile	Nombre de valeurs ( <sup>2</sup> )			
<b>Particules en suspension totales (PST) - (µg/m<sup>3</sup>)</b>						
De l'Église Québec (Ste-Foy) Milieu urbain	2001	77 (0)	69	56	34	
	2002	67 (0)	65	57	27	
	2003	91 (0)	82	67	33	
	Norme	150	—	—	70	
Notre-Dame-du-Rosaire Milieu forestier	2001	30 (0)	29	58	7	
	2002	49 (0)	35	58	7	
	2003	36 (0)	20	57	8	
	Norme	150	—	—	70	
<b>Particules respirables (PM<sub>2,5</sub>) - (µg/m<sup>3</sup>)</b>						
Des Sables Québec Milieu urbain	2001	40 (3)	23	Moyenne 27	361	8,0
	2002	63 (6)	29		346	7,6
	2003	39 (5)	28		363	7,9
	Norme	—	—	30	—	—
Saint-Charles Garnier <sup>(4)</sup> Québec Milieu urbain	2003	36 (2)	24	N.D.	272	7,3
	Norme	—	—	30	—	—
Notre-Dame-du-Rosaire <sup>(3)</sup> Milieu forestier	2003	36 (4)	29	N.D.	209	7,2
	Norme	—	—	30	—	—

(<sup>1</sup>) Nombre de valeurs au-dessus de la norme pour les PST; nombre de valeurs au-dessus de 30 µg/m<sup>3</sup> pour les PM<sub>2,5</sub>.

(<sup>2</sup>) PST : échantillons intégrés sur 24 heures, tous les 6 jours. PM<sub>2,5</sub> : échantillonnage en continu, moyennes mobiles sur 24 heures.

(<sup>3</sup>) Moyenne géométrique pour les PST.

(<sup>4</sup>) Le programme de mesure a débuté en 2003 à ces stations.

Source : MDDEP, Direction du suivi de l'état de l'environnement.

### 2.2.3 Physiographie

La zone d'étude se caractérise surtout par sa topographie ondulée souvent intercalée de secteurs plats. Le long du Saint-Laurent, on retrouve un talus d'environ 50 m de

dénivellation. Il présente des pentes très accentuées à l'exception de secteurs riverains situés entre l'Anse à Margot et l'Anse Saint-Charles, d'un secteur à l'ouest de la jetée sur laquelle sont installés les pylônes de traversée d'Hydro-Québec ainsi que du secteur de la Pointe de la Martinière. Les changements d'élévation abrupts apparaissent entre la rive jusqu'à 200 m à l'intérieur des terres.

Si l'on fait exception du talus riverain mentionné précédemment, la topographie de la zone à l'étude montre une élévation ascendante graduelle du *nord* vers le *sud*. Les élévations passent progressivement de 50 à 100 m sur 4,5 km de distance. La pente générale du secteur considéré est donc de l'ordre de 1 %.

Les ruisseaux s'écoulent directement sur le socle rocheux et sont relativement peu encaissés sauf près du talus riverain du Saint-Laurent plus précisément à leur embouchure.

#### **2.2.4 Géologie**

La zone d'étude se situe dans la province géologique des Appalaches, à la limite de la plate-forme du Saint-Laurent, et principalement sur la nappe de Bacchus. Cette région est caractérisée par un socle rocheux de schiste et d'argilite d'âge cambro-ordovicien. Dans le secteur considéré, le socle rocheux est exposé surtout le long du talus riverain du fleuve Saint-Laurent ainsi que de part et d'autre des ruisseaux près de leur embouchure.

La nappe de Bacchus consiste en des lits de grès épais interstratifiés avec des schistes noirs et des brèches (Globensky, 1985). Plus précisément, la nappe inclut trois formations distinctes dont deux sont représentées dans la zone d'étude. La formation Trou-Saint-Patrice possède une stratification de schiste argileux, de calcaire congloméré et de grès quartzeux. Au-dessus de cette formation se trouve la formation Pointe de la Martinière composée de schiste gris, verdâtre ou rougeâtre avec des unités d'argilite et des lits de calcaire congloméré (Terratech, 2004 et 2005). Quatre failles traversent la zone d'implantation potentielle du terminal. Ces failles sont orientées dans une direction *sud-ouest/nord-est* et sont espacées de 0,6 à 1,1 km. Des failles secondaires peuvent être présentes, cependant, leur emplacement et leur espacement sont inconnus (MER, 1990). Par contre, des études géotechniques réalisées dans le cadre des travaux d'ingénierie ont permis de lever ces incertitudes au site d'implantation du terminal.

Le socle rocheux dans la zone d'étude se trouve généralement à faible profondeur soit à moins de 3 m. Cependant, le forage W-004-04 (figure 2.4), révèle une couche de matériaux de surface d'une épaisseur de 10,1 m. Des affleurements rocheux sont présents dans la partie centrale de la zone d'étude et le long du rivage du fleuve Saint-Laurent.

Selon les informations contenues dans les études géotechniques préparées par Terratech en 2004 et 2005, le socle rocheux à la limite du plateau près du Saint-Laurent consiste en un grès à grain fin à moyen ou un schiste argileux très fracturé à stratification quasi verticale. Des lits de siltstone y sont également observés.

### 2.2.5 Séismicité

La partie *est* du Canada (Ontario, Québec et Provinces maritimes) est située dans une région continentale stable de la plaque tectonique nord-américaine où l'activité sismique est modérée (Landry et Mercier, 1992). La plupart des tremblements de terre dans le monde se produisent près des frontières des plaques tectoniques. L'*est* du Canada ne compte pas de telles frontières et les tremblements de terre y sont plutôt provoqués par la réactivation de fractures préexistantes ou par une faiblesse ancienne de l'écorce terrestre.

L'Est canadien comporte cinq zones présentant une activité sismique relativement plus importante, soit :

- l'*ouest* du Québec;
- le secteur de Charlevoix-Kamouraska;
- le Bas-Saint-Laurent;
- la partie *nord* des Appalaches;
- la marge continentale du *sud-est*.

Selon les statistiques de la Commission géologique du Canada (2005), il se produit dans l'*est* du Canada environ 300 tremblements de terre par année. La plupart d'entre eux sont mineurs, bien qu'une trentaine excèdent une magnitude de 3 à l'échelle de Richter et qu'environ 4 dépassent une magnitude de 4.

La zone la plus rapprochée du territoire à l'étude est celle de Charlevoix-Kamouraska. La région de Charlevoix s'avère la plus active de l'*est* du Canada avec cinq séismes de magnitude 6 et plus au cours de la période historique. Dans la région de la Chaudière-Appalaches, quelques séismes de magnitude supérieure à 3 ont été enregistrés. Le plus important avait une magnitude de 6 (Landry et Mercier, 1992).

## 2.2.6 Géomorphologie

Les processus géomorphologiques d'origines glaciaire et périglaciaire sont à l'origine de la mise en place de la plupart des matériaux de surface que l'on retrouve dans la zone d'étude. Selon la carte de dépôts de surface publiée par le Gouvernement du Québec (MER, 1990), les dépôts meubles dans le secteur d'étude consistent généralement en dépôts marins d'eau peu profonde avec des dépôts littoraux. Trois zones de dépôts de sable, parfois avec gravier, sont présentes au centre de la zone d'étude. Deux zones de dépôts organiques en milieu humide sont identifiées (figure 2.4), soit dans la partie *sud* de la zone d'étude et immédiatement au *sud* de la ligne électrique à 735 kV à l'extrémité *est* de la municipalité de Lévis.

Des dépôts d'eau profonde de sable fin et limon ont été observés près de la Grande Plée Bleue immédiatement à l'*est* de la voie ferrée sous une strate de sable moyen avec gravier.

Le dépôt de surface à la base de l'escarpement longeant la rive sud du fleuve consiste en des colluvions de sable, gravier, cailloux et blocs; le résultat de la météorisation du socle rocheux de schiste et de l'accumulation des sédiments littoraux.

Selon les forages effectués dans le secteur à l'étude, l'épaisseur du mort terrain varie de 0 à 3 m et dépasse même trois mètres dans les sablières localisées au *sud* de la zone d'étude.

## 2.2.7 Sols

### 2.2.7.1 Pédologie

Les sols de la zone d'étude consistent généralement en un loam sablo-schisteux des basses terres du Saint-Laurent. Ces sols sont identifiés entre la Pointe de la Martinière et la limite de la municipalité de Beaumont, ainsi qu'entre le Saint-Laurent et la limite *sud* de la zone d'étude. Ils sont parfois interrompus par un loam sablo-pierreux formé de till à texture de loam sableux ou de loam sableux-argileux remanié provenant d'un mélange de grès acides et/ou calcaires et de schistes. Plus à l'*est*, un gleysol régosolique de la série Montmagny est composé d'alluvions littorales récentes à texture de loam limono-argileux acide (Ministère de l'Agriculture et Agroalimentaire du Canada, 2004). Des sols organiques se retrouvent dans les deux zones humides identifiées à la section 2.2.6.

## 2.2.7.2 Caractérisation des sols

### Méthodologie

Dans le cadre de travaux pour la caractérisation géotechnique du site retenu pour le projet Rabaska, des forages ont été réalisés de janvier à octobre 2005 (Terratech, 2005). À l'occasion de ces travaux, des échantillons de sol ont été prélevés à des fins de caractérisation environnementale.

Les échantillons ont été prélevés sur une base continue à l'aide d'une cuillère fendue d'une longueur de 0,6 m. Lors de l'échantillonnage, les résultats d'essai de pénétration ont été enregistrés simultanément avec l'avancement de la cuillère. Une fois le socle rocheux atteint, ce dernier a été foré au diamant et les carottes ont été recueillies et conservées afin de compléter la description géologique.

Dans tous les cas :

- la présence ou l'absence de signes visuels ou olfactifs de contamination ont été notées;
- avant chaque échantillonnage, les outils d'échantillonnage (cuillère fendue, truelle, etc.) ont été nettoyés à l'aide d'une brosse et d'eau, pour enlever les particules de terre, puis rincés à l'aide d'acétone, d'hexane, acide nitrique et d'eau déminéralisée. Les résidus de lavage ont été éliminés en conformité avec les politiques et règlements existants;
- les échantillons de sol ont été recueillis dans des fioles de verre et scellés avec une feuille d'aluminium sous le couvercle. Ils ont été gardés dans un endroit frais jusqu'à leur livraison au laboratoire.

Un total de 33 échantillons ont été analysés, provenant des forages réalisés par Terratech en 2005 (figure 2.4). Lorsque la profondeur de mort terrain le permettait, un premier échantillon a été prélevé près de la surface et un second plus en profondeur. Les échantillons ont été choisis en prenant en considération le pourcentage de récupération (i.e. volume de sol disponible pour analyse) et de façon à éviter la présence de deux couches de matériaux distinctes dans un même échantillon.

### Critères d'interprétation

L'état de la contamination des sols et des eaux souterraines au Québec est évalué sur la base de la Politique de protection des sols et de réhabilitation des terrains contaminés du MDDEP. Ce document, a été publié en juin 1998 et a été révisé en 1999. La Politique définit des critères génériques pour les sols et pour les eaux souterraines.

Ces critères ont été établis de façon à assurer la protection de la santé humaine et de l'environnement. Ils servent notamment à évaluer l'ampleur d'une contamination et des risques associés. Ils servent également d'outil de gestion lors de travaux d'excavation de sols contaminés.

### **Critères génériques pour les sols**

Le MDDEP prévoit trois niveaux de critères génériques pour plusieurs substances. Les niveaux (A, B, C) peuvent être définis comme suit:

**Niveau A :** Teneurs de fond pour les paramètres inorganiques et limite de quantification pour les paramètres organiques. La limite de quantification est définie comme la concentration minimale qui peut être quantifiée à l'aide d'une méthode d'analyse avec une fiabilité définie.

**Niveau B :** Limite maximale acceptable pour des terrains à vocation résidentielle, récréative et institutionnelle. Sont également inclus, les terrains à vocation commerciale situés dans un secteur résidentiel. L'usage institutionnel regroupe les utilisations tels que les hôpitaux, les écoles et les garderies. L'usage récréatif regroupe un grand nombre de cas possibles qui présentent différentes sensibilités. Ainsi, les usages sensibles, comme les terrains de jeu, devront être gérés en fonction du niveau B. Pour leur part, les usages récréatifs considérés moins sensibles comme les pistes cyclables peuvent être associés au niveau C.

**Niveau C :** Limite maximale acceptable pour des terrains à vocation commerciale, non situés dans un secteur résidentiel, et pour des terrains à usage industriel.

Mentionnons que ces critères n'ont été élaborés qu'à titre indicatif et ne sauraient être considérés comme des normes strictes. Il reste cependant que ces critères sont les seuls indicateurs du mode de gestion des sols contaminés au Québec.

### **Résultats des analyses des sols**

Le tableau 2.5 présente les résultats d'analyses des échantillons de sols. Les certificats d'analyses se retrouvent, quant à eux, à l'annexe B-3.

L'examen du tableau 2.5 montre qu'aucun des paramètres analysés n'excède les concentrations du critère C du MDDEP.



Le niveau B est dépassé à deux occasions soit pour les hydrocarbures pétroliers C<sub>10</sub>-C<sub>50</sub> au forage BH-117B localisé dans la tourbière (échantillon CF-2, concentration : 940 mg/kg, critère B : 700 mg/kg) et pour le manganèse au forage BH-105 situé dans la plantation au sud des lignes électriques à 735 KV (échantillon CF-2, concentration : 1 100 mg/kg, critère B : 1 000 mg/kg). Il est à noter que dans les deux cas, l'échantillon réalisé à l'autre profondeur du même forage n'excède pas le niveau B.

Le niveau A est quant à lui dépassé à 11 reprises soit :

- |  |   |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Baryum (critère A : 200 mg/kg)               <ul style="list-style-type: none"> <li>- BH-101, CF-2 : 210 mg/kg</li> <li>- BH-101, CF-3 : 220 mg/kg</li> <li>- BH-117B, CF-1 : 270 mg/kg</li> <li>- BH-301-05, CF-1 : 260 mg/kg</li> <li>- BH-303-05, CF-1 : 210 mg/kg</li> </ul> </li> <li>• Cobalt (critère A : 15 mg/kg)               <ul style="list-style-type: none"> <li>- BH-117B, CF-1 : 18 mg/kg</li> <li>- BH-301-05, CF-1 : 16 mg/kg</li> </ul> </li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cuivre (critère A : 40 mg/kg)               <ul style="list-style-type: none"> <li>- BH-102, CF-3 : 59 mg/kg</li> <li>- BH-105, CF-2 : 58 mg/kg</li> </ul> </li> <li>• Manganèse (critère A : 770 mg/kg)               <ul style="list-style-type: none"> <li>- BH-305-05, CF-1 : 910 mg/kg</li> </ul> </li> <li>• Molybdène (critère A : 2 mg/kg)               <ul style="list-style-type: none"> <li>- BH-117B, CF-1 : 4 mg/kg</li> </ul> </li> </ul> |
|--|---|

Les dépassements du critère A sont relativement faibles et tous à l'intérieur d'un facteur de deux.

## 2.2.8 Hydrogéologie et qualité de l'eau souterraine

### 2.2.8.1 Stratigraphie locale

La géologie régionale a été décrite à la section 2.2.4, seul un résumé de la stratigraphie locale sera présenté ici.

Les données qui supportent cette analyse hydrogéologique sont essentiellement tirées du rapport d'étude géotechnique de Terratech dont les travaux ont été réalisés à l'automne 2004 et en 2005 (Terratech, 2005). Lors de cette étude, des travaux de reconnaissance de terrain ont été réalisés dans quatre secteurs de la zone d'étude (figure 2.4), à savoir :

- au nord : forages N-001-04 à N-003-04;
- au sud : forages S-001-04 à S-004-04;
- à l'est : forages E-001-04 à E-004-04;

- à l'ouest : forages W-001-04 à W-004-06 et W-008-04.

Les forages ont atteint des profondeurs variant de 5,4 à 22,9 m sous la surface du terrain. Dans la majorité des forages, une tubulure de plastique perforée était laissée dans le trou de forage afin de permettre une évaluation sommaire du niveau de l'eau souterraine. Par ailleurs, 4 de ces forages (N-002-04, E-002-04, S-002-04 et W-004-04) ont été aménagés en puits d'observation avec installation de crépine et tubage de PVC (51 mm diam.) et isolés des infiltrations de surface avec des matériaux étanches.

Les descriptions et courbes granulométriques tirées des échantillons de sol provenant de couches sous-jacentes au sol végétal ou au remblai de surface, montrent une granulométrie étalée (mélange en proportions diverses de silt, sable, gravier, cailloux) qui pourrait être associée à un till. Sous les dépôts meubles, le socle rocheux, tel que rencontré dans les forages serait très fracturé dans sa partie supérieure.

### **2.2.8.2 Hydrostratigraphie**

Compte tenu de la granulométrie étalée et de la compacité des dépôts meubles ainsi que de leur caractère discontinu, il est peu probable que ces derniers constituent à l'échelle régionale un aquifère significatif. Il se pourrait même qu'ils puissent, selon les circonstances (épaisseur, perméabilité, niveau de l'eau souterraine), agir à titre d'aquitard<sup>1</sup>.

Le socle rocheux, particulièrement les zones de fractures, constitue probablement le principal aquifère de la région.

Une consultation du système d'information hydrogéologique (SIH) du MDDEP dans un rayon de recherche de 5 km centré sur le centre de la zone d'étude, a permis de recenser environ 160 puits et forage dont la majorité sont vraisemblablement des puits domestiques<sup>2</sup>. Ces puits et forages auraient une profondeur variant de 7 à 122 m pour une moyenne de l'ordre de 45 m.

---

<sup>1</sup> Formation géologique peu perméable qui permet une circulation très lente d'eau.

<sup>2</sup> Il faut noter que l'information compilée dans le SIH peut provenir de sources diverses dont entre autres, les puisatiers et qu'elle n'a pas fait l'objet de vérification. La précision des données (ex. débits, niveau d'eau, stratigraphie rencontrée, localisation, etc.) est donc sujette à caution.

Tableau 2.5 Résultats des analyses chimiques sur les échantillons de sol

Paramètre	Unité	Critères du MDDEP			Limite de détection	Forage / Échantillon et intervalle de profondeur (m)																
		A	B	C		BH-101 CF-2 0,8 à 1,4	BH-101 CF-3 1,5 à 2,1	BH-102 CF-1 0,0 à 0,6	BH-102 CF-3 1,5 à 2,1	BH-103 CF-1 0,0 à 0,6	BH-103 CF-3 1,5 à 2,1	BH-105 CF-2 0,8 à 1,4	BH-105 CF-4 2,3 à 2,8	BH-106 CF-1 0,0 à 0,6	BH-106 CF-3 1,5 à 2,1	BH-108 CF-1 0,0 à 0,6	BH-108 CF-3 1,5 à 2,1	BH-109 CF-1 0,0 à 0,6	BH-109 CF-3 1,5 à 2,1	BH-110 CF-2 0,5 à 1,1	BH-110 CF-3 1,2 à 1,8	BH-111A CF-1 0,0 à 0,6
Profondeur d'échantillonnage																						
Arsenic (As)	mg/kg	6	30	50	<6	<6	<6	<6	<6	<6	<6	<6	<6	<6	<6	<6	<6	<6	<6	<6	<6	<6
Baryum (Ba)	mg/kg	200	500	2 000	<5	210	220	150	160	45	140	180	150	140	82	65	63	31	74	70	110	110
Chrome (Cr)	mg/kg	85	250	800	<2	22	26	16	20	16	25	18	13	4,7	20	15	16	14	19	22	17	13
Cobalt (Co)	mg/kg	15	50	300	<2	9,3	13	5,5	9,7	10	9	11	7,3	<2	7,1	5,7	5,9	4,8	8,9	8,4	7,7	5,7
Cuivre (Cu)	mg/kg	40	100	500	<2	17	22	16	59	15	16	58	19	7,7	11	14	10	7,5	22	18	14	16
Étain (Sn)	mg/kg	5	50	300	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5
Manganèse (Mn)	mg/kg	770	1 000	2 200	<1	390	510	300	440	290	330	1 100	740	N/A	N/A	N/A	N/A	110	420	440	360	230
Mercure (Hg)	mg/kg	0,2	2	10	<0,02	<0,02	<0,02	0,04	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	0,02	<0,02	0,03	<0,02	0,04	<0,02	<0,02	<0,02	0,09
Molybdène (Mo)	mg/kg	2	10	40	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2
Nickel (Ni)	mg/kg	50	100	500	<1	18	26	12	28	18	18	18	13	2,8	14	12	13	14	18	18	13	14
Plomb (Pb)	mg/kg	50	500	1 000	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	6,5	<5	<5	<5	<5	5,5	<5	<5	<5	<5
Sélénium (Se)	mg/kg	1	3	10	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Zinc (Zn)	mg/kg	110	500	1 500	<10	52	73	53	81	56	45	51	45	N/A	N/A	N/A	N/A	68	54	60	45	51
Hydrocarbures pétroliers (C <sub>10</sub> -C <sub>50</sub> )	mg/kg	300	700	3 500	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	N/A	N/A	N/A	N/A	<100	<100	<100	<100	150

Paramètre	Unité	Critères du MDDEP			Limite de détection	Forage / Échantillon et intervalle de profondeur (m)																
		A	B	C		BH-111A CF-3 1,2 à 1,8	BH-116B CF-2 0,8 à 1,4	BH-116B CF-5 3,0 à 3,7	BH-117B CF-1 0,0 à 0,6	BH-117B CF-2 0,8 à 1,4	BH-301-05 CF-1 0,0 à 0,6	BH-302-05 CF-5 3,0 à 3,7	BH-302-05 CF-2 0,8 à 1,4	BH-303-05 CF-1 0,0 à 0,6	BH-303-05 CF-3 1,5 à 2,1	BH-304-05 CF-1 0,0 à 0,6	BH-304-05 CF-3 1,5 à 2,1	BH-305-05 CF-1 0,0 à 0,6	BH-306-05 CF-2 0,8 à 1,4	BH-307-05 CF-1 0,0 à 0,6	BH-401-05 CF-2 0,8 à 1,4	
Profondeur d'échantillonnage																						
Arsenic (As)	mg/kg	6	30	50	<6	<6	<6	<6	<6	<6	<6	<6	<6	<6	<6	<6	<6	<6	<6	<6	<6	<6
Baryum (Ba)	mg/kg	200	500	2 000	<5	59	66	99	270	75	260	110	51	210	180	160	160	190	170	110	100	
Chrome (Cr)	mg/kg	85	250	800	<2	13	16	17	23	12	34	12	22	20	20	17	21	19	31	32	17	
Cobalt (Co)	mg/kg	15	50	300	<2	6,4	6,6	9,1	18	4,9	16	7,9	7,4	14	9,9	8,8	10	10	12	13	8,4	
Cuivre (Cu)	mg/kg	40	100	500	<2	12	16	19	28	19	23	22	15	21	16	11	21	18	33	7,8	17	
Étain (Sn)	mg/kg	5	50	300	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	
Manganèse (Mn)	mg/kg	770	1 000	2 200	<1	440	250	460	480	180	300	500	160	570	620	450	350	910	590	330	420	
Mercure (Hg)	mg/kg	0,2	2	10	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	0,1	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	
Molybdène (Mo)	mg/kg	2	10	40	<2	<2	<2	<2	4	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	
Nickel (Ni)	mg/kg	50	100	500	<1	14	14	18	35	14	33	12	22	26	20	17	22	20	29	31	17	
Plomb (Pb)	mg/kg	50	500	1 000	<5	<5	<5	<5	<5	22	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	
Sélénium (Se)	mg/kg	1	3	10	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	
Zinc (Zn)	mg/kg	110	500	1 500	<10	37	34	55	87	50	99	45	58	73	75	62	75	66	57	78	52	
Hydrocarbures pétroliers (C <sub>10</sub> -C <sub>50</sub> )	mg/kg	300	700	3 500	<100	<100	<100	100	<100	940	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100	

Source : Terratech, 2005.

N/A : Non analysé.



Compte tenu de ces profondeurs, il est vraisemblable que les puits domestiques de ce secteur tirent leur eau de l'aquifère du roc. Par ailleurs, l'examen des estimations de débits, indique qu'ils sont en général assez faibles avec des valeurs variant de 1 à 470 L/min pour une moyenne de 35 L/min. De fait, sur environ 160 puits répertoriés, seulement 7 auraient un débit estimé supérieur à 100 L/min.

Ces informations permettent indirectement de déduire que dans le secteur à l'étude, le potentiel aquifère du socle rocheux est vraisemblablement limité.

### **2.2.8.3      *Écoulement de l'eau souterraine***

Bien qu'en raison du mode d'aménagement des forages géotechniques, les niveaux d'eau qui y sont rapportés sont sujets à caution, la comparaison des élévations des niveaux d'eau mesurés (en octobre 2004) dans les différents forages est présentée au tableau 2.6. Cette comparaison permet de constater que le gradient hydraulique horizontal serait principalement orienté vers le *nord, nord-est*. De façon générale, ces directions correspondent à la topographie et à un écoulement vers le fleuve Saint-Laurent.

La profondeur de l'eau par rapport au niveau du sol varie de 0,01 à 4,78 m selon le puits considéré.

Il est à noter qu'à cause des fluctuations saisonnières le portrait piézométrique est susceptible de varier au cours de l'année. Par ailleurs, dans un milieu de roc fracturé, l'écoulement de l'eau souterraine est contrôlé en grande partie par les fractures et par conséquent la direction réelle d'écoulement peut différer de celle déduite à partir du gradient hydraulique.

### **2.2.8.4      *Qualité de l'eau souterraine***

Une première campagne de caractérisation de la qualité des eaux souterraines a été menée à l'automne 2004 et une seconde à l'automne 2005.

Les résultats des analyses ont été comparés aux critères établis par le MDDEP du Québec et extraits de l'annexe 2 de la *Politique de protection des sols et de réhabilitation des terrains contaminés*.

La grille des critères de qualité de l'eau présente, pour diverses substances, les critères établis pour l'eau potable, ainsi que ceux relatifs aux situations dans lesquelles des eaux souterraines réapparaissent dans les eaux de surface ou s'infiltrent dans le réseau d'égout.

**Tableau 2.6 Niveaux d'eau souterraine selon les forages géotechniques**

Station de forage	Coordonnées (m)		Niveau d'eau (m)		
	Est	Nord	Élévation	Profondeur par rapport à la surface	Date
E-001-04	5187153	263054,2	60,09	1,40	10/1/2004
E-002-04	5187414	263360,2	57,40	0,01	10/1/2004
E-003-04	5186803	263396,7	68,72	1,90	10/1/2004
E-004-04	5186936	263800,3	74,15	1,15	10/1/2004
N-001-04	5187537	261107,2	69,35	2,55	10/6/2004
N-002-04	5187258	261372,5	73,33	1,67	10/6/2004
N-003-04	5187193	260806,9	79,95	0,65	10/6/2004
S-001-04	5185361	263311,8	77,92	4,78	10/1/2004
S-002-04	5185152	263542,2	78,01	0,59	10/6/2004
S-003-04	5184583	262619,8	83,40	2,23	10/1/2004
S-004-04	5184905	263761,8	84,51	2,55	10/1/2004
W-001-04	5186744	261454,5	75,64	2,50	10/6/2004
W-002-04	5186908	261713,8	75,40	1,00	10/6/2004
W-003-04	5187143	262011,7	75,33	2,20	10/6/2004
W-004-04	5186686	261925,5	74,51	0,64	10/6/2004
W-005-04	5186934	262210,9	76,25	1,30	10/6/2004
W-006-04	5186373	261810,5	78,99	0,85	10/6/2004
W-008-04	5186311	262288,5	75,86	2,74	10/6/2004

Comme les eaux souterraines dans le secteur d'implantation du projet sont utilisées pour l'approvisionnement en eau potable, ce sont ces critères qui ont été retenus en priorité pour interpréter les résultats analytiques. Par ailleurs, comme les eaux souterraines peuvent aussi migrer dans les eaux de surface, les critères se rapportant aux eaux souterraines s'infiltrant dans les plans d'eau de surface ou les réseaux d'égout ont été utilisés à des fins de comparaison.

Au début de novembre 2004, les puits : N-002-04 et W-004-04 ont été échantillonnés. Les résultats analytiques de ces deux échantillons d'eau ainsi que les critères du MDDEP correspondants sont consignés au tableau 1 de l'annexe B-4.

Les résultats montrent que parmi les paramètres chimiques analysés, seul le phosphore total mesuré dans l'échantillon du puits N-002-04 dépasse légèrement l'un des critères du MDDEP (concentration : 3 100 µg/L vs critère 3 000 µg/L). Compte tenu de l'utilisation des

terrains où les puits d'observation ont été installés, la présence de phosphore dépassant le critère pourrait être associée à des activités agricoles.

Dans le cas du mercure, les concentrations dans les eaux souterraines sont inférieures au seuil de détection mais il est impossible de discuter des concentrations obtenues en regard des critères du MDDEP puisque le seuil de détection de la méthode d'analyse (0,2 µg/L) est supérieur au critère de résurgence dans les eaux de surface (0,13 µg/L).

Les résultats analytiques de la campagne de 2005 sont présentés dans les tableaux 2 à 4 et 5 à 7 (annexe B-4) pour les sites A (près du corridor de service menant à la jetée) et B (près de l'emplacement prévu pour l'implantation des réservoirs) respectivement. Chacun des tableaux est subdivisé selon les types d'analyses (substances inorganiques, composés organiques volatiles ou VOC, composés organiques semi-volatiles, etc.). Notons qu'en général la qualité de l'ensemble des eaux souterraines observée dans les sites A et B est bonne et respecte généralement les critères applicables.

### **Site A – Corridor de service**

Les tableaux 2, 3 et 4 (annexe B-4), montrent que les paramètres organiques (COV, composés organiques semi-volatiles, hydrocarbures pétroliers) analysés sur l'échantillon prélevé après 72 h de pompage indiquent des concentrations inférieures aux limites de détection.

Les paramètres inorganiques analysés sur les échantillons prélevés après 24 et 72 h de pompage correspondent généralement à des concentrations détectables (sauf pour plusieurs paramètres relatifs aux métaux lourds) mais, à l'exception du baryum et du manganèse, les concentrations mesurées sont inférieures aux critères applicables.

Avec des valeurs de 234 µg/L et 223 µg/L mesurées après 24 et 72 h respectivement, la quantité de manganèse dépasse le critère de 50 µg/L retenu pour l'eau potable. Il faut cependant noter que la quantité de manganèse dans les eaux souterraines dépasse souvent les critères établis qui sont retenus pour des considérations esthétiques.

Avec des valeurs de 1 610 µg/L et 1 560 µg/l mesurées après 24 et 72 h respectivement, la quantité de baryum dépasse le critère de 1 000 µg/L établi pour l'eau potable. L'origine du baryum est inconnue mais, du fait que l'on a également observé une valeur de 940 µg/L pour le site B (situé à un kilomètre), il se peut que ce soit un phénomène régional.

## Site B – Emplacement des réservoirs

Les tableaux 5, 6 et 7 (annexe B-4) montrent que les paramètres organiques (COV, hydrocarbures poly-aromatiques ou HAP, hydrocarbures pétroliers) analysés sur l'échantillon prélevé après 72 h de pompage correspondent à des concentrations inférieures aux limites de détection.

Les paramètres inorganiques analysés sur l'échantillon prélevé après 72 h de pompage correspondent généralement à des concentrations détectables (à l'exception de plusieurs paramètres concernant les métaux lourds) mais, à l'exception du manganèse (concentration : 180 µg/L, critère : 50 µg/L), les concentrations mesurées sont inférieures aux critères applicables.

### Hydrographie et qualité des eaux de surface

Plusieurs ruisseaux traversent le secteur à l'étude, ils sont généralement orientés dans une direction *sud-ouest/nord-est* et se déversent dans le Saint-Laurent (figure 2.4). Puisque l'utilisation du sol est fortement orientée vers l'agriculture, de nombreux fossés de drainage ont été aménagés afin d'évacuer les eaux de surface vers les ruisseaux de la zone d'étude.

Entre Pointe de la Martinère à l'*ouest* et Beaumont à l'*est*, les cours d'eau principaux sont les ruisseaux Lallemand, Ville-Guay, Saint-Claude et de l'Église. La Décharge Saint-Basile à l'extrémité *est* du secteur est un tributaire du ruisseau de l'Église. Deux petits ruisseaux sans nom se situant entre le ruisseau Ville-Guay et le ruisseau Saint-Claude, se déchargent aussi dans le Saint-Laurent. Le secteur *sud-ouest* de la zone d'étude est drainé par la rivière Des Couture qui coule vers le *sud-ouest* et rejoint le Saint-Laurent à Saint-Télesphore.

La superficie approximative des principaux bassins-versants des ruisseaux de la zone d'étude est présentée au tableau 2.7.

#### **2.2.8.5 Débit**

Le ruisseau Saint-Claude est le principal cours d'eau susceptible d'être affecté par l'implantation du terminal. Les débits (moyen, d'étiage et de crue) de ce cours d'eau ont été estimés à son embouchure.



**Tableau 2.7 Superficie des bassins-versants des cours d'eau qui traversent la zone d'étude**

Nom du cours d'eau	Superficie du bassin -versant (km <sup>2</sup> )*	Direction d'écoulement
Des Couture	41	<i>Sud-ouest</i>
Lallemand	5	<i>Nord-est</i>
Ville-Guay	2	<i>Nord</i>
Petit ruisseau sans nom <i>est</i>	0,18	<i>Nord-est</i>
Petit ruisseau sans nom <i>ouest</i>	1,31	<i>Nord-est</i>
Saint-Claude	18	<i>Nord-est</i>
De l'Église	13	<i>Nord-est</i>

\* A partir de la carte topographique au 1 : 20 000.

En absence de mesures physiques de débit pour ledit ruisseau il a été nécessaire d'utiliser les relevés de l'ensemble des stations hydrométriques avoisinantes de la région du *sud-est* du Québec et de rajuster le débit moyen obtenu à l'aide du ratio des superficies de bassins-versants. D'après les données disponibles qui couvrent les 20 à 30 dernières années, le débit moyen se situe entre 0,40 et 0,45 m<sup>3</sup>/s.

Pour établir les débits d'étiage, les relevés des stations des rivières Famine et Dauphine ont été utilisés car ces rivières ont un régime non régularisé (comme c'est le cas pour la rivière Etchemin ou la rivière du Sud) et des caractéristiques hydrographiques similaires à celles du ruisseau Saint-Claude.

Le débit d'étiage moyen annuel à l'embouchure du ruisseau Saint-Claude est estimé à 0,02 m<sup>3</sup>/s après rajustement pour tenir compte du rapport des bassins-versants. Le ruisseau Saint-Claude se divise en deux embranchements et d'après les informations obtenues de propriétaires localisés le long du ruisseau, l'embranchement en provenance de l'*ouest* pourrait s'assécher à l'occasion tandis que celui en provenance de la Grande Plée Bleue n'a jamais été observé à sec durant les 60 dernières années.

Le débit de crue annuel moyen a été estimé en appliquant les résultats d'une analyse régionale de crues développées antérieurement pour la région D du Québec, couvrant la partie *sud* du Saint-Laurent (Rousselle et al. 1990). Ainsi, la crue annuelle moyenne à l'embouchure du ruisseau Saint-Claude pourrait atteindre un débit journalier de 6 m<sup>3</sup>/s. En comparaison, si on se base sur l'analyse des deux rivières Famine et Dauphine choisies précédemment, donne un débit journalier moyen de crue de 7 m<sup>3</sup>/s pour le ruisseau Saint-Claude après rajustement pour tenir compte de la superficie du bassin-versant.

L'analyse régionale effectuée pour des périodes de récurrence de 2 à 100 ans permet d'estimer le débit de crue journalier à  $13 \text{ m}^3/\text{s}$  pour une période de récurrence de 100 ans. En comparaison, l'analyse des fréquences de crues des deux rivières Famine et Dauphine, détermine un débit de  $15 \text{ m}^3/\text{s}$  pour une période de récurrence de 100 ans, toujours après un rajustement des bassins-versants.

### **2.2.9 Qualité des eaux de surface**

Une caractérisation de la qualité des eaux de surface de la zone d'étude a été effectuée dans le cadre de cette étude d'impact. Les tableaux des résultats d'analyse sont présentés à l'annexe B-1.

#### **Critères de qualité de l'eau**

La qualité des eaux de surface est établie en fonction des usages de la ressource et des critères de qualité de l'eau de surface au Québec. Les critères de comparaison utilisés sont des critères génériques définis par les gouvernements provincial et fédéral.

Les critères génériques qui ont été sélectionnés pour fin d'évaluation de la qualité des eaux de surface sont ceux touchant la protection de la vie aquatique pour la toxicité aiguë (CVAA) ainsi que pour la toxicité chronique (CVAC). Ces critères ont été élaborés par le ministère de l'Environnement du Québec (MENV, 2001).

Les critères de vie aquatique aiguë (CVAA) constituent la concentration maximale d'une substance à laquelle les organismes aquatiques peuvent être exposés pour une courte période de temps sans être gravement touchés.

Les critères de vie aquatique chronique (CVAC) constituent la concentration la plus élevée d'une substance qui ne produira aucun effet néfaste sur les organismes aquatiques (et leur progéniture) lorsqu'ils y sont exposés quotidiennement pendant toute leur vie.

Le Conseil Canadien des Ministres de l'Environnement (CCME, 2003) propose également des recommandations pour la qualité de l'environnement selon les différents milieux (eau, sol, air) et les différentes utilisations des ressources (agricole, vie aquatique, etc.). Les critères sélectionnés dans le cadre de la présente étude sont ceux portant sur la protection de la vie aquatique.

## Méthodologie

Les travaux effectués le 27 septembre et le 4 novembre 2004 sont les suivants :

- échantillonnage des eaux de surface à neuf (9) emplacements localisés dans les cours d'eau de la zone d'étude dont : le ruisseau Saint-Claude, des cours d'eau verbalisés, et des étangs localisés dans des sablières au *sud* de l'autoroute 20;
- réalisation d'analyses physico-chimiques et microbiologiques sur les eaux de surfaces (9 échantillons).

Les échantillons d'eau de surface prélevés dans le ruisseau Saint-Claude, les cours d'eau verbalisés et les étangs situés à proximité de sablières furent pris directement à partir de la berge du cours d'eau. La figure 2.4 illustre la localisation des points d'échantillonnage des eaux de surface. Les échantillons furent prélevés à l'aide de bouteilles appropriées fournies par le laboratoire et munies de préservatifs adéquats. Les échantillons ne furent pas filtrés. Ils ont été conservés au frais à 4°C dans des glacières jusqu'à leur livraison au laboratoire. Des mesures de la température, du pH et de la conductivité ont été notées lors de la prise des échantillons.

Les résultats analytiques pour les paramètres physico-chimiques et microbiologiques, les hydrocarbures pétroliers, les métaux (et métalloïdes), les HAP et les pesticides sont compilés dans les tableaux 1 à 7 (annexe B-1).

Ces résultats indiquent que les eaux de surface, au moment de l'échantillonnage, rencontrent les critères de qualité de l'eau de surface du Québec à l'exception de l'aluminium, du baryum et du fer. La concentration d'aluminium retrouvée dans le ruisseau Saint-Claude au *sud* de l'autoroute 20 (échantillon ES04-S3) est supérieure au critère de toxicité chronique. Deux échantillons prélevés dans un cours d'eau verbalisé situé au *sud* de la route 132 (ES04-N1 et ES04-N3) et un échantillon prélevé dans un étang en bordure d'une sablière (ES04-S4) présentent également des concentrations en baryum supérieures au critère de toxicité chronique. La concentration de fer est supérieure au critère de toxicité chronique pour quatre des neufs échantillons.

Même si les concentrations en certains pesticides (mirex, diazinon, dinoseb, chlorpyrifos, parathion, azinphos-méthyl et perméthrine) sont inférieures au seuil de détection, il n'est pas possible d'affirmer qu'elles sont inférieures aux critères puisque leur limite de détection est supérieure au critère de toxicité chronique. À l'exception du dinoseb, les méthodes d'analyses utilisées pour ces paramètres par les laboratoires contactés, y compris le Centre d'expertise en analyse environnementale du MDDEP, ne permettent pas d'atteindre la limite

de détection requise pour juger de la conformité des résultats en fonction des critères de qualité de l'eau de surface du MDDEP pour la protection de la vie aquatique – effet chronique.

Les concentrations élevées de calcium (supérieures à 8 mg/L) indiquent que la sensibilité des cours d'eau à l'acidification est faible.

Étant donné que la présente analyse de qualité de l'eau de surface de la zone d'étude consiste à établir les conditions de référence du milieu, il n'est pas possible de comparer les résultats de turbidité et de matières en suspension aux critères génériques. En effet, ces derniers ont pour objet de refléter l'augmentation permise de ces paramètres dans le milieu naturel suite à une perturbation.

L'eau de surface échantillonnée rencontre également les recommandations du CCME pour la protection de la vie aquatique, à l'exception de l'aluminium pour le ruisseau Saint-Claude au sud de l'autoroute 20 (ES04-S3) et du fer pour quatre des neuf échantillons. Toutefois, on ne peut conclure sur la conformité des paramètres : mercure, thallium, dinoseb et chlorpyrifos, étant donné que leur limite de détection est plus élevée que les critères du CCME. Il est à noter que les laboratoires qui sont accrédités par le MDDEP doivent respecter les limites de détection définies par les politiques et règlements du MDDEP. Ces limites de détection ne permettent pas nécessairement d'atteindre les niveaux de détection requis pour évaluer la conformité de certains paramètres aux critères du CCME.

### **2.2.10 Caractéristiques fluviales**

Cette section présente un résumé de l'étude décrivant les caractéristiques fluviales dans la zone d'étude. Un document plus complet apparaît à l'annexe B-2.

Le littoral dans la zone d'implantation de la jetée, est caractérisé par des plis émergés de la plate-forme rocheuse alors que l'estran comprend un champ de blocs déposés sur une distance allant de 200 à 250 m de la rive (figure 2.5).

#### **2.2.10.1 Caractéristiques physiques**

L'estuaire fluvial s'étend sur 160 km à partir de l'extrémité est du lac Saint-Pierre (Pointe-du-Lac) jusqu'à la pointe est de l'île d'Orléans. Cette région hydrographique est caractérisée par la présence d'eau douce et d'eau légèrement saumâtre, de marées parfois fortes et par un corridor fluvial peu sinueux. La largeur de l'estuaire fluvial varie de 870 m, au pont de Québec, à 15 km à l'extrémité est de l'île d'Orléans. La profondeur du chenal

principal sur ce tronçon varie en moyenne de 13 à 40 m. On retrouve des fosses de 21 m à Trois-Rivières-Ouest et de 60 m à Québec. Au droit de l'Île d'Orléans, chenal navigable est dragué périodiquement à une profondeur de 12,5 m.

### 2.2.10.2 Marées

Les marées de l'estuaire du Saint-Laurent ont un caractère semi-diurne, c'est-à-dire qu'elles comprennent deux oscillations complètes par jour. Chaque oscillation s'étend sur une période moyenne de 12 h 25 minutes (Pêches et Océans Canada, 1997). La marée est le facteur le plus important dans le contrôle du niveau d'eau à Québec. L'onde de marée subit une forte amplification dans sa progression dans l'estuaire entre Rivière-du-Loup et Portneuf. C'est dans le secteur de Québec-Lévis que les marées sont les plus importantes de tout l'estuaire du Saint-Laurent.

La marée à Québec présente la particularité d'être asymétrique. Cette asymétrie se traduit par une durée inégale du flot relativement au jusant. L'asymétrie est causée par des facteurs physiques dont le rétrécissement et une diminution de la profondeur du fleuve dans ce secteur. La durée du flot et du jusant est aussi influencée par le débit fluvial. Pour des conditions de marée moyenne et de débit fluvial moyen, l'écoulement complet de la marée montante (le flot) se produit durant 4,5 à 5,5 heures, alors que le reflux (le jusant) dure entre 7,5 et 8,3 heures. L'amplitude des marées moyennes dans la région de la Chaudière-Appalaches est de 4,4 m alors que l'amplitude des grandes marées est de 5,9 m selon les indications des cartes marines (tableau 2.8).

**Tableau 2.8** Données de marée à Lauzon

Site	Québec (Lauzon) (m)
Pleine mer supérieure grande marée (PMSGM)	6,1
Pleine mer supérieure marée moyenne (PMSMM)	4,9
Basse mer inférieure marée moyenne (BMIMM)	0,5
Basse mer inférieure grande marée (BMIGM)	-0,2

Sources : Carte marine de Québec, No 1316, 2003.

### 2.2.10.3 Courants

L'intensité et la direction des courants dans le Saint-Laurent à Québec sont assujetties à la marée et au débit fluvial (Pêches et Océans Canada, 1997). Le débit fluvial dans le Saint-Laurent peut varier largement d'une saison à l'autre. Ces variations entraînent des changements dans la vitesse de propagation de la marée et des temps prédits pour les

étales. De plus, les courants de marée sont influencés par la bathymétrie et par la densité des masses d'eau elle-même liée aux changements de la température et de la salinité.

Une synthèse des données de vitesse maximale des courants à proximité de la zone d'étude est présentée au tableau 2.9. Ces données montrent une différence d'un noeud entre la vitesse maximale au site du terminal Ultramar et celle indiquée pour Pointe de la Martinière qui constitue un léger rétrécissement du fleuve. La vitesse minimale du courant est semblable aux deux sites.

**Tableau 2.9 Vitesses extrêmes du courant à proximité du secteur à l'étude**

	Québec <sup>(1)</sup> Terminal Ultramar	Ville-Guay <sup>(2)</sup>
Vitesse maximale du courant (noeud) (vers l'aval)	2,5	3,0
Vitesse minimale du courant (noeud) (vers l'amont)	-2,0	-2,5
Différence de vitesse (noeud)	4,5	5,5

Sources : <sup>(1)</sup> PCAI, 2003.  
<sup>(2)</sup> ROCHE, 2004a.

#### **2.2.10.4 Vagues**

Les vagues sont engendrées par les vents. La course du vent sur un plan d'eau (fetch), sa durée et sa force déterminent la dimension des vagues. Sur le fleuve Saint-Laurent, les vagues sont susceptibles de se former du mois d'avril au mois de décembre, soit pendant la période d'eau libre de glaces (Drapeau, 1990). Lors de tempêtes, les vents forts en provenance du *nord-est* peuvent contribuer à la formation de vagues d'une hauteur pouvant atteindre 2 m près de la zone d'étude (BAPE, 1992).

Sur les côtes à proximité de la zone d'étude, le régime des vagues est contrôlé par les vents dominants qui soufflent parallèlement à l'axe du fleuve, soit des secteurs *sud-ouest* et *nord-est*. Les prédictions de vagues réalisées dans le secteur de Ville-Guay, rapportent que les vagues excédant 1,5 m de hauteur ne sont obtenues que 0,02 % du temps, soit 1,2 heure durant la période d'eau libre allant du 1er avril au 31 décembre. La période de vagues correspondante est de 5 à 6 secondes (ROCHE, 2004b).

#### **2.2.10.5 Couvert de glace**

La formation de la glace dans le secteur de Québec débute habituellement vers la troisième semaine de novembre et est parfois retardée jusqu'à la fin décembre. La fonte de la glace est normalement observée en mars-avril (DRAPEAU, 1990). La croissance de la glace

dépend de la température de l'air et de l'eau, de la salinité de l'eau et des précipitations nivales. La combinaison de ces facteurs contribue à la formation de floes<sup>3</sup> de glace de différentes tailles et formes.

La glace généralement rencontrées sur le fleuve Saint-Laurent est constituée d'un mélange de glace formée localement et de glace provenant de l'amont (PCAI, 2003). Les vents dominants en provenance du *nord-ouest*, de paire avec la force de Coriolis, tendent à confiner les floes sur la rive sud du fleuve, d'où la plus forte probabilité de retrouver une plus grande quantité de glace d'une épaisseur plus importante de ce côté du fleuve.

Sur les rives de la région de Lévis/Beaumont, la présence d'un estran relativement étroit (200 m de largeur) tend à limiter l'expansion de la banquise vers le large. De plus, la probabilité d'y rencontrer de larges floes est très faible à cause de l'intervention constante des navires de la Garde côtière canadienne et du passage des navires dans le secteur du Port de Québec.

À partir des données obtenues aux stations les plus près du site d'étude, les épaisseurs moyenne et maximale de la glace à Ville-Guay ont été évaluées respectivement à 40 et 100 cm.

#### **2.2.10.6 Bathymétrie**

La figure 2.4 présente la bathymétrie du secteur. Le chenal de navigation normal, le chenal des Grands Voiliers, est situé du côté *sud* de l'île d'Orléans. La bathymétrie dans le secteur est caractérisée par un estran de faible pente d'une largeur moyenne de 225 m, la largeur maximale étant de 340 m et la largeur minimale de 80 m. Le niveau des basses eaux (zéro marégraphique équivalent à l'élévation géodésique de - 2,0 m) correspond à la limite externe du champ de blocs glaciels qui recouvre toute la zone d'étude.

Au-delà de la limite externe du champ de blocs, la profondeur passe rapidement de 0 à 10 m sur une distance variant entre 100 à 200 m. La profondeur maximale du chenal est de 32 m. Cette profondeur est atteinte à environ 700 m de la limite externe de la zone intertidale.

---

<sup>3</sup> Blocs de glace flottants dont la taille varie de 20 m à plus de 10 km.

### **2.2.10.7 Débit du fleuve**

À Québec, le débit moyen du fleuve est de 12 309 m<sup>3</sup>/s. En aval de Québec, 90 % du débit emprunte le chenal des Grands Voiliers alors que le reste s'écoule dans le chenal de l'île d'Orléans. La crue moyenne à la fonte des neiges est de 21 000 m<sup>3</sup>/s et l'étiage moyen est de 9 000 m<sup>3</sup>/s.

### **2.2.10.8 Physico-chimie des eaux fluviales**

Dans le secteur de Québec, la marée provoque un renversement du courant à marée montante et un effet de mélange accru des masses d'eau. Ces eaux demeurent douces jusqu'à l'extrémité est de l'île d'Orléans et la salinité des eaux fluviales dans le secteur à l'étude demeure inférieure à 2 PSU alors que la salinité moyenne de l'eau de mer est de 35 PSU (Friedrich, 1973).

La température estivale des eaux fluviales est d'environ 20°C et les concentrations de matières en suspension (MES) généralement faibles (1 à 10 mg/L), mais peuvent à l'occasion atteindre 15 à 20 mg/L (Frénette et al., 1989; Gagnon, 1995).

Les résultats de l'analyse d'échantillons d'eau récoltés sur une base journalière de 1989 à 1991 en face de la ville de Québec ont été examinés (Barbeau et al., 1993). Les résultats montrent que les concentrations de MES varient de 8 mg/L en moyenne pendant l'hiver, à 30 mg/L au printemps. Les valeurs estivales sont de 10 à 15 mg/L alors que les valeurs automnales varient de 14 à 19 mg/L. Les concentrations maximales sont observées au printemps et sont d'environ 100 mg/L.

### **2.2.10.9 Dynamique sédimentaire**

Le cycle saisonnier d'érosion et de sédimentation dans la zone d'étude peut être décrit de la façon suivante : au printemps, la fonte du couvert de glace laisse les zones intertidales sans protection contre l'érosion par les vagues et la crue du fleuve Saint-Laurent. L'action de ces facteurs résulte en une période d'érosion qui s'étale de la mi-avril à la mi-juin (Sérodès et Troude, 1984). La croissance estivale de la végétation, de paire avec la diminution de l'intensité des vagues et des courants contribue à la sédimentation en milieu côtier et ce, jusqu'en octobre où la disparition de la végétation favorise à nouveau l'érosion.

Quoiqu'une faible sédimentation des particules soit possible pendant les étales de marée, les rives dans le secteur de la zone d'étude ne sont pas caractérisées par la sédimentation des matières en suspension, probablement due à la proximité du chenal de navigation et la



faible largeur de l'estran. Cette zone côtière est plutôt caractérisée par le transport et l'érosion (Centre Saint-Laurent, 1996a).

En fait, la zone intertidale du secteur à l'étude est caractérisée par la présence d'un substratum rocheux alors que le lit du chenal est une zone d'accumulation temporaire caractérisée par des sables et graviers.

#### **2.2.10.10      *Transport sédimentaire par la glace***

La glace de rivage incorpore les sédiments sous-jacents dans la matrice de glace. Le mouvement des marées joue un rôle important sur l'incorporation des sédiments sous le pied de glace (Dionne, 1970). L'action la plus spectaculaire des glaces est le transport de blocs glaciels et leur délestage sur l'estran. Les blocs pouvant être transportés par la glace peuvent atteindre 7,25 m de long et peser jusqu'à 176 tonnes (Dionne, 1988), mais la majorité d'entre eux mesurent entre 1 et 2,5 m. Le secteur à l'étude est caractérisé par un champ de blocs glaciels déposés sur l'estran et émergés à marée basse (figure 2.5).

#### **2.2.10.11      *Qualité de l'eau du fleuve***

Les relevés de la qualité de l'eau dans le fleuve indiquent que les sources potentielles de contamination du secteur Québec-Lévis sont les eaux du fleuve elles-mêmes et celles de ses tributaires, les émissaires d'eaux usées municipales et industrielles et les eaux de ruissellement des zones portuaires (Gagnon, 1995; Fortin et Pelletier, 1995). Les industries sont habituellement les principales sources de produits toxiques, tandis que les rejets municipaux contiennent des matières en suspension, des substances organiques nutritives, des coliformes fécaux ainsi que des métaux.

La qualité de l'eau peut être définie en fonction des indicateurs choisis pour évaluer la qualité des eaux douces et salées. Les indicateurs de qualité sont liés à quatre usages particuliers soit la vie aquatique, la consommation humaine, les activités récréatives et la cueillette des mollusques (MENV, 1992). Des critères de qualité de l'eau ont été établis pour chacun des principaux paramètres physico-chimiques et microbiologiques qui caractérisent la qualité d'une eau. À ce jour, de nombreuses études portant sur la qualité des eaux du fleuve Saint-Laurent et de la région de Québec-Lévis ont été réalisées en fonction des différents usages (Gagnon, 1995; Centre Saint-Laurent 1992a, 1996a, 1996b et 1997, Cossa et al., 1998; Hébert, 1999 et 2002). Ces études ont été effectuées sur des données couvrant une période allant du milieu des années 1970 à 2002.

Les résultats de la qualité de l'eau dans la région de Québec sont présentés au tableau 2.10 en fonction des critères de qualité de l'eau les plus restrictifs. Malgré les dépassements de certains critères observés de façon sporadique, il semble que de façon générale, la qualité de l'eau pour les différents usages se soit améliorée au cours des dernières années compte tenu de la diminution des apports toxiques et de la plus grande proportion de la population riveraine desservie par des stations d'épuration. Ces résultats démontrent que les MES, les BPC totaux, les HAP, l'arsenic et le plomb excèdent le critère le plus restrictif.

**Tableau 2.10**      **Qualité de l'eau du fleuve Saint-Laurent dans la région de Québec**

Paramètre	Critère de qualité (le plus restrictif) <sup>1</sup>	Concentration moyenne	
		Cossa et al. 1998	Hébert 1999; 2002
<b>Paramètres physico-chimiques :</b>			
- Phosphore total (mg/L)	0,02	NP	0,022
- Matières en suspension (mg/L)	5,0	NP	<u>12,2</u>
- Coliformes fécaux (UFC/100 mL)	0	NP	< 200
- Turbidité (UNT)	2,0	NP	ND
<b>BPC totaux (mg/L)</b>	$1,2 \times 10^{-7}$	<u><math>1,37 \times 10^{-7}</math></u>	NP
<b>HAP (mg/L)</b>	$4,4 \times 10^{-6}$	<u>0,005</u>	NP
<b>Métaux (µg/L) :</b>			
- Aluminium	87	15,5	NP
- Arsenic	0,018	<u>0,67</u>	NP
- Cadmium	5,0	0,011	NP
- Cuivre	3,7	0,86	NP
- Fer	300	15,9	NP
- Manganèse	50	4,9	NP
- Nickel	8,3	0,627	NP
- Plomb	8,5	<u>16,0</u>	NP
- Zinc	86	0,48	NP

<sup>1</sup>: Le critère de qualité indiqué représente le critère le plus restrictif, tout usage considéré.

NP : Ne s'applique pas.

ND : Non disponible.

Les valeurs soulignées dépassent le critère de qualité de l'eau le plus restrictif.

Sources : Cossa et al., 1998; MENV.

[http://www.menv.gouv.qc.ca/eau/criteres\\_eau/critere\\_p1.htm#pH](http://www.menv.gouv.qc.ca/eau/criteres_eau/critere_p1.htm#pH); Hébert 1999 et 2002.

### 2.2.10.12      **Qualité des sédiments**

Le chenal des Grands Voiliers présente essentiellement la même image géochimique que celle observée dans le chenal de l'île d'Orléans. Exception faite du plomb et de l'arsenic, l'analyse de la qualité des sédiments réalisée entre 1976 à 1989 révèle un dépassement du

seuil d'effets mineurs (SEM) pour le chrome, le cuivre, le mercure, le nickel et le zinc (Fortin et Pelletier, 1995). Aucune teneur ne dépassait le seuil d'effets néfastes (SEN). Toutefois, la caractérisation chimique des sédiments de ce secteur demeure difficile en raison du régime sédimentaire très actif dans ces chenaux.

## Méthodologie

Des travaux d'échantillonnage des sédiments de surface ont été réalisés au cours du mois de septembre 2004. Le plan d'échantillonnage original comprenait 21 stations numérotées de B1 à B21, et positionnées le long de six transects dans le secteur d'étude. Les difficultés rencontrées lors du prélèvement des échantillons, notamment la faible épaisseur de sédiments et la présence de sédiments très compacts en surface et de roc, ont fait en sorte que le nombre d'échantillons récoltés est moindre que le nombre prévu initialement. Par conséquent, 10 stations ont été effectivement échantillonnées (stations B1 à B10; figure 2.4).

Des échantillons de sédiments en profondeur ont été récupérés à partir de forages effectués dans la zone côtière du site à l'étude en novembre 2004. Au total, trois échantillons (F2, F8 et F9) ont été récoltés sur les forages effectués à l'aide d'une foreuse Diedrich, modèle D-50 (figure 2.4). Ce type de foreuse permet le forage au moyen d'une tarière évidée mais aussi avec du tubage d'acier. Afin de s'adapter aux conditions du terrain (blocs rocheux, sol dense par endroit, proximité du roc) des tubages télescopiques ont été utilisés. Les échantillons ont été prélevés au centre des carottes prélevés avec des cuillères fendues de 50,8 mm de diamètre intérieur. Les sédiments n'ont pas été homogénéisés avant le prélèvement. La position des forages (F2, F8 et F9) est montrée à la figure 2.4 et la profondeur est indiquée au tableau 5 de l'annexe B-2. La profondeur géodésique correspond à l'élévation géodésique (laquelle prend comme élévation de référence le niveau moyen des mers) alors que la profondeur marégraphique correspond à la profondeur sur la carte marine (laquelle se sert du zéro des cartes correspondant au plus bas niveau atteint par la marée).

L'étude de la granulométrie et de la qualité des sédiments prélevés tant en surface qu'en profondeur a été effectuée par des analyses réalisées selon le protocole d'assurance du « Guide méthodologique de caractérisation des sédiments » publié en 1992 par le Centre Saint-Laurent (CSL, 1992b). La liste des paramètres analysés sur tous les échantillons est :

- arsenic, cadmium, chrome, cuivre, mercure, nickel, plomb, zinc;
- hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP);

- byphényles polychlorés (BPC);
- hydrocarbures pétroliers (C<sub>10</sub>-C<sub>50</sub>);
- carbone organique total (COT)<sup>4</sup>;
- granulométrie : % gravier, % sable, % silt, % argile.

## Résultats

### Échantillons de surface B1 à B10 – septembre 2004

Les résultats des analyses granulométriques réalisées sur les échantillons de sédiments prélevés en surface dans le secteur à l'étude sont présentés au tableau 6 de l'annexe B-2. Ces résultats montrent une granulométrie variable des sédiments caractérisant la zone d'étude. De façon générale, les sédiments sont constitués à environ 17,5 % de gravier, à 44 % de sable, à 27,5 % de silt et à 11 % d'argiles. Les échantillons B1, B4 et B5 contiennent les proportions de graviers les plus élevées (> 32 %). La proportion de sable retrouvée dans les échantillons est supérieure à 40 %, exception faite de l'échantillon B3 caractérisé par une proportion importante de silt et d'argile (pourcentage cumulatif > 97 %). Cet échantillon est constitué essentiellement d'argiles compactes anciennes. L'hétérogénéité de la taille des matériaux de surface échantillonnés témoigne de la présence d'un till délavé tel que connu pour la région (Demers et Locat, 1985).

De plus, les résultats des analyses granulométriques des échantillons de surface indiquent que le milieu côtier à l'étude ne représente pas un secteur préférentiel pour la déposition des particules fines et par conséquent des sédiments contaminés. La sédimentation des particules fines demeure possible pendant l'étalement de marée. La présence de la jetée d'Hydro-Québec peut toutefois freiner la dérive littorale et entraîner la sédimentation des particules fines.

Les résultats des analyses chimiques effectuées sur les échantillons de surface prélevés dans la zone côtière de Beaumont sont présentés au tableau 8 de l'annexe B-2. Il est à noter que les analyses de HAP et BPC n'ont pu être effectuées sur l'échantillon B6 étant donné la quantité insuffisante de sédiments récoltés à cet emplacement.

---

<sup>4</sup> L'analyse de la quantité de carbone organique totale (COT) a été effectuée sur les échantillons de surface seulement.

Les résultats montrent que pour tous les paramètres analysés (métaux, HAP et BPC), aucun dépassement du seuil d'effets mineurs (SEM) n'est observé (tableau 8, annexe B-2). Ces résultats montrent également que certains HAP sont détectés à six des neuf stations échantillonnées. De plus, certains BPC et Aroclors ont été détectés à quelques stations (B2, B4, B7, B9 et B10). Le SEM est atteint pour l'Aroclor 1248.

#### Échantillons en profondeur F2, F8 et F9 – novembre 2004

Les analyses granulométriques ont été réalisées à partir des échantillons prélevés sur les forages F8 et F9. Ces analyses montrent une granulométrie hétérogène des matériaux récoltés à une profondeur supérieure à 8 m (tableau 7, annexe B-2). Les sédiments sont constitués de sable dans une proportion moyenne de 43,6 % et de 2,1 % pour les échantillons F8 et F9 respectivement. Les silts et argiles constituent une importante fraction de l'échantillon F9, soit 51 % et 46,7 % respectivement, alors qu'ils représentent 14,6 % et 35,1 % de l'échantillon F8. On note aussi une faible proportion de gravier dans les échantillons, soit de 6,7 % et 0,2 % sur les forages F8 et F9 respectivement. De façon générale, ces résultats montrent que la granulométrie des sédiments prélevés près de la côte (forage F9) comprend une proportion plus importante de particules fines que les sédiments prélevés plus au large et plus en profondeur (forage F8).

On note également que la granulométrie de ces échantillons est différente de la granulométrie des échantillons récoltés en surface (tableau 6, annexe B-2). En particulier, on note une plus importante proportion de graviers et de sables dans les échantillons de surface (moyenne de 61,5 %), relativement aux quantités retrouvées dans les échantillons en profondeur (moyenne de 26,4 %).

La qualité des échantillons prélevés en profondeur (forages F2, F8 et F9) a été analysée en fonction des critères intérimaires d'évaluation des sédiments du Saint-Laurent d'Environnement Canada. Les résultats des analyses chimiques (tableau 9, annexe B-2) montrent que la majorité des échantillons respectent les critères intérimaires, et ce pour tous les paramètres étudiés (métaux, HAP et BPC). Les résultats montrent cependant un léger dépassement du SEM pour le chrome et le nickel dans l'échantillon F2 prélevé à 16,3 m de profondeur. Parmi les HAP, seuls le pyrène et le chrysène ont été détectés dans l'échantillon F9.

De façon générale, on note une très faible augmentation des teneurs en arsenic, chrome, cuivre et zinc avec l'augmentation de la profondeur d'échantillonnage.

Il est à noter que les teneurs naturelles de nickel, de cuivre et de chrome des sédiments pré-industriels du fleuve Saint-Laurent dépassent fréquemment le SEM et aussi fréquemment le seuil d'effets néfastes (Saulnier et Gagnon, 2003).

## **2.3 MILIEU BIOLOGIQUE**

La caractérisation du milieu biologique repose sur la consultation de la littérature existante et sur des inventaires de terrain réalisés à l'été et à l'automne 2004 et 2005.

### **2.3.1 Végétation**

#### **2.3.1.1 Végétation de la zone intertidale**

Des inventaires de la végétation de la zone littorale, comprise entre la limite des hautes eaux et celle de la marée basse, ont été réalisés le 18 août et le 1<sup>er</sup> septembre 2004. Un autre inventaire a été réalisé le 15 août 2005 sur environ 500 m de part et d'autre de l'emplacement prévu pour les installations riveraines. Ces inventaires visaient à identifier et à localiser les communautés végétales aquatiques et riveraines qui colonisent ce milieu et à vérifier la présence de plantes à statut particulier. En août 2004, la zone submergée à marée basse (étage infralittoral) a également été inspectée dans le but de déceler la présence d'herbiers aquatiques.

Les marées constituent le principal élément qui structure les communautés végétales colonisant le secteur riverain de la zone d'étude. L'étage infralittoral, submergé la majeure partie de l'année, est dénudé de végétation. L'étage médiolittoral, quant à lui, est occupé, à certains endroits, par des espèces végétales de marais qui demeurent inondées la majeure partie de la saison de croissance mais qui sont exondées quotidiennement, lorsque la marée est basse. Enfin, l'étage supralittoral est colonisé par des espèces végétales associées à la prairie humide, un milieu généralement exondé sauf pendant la période des marées hautes extrêmes. La flore de la rive, soit la portion terrestre située au-delà de la ligne des hautes eaux, est composée de végétation arbustive et arborescente.

#### **Étage médiolittorale**

Dans la zone d'étude, seuls deux secteurs de l'étage médiolittorale sont occupés par des herbiers aquatiques. Le secteur situé juste à l'ouest de la jetée de la ligne de transmission d'électricité constitue une zone de dépôt de sédiments fins, principalement de l'argile, propice à la colonisation par des espèces de marais. Du large vers la rive, la composition floristique se transforme, passant d'une dominance de plantes submergées, comme le

naïas souple et l'élodée du Canada, aux espèces à feuilles flottantes telles que le rubanier à feuilles étroites et le potamot de Richardson, puis aux plantes émergentes représentées par le scirpe d'Amérique, la sagittaire latifoliée, la sagittaire dressée, l'alisma commun. Les espèces inventoriées dans l'ensemble du littoral sont présentées au tableau 2.11 alors que les herbiers sont localisés sur la figure 2.6.

À l'extrême est de la zone d'étude, un marais à scirpe d'Amérique de petite superficie occupe l'anse Saint-Charles sur un fond sableux (figure 2.6).

Outre ces deux herbiers aquatiques, des plants très épars de scirpe d'Amérique et de quelques sagittaires latifoliées colonisent la bande de sable qui longe la rive.

### **Étage supralittoral**

Le substrat rocheux qui domine l'étage supralittoral constitue un milieu peu propice à l'implantation d'espèces végétales. À certains endroits toutefois, notamment au niveau des anses, se retrouvent des zones recouvertes d'une mince couche de dépôts grossiers et colonisées par des prairies humides. Ces herbaçaias, ouvertes à très fermées (10 à 100 % de recouvrement) et de hauteur moyenne à haute (25 m à plus de 50 m), sont composées d'une diversité d'espèces. Les principales sont la spartine pectinée, le calamagrostis du Canada, le lythrum salicaire, l'apocyn chanvrin, le lycoper d'Amérique variété du Saint-Laurent, le bident d'Eaton, le bident feuillu, la cicutaire maculée variété de Victorin, l'épilobe cilié variété à graines nues, l'eupatoire perfoliée, l'eupatoire maculée, le jonc noueux, l'ail civette, la renouée ponctuée variété des estrans, la livêche écossaise, le scirpe d'Amérique, l'achillée millefeuille, l'asclépiade commune et la verge d'or du Canada. À certains endroits, où la prairie humide se rapproche de la rive, certaines espèces d'arbustes accompagnent les plantes herbacées de la prairie humide. Il s'agit du physocarpe à feuilles d'orbier, du saule rigide et du frêne de Pennsylvanie. Ces arbustes transforment la prairie humide en une mince bande de marécage arbustif.

Certaines espèces retrouvées dans les prairies humides sont également présentes de façon éparse, dans les anfractuosités du roc exposé, tout le long de l'étage supralittoral. Les principales espèces qui colonisent ce milieu sont l'aster simple, l'ancolie du Canada, le campanule à feuilles rondes, le gentianopsis élancé variété de Victorin, la gérardie appauvrie, le plantain joncoïde, la potentille ansérine, la prunelle vulgaire, la puccinellie maigre, la verge d'or de Rand et la tofieldie glutineuse.

Tableau 2.11 Liste des espèces floristiques inventoriées sur le littoral de la zone d'étude en 2004-2005

Nom français	Nom latin	Nom anglais	Zone du littoral	Année d'observation
Achillée millefeuille	<i>Achillea millefolium</i>	Common yarrow	supralittoral	2004 et 2005
Alisma commun	<i>Alisma triviale</i>	Northern water plantain	médiolittoral	2004 et 2005
Ail civette	<i>Allium Schoenoprasum</i>	Wild chives	supralittoral	2004 et 2005
Apocyn chanvrin	<i>Apocynum cannabinum</i>	Indianhemp	supralittoral	2004 et 2005
Ancolie du Canada	<i>Aquilegia canadensis</i>	Red columbine	roc exposé	2004 et 2005
Asclépiade commune	<i>Asclepias syriaca</i>	Common milkweed	supralittoral	2004 et 2005
Asplénie chevelue	<i>Asplenium Trichomanes</i>	Maidenhair spleenwort	falaise morte	2004
Aster ponceau	<i>Aster puniceus</i>	Red-stalked aster	supralittoral	2004 et 2005
Aster simple	<i>Aster simplex</i>	Simple aster	supralittoral, roc exposé	2004 et 2005
Astragale du Labrador	<i>Astragalus labradoricus</i>	Labrador milk vetch	roc exposé	2004 et 2005
Bident d'Eaton	<i>Bidens eatonii</i>	Eaton's beggarticks	supralittoral	2004 et 2005
Bident feuillu	<i>Bidens frondosa</i>	Devil's beggartick	supralittoral	2004 et 2005
Calamagrostis du Canada	<i>Calamagrostis canadensis</i>	Bluejoint	supralittoral	2004 et 2005
Campanule à feuilles rondes	<i>Campanula rotundifolia</i>	Bluebell bellflower	roc exposé	2004 et 2005
Cicutaire maculée variété de Victorin	<i>Cicuta maculata var. victorinii</i>	Spotted water hemlock	supralittoral	2004 et 2005
Cystoptéride bulbifère	<i>Cystopteris bulbifera</i>	Bulblet bladderfern	falaise morte	2004
Élodée du Canada	<i>Elodea canadensis</i>	Canadian waterweed	médiolittoral	2004
Épilobe cilié variété à graines nues	<i>Epilobium ciliatum var. ecomosum</i>	Fringed willowherb	supralittoral	2004 et 2005
Eupatoire maculée	<i>Eupatorium maculatum</i>	Spotted joepeyweed	supralittoral	2004 et 2005
Eupatoire perfoliée	<i>Eupatorium perfoliatum</i>	Common boneset	supralittoral	2004 et 2005
Euphrase du Canada	<i>Euphrasia Canadensis</i>	Canadian eyebright	roc exposé	2004 et 2005
Frêne de Pennsylvanie	<i>Fraxinus pennsylvanica</i>	Green ash	supralittoral	2004 et 2005
Gaillet	<i>Galium sp.</i>	Bedstraw	roc exposé	2004 et 2005
Gentianopsis élancé variété de Victorin	<i>Gentianopsis procera subsp. macounii var. Victorinii</i>	Macoun's fringed gentian	supralittoral, roc exposé	2004 et 2005



Nom français	Nom latin	Nom anglais	Zone du littoral	Année d'observation
Gérardie appauvrie	<i>Gerardia paupercula</i>	Smallflower false foxglove	roc exposé	2004 et 2005
Impatiente du Cap	<i>Impatiens capensis</i>	Jewelweed	falaise morte	2004 et 2005
Hélénie automnale	<i>Helenium autumnale</i>	Common sneezeweed	supralittoral	2004 et 2005
Jonc noueux	<i>Juncus nodosus</i>	Knotted rush	supralittoral, roc exposé	2004 et 2005
Livêche écossaise	<i>Ligusticum scothicum</i>	SEA lovage	supralittoral	2004 et 2005
Lobélie de Kalm	<i>Lobelia kalmii</i>	Kalm's lobelia	roc exposé	2004 et 2005
Lycophe d'Amérique variété du Saint-Laurent	<i>Lycopus americanus var. Laurentianus</i>	American water horehound	supralittoral	2004 et 2005
Lythrum salicaire	<i>Lythrum salicaria</i>	Purple loosestrife	supralittoral	2004 et 2005
Menthe du Canada	<i>Mentha Canadensis</i>	American mint	supralittoral	2004 et 2005
Myosotis	<i>Myosotis sp.</i>	Forget-me-not	roc exposé	2004 et 2005
Naïas souple	<i>Najas flexilis</i>	Nodding waternymph	médiolittoral	2004
Physocarpe à feuilles d'Orbier	<i>Physocarpus opulifolius</i>	Common ninebark	supralittoral	2004 et 2005
Grassette vulgaire	<i>Pinguicula vulgaris</i>	Common butterwort	Falaise morte	2004
Plantain joncoïde	<i>Plantago juncoïdes</i>	Rush-like plantain	Supralittoral, roc exposé	2004 et 2005
Renouée ponctuée variété des estrans	<i>Polygonum punctatum var. parvum</i>	Water knotweed	supralittoral	2004 et 2005
Potamot de Richardson	<i>Potamogeton Richardsonii</i>	Richardson's pondweed	médiolittoral	2004 et 2005
Potentille ansérine	<i>Potentilla anserina</i>	Silverweed	supralittoral, roc exposé	2004 et 2005
Prunelle vulgaire	<i>Prunella vulgaris</i>	Common selfheal	roc exposé	2004 et 2005
Puccinellie maigre	<i>Puccinellia paupercula</i>	Poor paupercula	roc exposé	2004 et 2005
Ronce odorante	<i>Rubus odoratus</i>	Purpleflowering raspberry	falaise morte	2004 et 2005
Sagittaire dressée	<i>Sagittaria rigida</i>	Sessilefruit arrowhead	médiolittoral	2004
Sagittaire latifoliée	<i>Sagittaria latifolia</i>	Broadleaf arrowhead	médiolittoral	2004
Saule rigide	<i>Salix rigida</i>	Erect willow	supralittoral	2004 et 2005
Sanguisorbe du Canada	<i>Sanguisorba canadensis</i>	Canadian burnet	supralittoral	2004 et 2005

Nom français	Nom latin	Nom anglais	Zone du littoral	Année d'observation
Scirpe d'Amérique	<i>Scirpus americanus</i>	American bulrush	médiolittoral et supralittoral	2004 et 2005
Verge d'or du Canada	<i>Solidago canadensis</i>	Canada goldenrod	supralittoral	2004 et 2005
Verge d'or graminifoliée	<i>Solidago graminifolia</i>	Narrow-leaved goldenrod	supralittoral	2004 et 2005
Verge d'or de Rand	<i>Solidago Randii</i>	Rand's goldenrod	roc exposé	2004 et 2005
Rubanier à feuilles étroites	<i>Sparganium angustifolium</i>	Narrowleaf bur-reed	médiolittoral	2004
Spartine pectinée	<i>Spartina pectinata</i>	Prairie cordgrass	supralittoral	2004 et 2005
Tofieldie glutineuse	<i>Tofieldia glutinosa</i>	Sticky tofieldia	roc exposé	2004
Stéironéma cilié	<i>Steironema ciliatum</i>	Ciliate Steironema	supralittoral	2004 et 2005
Tussilage farfara	<i>Tussilago farfara</i>	Coltsfoot	falaise morte	2004 et 2005
Violette sp.	<i>Viola sp.</i>	Violet	roc exposé	2004 et 2005
Woodsia de l'île d'Elbe	<i>Woodsia ilvensis</i>	Rusty woodsia	Falaise	2004
Woodsia glabre	<i>Woodsia glabella</i>	Smooth woodsia	Falaise	2004
Zizanie aquatique variété naine	<i>Zizania aquatica var. brevis</i>	Annual wildrice	supralittoral	2004 et 2005

## Milieu riverain

La ligne des hautes eaux longe le pied d'une falaise généralement colonisée par un boisé mixte sur un sol très mince, avec certaines zones arbustives composées d'essences arborescentes rabougries. La forêt mixte est composée du bouleau à papier (*Betula papyrifera*), du peuplier à grandes dents (*Populus grandidentata*), de l'érable à sucre (*Acer saccharum*), du frêne d'Amérique (*Faxinus americana*), du bouleau jaune (*Betula alleghaniensis*) et du pin blanc (*Pinus strobus*). Les secteurs particulièrement escarpés sont dominés par le thuya occidental (*Thuja occidentalis*), parfois accompagné du bouleau à papier, de l'érable de Pennsylvanie (*Acer pensylvanicum*) et de l'érable rouge (*Acer rubrum*).

## Espèces à statut précaire<sup>5</sup>

Selon le CDPNQ, huit espèces à statut précaire sont susceptibles de se retrouver sur le littoral de la zone d'étude (CDPNQ, communication personnelle, 2004). Les inventaires

5

### **Contexte provincial**

La flore rare et menacée est protégée en vertu de la *Loi sur les espèces menacées ou vulnérables*. Il est interdit d'interférer, de perturber ou de détruire une espèce menacée ou vulnérable. Une espèce est menacée lorsque sa disparition est appréhendée. Elle est vulnérable lorsque sa survie est précaire même si sa disparition n'est pas appréhendée.

La liste des espèces désignées menacées ou vulnérables au Québec en vertu de la loi provinciale inclut 34 espèces dont 30 sont classées menacées et 4 vulnérables. À cela s'ajoute la liste des espèces de la flore susceptibles d'être désignées menacées ou vulnérables qui comprend plus de 330 espèces, sous-espèces ou populations.

### **Contexte législatif fédéral**

Au niveau fédéral, les espèces floristiques rares ou menacées sont protégées en vertu de la *Loi sur les espèces en péril au Canada*. Mise à part les espèces aquatiques, les mesures de protection des espèces sauvages inscrites ne s'appliquent que sur le territoire domanial. Dans le contexte de la présente étude d'impact sur l'environnement, cette loi ne s'applique donc que pour les espèces aquatiques.

La définition des différents statuts des espèces selon les termes de la *Loi sur les espèces en péril au Canada* est la suivante:

Espèce sauvage:	espèce, sous-espèce, variété ou population géographiquement ou génétiquement distincte d'animal, de plante ou d'une autre organisme d'origine sauvage (sauf une bactérie ou un virus) qui est soit indigène du Canada ou qui s'est propagée au Canada sans intervention humaine et y est présente depuis au moins cinquante ans.
Disparue:	espèce sauvage qui n'existe plus.
Disparue du pays :	espèce sauvage qui n'existe plus à l'état sauvage au Canada, mais qui est présente ailleurs.
En voie de disparition :	espèce sauvage exposée à une disparition de la planète ou à une disparition du pays imminente.
Menacée:	espèce sauvage susceptible de devenir en voie de disparition si les facteurs limitants ne sont pas renversés.
Préoccupante:	espèce sauvage qui peut devenir une espèce menacée ou en voie de disparition à cause de l'effet cumulatif de ses caractéristiques biologiques et des menaces reconnues qui pèsent sur elle.

réalisés ont mis en évidence la présence de sept d'entre elles<sup>6</sup>, toutes situées dans l'étage supralittoral de la zone intertidale (tableau 2.12). De ces espèces, deux bénéficient du statut provincial d'espèce désignée menacée, soit le gentianopsis élancé variété de Victorin et la ciculaire maculée variété de Victorin (Labrecque et Lavoie, 2002). Au niveau fédéral, la première est également désignée menacée et la seconde est considérée préoccupante (COSEPAC, 2004). Les cinq autres espèces sont considérées susceptibles d'être désignées menacées ou vulnérables par le MDDEP, en l'occurrence le lycoper d'Amérique variété du Saint-Laurent, la renouée ponctuée variété des estrans, la zizanie à fleurs blanches variété naine, le bident d'Eaton et l'épilobe cilié variété à graines nues (tableau 2.12).

**Tableau 2.12 Liste des espèces floristiques à statut précaire inventoriées sur le littoral de la zone d'étude en 2004**

Espèce	Statut
Bident d'Eaton	<ul style="list-style-type: none"> <li>• susceptible d'être désignée, MDDEP;</li> <li>• espèce prioritaire, SLV 2000<sup>1</sup></li> </ul>
Ciculaire maculée variété de Victorin	<ul style="list-style-type: none"> <li>• désignée menacée, MDDEP;</li> <li>• espèce préoccupante, COSEPAC;</li> <li>• espèce prioritaire, SLV 2000<sup>1</sup>,</li> </ul>
Épilobe cilié variété à graines nues	<ul style="list-style-type: none"> <li>• susceptible d'être désignée, MDDEP;</li> <li>• espèce prioritaire, SLV 2000<sup>1</sup>,</li> </ul>
Gentianopsis élancé variété de Victorin	<ul style="list-style-type: none"> <li>• désignée menacée, MDDEP;</li> <li>• espèce menacée, COSEPAC;</li> <li>• espèce prioritaire, SLV 2000<sup>1</sup>,</li> </ul>
Lycoper d'Amérique variété du Saint-Laurent	<ul style="list-style-type: none"> <li>• susceptible d'être désignée, MDDEP;</li> <li>• espèce prioritaire, SLV 2000<sup>1</sup>,</li> </ul>
Renouée ponctuée variété des estrans	<ul style="list-style-type: none"> <li>• susceptible d'être désignée, MDDEP;</li> <li>• espèce prioritaire, SLV 2000<sup>1</sup>,</li> </ul>
Zizanie à fleurs blanches, variété naine	<ul style="list-style-type: none"> <li>• susceptible d'être désignée, MDDEP;</li> <li>• espèce prioritaire, SLV 2000<sup>1</sup>.</li> </ul>

<sup>1</sup> Saint-Laurent Vision 2000, Comité d'harmonisation sur la biodiversité (MOUSSEAU et ARMELLIN, 1995).

L'ériocaulon de Parker présentait un potentiel de présence au niveau du médiolittoral puisqu'il a été observé en 1996 à moins de 2 km en amont de la zone d'étude, soit sur la Pointe de la Martinière, à Lévis (MENV, 2004a).

<sup>6</sup> L'identification des espèces à statut précaire inventoriées a été contrevérifiée par M. Marcel Blondeau (botaniste en plantes rares). Les spécimens seront déposés à l'herbier du Gouvernement du Québec (Complexe scientifique) dont le conservateur est Norman Dignard.

Toutefois, l'inventaire réalisé à l'été 2004 n'a pas permis de déceler la présence de cette espèce menacée dans la zone d'étude.

### **Bident d'Eaton**

La répartition de cette espèce se limite exclusivement à la zone intertidale près de la ville de Québec, où elle occupe les rivages exondés à marée basse.

Cette espèce compte 42 occurrences dont 38 récentes (MENV, 2004g). Elle a déjà été rapportée dans l'anse de Vincennes (CDPNQ, communication personnelle, 2004) mais n'y a pas été observée lors de l'inventaire. Elle a toutefois été localisée dans une prairie humide de l'étage supralittoral de la zone d'étude, où entre 10 et 100 individus y ont été dénombrés. Le même nombre de spécimens a été observé à l'extérieur du secteur étudié.

### **Cicutaire maculée variété de Victorin**

Depuis 2001, la cicutaire maculée variété de Victorin bénéficie du statut d'espèce menacée au Québec (Labrecque et Lavoie, 2002) et, depuis 1987, elle est considérée comme préoccupante au Canada (COSEPAC, 2004).

L'espèce est commune partout en Amérique du Nord mais cette sous-espèce n'est présente que sur le territoire québécois. Les populations de cette plante herbacée vivace, de la famille des apiacées, se rencontrent exclusivement le long de l'estuaire d'eau douce ou saumâtre du Saint-Laurent, de Grondines à Beaupré sur la rive nord et de Lotbinière à Saint-Jean-Port-Joli sur la rive sud. Elle occupe la zone intertidale, le plus souvent dans les herbaçaias hautes et denses à spartine pectinée de l'étage supralittoral, mais se retrouve parfois dans les herbaçaias ouvertes et basses à scirpe américain de l'étage mésolittoral (MENV, 2004c).

Jusqu'à ce jour, 38 occurrences de l'espèce ont été répertoriées au Québec dont une est disparue et cinq sont historiques. L'une de ces occurrences (1995) rapporte sa présence dans la zone d'étude, soit dans l'anse de Vincennes où 11 à 50 individus y avaient été observés (CDPNQ, communication personnelle, 2004). L'inventaire n'a pas permis de trouver de spécimens dans l'anse de Vincennes mais deux autres emplacements, situés dans le secteur *ouest* de la zone d'étude, comptent chacun un à dix individus.

### **Épilobe cilié variété à graines nues**

L'épilobe cilié variété à graines nues est endémique à l'estuaire d'eau douce du Saint-Laurent et à celui de la rivière Miramichi au Nouveau-Brunswick, où il colonise la zone intertidale. Il existe 23 occurrences de l'espèce au Québec dont 18 récentes (MENV, 2004h). Lors de l'inventaire, entre 10 et 100 individus ont été observés dans une prairie humide de la zone d'étude.

### **Gentianopsis élancé variété de Victorin**

Le gentianopsis élancé variété de Victorin est désigné menacé au Québec depuis 2001. Au Canada, le statut de l'espèce a été réévalué en 2004 par le Comité sur la situation des espèces en péril au Canada (COSEPAC) qui l'a également porté au rang d'espèce menacée (MENV, 2004a).

Dans toute l'Amérique du Nord, ce gentianopsis se rencontre exclusivement au Québec et il est considéré comme un taxon endémique de l'estuaire fluvial du Saint-Laurent. Cette plante herbacée annuelle ou bisannuelle de la famille des gentianacées possède des exigences très particulières qui limitent sa croissance à la zone intertidale d'eau douce et légèrement saumâtre de l'estuaire du Saint-Laurent. La faible amplitude des marées en amont de Deschambault et l'accroissement de la salinité de l'eau dans la région de Saint-Roch-des-Aulnaies en aval délimitent sa répartition. Il occupe généralement l'étage supralittoral, dans l'herbaciaie à spartine pectinée. Bien qu'on le retrouve occasionnellement sur des affleurements rocheux, il préfère un dépôt de surface épais (plus de 15 cm) et de texture fine ou mixte, dont la pierrosité est nulle ou faible (MENV, 2004a), ce qui n'est pourtant pas le cas dans la zone d'étude.

Au Québec, 48 occurrences de cette plante ont été répertoriées dont sept sont disparues et quatorze sont historiques (MENV, 2004b). Elle a autrefois été rapportée dans l'anse de Vincennes où entre 10 et 50 individus y avaient été dénombrés en 1995. En outre, l'espèce a été notée à sept autres emplacements de la zone d'étude.

### **Lycope d'Amérique variété du Saint-Laurent**

Le lycope d'Amérique variété du Saint-Laurent est endémique au *nord-est* de l'Amérique du Nord, où il est réparti principalement dans la zone intertidale d'eau douce du Saint-Laurent, avec quelques populations dans la région de Montréal. Cette plante herbacée vivace pousse en petites colonies ou isolément dans les étages mésolittoral et supralittoral. Tel

qu'observé lors de l'inventaire, elle préfère les milieux ouverts à substrat grossier et pierreux (MENV, 2004d).

L'espèce compte 42 occurrences dont 38 récentes. L'une d'elles est située dans l'anse de Vincennes (CDPNQ, communication personnelle, 2004). À cet endroit, au lieu des 2 à 10 spécimens observés en 1995, 100 à 1 000 individus ont été dénombrés lors de l'inventaire. Par ailleurs, l'espèce a été observée à six autres endroits de la zone d'étude. De plus, 100 à 200 spécimens ont été vus environ 300 m à l'ouest de la zone d'étude.

### **Renouée ponctuée variété des estrans**

La renouée ponctuée variété des estrans est une plante herbacée annuelle poussant en colonies généralement dans toute la zone intertidale (MENV, 2004e). Lors des inventaires, la plante a seulement été observée dans les herbaçaias de l'étage supralittoral.

Cette plante compte 32 occurrences récentes dont l'une dans l'anse de Vincennes (un seul individu) (CDPNQ, communication personnelle, 2004). Lors de l'inventaire, aucun spécimen n'a été vu à cet endroit de la zone d'étude. Elle a toutefois été observée à trois autres emplacements. De plus, près de 150 spécimens ont été observés environ 300 m à l'ouest de la zone d'étude.

### **Zizanie à fleurs blanches, variété naine**

Cette plante herbacée est une annuelle endémique à l'estuaire d'eau douce du Saint-Laurent. Elle pousse sur les étages mésolittoral et infralittoral et déborde quelques fois dans les mares de l'étage supralittoral.

La plante compte 63 occurrences dont deux récentes (MENV, 2004f). C'est dans une prairie humide de l'étage supérieur que 10 à 100 individus ont été observés dans la zone d'étude lors de l'inventaire. Environ 100 à 200 individus ont aussi été notés à l'ouest du secteur étudié.

### **Principales menaces à la survie des espèces à statut particulier**

Les principales menaces à la survie des espèces à statut particulier qui occupent la zone intertidale de l'estuaire du Saint-Laurent sont l'agrandissement des zones de villégiature, la construction de nouvelles infrastructures (marina, quai, etc.) et la tonte de l'hydrolittoral supérieur par les riverains. La circulation des véhicules tout-terrain (VTT) dans la zone intertidale constitue également une menace potentielle (MENV, 2004m).

### **2.3.1.2 Milieux humides**

Un milieu humide se définit comme étant un terrain où la nappe phréatique est à proximité ou au-dessus de la surface, ou qui est saturée d'eau assez longtemps pour créer des conditions particulières comme des sols modifiés par l'eau et une végétation hydrophile (SCF, 2003). Différents types de milieux humides sont présents dans la zone d'étude, soit des marais, des terres agricoles inondées et des tourbières naturelles (MRNFPQ, 2004).

La cartographie de ces milieux humides est présentée à la figure 2.6.

Une importante tourbière ombrotrophe est située au *sud* de la zone d'étude. Elle est connue sous le nom de la Grande Plée Bleue. Un organisme à but non lucratif, la Société de conservation et de mise en valeur de la Grande Plée Bleue (SGPB) s'est donné comme mission de protéger et mettre en valeur la tourbière de la Grande Plée Bleue principalement à des fins éducatives, sociales et artistiques (SGPB, 2004).

Une petite tourbière a également été observée entre l'autoroute 20 et la ligne de transport d'énergie à la limite *est* de la municipalité de Lévis.

Cette tourbière a fait l'objet d'importants travaux de drainage par le passé. Elle n'est pas indiquée dans les différentes banques d'informations sur les milieux humides données du MRNFPQ, atlas des tourbières du Québec méridional (Bluteau, 1989), atlas de conservation des terres humides de la vallée du Saint-Laurent (SCF, 2003) et la municipalité de Lévis a confirmé qu'elle n'est pas une zone protégée. Cette tourbière a également fait l'objet d'une visite de terrain et une description de la flore observée est présentée au tableau 2.13 (station d'observation #5).

### **2.3.1.3 Végétation terrestre**

L'analyse du couvert forestier a été réalisée à partir d'une carte forestière à l'échelle 1 : 20 000 du MRN, revue et mise à jour en 2000 (MRN, 2004). Ces informations ont été validées et complétées lors de trois visites de terrain effectuées le 2 septembre 2004, le 7 octobre 2004 et le 18 mai 2005. Les observations ont permis d'identifier les principales espèces végétales présentes aux stations visitées pour les périodes d'automne et de printemps (figure 2.6). Un inventaire d'été reste à réaliser.

La zone à l'étude est située dans le domaine bioclimatique de l'érablière à tilleul, plus précisément dans la région écologique 2b (Plaines du Saint-Laurent) et la sous-région écologique 2bT. Le sous domaine de l'érablière à tilleul de l'Est forme une étroite plaine



coincée entre le fleuve au *nord* et les contreforts des Appalaches au *sud* (Agence de mise en valeur des forêts privées des Appalaches, 2001). Les milieux agricoles dominent le secteur à l'étude alors que la majorité des boisés résiduels ont fait l'objet de coupes. Ces derniers se concentrent souvent dans les zones moins propices à l'agriculture. La partie de la zone d'étude occupée par des boisés est dominée principalement par des peuplements mixtes à érable rouge et des érablières à feuillus tolérants (MRN, 2004). Le relief y est peu accidenté et les dénivellations ont une faible amplitude sur l'ensemble de la zone d'étude, à l'exception d'une bande bordant le fleuve Saint-Laurent. Cette bande est composée principalement de peuplements de feuillus tolérants et de peuplements mixtes à feuillus tolérants (MRN, 2004).

La figure 2.6 illustre la répartition des principaux groupements forestiers dans la zone d'étude (peuplements de feuillus, de résineux et peuplements mixtes). Une description des groupements et des espèces végétales observées dans le cadre des relevés de terrain est présentée au tableau 2.13. Pour chacune des stations d'observation, le tableau décrit les peuplements forestiers d'après la carte écoforestière, les observations faites sur les types de peuplements visités ainsi que la liste des espèces végétales observées.

#### **2.3.1.4      *Espèces à statut particulier***

La recherche des espèces à statut particulier a été dirigée sur les espèces dont la distribution géographique chevauche la zone d'étude et dont les exigences correspondent aux caractéristiques des habitats présents.

On a considéré à la fois les espèces ayant un statut au provincial (*Loi sur les espèces menacées et vulnérables*) et celles ayant un statut au fédéral (*Loi sur les espèces en péril* et COSEPAC). Comme les données du CDPNQ ne sont pas exhaustives pour la région, la liste des ESDMV tirée du document intitulé : « Plantes vasculaires susceptibles d'être désignées menacées ou vulnérables au Québec » (Labrecque et Lavoie, 2002) a été consultée pour la région administrative de Chaudière-Appalaches. Aucune plante apparaissant sur ces listes et autre que celles déjà identifiées n'ont été répertoriées dans la zone d'étude.

**Tableau 2.13 Description des peuplements forestiers recensés dans les stations d'observation de la zone d'étude**

Stations (dates de visite)	Peuplements d'après la carte écoforestière	Observations sur le terrain et commentaires	Espèces végétales observées																												
#1 (2/9/04)	Érablière à érable à sucre (70 ans)	<p>Les érables sont accompagnés de diverses essences (sapin, érable rouge, hêtre et bouleau jaune) et ne présentent pas de dominance très nette. Il faut noter que la strate arbustive de régénération comporte principalement des érables à sucre, ce qui laisse penser qu'à long terme, on retrouvera une érablière à érable à sucre. Cette érablière a été exploitée par le passé, comme en témoigne la présence d'une cabane à sucre qui n'est plus utilisée.</p> <p>Dans les secteurs plus secs, le parterre forestier est dominé par le maïanthème du Canada. Dans les secteurs plus humides, on trouve l'onoclée sensible, l'impaticente du Cap, le vérâtre vert et le symplocarpe fétide.</p> <p>L'érablière comporte plusieurs zones moins bien drainées où la nappe se trouve en surface et où des espèces indicatrices de sols humides sont observées.</p>	<p><b>Dans les zones drainées</b></p> <p><u>Espèces arborescentes</u></p> <table border="0"> <tr> <td>Érable à sucre</td> <td>Bouleau jaune</td> </tr> <tr> <td>Érable rouge</td> <td>Sapin baumier</td> </tr> <tr> <td>Hêtre à gr. Feuilles</td> <td>Thuya de l'Est</td> </tr> <tr> <td>Pruche</td> <td></td> </tr> </table> <p><u>Espèces arbustives</u></p> <table border="0"> <tr> <td>Viorne à feuilles d'aulne</td> <td>Érable de Pennsylvanie</td> </tr> </table> <p><u>Espèces herbacées</u></p> <table border="0"> <tr> <td>Clintonie boréale</td> <td>Osmonde de Clayton</td> </tr> <tr> <td>Trille dressé</td> <td>Maïanthème du Canada</td> </tr> <tr> <td>Coptide du Groenland</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Cornouiller du Canada</td> <td>Lycopode brillant</td> </tr> </table> <p><b>Dans les zones plus humides</b></p> <p><u>Espèces arborescentes</u></p> <table border="0"> <tr> <td>Frêne rouge</td> <td></td> </tr> </table> <p><u>Espèces herbacées</u></p> <table border="0"> <tr> <td>Onoclée sensible</td> <td>Arisème rouge foncé</td> </tr> <tr> <td>Impaticente du Cap</td> <td>Symplocarpe fétide</td> </tr> <tr> <td>Carex sp.</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Prêle des bois</td> <td></td> </tr> </table>	Érable à sucre	Bouleau jaune	Érable rouge	Sapin baumier	Hêtre à gr. Feuilles	Thuya de l'Est	Pruche		Viorne à feuilles d'aulne	Érable de Pennsylvanie	Clintonie boréale	Osmonde de Clayton	Trille dressé	Maïanthème du Canada	Coptide du Groenland		Cornouiller du Canada	Lycopode brillant	Frêne rouge		Onoclée sensible	Arisème rouge foncé	Impaticente du Cap	Symplocarpe fétide	Carex sp.		Prêle des bois	
Érable à sucre	Bouleau jaune																														
Érable rouge	Sapin baumier																														
Hêtre à gr. Feuilles	Thuya de l'Est																														
Pruche																															
Viorne à feuilles d'aulne	Érable de Pennsylvanie																														
Clintonie boréale	Osmonde de Clayton																														
Trille dressé	Maïanthème du Canada																														
Coptide du Groenland																															
Cornouiller du Canada	Lycopode brillant																														
Frêne rouge																															
Onoclée sensible	Arisème rouge foncé																														
Impaticente du Cap	Symplocarpe fétide																														
Carex sp.																															
Prêle des bois																															
#1 (18/5/05)			<p><b>Dans les zones drainées</b></p> <p><u>Espèces herbacées</u></p> <table border="0"> <tr> <td>Mitchella rampant</td> <td>Trientale boréale</td> </tr> <tr> <td>Oxalide de montagne</td> <td>Trille ondulé</td> </tr> <tr> <td>Ptéridium des aigles</td> <td>Violette</td> </tr> <tr> <td>Streptope amplexicaule</td> <td></td> </tr> </table> <p><b>Dans les zones plus humides</b></p> <p><u>Espèces herbacées</u></p> <table border="0"> <tr> <td>Osmonde cannelle</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Vérâtre vert</td> <td></td> </tr> </table>	Mitchella rampant	Trientale boréale	Oxalide de montagne	Trille ondulé	Ptéridium des aigles	Violette	Streptope amplexicaule		Osmonde cannelle		Vérâtre vert																	
Mitchella rampant	Trientale boréale																														
Oxalide de montagne	Trille ondulé																														
Ptéridium des aigles	Violette																														
Streptope amplexicaule																															
Osmonde cannelle																															
Vérâtre vert																															

Stations (dates de visite)	Peuplements d'après la carte écoforestière	Observations sur le terrain et commentaires	Espèces végétales observées
#2 (2/9/04)	Érablière à feuillus tolérants (< 80 ans)	<p>En bordure de la ligne de transport d'énergie, le boisé est relativement sec mais en se dirigeant vers le <i>sud-est</i> une zone plus humide est observée. Toujours vers l'autoroute 20, le sol redevient mieux drainé et le parterre du boisé devient de plus en plus dégarni.</p> <p>Dans l'ensemble du boisé des érables de grande taille, ainsi que des bouleaux blancs et des frênes peuvent être observés.</p> <p>De grands hêtres sont présents et abondants dans la partie la mieux drainée au <i>sud-est</i>. C'est là d'ailleurs qu'a été recensée l'épifage de Virginie.</p>	<p><b>Dans les zones drainées</b></p> <p><u>Espèces arborescentes</u></p> <p>Érable à sucre                      Frêne rouge</p> <p>Érable rouge                        Hêtre à grandes feuilles</p> <p>Bouleau blanc                       Sapin baumier</p> <p>Bouleau jaune</p> <p><u>Espèces arbustives</u></p> <p>Érable à épis                        Sureau rouge</p> <p>Gadellier amer                       Viorne cassinoïde</p> <p>If du Canada                        Viorne à feuilles d'aulne</p> <p>    Trille dressé</p> <p>    Épifage de Virginie</p> <p><u>Espèces herbacées</u></p> <p>Arisème rouge foncé</p> <p>Dryoptéride sp.</p> <p>Osmonde de Clayton</p>
			<p><b>Dans les zones plus humides</b></p> <p><u>Espèces arborescentes</u></p> <p>Thuya de l'Est</p> <p><u>Espèces herbacées</u></p> <p>Onoclée sensible                      Arisème rouge foncé</p> <p>Carex                                      Symplocarpe fétide</p> <p>Pigamon</p>
#2 (18/5/05)		La partie basse de la station 2 comprend des zones très humides, comportant de nombreuses cuvettes et mares d'eau. Même les zones qualifiées de « bien drainées » comportent par endroits des petites zones humides.	<p><b>Dans les zones drainées</b></p> <p><u>Espèces herbacées</u></p> <p>Actée rouge                              Maïanthème du Canada</p> <p>Aralie à tige nue                        Onoclée sensible</p> <p>Clintonie boréale                       Pigamon pubescent</p> <p>Dentaire à deux feuilles               Smilacine à grappes</p> <p>Dryoptéride du hêtre                    Streptope amplexicaule</p> <p>Dryoptéride spinuleuse                Trientale boréale</p> <p>Érythrone d'Amérique                Vêrâtre vert</p> <p>Trille ondulé</p> <p><b>Dans les zones humides</b></p> <p><u>Espèces herbacées</u></p> <p>Actée rouge                              Populage des marais</p> <p>Gadellier amer                        Vêrâtre vert</p>

Stations (dates de visite)	Peuplements d'après la carte écoforestière	Observations sur le terrain et commentaires	Espèces végétales observées
#3 (2/9/04)	Érablière à feuillus tolérants (< 80 ans)	Ce peuplement est similaire à celui qui a été observé à la partie la plus au <i>sud-est</i> de la station #2. Les érables et les hêtres sont les espèces dominantes et le sous-bois est relativement dégagé. Ce secteur est bien drainé.	<u>Espèces arborescentes</u> Érable à sucre Bouleau blanc Bouleau jaune Érable rouge Épinette blanche Hêtre à grandes feuilles Sapin baumier Sureau rouge Viorne à feuilles d'aulne  <u>Espèces arbustives</u> Chèvrefeuille du Canada Érable de Pennsylvanie If du Canada
#3 (18/5/05)		Le tapis forestier est dominé par l'érythron et le maïanthème. On trouve aussi dans cette station une zone plus humide, comprenant plusieurs mares d'eau.	<u>Espèces herbacées</u> Clintonie boréale Érythron d'Amérique Maïanthème du Canada Onoclée sensible Pigamon pubescent Trille dressé Trille ondulé Smilacine à grappes Vérâtre vert
#4 (2/9/04)	Peuplements mélangés à érable rouge (50 ans)	Ce vaste ensemble comprend diverses zones distinctes par la qualité du drainage et les essences arborescentes présentes. Dans les zones plus sèches, les érables à sucre et rouge dominant, tandis que dans les zones basses et moins bien drainées, des frênes, des thuyas et des bouleaux jaunes sont présents. Un peu partout dans le boisé, se retrouvent des îlots de conifères comprenant des sapins, des épinettes rouges, des pruches et des thuyas. Dans l'une des zones bien drainées, un pin blanc de très grande taille a été observé.  Ce peuplement comporte une zone très humide, localisée approximativement en son centre. Le sol était détrempé au moment de la visite en plusieurs	<b>Dans les zones drainées</b> <u>Espèces arborescentes</u> Bouleau à feuilles de peuplier Bouleau à papier Bouleau jaune Érable à sucre Érable rouge Épinette blanche Frêne rouge Hêtre à grandes feuilles Mélèze laricin Pin blanc Pruche Sapin baumier Thuya de l'Est  <u>Espèces arbustives</u> Chèvrefeuille du Canada Érable à épis If du Canada Sureau rouge Viorne à feuilles d'aulne  <u>Espèces herbacées</u> Arisème rouge foncé Dryoptéride sp. Osmonde de Clayton Trille dressé Épifage de Virginie

Stations (dates de visite)	Peuplements d'après la carte écoforestière	Observations sur le terrain et commentaires	Espèces végétales observées
		endroits, et la flore qui colonise le parterre est typique des milieux humides.	<p><b>Dans les zones plus humides</b></p> <p><u>Espèces arbustives</u> Chèvrefeuille du Canada      Sureau rouge Viorne à feuilles d'aulne</p> <p><u>Espèces herbacées</u> Onoclée sensible      Arisème rouge foncé Carex      Symplocarpe fétide Pigamon</p>
#4 (18/5/05)		Au moment de la visite, cette zone était principalement constituée de milieux humides, de type marécages. On trouve beaucoup d'eau en surface, que ce soit en mares de bonnes dimensions ou dans des petites cuvettes entre les buttes formées par les arbres. Ces buttes peuvent supporter des espèces herbacées qui ne sont pas nécessairement liées aux milieux humides.	<p><b>Dans les zones drainées</b></p> <p><u>Espèces herbacées</u> Aralie à tige nue      Maïanthème du Canada Clintonie boréale      Pigamon pubescent Dalibarde rampante Érythron d'Amérique</p> <p><b>Dans les zones humides</b></p> <p><u>Espèces herbacées</u> Anémone du Canada      Maïanthème du Canada Clintonie boréale      Populage des marais Cornouiller du Canada      Trientale boréale Érythron du Canada      Trille dressé Impatiente du Cap      Vêrâtre vert Iris versicolore</p>
#5 (2/9/04)	Tourbière	La tourbière se caractérise par une épaisse couche de sphaignes et par le cortège des espèces typiques de ces milieux. Cette tourbière apparaît cependant mieux drainée que la partie <i>nord</i> de la Plée Bleue (visitée la même journée mais qui ne fait pas partie des stations d'observation). Cette tourbière a fait l'objet d'importants travaux de drainage par le passé. Elle n'est pas indiquée dans les différentes banques d'informations sur les milieux humides données du MRNFPQ, atlas des tourbières du Québec méridional (BLUTEAU, 1989), atlas de conservation des terres humides de la vallée du Saint-Laurent (SCF, 2003) et la municipalité de Lévis a confirmé que cette tourbière n'est pas une zone protégée.	<p><u>Espèces arborescentes</u> Bouleau à feuilles de peuplier Épinette noire Mélèze laricin</p> <p><u>Espèces arbustives</u> Airelle à feuilles étroites Némopanthe mucroné Cassandra calyculé Lédon du Groenland Kalmia à feuilles d'Andromède Kalmia à feuilles étroites</p> <p><u>Espèces herbacées</u> Airelle canneberge Linaigrette Sarracénie pourpre Smilacine à trois feuilles</p>

Stations (dates de visite)	Peuplements d'après la carte écoforestière	Observations sur le terrain et commentaires	Espèces végétales observées
		Les espèces d'arbres dominantes sont le mélèze et le bouleau à feuille de peuplier. L'épinette noire est présente aussi, mais de façon très clairsemée.	
#5 (18/5/05)		On remarque un pourcentage très élevé de recouvrement de la tourbière par les espèces arbustives, notamment le cassandre calyculé. Ces arbustes laissent peu de place à la présence d'espèces herbacées.	Aucune espèce additionnelle n'a été recensée.
#6 (7/10/04)	Terrain à vocation non forestière	Dans le secteur de la pointe de la Martinière, les boisés qui peuplent les coteaux sont principalement composés de feuillus et de quelques essences résineuses très dispersées.  Ce secteur se caractérise par la présence de plusieurs résidences. La pente y étant beaucoup moins abrupte que dans le reste de la zone considérée, les propriétés qui parsèment le secteur ont amené plusieurs perturbations dans les boisés.	<u>Espèces arborescentes</u> Érable à sucre Frêne rouge Bouleau blanc Pin blanc Épinette blanche Thuya de l'Est
#7 (7/10/04)	Peuplement de feuillus tolérants (70 ans)	Ce secteur est localisé assez loin de la rive, mais dans la zone de rupture de pente, de sorte que la végétation qui s'y trouve est représentative de celle de la rive. Les essences forestières comprennent ici aussi majoritairement des feuillus, représentés par un grand nombre d'espèces dont quelques résineux.	<u>Espèces arborescentes</u> Érable à sucre Hêtre à grandes feuilles Cerisier tardif Frêne rouge Chêne rouge Bouleau blanc <u>Espèces arbustives</u> Sureau rouge Érable de Pennsylvanie  Peuplier faux-tremble Pin blanc Thuya de l'Est Épinette blanche  Ronce odorante
#8 (7/10/04)	Peuplement de feuillus tolérants (70 ans)	Dans le secteur de la grève Guay, la pente est très accentuée. Il y a une nette dominance des feuillus. Les arbres sont de taille beaucoup plus petite que dans tous les autres sites visités, sans doute à cause de perturbations récentes. Étant donné les ouvertures plus grandes dans le boisé, plusieurs espèces d'arbustes et	<u>Espèces arborescentes</u> Érable à sucre Frêne rouge <u>Espèces arbustives</u> Ronce odorante Aubépine Érable de Pennsylvanie <u>Espèces herbacées</u> Onoclée sensible  Bouleau blanc Bouleau jaune  Érable à épis Sureau rouge If du Canada

Stations (dates de visite)	Peuplements d'après la carte écoforestière	Observations sur le terrain et commentaires	Espèces végétales observées
		d'herbacées ont été recensés.	Fougère du hêtre Verge d'or Quelques espèces d'asters
#9 (7/10/04)	Érablière à feuillus tolérants (jeune inéquienne <80 ans)	Du côté <i>ouest</i> de la rue de Vitré, où se trouve un escalier qui descend jusqu'au fleuve, le boisé montre des caractéristiques semblables à ceux des boisés visités précédemment aux stations #6 et #7, quoique les érables à sucre y constituent une plus grande partie du peuplement. Ils sont accompagnés d'autres feuillus tolérants, notamment de frênes rouges et de tilleuls. Le peuplement est de structure inéquienne, comprenant de nombreux arbres de fort diamètre. Quelques bouleaux blancs et thuyas s'y retrouvent également, ces deux arbres devenant presque complètement dominants en bordure immédiate de la rive.	<u>Espèces arborescentes</u> Érable à sucre                      Bouleau blanc Frêne rouge                        Thuya de l'Est Tilleuls <u>Espèces arbustives</u> Sureau rouge Érable de Pennsylvanie Viorne à feuille d'aulne
	Peuplement mixte à feuillus tolérants (90 ans)	Du côté <i>est</i> de la rue de Vitré, le boisé présente des caractéristiques complètement différentes des autres stations d'observation de la bande riveraine. Le sol y est très humide, principalement à cause de l'écoulement de l'eau de ruissellement qui, en plus d'emprunter le cours d'un ruisseau en cascade, s'écoule de manière diffuse sur une largeur importante à travers la forêt. Le peuplement forestier est composé de pruches accompagnées de thuyas de l'Est. Plusieurs de ces arbres atteignent aussi de grandes tailles. La forte pente de la zone a probablement épargné ces arbres des coupes forestières au cours des années. On trouve aussi, par endroits, des érables à sucre et des ormes d'Amérique. Le parterre forestier est relativement dénudé, comprenant quelques fougères ainsi que, dans les secteurs détrempés, l'impaticente du Cap.	<u>Espèces arborescentes</u> Pruche                                      Érable à sucre Thuya de l'Est                            Orme d'Amérique <u>Espèces herbacées</u> Osmonde cannelle Fougère du hêtre Impaticente du Cap

Stations (dates de visite)	Peuplements d'après la carte écoforestière	Observations sur le terrain et commentaires	Espèces végétales observées
#10 (7/10/04)	Peuplement mélangé à érable rouge (50 ans)	À partir du chemin adjacent, on observe un peuplement qui s'apparente vraisemblablement à celui qui a été visité dans la station # 4.	<u>Aucun recensement des espèces présentes.</u>
#11 (7/10/04)	Feuillus non commerciaux	À partir d'un chemin adjacent, on observe à cette station un peuplement de feuillus non commerciaux. Ce groupement forestier ne constitue pas un peuplement d'intérêt.	<u>Aucun recensement des espèces présentes.</u>
#12 (18/5/05)	Érablière à feuillus tolérants (80 ans)	Secteur non couvert en 2004, Ce secteur en pente est dominé par les érables à sucre. Le sol y est par endroits très humide, dû à l'écoulement de l'eau de ruissellement qui s'écoule de manière diffuse à travers la forêt. Le tapis forestier, parfois très dense, est composé des herbacées associées aux érablières, dominé par l'érythrone et le maïanthème.	<u>Espèces arborescentes</u> Bouleau à papier                      Pruche Érable à sucre                         Sapin baumier Hêtre à grandes feuilles            Thuya de l'Est <u>Espèces arbustives</u> Sureau rouge                            Polypode de Virginie Onoclée sensible Osmonde cannelle                    Trientale boréale Trille dressé <u>Espèces herbacées</u> Aralie à tige nue Arisème rouge-foncé Dryoptéride disjointe Dryoptéride du hêtre Érythrone d'Amérique Impatiente du Cap Maïanthème du Canada Ménésole de Virginie

Pour la zone d'étude, 6 espèces répondent aux critères mentionnés ci-dessus. Ces espèces, leurs exigences d'habitat et leur statut est présenté au tableau 2.14.

Au cours de l'inventaire du printemps 2005, une attention particulière a été portée à ces six espèces, pour détecter leur présence dans les habitats qui pourraient leur être propices. Ces habitats sont d'une part les érablières pour le noyer cendré, l'ail des bois, le ginseng à cinq folioles et la goodyerie pubescente, et d'autre part, la tourbière pour l'aréthuse bulbeuse et la platanthère à gorge frangée. Toutefois, malgré une recherche attentive dans les habitats respectifs de chacune des six espèces, aucun spécimen n'a été vu.



**Tableau 2.14**      **Espèces à statut précaire ayant un potentiel de présence dans la zone à l'étude**

Espèce	Habitat	Statut provincial (1, 2)	Statut LEP <sup>(3)</sup>	Statut COSEPAC <sup>(4)</sup>
Ail des bois <i>Allium tricoccum</i>	Espèce herbacée, présente dans les érablières à érable à sucre. Floraison printanière. Dans les mi-versants, bas de pente et bordures des cours d'eau, fréquemment associée au frêne d'Amérique, à l'érythron d'Amérique et au trille dressé.	Vulnérable	Aucun	Aucun
Aréthuse bulbeuse <i>Arethusa bulbosa</i>	Espèce herbacée de tourbières, à floraison printanière.	SDMV	Aucun	Aucun
Ginseng à cinq folioles <i>Panax quinquefolius</i>	Espèce herbacée à floraison estivale. On la trouve dans les forêts de feuillus matures.	Menacée	En voie de disparition (annexe 1)	En voie de disparition
Goodyerie pubescente <i>Goodyera pubescens</i>	Espèce herbacée des terrains acides dont les tourbières, à floraison estivale.	SDMV	Aucun	Aucun
Platanthère à gorge frangée variété à gorge frangée <i>Plantanthera blephariglottis</i> var. <i>blephariglottis</i>	Espèce herbacée de tourbières, floraison estivale.	SDMV	Aucun	Aucun
Noyer cendré <i>Juglans cinerea</i>	Espèce arborescente, associée aux feuillus tolérants.	Aucun	Aucun	En voie de disparition

(1) Ministère du Développement durable, de l'environnement et des Parcs du Québec (2005a).

(2) CDPNQ (2005).

(3) Gouvernement du Canada (2005a).

(4) COSEPAC (2004).

Dans les érablières, mis à part une micro-population d'ail des bois estimée à quelque 180-200 plants qui s'est établie à partir d'une transplantation, (voir section 6.2.1.4) l'ail des bois n'a pas été recensé, même si des micro-habitats apparemment favorables à l'espèce sont présents, ce qui nous amène à conclure que l'espèce est probablement absente de ces boisés. L'ail des bois est en effet facilement reconnaissable à cette période de l'année, de sorte que toute présence aurait vraisemblablement été remarquée. Les autres espèces liées aux érablières n'ont pas non plus été recensées, bien qu'une bonne partie des habitats favorables ait été sillonnée. La goodyerie pubescente aurait été recensée dans une érable localisée dans la région environnante à la zone d'étude. Sa présence n'a cependant pas été constatée dans la zone d'étude lors du présent inventaire.

En ce qui concerne les deux orchidacées liées aux tourbières, soit l'aréthuse bulbeuse et la platanthère à gorge frangée, les caractéristiques de la tourbière (secteur #5) ne sont pas propices à leur présence. Ce milieu humide a en effet été passablement drainé et perturbé au cours des années et le couvert arbustif dense laisse peu de place à la croissance des herbacées. Aucun spécimen de ces espèces n'a été observé, malgré une recherche attentive.

## Ail des bois

L'ail des bois est une liliacée printanière, dont le feuillage émerge immédiatement après la fonte des neiges, pour faner rapidement après l'apparition du feuillage des arbres. Sa floraison a lieu en juillet et les graines sont encore visibles après que les feuilles soient complètement décomposées. L'espèce se reproduit cependant principalement par la multiplication des bulbes. L'ail des bois se retrouve dans les érablières à érable à sucre, dans les mi-versants, les bas de pente et en bordure des cours d'eau. Elle est fréquemment associée au frêne d'Amérique, à l'érythron d'Amérique ou au trille rouge. Bien que l'aire de répartition géographique de cette espèce chevauche la zone d'étude, aucun spécimen n'a été recensé, mis à part la micro-population mentionnée précédemment, sur les terrains à l'étude.

Cette espèce a été affectée au cours des années d'une part par la cueillette des bulbes et d'autre part par le développement agricole qui a mené à la disparition de nombreuses érablières. Pour cette raison, l'espèce a reçu le statut de « vulnérable » au Québec (Liste des espèces menacées ou vulnérables, MDDEP, 2005). Le COSEPAC n'accorde par contre aucun statut à cette espèce (COSEPAC, 2004).

## Aréthuse bulbeuse

L'aréthuse bulbeuse est une orchidée associée aux tourbières minérotrophes et aux plus riches parties des tourbières ombrotrophes. Dans la zone d'étude, cette espèce a été répertoriée en bordure de la Grande Plée Bleue. Elle figure parmi la liste des espèces susceptibles d'être désignées menacées ou vulnérables au Québec (CDPNQ, 2005). Étant sensible à l'assèchement du sol, la population de l'aréthuse bulbeuse a subi un déclin suite à des changements de drainage occasionnés par les aménagements forestiers et l'exploitation industrielle des tourbières. Au Québec, on connaît une soixantaine d'occurrences dont 27 sont historiques et 2 sont disparues (MENV, 2004i).

## Ginseng à cinq folioles

Le ginseng à cinq folioles est une herbacée vivace à rhizome, de la famille des araliacées. Il pousse dans les érablières à sucre du *sud* du Québec, préférablement dans les peuplements matures et comprenant d'autres feuillus comme le caryer, le tilleul et le frêne. On le retrouve dans les zones de drainage moyen. Quoique la distribution théorique de cette espèce chevauche la zone d'étude, son potentiel de présence demeure faible étant donné que les érablières matures sont peu représentées. Le CDPNQ ne recense par ailleurs pas d'occurrence de l'espèce dans la région environnante.

Le ginseng à cinq folioles a été largement affecté par la cueillette et sa situation au Québec est extrêmement précaire, de sorte que l'espèce a reçu le statut d'espèce menacée. Au fédéral, cette espèce est considérée en voie de disparition (COSEPAC, 2004). Sur les terres fédérales, l'espèce est protégée en vertu de la *Loi sur les espèces en péril* (Gouvernement du Canada, 2005a).

### **Goodyerie pubescente**

La goodyerie pubescente est une orchidée susceptible d'être désignée menacée ou vulnérable au Québec (CDPNQ, 2005). Cette orchidée se retrouve dans les forêts feuillues ou mixtes matures sur des sols généralement secs et acides. Dans la zone d'étude, la goodyerie pubescente a été répertoriée dans une érablière à feuillus tolérants située dans la portion est de la zone d'étude. Au Québec, une trentaine d'occurrences de cette espèce sont connues dont plus de la moitié sont historiques. La goodyerie pubescente est sensible aux modifications de son habitat et à la cueillette abusive (MENV, 2004j).

### **Platanthère à gorge frangée, variété à gorge frangée**

La platanthère à gorge frangée, variété à gorge frangée est une orchidée qui se retrouve dans les zones ouvertes ou semi-ouvertes des tourbières. Dans la zone d'étude, cette espèce a été répertoriée en bordure de la Grande Plée Bleue. Un total de 76 occurrences sont rapportées par le CDPNQ pour la province du Québec. La région de Chaudière-Appalaches est celle qui comporte le plus grand nombre d'occurrences avec un total de 27. Similairement à l'aréthuse bulbeuse, cette orchidée est sensible à l'assèchement de son milieu. L'exploitation des tourbières et la récolte abusive par les amateurs sont responsables de son déclin (MENV, 2004k).

### **Noyer cendré**

Le noyer cendré est une espèce qui a été désignée « en voie de disparition » en novembre 2003 par le Comité sur la situation des espèces en péril au Canada (COSEPAC). Le noyer cendré n'a actuellement aucun statut sous la LEP mais il fait partie des espèces sous étude pour inscription à l'annexe 1. C'est un arbre répandu se trouvant en arbres individuels ou en petits groupes dans des forêts à feuilles caduques et mixtes dans le sud du Québec. Il est souvent une composante mineure de peuplements de feuillus. Sa présence a été signalée dans 378 forêts, où il constituerait au moins le quart du couvert forestier dans 39 de ces peuplements. Le noyer cendré pousse bien dans les sols riches, humides et bien drainés, qui sont souvent présents en bordure de cours d'eau. Il est également présent dans des graviers bien drainés, particulièrement d'origine calcaire. Même si plus rare, il

peut pousser dans les terrains rocheux secs et stériles. Le chancre du noyer cendré, qui est une cause importante de la mortalité de cette espèce aux États-Unis, a été détecté au Québec. Des taux élevés d'infection et de mortalité ont été observés dans certaines parties de l'Ontario et sont prévus pour le reste de la population canadienne. La dispersion limitée des graines a également conduit à une baisse de la diversité au sein des populations.

## 2.3.2 Faune

### 2.3.2.1 Faune benthique

Cette section présente une synthèse des informations relatives à l'étude du benthos dans la zone d'étude. L'annexe C-1 présente le détail de l'étude.

Selon le plan d'échantillonnage, dix stations devaient être échantillonnées. Des difficultés rencontrées lors de l'échantillonnage (sédiments très compacts et peu profonds lorsque présents, superficie rocheuse très étendue sur toute l'aire d'échantillonnage du secteur à l'étude) ont fait en sorte que le nombre de stations de benthos visitées est moindre que le nombre prévu initialement. Au total, cinq stations ont été échantillonnées : B3, B5, B8, B9 et B10. La liste des échantillons de benthos est présentée au tableau 2.15 et leur localisation à la figure 2.4.

Pour l'ensemble des stations d'échantillonnage, la communauté benthique se compose principalement d'insectes (56 %) et d'oligochètes (39 %). Les mollusques et les crustacés forment ensemble un peu plus de 5 % des organismes.

**Tableau 2.15 Liste des échantillons de benthos récoltés, septembre 2004**

Date (j/m/a)	No. station	Profondeur à marée basse (m)	Engin utilisé	Aire échantillonnée (m <sup>2</sup> )	Description (sédiment)	Épaisseur sédiments (cm)
14/09/2004	B 3	0,5	Pelle	0,081	Sable	6
14/09/2004	B 5	0,5	Pelle	0,081	Gravier	6
20/09/2004	B 8	0,5	Pelle	0,081	Silt-Argile	6
15/09/2004	B 9	2,0	Ponar	0,053	Sable	≈ 2
15/09/2004	B 10	3,5	Ponar	0,053	Silt-Argile	≈ 2

Parmi les 48 taxons répertoriés, la famille la mieux représentée est celle des insectes diptères chironomidés. Ce taxon constitue un maillon important de la chaîne alimentaire, car il fait partie de la diète de nombreux autres insectes et de la majorité des espèces de

poissons à un stade ou un autre de leur cycle vital (Hilsenhoff, 1991). La dominance des chironomides a été observée dans de nombreux cours d'eau du Québec tel que les rivières L'Assomption (Saint-Onge et Richard, 1994) et la Saint-François (Moisan, 1993). Le taxon le mieux représenté parmi les chironomides dans la zone d'étude est *Chironomus*.

Les oligochètes présents dans toute la zone sont surtout des tubificidés. Les oligochètes tubificidés abondent souvent dans les milieux perturbés (Hellowell, 1986; Brinkhurst et Gelder, 1991). Le taxon le mieux représenté parmi les oligochètes tubificidés dans la zone d'étude est *Potamothrix moldaviensis*. Les mollusques sont principalement des gastéropodes dominés par *Ferrissia rivularis* et les crustacés, des amphipodes *Gammarus fasciatus*.

Du côté des variables descriptives, la densité moyenne se chiffre à 8 982 organismes/m<sup>2</sup>, ce qui est relativement riche si on compare ces données à celles de 1977 (Vincent, 1979) où on en comptait moins de 4 000 organismes/m<sup>2</sup>. Le nombre moyen de taxons est de 24 et l'indice de diversité moyen est de 3,23. Ce qui représente une communauté relativement équilibrée.

Les stations B3, B5 et B8 sont des stations près de la côte dans des secteurs peu profonds. Elles montrent une faune différente de celle retrouvée dans les stations au large (B9 et B10). Les densités sont nettement plus fortes au large avec en moyenne plus de 10 000 organismes/m<sup>2</sup>. On y rencontre plus de bivalves et surtout plus de chironomides *Chironomus* qui dominent la faune à la station B10 (54 % de l'effectif). Les oligochètes sont également plus nombreux avec des densités sept fois plus élevées au large qu'en zone côtière avec le tubificidé *Potamothrix moldaviensis* qui est bien représenté.

Le nombre de taxons ne varie pas beaucoup d'une station à l'autre et se situe entre 22 et 24. Seule la station B5 se démarque avec 30 taxons. Cette donnée influence l'indice de diversité qui est plus élevé à cette station. L'indice le plus faible se retrouve à la station B10 probablement à cause de la forte dominance de *Chironomus*.

### **2.3.2.2 Faune ichthyenne**

#### **Communautés ichthyennes en milieu fluvial**

Dans le tronçon du fleuve Saint-Laurent compris entre Québec et Lévis, 80 espèces de poissons ont été répertoriées à proximité de la zone d'étude et sont ainsi susceptibles de l'utiliser à un moment ou l'autre de leur cycle vital (tableau 2.16), (Mousseau, et Armellin,

1995; Caron et al., 2001; Fournier, 2002; CRPIO communication personnelle, 2004, MRNF, communication personnelle, juillet 2004).

**Tableau 2.16 Liste des espèces de poisson susceptibles d'utiliser la portion fluviale de la zone d'étude selon les diverses fonctions biologiques**

Famille	Nom français <sup>1</sup>	Nom anglais	Nom scientifique	Fonction biologique <sup>6</sup>			
				F	Ale	Ali	M
<i>Petromyzontidae</i>	Lamproie du Nord <sup>7</sup>	Northern brook lamprey	<i>Ichthyomyzon fossor</i>				X
	Lamproie argentée	Silvery lamprey	<i>Ichthyomyzon unicuspis</i>			X	
	Lamproie de l'Est	American brook lamprey	<i>Lampetra appendix</i>			X	
	Lamproie marine	Sea lamprey	<i>Petromyzon marinus</i>			X	X
<i>Acipenseridae</i>	Esturgeon jaune	Lake sturgeon	<i>Acipenser fulvescens</i>			X	
	Esturgeon noir	Atlantic sturgeon	<i>Acipenser oxyrinchus</i>			X	X
<i>Lepisosteidae</i>	Lépisosté osseux	Longnose gar	<i>Lepisosteus osseus</i>			X	
<i>Amiidae</i>	Poisson-castor	Bowfin	<i>Amia calva</i>			X	
<i>Hiodontidae</i>	Laquaiche argentée	Mooneye	<i>Hiodon tergisus</i>			X	
<i>Anguillidae</i>	Anguille d'Amérique	American Eel	<i>Anguilla rostrata</i>		X		X
<i>Clupeidae</i>	Gaspereau	Alewife	<i>Alosa pseudoharengus</i>		X	X	
	Alose savoureuse	American shad	<i>Alosa sapidissima</i>		X		X
	Alose à gésier	Gizzard shad	<i>Dorosoma cepedianum</i>			X	
<i>Cyprinidae</i>	Carassin*	Goldfish	<i>Carassius auratus</i>			X	
	Carpe*	Carp	<i>Cyprinus carpio</i>			X	
	Méné d'argent	Silvery minnow	<i>Hybognathus nuchalis</i>			X	
	Méné jaune	Golden shiner	<i>Notemigonus crysoleucas</i>			X	
	Méné émeraude	Emerald shiner	<i>Notropis atherinoides</i>		X <sup>8</sup>	X	
	Méné à nageoires rouges	Common shiner	<i>Notropis cornutus</i>			X	
	Queue à tache noire	Spottail shiner	<i>Notropis hudsonius</i>		X <sup>8</sup>	X	
	Tête rose <sup>5</sup>	Rosyface shiner	<i>Notropis rubellus</i>			X	
	Méné paille	Sand shiner	<i>Notropis stramineus</i>			X	
	Naseux des rapides	Longnose dace	<i>Rhinichthys cataractae</i>			X	
	Mulet à cornes	Creek chub	<i>Semotilus atromaculatus</i>			X	
	Ouitouche	Fallfish	<i>Semotilus corporalis</i>			X	
	Mulet perlé	Pearl dace	<i>Semotilus margarita</i>			X	
	<i>Atherinopsidae</i>	Crayon d'argent	Brook silver side	<i>Labidesthes sicculus</i>	X	X	X
<i>Catostomidae</i>	Couette	Quillback	<i>Carpiodes cyprinus</i>			X	
	Meunier rouge	Longnose sucker	<i>Catostomus catostomus</i>		X	X	
	Meunier noir	White sucker	<i>Catostomus commersoni</i>		X	X	
	Chevalier blanc	Silver redhorse	<i>Moxostoma anisurum</i>			X	

Famille	Nom français <sup>1</sup>	Nom anglais	Nom scientifique	Fonction biologique <sup>6</sup>			
				F	Ale	Ali	M
	Chevalier rouge	Shorthead redhorse	<i>Moxostoma macrolepidotum</i>			X	
	Chevalier de rivière <sup>5</sup>	River redhorse	<i>Moxostoma carinatum</i>			X	
<i>Ictaluridae</i>	Barbotte brune	Brown bullhead	<i>Ictalurus nebulosus</i>			X	
	Barbotte des rapides <sup>2,5</sup>	Stonecat	<i>Noturus flavus</i>			X	
	Barbotte jaune <sup>5</sup>	Yellow bullhead	<i>Ictalurus natalis</i>			X	
	Barbue de rivière	Channel catfish	<i>Ictalurus punctatus</i>			X	
	Chat-fou brun	Tadpole madtom	<i>Noturus gyrinus</i>			X	
<i>Esocidae</i>	Grand brochet	Northern pike	<i>Esox lucius</i>		X <sup>9</sup>	X	
	Maskinongé	Muskellunge	<i>Esox masquinongy</i>			X	
	Brochet maillé	Chain pickerel	<i>Esox niger</i>			X	
	Brochet vermiculé <sup>5</sup>	Grass pickerel	<i>Esox americanus vermiculatus</i>			X	
<i>Osmeridae</i>	Éperlan arc-en-ciel	Rainbow smelt	<i>Osmerus mordax</i>		X	X	
<i>Salmonidae</i>	Cisco de lac	Cisco	<i>Coregonus artedii</i>			X	
	Grand corégone	Lake whitefish	<i>Coregonus clupeaformis</i>		X <sup>8</sup>	X	
	Saumon Chinook*	Chinook salmon	<i>Oncorhynchus tshawytscha</i>			X	
	Truite arc-en-ciel*	Rainbow trout	<i>Salmo gairdneri</i>			X	
	Saumon atlantique	Atlantic salmon	<i>Salmo salar</i>				X
	Truite brune*	Brown trout	<i>Salmo trutta</i>			X	
	Touladi	Lake trout	<i>Salvelinus namaycush</i>			X	
	Ombre de fontaine	Brook trout	<i>Salvelinus fontinalis</i>			X	
<i>Percopsidae</i>	Omisco	Trout-perch	<i>Percopsis omiscomaycus</i>			X	
<i>Cyprinodontidae</i>	Fondule barré	Banded killifish	<i>Fundulus diaphanous</i>	X	X <sup>8</sup>	X	
<i>Gadidae</i>	Lotte	Burbot	<i>Lota lota</i>			X	
	Poulamon atlantique	Atlantic tomcod	<i>Microgadus tomcod</i>		X <sup>8</sup>	X	X
<i>Gasterosteidae</i>	Épinoche à quatre épines	Fourspine stickleback	<i>Apeltes quadracus</i>			X	
	Épinoche à trois épines	Threespine stickleback	<i>Gasterosteus aculeatus</i>	X	X	X	
	Épinoche tachetée	Blackspotted stickleback	<i>Gasterosteus wheatlandi</i>	X	X	X	
	Épinoche à neuf épines	Ninespine stickleback	<i>Pungitius pungitius</i>			X	
<i>Cottidae</i>	Chabot tacheté	Mottled sculpin	<i>Cottus bairdi</i>			X	
	Chabot visqueux <sup>9</sup>	Slimy sculpin	<i>Cottus cognatus</i>			X	
	Chabot à tête plate	Sponhead sculpin	<i>Cottus ricei</i>			X	
<i>Percichthyidae</i>	Baret	White perch	<i>Morone Americana</i>		X	X	
	Bar blanc	White bass	<i>Morone chrysops</i>			X	
	Bar rayé	Striped bass	<i>Morone saxatilis</i>			X	X
<i>Centrarchidae</i>	Crapet de roche	Rock bass	<i>Ambloplites rupestris</i>			X	
	Crapet-soleil	Pumpkinseed	<i>Lepomis gibbosus</i>			X	
	Crapet arlequin	Bluegill	<i>Lepomis macrochirus</i>			X	

Famille	Nom français <sup>1</sup>	Nom anglais	Nom scientifique	Fonction biologique <sup>6</sup>			
				F	Ale	Ali	M
	Achigan à petite bouche	Smallmouth bass	<i>Micropterus dolomieu</i>		X <sup>9</sup>	X	
	Achigan à grande bouche	Largemouth bass	<i>Micropterus salmoides</i>			X	
	Marigane noire	Black crappie	<i>Pomoxis nigromaculatus</i>			X	
<i>Percidae</i>	Raseux-de-terre noir	Johnny darter	<i>Etheostoma nigrum</i>			X	
	Raseux-de-terre gris <sup>3</sup>	Tessellated darter	<i>Etheostoma olmstedii</i>			X	
	Perchaude	Yellow perch	<i>Perca flavescens</i>		X	X	
	Doré noir	Sauger	<i>Sander canadensis</i>			X	
	Doré jaune	Walleye	<i>Sander vitreum</i>			X	
	Fouille-roche	Logperch	<i>Percina caprodes</i>			X	
<i>Sciaenidae</i>	Malachigan	Freshwater drum	<i>Aplodinotus grunniens</i>			X	
<i>Pleuronectidae</i>	Plie lisse	Smooth flounder	<i>Liopsetta putnami</i>			X	
<i>Gobiidés</i>	Gobie à taches noires <sup>*4</sup>	Round goby	<i>Neogobius melanostomus</i>			X	

\* Espèce introduite.

<sup>1</sup> À moins d'indication contraire, les espèces recensées et les fonctions biologiques sont tirées de Mousseau et Armellin (1995).

<sup>2</sup> Tirée de Fournier (2002).

<sup>3</sup> Tirée de Caron *et al* (2001).

<sup>4</sup> Capturé lors des pêches à la seine réalisées en juin 2004 dans la zone d'étude.

<sup>5</sup> Espèce capturée à la pêche fixe de ville Saint-Laurent (B. Caron, CRPIO, août 2004, comm. pers).

<sup>6</sup> F : fraie, Ale : alevinage, Ali : alimentation, M : migration.

<sup>7</sup> Présence occasionnelle car elle fréquente généralement les cours d'eau à faible débit.

<sup>8</sup> Selon le résultat des pêches réalisées dans la zone d'étude en juin et en août 2004.

<sup>9</sup> Selon le système d'information sur la faune aquatique (SIFA) du MRNFQ.

Les eaux saumâtres de la zone d'étude abritent une diversité ichthyenne élevée car on y retrouve des poissons anadromes (ex. : éperlan arc-en-ciel, esturgeon noir, alose savoureuse et poulamon atlantique), catadromes (ex. : anguille d'Amérique), estuariens (ex. : plie lisse et épinoche tachetée) ou des poissons davantage associés aux milieux dulcicoles (ex. : grand brochet, perchaude et doré jaune). Dans le secteur du fleuve Saint-Laurent compris entre Québec et Lévis, les espèces dominantes, en nombre, sont le meunier rouge, le poulamon Atlantique, le barbut de rivière, le baret, le fondule barré, le doré jaune, la perchaude, la marigane noire et les épinoches spp. (Mousseau et Armellin, 1995).

Selon les données de capture de la pêche fixe de l'Aquarium de Québec, plusieurs espèces ont subi une nette diminution de leur abondance entre 1971 et 1986, soit la perchaude, le meunier rouge, le meunier noir, le poulamon atlantique, l'alose savoureuse et l'alose à gésier, l'éperlan arc-en-ciel, le gaspareau, le crapet-soleil, l'épinoche à trois épines et le fouille-roche (Mousseau et Armellin, 1995).



Des pêches au chalut ont été réalisées par le ministère des Ressources Naturelles, de la Faune et des Parcs du Québec (MRNFQ) et le ministère des Pêches et des Océans Canada (MPO) entre l'île Madame et l'île aux Grues (extrémité *sud-est* de l'île d'Orléans), entre juillet et septembre 2000 (Caron et al., 2001) et en 2001 (Fournier, 2002). Ces pêches ont permis de capturer majoritairement des alevins de poulamon atlantique (84 % du volume des captures et une plus grande proportion en nombre) et d'éperlan arc-en-ciel (4 à 9 % du volume des captures selon l'année). Des pêches au filet expérimental, à la seine et au verveux, réalisées dans la zone intertidale des secteurs de Montmagny et de Saint-Joachim en 1989 (Massicotte et al., 1990), confirment la dominance numérique de ces deux espèces dans la communauté ichtyenne de l'estuaire moyen. Les autres poissons recueillis lors de ces études étaient principalement des dorés noirs, des meuniers rouges, des barbues de rivière, des aloses savoureuses et des esturgeons jaunes.

Des pêches au filet maillant et à la seine ont également été réalisées dans le chenal des Grands Voiliers (chenal Sud de l'île d'Orléans) de 1972 à 1975 et en 1991 et 1992 (Fournier et Deschamps, 1997). Les espèces les plus abondamment capturées au filet maillant étaient, par ordre d'importance, le meunier rouge, le doré noir, le doré jaune, le meunier noir, la perchaude et le baret. Le grand brochet, le poulamon atlantique, la perchaude et le baret ont vu leur abondance diminuer considérablement entre les pêches réalisées en 1974 et celles de 1992. À la seine, les meuniers, le baret, le fondule barré, la perchaude et l'éperlan arc-en-ciel étaient les espèces les plus abondantes dans les captures (Fournier et Deschamps, 1997).

Le suivi à long terme des captures à la pêche fixe située près de la marina de Saint-Laurent de l'île d'Orléans (tableau 2.17) renseigne sur l'abondance des espèces de poissons fréquentant la zone d'étude. Cette pêche est opérée à des fins scientifique et éducative par la Corporation pour la restauration de la pêche à l'île d'Orléans (CRPIO). Elle a été modifiée pour permettre la capture des larves de poissons (CRPIO, communication personnelle, 2004).

Les poissons les plus abondamment capturés annuellement sont des juvéniles de l'année d'alose savoureuse et d'éperlan arc-en-ciel et des adultes d'épinoche à trois épines, de doré noir, de doré jaune, de meunier rouge, de meunier noir, d'achigan à petite bouche et de barbue de rivière.

**Tableau 2.17** Nombre de poissons capturés par espèce à la pêche fixe de Saint-Laurent de l'île d'Orléans, de 1999 à 2004

Année	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Période de pêche	16 juin - 24 sept.	10 juillet - 9 oct.	26 juin - 30 août	25 juin - 5 oct.	1 <sup>er</sup> juillet - 25 sept.	5 juillet - 15 oct.
Effort de pêche (jours)	101	92	66	103	87	105
Achigan à petite bouche	117	128	78	116	152	94
Alose savoureuse	2 489	1 445	4 308	±12 000	5 515	? <sup>1</sup>
Anguille d'Amérique	96	181	23	60	71	156
Bar rayé	0	0	0	0	0	1
Barbotte brune	0	1	0	0	0	2
Barbotte des rapides	0	0	0	1	0	1
Barbotte jaune <sup>2</sup>	0	0	0	1	3	0
Barbue de rivière	99	52	81	117	162	207
Baret	8	11	30	213	135	50
Brochet vermiculé <sup>2</sup>	0	0	0	0	1	0
Carpe allemande	13	10	9	12	3	12
Chabot visqueux	1	0	0	0	2	0
Chevalier blanc	26	4	3	16	23	10
Chevalier de rivière	2	3	0	0	0	1
Chevalier rouge	0	3	0	0	0	0
Clupéidés	-	-	-	-	-	1 632 <sup>1</sup>
Crapet arlequin	0	0	0	1	0	0
Crapet de roche	15	13	9	16	7	19
Crapet-soleil	7	2	9	2	4	2
Doré jaune	151	139	105	83	179	132
Doré noir	60	63	21	111	194	152
Éperlan arc-en-ciel	Milliers	151	1 480	700	761	2 647
Épinoche à trois épines	290	IND <sup>3</sup>	2 832	Milliers	282	190
Esturgeon jaune	10	22	9	6	5	6
Esturgeon noir	0	0	0	0	0	1
Fondule barré	0	0	1	0	3	0
Fouille-roche zébré	12	54	45	27	21	251
Gaspereau	4	0	0	700	4	? <sup>1</sup>
Gobie à taches noires	0	0	0	14	100	103
Grand brochet	2	0	0	1	1	1
Grand corégone	56	31	47	66	13	44
Lamproie argentée	2	2	0	0	1	7
Lamproie marine	40	1	4	27	11	15
Laquaiche argentée	1	2	3	0	1	8
Lépisosté osseux	1	0	0	0	0	1
Lotte	19	4	0	0	3	2
Malachigan	0	1	0	0	0	0
Marigane noire	4	12	0	9	1	0
Maskinongé	3	2	0	4	0	2
Méné émeraude	0	0	12	0	1 150	58
Méné jaune	0	1	1	0	0	2
Méné paille	5	91	0	100	437	761

Année	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Période de pêche	16 juin - 24 sept.	10 juillet - 9 oct.	26 juin - 30 août	25 juin - 5 oct.	1 <sup>er</sup> juillet - 25 sept.	5 juillet - 15 oct.
Effort de pêche (jours)	101	92	66	103	87	105
Meunier noir	135	140	100	140	139	176
Meunier rouge	153	281	89	103	112	252
Ombre de fontaine	3	1	2	9	0	0
Omisco	0	20	2	1	1	1
Ouananiche <sup>2</sup>	0	1	0	0	0	0
Ouitouche	7	4	0	1	0	0
Perchaude	15	122	14	68	46	51
Poisson castor	0	0	1	0	0	0
Poulamon atlantique	2	5	2	2	0	20
Raseux-de-terre noir	0	1	13	29	7	1
Saumon atlantique	2	1	10	3	12	2
Tête rose	1	0	0	0	0	0
Truite arc-en-ciel	2	4	4	0	7	3

<sup>1</sup> L'identification des clupéidés (alose savoureuse et gaspareau) n'était pas terminée au moment d'écrire ces lignes. Ils ont tous été regroupés dans les clupéidés (> 90 % des individus capturés sont des aloses).

<sup>2</sup> Certaines réserves sont émises par la CRPIO quant à l'identification du brochet vermiculé, de la barbotte jaune et de la ouananiche (B. Caron, août 2004, comm. pers.).

<sup>3</sup> IND = Indéterminé.

Source : Corporation pour la restauration de la pêche à l'île d'Orléans (1999, 2000, 2001, 2002, 2003, 2004).

Le gobie à taches noires, découvert pour la première fois dans la rivière Sainte-Claire en 1990, s'est répandu dans le fleuve Saint-Laurent. Cette espèce très prolifique peut perturber grandement la structure des communautés ichtyennes du fleuve en supplantant les poissons indigènes, en mangeant leurs œufs et leurs jeunes, en s'appropriant les meilleurs habitats, en frayant plusieurs fois au cours de l'été et à cause de sa capacité à survivre dans des eaux de piètre qualité ([www.fapaq.gouv.qc.ca/fr/faune/nuisibles/gobi.htm](http://www.fapaq.gouv.qc.ca/fr/faune/nuisibles/gobi.htm)). Cette espèce a été capturée dans la zone d'étude lors des pêches à la seine.

### Espèces ichthyenne à statut particulier en milieu fluvial

Selon le centre de données sur le patrimoine naturel du Québec (CDPNQ) et le Comité sur la situation des espèces en péril au Canada (COSEPAC), l'alose savoureuse, le chevalier de rivière, l'éperlan arc-en-ciel, l'esturgeon jaune et l'esturgeon noir sont considérés comme des espèces préoccupantes ou à statut précaire (tableau 2.18). À cette liste, s'ajoute le bar rayé qui fait l'objet d'un plan de réintroduction dans le fleuve Saint-Laurent. L'habitat et la biologie de ces espèces sont détaillés dans les paragraphes qui suivent.

**Tableau 2.18 Liste des espèces de poisson à statut précaire susceptibles d'utiliser la position fluviale comprise dans la zone d'étude**

Espèce	Statut
Alose savoureuse	Désignée vulnérable, MDDEP; Espèce prioritaire, SLV 2000 <sup>1</sup> .
Bar rayé	Espèce disparue faisant l'objet d'un plan de réintroduction; Espèce prioritaire, SLV 2000.
Chevalier de rivière	Espèce préoccupante, COSEPAC.
Éperlan arc-en-ciel	Population du <i>sud</i> de l'estuaire désignée vulnérable, MDDEP.
Esturgeon jaune	Susceptible d'être désigné menacé ou vulnérable, MDDEP; Espèce prioritaire, SLV 2000.
Esturgeon noir	Susceptible d'être désigné menacé ou vulnérable, MDDEP; Espèce prioritaire, SLV 2000.
Lamproie du Nord	Espèce préoccupante, COSEPAC, elle est susceptible d'utiliser le fleuve Saint-Laurent en tant qu'habitat de transition car celle-ci fréquente généralement les cours d'eau à faible débit.

<sup>(1)</sup> La lamproie du Nord, une espèce préoccupante.  
Saint-Laurent, vision 2000, Comité d'harmonisation sur la biodiversité (Mousseau et Armellin, 1995).

### Alose savoureuse

Autrefois très abondante et faisant l'objet d'une pêche commerciale, l'alose savoureuse a connu un déclin inquiétant depuis cinquante ans (Robitaille, 1997). Aujourd'hui, elle ne figure plus que comme capture accidentelle dans les pêcheries mais elle continue d'entretenir une pêche sportive limitée dans la région de Montréal. Depuis septembre 2003, elle est classée vulnérable en vertu du Règlement sur les espèces menacées ou vulnérables du Québec et fait l'objet d'un plan de rétablissement (Équipe de rétablissement de l'Alose savoureuse, 2001).

L'une des principales causes du déclin est la présence de nombreux barrages qui entravent sa progression vers les sites de reproduction (Robitaille, 1997). À partir du début mai, les aloses remontent la rive sud du couloir du Saint-Laurent (Robitaille, 1997) pour atteindre les frayères, les meilleures étant situées près de Cornwall et d'Ottawa dans la rivière des Outaouais. Dans le réseau du Saint-Laurent, on ne lui connaît qu'une seule frayère, celle située à moins de 2 km en aval de la centrale de Carillon, à la tête du lac des Deux-Montagnes (Équipe de rétablissement de l'Alose savoureuse, 2001). L'existence d'autres frayères est soupçonnée mais aucune ne se trouverait à proximité de la zone d'étude. Des frayères potentielles de cette espèce ont cependant été répertoriées au *sud* de l'île d'Orléans, notamment entre l'embouchure du ruisseau Lallemand et l'Anse aux Sauvages à Lévis, un peu en amont de la zone d'étude (Provost et al., 1984; Therrien et al., 1991;

Mousseau et Armellin, 1995). Ces sites se caractérisent par la présence de sable, de gravier ou de galets, par une profondeur d'eau inférieure à 3 m et par une vitesse de courant comprise entre 0,2 et 1,0 m/s (Stier et Crance, 1985; Therrien et al., 1991; Robitaille, 1997).

Après avoir frayé, une partie des aloses redescendent vers la mer en empruntant surtout les eaux côtières en rive sud. La présence des aloses adultes en eau douce se limite donc à la période de reproduction, alors que les juvéniles n'y séjournent que pendant les premiers mois de leur développement.

Les œufs sont libérés et fécondés dans la colonne d'eau. Après l'éclosion, les larves passent leur premier été en eau douce ou saumâtre à la recherche de petits crustacés. Elles ne fréquentent pas un type d'habitat en particulier quoiqu'elles sont davantage concentrées dans les eaux plus chaudes à des profondeurs excédant 1 m (Robitaille, 1997). À mesure qu'elles croissent, elles dévalent vers la mer. À la hauteur de la ville de Québec, le passage des larves d'alose s'étend de juillet à septembre (Gagnon et al., 1993; Robitaille, 1997; Équipe de rétablissement de l'alose savoureuse, 2001). Elles seraient toutefois davantage concentrées en juillet comme l'indiquent les résultats de captures à la pêche fixe de Saint-Laurent de l'île d'Orléans (CRPIO, communication personnelle, 2004). La présence de larves d'alose savoureuse dans la zone d'étude, vers la fin d'août, a été confirmée lors des inventaires réalisés les 23 et 24 août.

## **Bar rayé**

Présent dans le fleuve Saint-Laurent entre le lac Saint-Pierre et Kamouraska, le bar rayé était convoité par les pêcheurs sportifs et supportait une pêche commerciale entre 1920 et 1955 à raison de 10 à 50 tonnes par année. La surpêche et la destruction de certains habitats lors de l'élargissement du chenal navigable dans les années 50 et 60 ont mené à la disparition de l'espèce dans le fleuve, les derniers spécimens ayant été capturés en 1968 (Robitaille, 2004). Une enquête réalisée auprès de pêcheurs ayant été témoins de sa disparition a permis de démontrer que les bars immatures ont été touchés en premier. L'augmentation importante de la turbidité de l'eau lors des travaux d'entretien et d'élargissement du chenal de l'île d'Orléans dans les années cinquante a perturbé les habitats aquatiques et aurait provoqué des changements dans leur répartition et une plus grande vulnérabilité à la pêche (Robitaille et Girard, 2002).

Le bar rayé est un poisson anadrome qui s'alimentait le long des côtes de l'estuaire du Saint-Laurent en eaux peu profondes durant l'été en se déplaçant continuellement en groupes (Girard et al., 2002). Les données de capture indiquent qu'il était plus abondant

sur la rive sud du fleuve (Robitaille, 2001). Les plus gros individus préféraient les eaux saumâtres ou salées de juillet à octobre (en aval de Québec, notamment dans les îles de Montmagny (Dubois, 1998), alors que les juvéniles d'un an ou deux se concentraient surtout en eau douce. D'ailleurs, les plus grandes abondances de juvéniles étaient observées autour de l'île d'Orléans (Robitaille, 2001; Robitaille, 2004). Ceux-ci fréquentaient les eaux peu profondes à l'abri des courants forts comme dans les baies (Robitaille et Girard, 2002; Busque, 2004). En novembre, les adultes remontaient le fleuve jusqu'au lac Saint-Pierre pour y passer l'hiver, en préparation de la fraie du printemps suivant. Même si personne n'a jamais observé la reproduction du bar rayé dans le Saint-Laurent, plusieurs indices laissent présumer que la fraie pouvait avoir eu lieu principalement dans le lac Saint-Pierre et en aval de celui-ci. Il aurait aussi pu utiliser des baies du fleuve, l'embouchure de certaines rivières ou même la rive nord de l'île d'Orléans, entre les battures de Beauport et Cap-Tourmente (Dubois, 1998).

En 2001, le MRNFQ, de concert avec plusieurs partenaires, décidait de procéder à la réintroduction de cette espèce par desensemencements de fretins au cours des prochaines années. Lesensemencements ont débuté en 2002 quoique les introductions massives devraient débuter uniquement en 2005 (ensemencement d'environ 10 000 alevins). Les différents partenaires visent l'ensemencement de 50 000 fretins annuellement à partir de 2008 et pour les 10 années suivantes (Busque, 2004). Les sites d'ensemencement les plus rapprochés de la zone d'étude sont Saint-Laurent de l'île d'Orléans et Saint-François (MRNFQ, communication personnelle, 2004). D'ailleurs, l'ensemble de la zone d'étude n'a pas été identifiée comme un secteur propice auxensemencements de fretins d'automne de bar rayé, en se basant sur les caractéristiques physiques des habitats recherchés par les juvéniles (Busque, 2004).

### **Chevalier de rivière**

Considérée comme une espèce préoccupante par le COSEPAC, le chevalier de rivière s'adapte difficilement aux modifications de son habitat, particulièrement à l'envasement des fonds de roche calcaire ([www.speciesatrisk.gc.ca/search/speciesDetails\\_f.cfm\\_SpeciesID=111](http://www.speciesatrisk.gc.ca/search/speciesDetails_f.cfm_SpeciesID=111)). En période de fraie, vers la troisième semaine de juin, il recherche des fonds de gravier, de cailloux ou de galets pour y déposer ses œufs. Au Québec, il n'est vraisemblablement abondant que dans les rivières Richelieu et Outaouais (Bernatchez, et Giroux, 2000).

## Éperlan arc-en-ciel

La zone d'étude englobe l'une des cinq populations d'éperlans arc-en-ciel des eaux baignant les côtes du Québec, soit celle de la rive sud du moyen estuaire du Saint-Laurent, entre Beaumont et Matane, qui possède sa propre signature génétique (Bernatchez, et al., 1995). Cette population a subi un déclin important au cours des quarante dernières années après l'abandon des frayères de la rivière Boyer et c'est pourquoi elle vient d'être désignée vulnérable.

L'éperlan arc-en-ciel se reproduit généralement dans les rivières ou les ruisseaux, dans la zone d'influence des marées ou en amont de sa limite supérieure, sur un substrat rocheux généralement constitué de gravier et de cailloux où la vitesse du courant varie de 0,1 à 1,5 m/s (Robitaille, et Vigneault, 1990; Giroux, 1997; Équipe de rétablissement de l'éperlan arc-en-ciel, 2003). On ne connaît qu'un nombre restreint de tributaires dans lesquels les éperlans remontent pour se reproduire, soit, d'est en ouest, les rivières du Loup, Fouquette, Ouelle et le ruisseau de l'Église situé à l'est de la zone d'étude (figure 2.6). Dans ce ruisseau, le MRNFQ opère en collaboration avec plusieurs bénévoles depuis 1992, une station d'incubation d'œufs d'éperlan. La présence de chutes et de cascades limite l'accessibilité à ce ruisseau et contraint les éperlans à frayer près de sa confluence avec le fleuve Saint-Laurent. Cette frayère offre des conditions sous-optimales pour le développement des œufs car elle est battue par les vagues et sous l'influence des marées (Giroux, 1997). Il semble même que, lors de certaines années, où l'eau de ces cours d'eau demeure froide au printemps, les éperlans peuvent frayer dans le fleuve Saint-Laurent sur un substrat rocheux (MRNFQ, communication personnelle, 2004).

À l'embouchure du ruisseau Saint-Claude, dans la zone d'étude, il s'est déjà capturé des éperlans en période de fraie mais très peu d'œufs ont été trouvés lors des recherches effectuées par le MRNFQ (MRNFQ, communication personnelle, 2004). Le potentiel de reproduction de ce ruisseau pour l'éperlan arc-en-ciel est considéré comme limité.

La fraie de l'éperlan se déroule généralement entre la dernière semaine d'avril et la première de mai, à des températures de l'eau comprises entre 6 et 15 °C (Robitaille, et Vigneault, 1990; Équipe de rétablissement de l'éperlan arc-en-ciel, 2003). Après la fraie, les éperlans adultes dévalent rapidement jusqu'à un vaste secteur compris entre Rivière-Ouelle et Métis (Robitaille, et Vigneault, 1990).

Sur la rive sud de l'estuaire du Saint-Laurent, il existe deux zones principales de concentration des larves d'éperlan, soit l'Anse Sainte-Anne un peu en amont de la rivière Ouelle et le Banc de Rivière-du-Loup situé en amont de la rivière du même nom (Verreault,

et Laganière, 2004). Ces secteurs offrent une bonne capacité de rétention des larves dans la zone médiolittorale (zone comprise entre les pleines mers moyennes et les basses mers moyennes) à cause des eaux plus chaudes et de la présence d'herbiers aquatiques favorables à leur croissance et à leur survie. Quant aux larves issues du ruisseau de l'Église, elles vont généralement être entraînées dans la partie amont du bouchon de turbidité de l'estuaire, entre l'île d'Orléans et l'île aux Coudres (Robitaille, et Vigneault, 1990; Giroux, 1997). La grande baie de Montmagny est reconnue pour ses concentrations de larves d'éperlan (MRNFQ, communication personnelle, 2004). Plus tard en été, ces larves ont généralement tendance à remonter vers Québec pour se concentrer en eau douce (Gagnon et al., 1993; Gagnon, 1995).

En face de la zone d'étude, soit à Saint-Laurent de l'île d'Orléans (sur la rive sud de l'île), les larves d'éperlan sont généralement capturées en plus grand nombre entre la mi-juin et la mi-juillet (CRPIO, communication personnelle, 2004). Des larves d'éperlan ont néanmoins été capturées dans la zone d'étude les 23 et 24 août 2004. À l'automne, les larves vont de nouveau redescendre vers le bouchon de turbidité, où se mélangent les eaux douce et salée. Devant l'importance des zones d'alevinage pour le recrutement de la population d'éperlans arc-en-ciel du *sud* de l'estuaire, le plan de rétablissement, déposé en décembre 2003, propose notamment de les localiser et de les protéger contre toute menace (Équipe de rétablissement de l'éperlan arc-en-ciel, 2003).

Espèce dominante des communautés ichtyennes intertidales de l'estuaire du Saint-Laurent, l'éperlan arc-en-ciel utilise la portion fluviale de la zone d'étude comme aire d'alevinage et d'alimentation. Il se reproduit par contre uniquement dans le ruisseau de l'Église quelques kilomètres en aval de la zone d'implantation.

### **Esturgeon jaune**

L'esturgeon jaune fait l'objet d'une pêche commerciale considérée comme la plus importante en Amérique du Nord. Il est pourtant sur la liste des espèces susceptibles d'être désignées menacées ou vulnérables par le MDDEP. Sa vulnérabilité découle de sa maturité sexuelle tardive, d'un recrutement insuffisant et d'un long intervalle entre deux pontes chez les femelles. Les modifications occasionnées à ses habitats, particulièrement la perte de frayères, auraient contribué au déclin de la population (Mousseau et Armellin, 1995).

L'esturgeon jaune est une espèce d'eau douce qui fréquente parfois les eaux saumâtres (< 10 PSU de salinité), (Mousseau et Armellin, 1995). La frayère de la rivière des Prairies, en aval de la centrale du même nom, est considérée comme le plus important site de



reproduction de l'espèce dans le corridor du Saint-Laurent (Garceau et Bilodeau, 2003). Outre la frayère de la rivière des Prairies, on ne connaît à ce jour que deux autres sites de fraie, l'un compris entre le lac Saint-François et le lac Saint-Louis, et l'autre se trouvant en amont des rapides de Lachine (La Haye et al., 2003). Comme le souligne Fortin et al. (1992), la majorité des frayères de cette espèce se retrouve dans des zones de rapides, sur un substrat rocheux et au voisinage immédiat d'un obstacle, naturel ou non, qui bloque ou ralentit la migration des géniteurs vers l'amont. Cette situation ne s'observe pas dans la zone d'étude. Sur la frayère de la rivière des Prairies, il se reproduit en mai à des températures généralement comprises entre 10 et 17 °C (Fortin et al., 2002). Dans le fleuve Saint-Laurent, la reproduction s'amorce un peu plus tard, au début de juin (La Haye et al., 2003). Après l'éclosion des œufs, il s'ensuit une période de dévalaison larvaire jusqu'à la mi-juin (D'Amours et al., 2001).

Comme la zone d'étude affiche une salinité inférieure à 2 PSU (Gagnon, 1995), l'esturgeon jaune peut utiliser la zone d'étude. À cette hauteur, l'esturgeon jaune atteint toutefois la limite est de sa répartition dans le fleuve (Mousseau et Armellin, 1995).

### **Esturgeon noir**

L'esturgeon noir fait également l'objet d'une pêche commerciale contrôlée tout en étant sur la liste des espèces susceptibles d'être désignées menacées ou vulnérables. Les causes de sa raréfaction sont multiples : la diminution de l'accès aux frayères, les obstacles à la migration, la surexploitation par la pêche, la construction de la voie maritime, les polluants d'origine agricole et la mise en dépôt des matériaux de dragage (Mousseau et Armellin, 1995).

Les adultes de cette espèce migrent entre le golfe et le fleuve Saint-Laurent vers les sites de fraie à la fin de mai et au début de juin en empruntant les chenaux profonds (Gagnon et al., 1993). Un suivi télémétrique, réalisé par le MRNFQ pendant plusieurs années (1998-2002), a permis de délimiter des sites de concentration d'esturgeons noirs adultes dans l'estuaire du Saint-Laurent de même que des sites potentiels de fraie (Hatin et al., 2002). Trois zones où la fraie est probable ont été identifiées, la première dans les rapides Richelieu en amont de Portneuf, la seconde dans un secteur du fleuve en face de Saint-Antoine-de-Tilly et la dernière à l'embouchure de la rivière Chaudière. Aucun de ces sites n'est donc situé à proximité de la zone d'étude. Il semble donc que les habitats qu'elle renferme ne soient pas utilisés intensivement par cette espèce. Les chenaux et les fosses profondes sont par contre utilisés pendant leur migration (Hatin et Caron, 2002).

Un suivi par radio-télémetrie a aussi été réalisé sur les juvéniles (0-4 ans) de cette espèce pour localiser les habitats qui leur sont essentiels (Hatin et al., soumis). Les localisations ont permis de circonscrire six zones de concentration de juvéniles, toutes situées dans le chenal des Grands Voiliers, entre Berthier-sur-Mer et Cap-Saint-Ignace. Les habitats utilisés sont généralement compris entre 6 et 10 m de profondeur, la vitesse du courant y est inférieure à 1,2 m/s et le substrat est généralement dominé par l'argile et le limon.

Les esturgeons noirs s'alimentent exclusivement d'invertébrés benthiques enfouis dans le substrat. Dans le chenal des Grands Voiliers, ils utilisent les chenaux profonds et la zone benthique subtidale en périphérie de l'île d'Orléans plutôt que les habitats en bordure de la rive sud (MRNFQ, communication personnelle, 2004).

### **Habitats en milieu fluvial**

La zone d'étude concernée par les installations portuaires du projet comprend l'embouchure de quelques petits tributaires du fleuve Saint-Laurent, la zone intertidale communément appelé la batture ou l'estran, que le mouvement des marées exonde et inonde périodiquement, la zone benthique subtidale et la zone pélagique, soit le milieu de pleine eau.

#### Tributaires du fleuve Saint-Laurent

Tous les cours d'eau de la zone d'étude n'ont qu'un très petit bassin versant et présentent des obstacles infranchissables près de leur embouchure avec le fleuve Saint-Laurent. Ces barrières physiques ne permettent pas aux poissons du fleuve d'utiliser les habitats de ces cours d'eau, ce qui limite considérablement leur potentiel pour la faune ichtyenne.

#### Zone intertidale

La zone intertidale correspond à la surface comprise entre le niveau de l'extrême pleine mer supérieure et de l'extrême basse mer inférieure. La diversité spécifique et l'abondance relative des poissons varient en fonction d'une stratification transversale dans la zone située sous l'influence des marées. Dans la partie supérieure de cette zone (étage supralittoral submergé de 10 à 50 % du temps), les températures de l'eau plus élevées et les faibles teneurs en oxygène ne favorisent pas le maintien de plusieurs espèces de poissons. Seuls le fondule barré, le meunier rouge et quelques espèces d'épinoches utilisent intensivement ce milieu. La partie moyenne (médiolittoral) de la zone intertidale, submergée entre 50 et 90 % du temps, est plus favorable au développement et à la croissance de plusieurs espèces de poissons. Cet étage est colonisé par le scirpe

américain et forme un vaste marais étendu le long du rivage. La partie inférieure de la zone intertidale (l'étage infralittoral submergé entre 90 et 100 % du temps) correspond à la surface comprise entre le niveau de la basse mer moyenne et celui de l'extrême basse mer inférieure. Cette dernière se caractérise par une vasière pratiquement dénudée où dominant, en abondance, le meunier rouge et le poulamon atlantique (Mousseau et Armellin, 1995).

La plupart des espèces de poissons évitent la zone intertidale lorsque la température de l'eau chute à la fin de l'été (Gagnon et al., 1991). Cette situation s'accroît en hiver car les températures de l'eau atteignent un niveau léthal pour la plupart des espèces et il s'y forme un couvert de glace intertidale (Gagnon et al., 1993).

Durant la saison chaude, la zone soumise au jeu des marées entretient néanmoins diverses fonctions biologiques chez plusieurs espèces de poissons. Malgré le retrait périodique des eaux, le fondule barré, l'épinoche à trois épines et l'épinoche tachetée utilisent la zone intertidale pour se reproduire (Gagnon, 1995). Ce milieu demeure non propice à la reproduction de la plupart des espèces de poissons, compte tenu de la forte variabilité temporelle à court terme des conditions physico-chimiques et de l'exposition des œufs à une dessiccation de courte durée (Gagnon et al., 1993).

Les marais à scirpe de la zone intertidale sont utilisés pour l'alimentation de plusieurs espèces de poissons, particulièrement durant la période d'alevinage<sup>7</sup>. La zone d'étude est reconnue en tant qu'aire d'alevinage pour l'alose savoureuse, le baret, l'éperlan arc-en-ciel, le gaspareau, le meunier rouge, le meunier noir et la perchaude (Mousseau et Armellin, 1995). À ces espèces, s'ajoutent les alevins de grand brochet et d'achigan à petite bouche répertoriés dans le Système d'information sur la faune aquatique (SIFA) du MRNFQ (MRNFQ, communication personnelle, 2004).

Selon Gagnon et al. (1993), d'autres espèces telles que le fondule barré, l'épinoche à trois épines, l'épinoche tachetée et le poulamon atlantiques sont aussi susceptibles d'utiliser la zone d'étude pour l'alevinage. Ces dernières n'y ont cependant pas été répertoriées que dans le cadre de cette étude en juin et août 2004. Les champs de macrophytes favorisent la sédimentation de particules de plus fins diamètres et supportent une communauté d'invertébrés aquatiques abondante et diversifiée. Par ailleurs, la présence de ces végétaux, l'irrégularité du rivage et du fond de même que les faibles profondeurs d'eau

---

<sup>7</sup> À l'exception de certaines espèces (ex. : fondule barrée), les poissons adultes sont plus rares dans la zone intertidale.

contribuent à réduire les vitesses de courant, ce qui favorise la rétention des larves à marée haute.

Les 3 et 4 juin 2004, des pêches au filet troubleau, à la seine de rivage et au filet conique à mailles fines remorqué au moyen d'une embarcation motorisée ont été réalisées dans la zone intertidale de la zone d'étude pour y vérifier la présence de larves nouvellement formées. Ces pêches ont été réalisées au moment où les œufs de plusieurs espèces qui fraient le printemps avaient éclos et lors du retrait de grandes marées pour favoriser la capture d'un maximum de larves. Ces pêches se sont traduites par la capture d'une majorité de larves de meunier rouge (86 %), de larves de meunier noir (moins de 1 %), de quelques larves de perchaude et d'une larve de poulamon atlantique et de grand carégone (tableau 2.19). Comme les larves de meunier et de perchaude capturées à ce moment sont soumises au jeu des courants et des marées, leur capture laisse présumer la présence de frayères de ces espèces dans la zone d'étude ou à proximité de celle-ci. C'est le cas notamment du meunier rouge dont plusieurs frayères connues sont présentes à l'est de la zone d'étude (ex. : embouchure des rivières du Moulin et Maheu sur l'île d'Orléans<sup>8</sup>). Mis à part les larves, des adultes de gobie à tâches noires (7 individus), d'éperlan arc-en-ciel (3 individus), et d'épinoche à trois épines (1 individu) ont été capturés au début de juin 2004.

D'autres pêches ont aussi été effectuées les 23 et 24 août 2004, alors que les herbiers aquatiques étaient bien développés et que les larves commençaient à se déplacer plus activement vers des habitats qui sont plus favorables à leur développement. Le résultat de ces pêches indique que les larves de meunier et de perchaude semblent avoir délaissé la zone d'étude. À l'inverse, les larves d'éperlan arc-en-ciel, de mené émeraude, de queue à tâches noires, de fondule barré et d'alose savoureuse ont colonisé la zone d'étude à ce moment (tableau 2.19).

La répartition des communautés ichthyennes est aussi influencée par le type de substrat. Gagnon et al. (1993) proposent trois types de rivage selon la composition du substrat, auxquels sont associés quatre grands types d'habitat aquatique en eau douce, soit :

- les rivages à forte sédimentation (marais à scirpe);
- les rivages rocheux (marais à scirpe sur roche ou estrans rocheux);
- les rivages à sédiments grossiers tel le sable et le gravier (estran sableux).

---

<sup>8</sup> Atlas interactif des habitats côtiers du Système d'Information pour la Gestion de l'Habitat du Poisson (SIGHAP) : [www.qc.dfo-mpo.gc.ca/habitat/fr/cartographie.htm](http://www.qc.dfo-mpo.gc.ca/habitat/fr/cartographie.htm).

**Tableau 2.19** Nombre de larves capturées par espèce dans la zone intertidale du secteur à l'étude en juin et août 2004

Espèce	Nombre de larves															
	Station A			Station B			Station C			Station D			Station E			Total
	F <sup>1</sup>	S <sup>2</sup>	T <sup>3</sup>	F	S	T	F	S	T	F	S	T	F	S	T	
<b>3-4 juin 2004</b>																
Catostomidae			14			13	1		3			14			4	49
Meunier rouge	1	2	313	9	6	169	1		25	2	1	245			23	797
Meunier noir			28	1	1	14			5			16			2	67
Perchaude									1	10			1			12
Poulamon														1		1
Grand corégone							1									1
<b>23-24 août 2004</b>																
Alose savoureuse		2			1				1		10			8		22
Méné émeraude		4			30											34
Queue à tâche noire		6			5											11
Fondule barré <sup>4</sup>		1			2				1					21	3	28
Gobie à taches noires <sup>4</sup>					4											4
Éperlan arc-en-ciel		3	6	2	3	1					1		1			17

<sup>1</sup> Pêche au filet conique toué au moyen d'une embarcation motorisée (effort d'environ 5-20 min/station).

<sup>2</sup> Pêche à la seine (1 à 2 coups/station).

<sup>3</sup> Pêche au filet troubleau (environ 40 minutes d'effort/station).

<sup>4</sup> Composés d'individus d'âge 0+ et 1+ an.

Les rivages à forte sédimentation sont composés de sédiments fins, propices au développement des marais intertidaux comme les marais à scirpe américain. Ce type de rivage est peu présent dans la zone d'étude, la zone d'accumulation des sédiments étant située plus en aval, dans l'archipel des îles de Montmagny (Busque, 2004). En effet, contrairement au chenal de l'île d'Orléans (chenal Nord), le chenal des Grands Voiliers (chenal Sud) est peu propice au développement de marais intertidaux à cause des vitesses de courant plus élevées<sup>9</sup> (Gagnon et al, 1993). Seul un petit secteur, localisé immédiatement en amont de la jetée de la ligne électrique (figure 2.6), se compose de sédiments fins permettant le développement du scirpe américain.

La zone d'étude est largement dominée par les rivages rocheux, généralement impropres au développement de la végétation. Le long de ces rivages, les marais à scirpe sur roche se développent uniquement lorsqu'une mince couche de sédiments fins s'accumule dans des cuvettes à l'abri des courants forts. Cette situation ne se présente toutefois pas dans la zone d'étude. Comme le soulignent Gagnon et al. (1993), la zone intertidale des rivages

<sup>9</sup> 90 % du débit du fleuve Saint-Laurent transite par le chenal des Grands Voiliers.

rocheux tels ceux retrouvés dans le bras au *sud* de l'île d'Orléans, est généralement médiocre en termes de richesse et d'abondance faunique à cause de la forte turbidité de l'eau, de la forte intensité des courants, de la forte variabilité temporelle des conditions physico-chimiques associées aux mouvements des marées et de l'érosion par les glaces.

Enfin, les rivages à sédiments grossiers sont de façon générale plutôt rares dans cette section du fleuve Saint-Laurent (Gagnon et al, 1993). Cependant, au niveau de la zone d'étude, le sable et le gravier dominant le substrat de la moitié *ouest* de cette dernière.

### Zone benthique subtidale

Sous l'étage des basses mers inférieures, s'étend la zone benthique subtidale. Ce milieu est une aire d'alimentation pour plusieurs poissons adultes comme le chabot tacheté, le chabot à tête plate, le meunier rouge, le poulamon atlantique, le grand corégone et l'esturgeon noir (Gagnon et al., 1993). Cette dernière espèce dépend directement de la zone benthique puisqu'elle s'alimente majoritairement d'invertébrés endobenthiques des sédiments meubles.

Dans le secteur d'étude, la zone benthique subtidale s'étend jusqu'à 20 à 50 m de profondeur (Busque, 2004).

### Zone pélagique

La zone pélagique correspond au milieu de pleine eau où les poissons se développent généralement libres de tout contact avec le substrat. Située à l'extérieur des marais à scirpe, les courants y sont plus forts et empêchent la sédimentation des particules de plus fins diamètres. La zone pélagique est donc dominée par un substrat rocheux moins favorable à la faune aquatique en général. Ce milieu est néanmoins fréquenté par les larves de plusieurs espèces d'intérêt telles le poulamon atlantique, l'éperlan arc-en-ciel, l'aloise savoureuse, le gaspareau, le grand corégone et l'anguille d'Amérique (Mousseau et Armellin, 1995). Au stade adulte, l'éperlan arc-en-ciel, le poulamon atlantique, le grand corégone et les dorés vont s'y concentrer pour se nourrir (Gagnon et al., 1993).

Le milieu pélagique est également utilisé pour les migrations de fraie des poissons. La rive sud du fleuve Saint-Laurent, et par le fait même la zone d'étude, est utilisée pour la migration des aloses savoureuses en été (juillet – août) et des anguilles d'Amérique à l'automne (à la fin de septembre). Les éperlans arc-en-ciel et les poulamons atlantiques empruntent, quant à eux, la rive nord lors de leur migration annuelle (Mousseau et Armellin, 1995).

### Importance des habitats en milieu fluvial de la zone d'étude

Il est généralement admis qu'un milieu aux conditions physiques hétérogènes et contrastées (ex. : substrat de diamètre variable, gamme variée de vitesses de courant, présence d'abris rocheux et de végétation aquatique, etc.) abrite une faune abondante et diversifiée découlant de la mosaïque complexe d'habitats qu'il fournit. L'absence de marais intertidaux dans la zone d'étude ne lui confère pas une grande valeur en termes de productivité et de biodiversité aquatiques.

Environnement Canada a identifié des écosystèmes d'importance pour la sauvegarde de la biodiversité du fleuve Saint-Laurent comme les milieux humides compris à l'embouchure des rivières ou à l'intérieur d'archipels ou de complexes deltaïques. Les deux écosystèmes d'importance les plus près de la zone d'étude sont les rapides Richelieu, près de Portneuf à environ 70 km en amont, et l'archipel de Montmagny, à environ 40 km en aval (Environnement Canada, 2004a).

### **Communautés ichthyennes en milieu lotique<sup>10</sup>**

L'étude des communautés ichthyennes en milieu lotique de la zone d'étude avait pour but de décrire les habitats dans la zone d'implantation du terminal méthanier et de documenter l'utilisation par la faune ichthyenne des cours d'eau secondaires parcourant la zone d'étude. Le rapport d'inventaire complet apparaît à l'annexe C-2.

La figure 2.6 présente la localisation des tronçons échantillonnés. Le tableau 1 de l'annexe C-2 résume la caractérisation des 37 tronçons : dimension du ruisseau, type d'écoulement, vitesse de courant observée au moment de la caractérisation et type de substrat de fond du cours d'eau.

L'évaluation du potentiel de fraie et d'utilisation de l'habitat y est également présentées. Enfin, la sensibilité de l'habitat du tronçon a été déterminée, le cas échéant.

De façon générale, les rendements de pêche ont été nuls ou faibles. Seulement un tronçon du ruisseau Saint-Claude présente une utilisation moyenne par la faune ichthyenne (station W02). Toutefois, le ruisseau Saint-Claude possède plusieurs tronçons présentant des habitats sensibles. Outre l'étang W02 qui, par sa profondeur, constitue un refuge pour la faune ichthyenne, les tronçons sensibles présentent tous un potentiel pour la fraie en eau

---

<sup>10</sup> Lotique : qui est propre aux eaux courantes des ruisseaux et rivières (Environnement Canada, 2005).

vive et offrent des habitats en milieu forestier. Aucun tronçon ne présente cependant un potentiel d'utilisation élevé en terme d'habitat d'alimentation.

Trois espèces de poissons ont été recensées : l'épinoche à cinq épines (*Culea inconstans*), le mulot à cornes (*Semotilus atromaculatus*) et l'ombre de vase (*Umbra limi*). Au total, 269 poissons ont été capturés en septembre 2004, dont 257 mulots à cornes (95,5 %), 9 épinoches à cinq épines (3,3 %) et 3 ombres de vase (1,1 %). Les trois mêmes espèces ont été capturées en mai 2005 dans sensiblement les mêmes proportions. Il s'agit de communautés composées d'espèces tolérantes à des milieux perturbés par l'exploitation agricole.

Notons qu'aucune espèce menacée ou vulnérable ou susceptible d'être ainsi désignée n'a été répertoriée en milieu lotique.

### **2.3.2.3 Amphibiens et reptiles**

Selon la distribution théorique des amphibiens et reptiles du Québec (Desroches et Rodrigue, 2004) et la description de leurs habitats, 20 espèces sont susceptibles d'être présentes dans la zone d'étude (tableau 2.20). Parmi ces dernières, certaines sont considérées comme espèce susceptible d'être désignée menacée ou vulnérable, il s'agit de la salamandre sombre du Nord et de la grenouille des marais.

La Société d'histoire naturelle de la vallée du Saint-Laurent et le Ministère de l'environnement et de la faune compilent un atlas sur les amphibiens et reptiles du Québec. Il s'agit d'une base de données du MRNFQ dans laquelle sont consignées les mentions d'un réseau d'observateurs amateurs et des études réalisées sur les amphibiens et reptiles. Ces observations confirment la présence de cinq espèces dans la zone d'étude : le crapaud d'Amérique, la rainette crucifère, la grenouille verte, la couleuvre à ventre rouge et la couleuvre verte.

Lors de la visite de terrain effectuée le 2 septembre 2004, seule une grenouille des bois a été observée. Par ailleurs, des inventaires systématiques ont été entrepris au printemps 2005. Huit points d'écoute ont été réalisés dans les soirées du 9 mai et du 6 juin 2005 et des fouilles minutieuses du site ont eu lieu le 11 mai et les 7 et 15 juin 2005. Ces travaux ont permis de relever la présence de la Salamandre à deux lignes, de la Salamandre cendrée ainsi que de la Rainette crucifère, de la Grenouille des bois, de la Grenouille verte et de la Grenouille léopard. De plus, l'observation d'œufs confirme la reproduction, dans la zone d'étude, de la Salamandre maculée, de la Salamandre à points bleus, de la Grenouille des bois, de la Grenouille verte et de la Grenouille léopard.



**Tableau 2.20 Liste des espèces de l'herpétofaune rapportées ou susceptibles d'être présentes dans la zone d'étude**

Nom commun	Nom anglais	Nom scientifique
<b>Tritons et salamandres Salamanders</b>		
Triton vert	Red-spotted Newt	<i>Notophthalmus viridescens viridescens</i>
Salamandre maculée <sup>2</sup>	Spotted Salamander	<i>Ambystoma maculatum</i>
Salamandre à points bleus <sup>2</sup>	Blue-spotted Salamander	<i>Ambystoma laterale</i>
Salamandre sombre du Nord*	Northern Dusky Salamander	<i>Desmognathus fuscus</i>
Salamandre à deux lignes <sup>1</sup>	Northern Two-lined Salamander	<i>Eurycea bislineata</i>
Salamandre cendrée (rayée) <sup>1</sup>	Eastern Red-back Salamander	<i>Plethodon cinereus</i>
<b>Anoures Anourens</b>		
Crapaud d'Amérique	Eastern American Toad	<i>Bufo americanus americanus</i>
Rainette crucifère <sup>1</sup>	Northern Spring Peeper	<i>Pseudacris crucifer crucifer</i>
Grenouille des bois <sup>1,2</sup>	Wood Frog	<i>Rana sylvatica</i>
Grenouille léopard <sup>1,2</sup>	Northern Leopard Frog	<i>Rana pipiens</i>
Grenouille des marais*	Pickerel Frog	<i>Rana palustris</i>
Grenouille verte	Northern Green Frog	<i>Rana clamitans melanota</i>
Grenouille du Nord	Mink Frog	<i>Rana septentrionalis</i>
Ouaouaron	American Bullfrog	<i>Rana catesbeiana</i>
<b>Tortues Turtles</b>		
Tortue serpentine	Eastern Snapping Turtle	<i>Chelydra serpentina serpentina</i>
Tortue peinte	Midland Painted Turtle	<i>Chrysemys picta margignata</i>
<b>Couleuvres Snakes</b>		
Couleuvre rayée	Common Gartersnake	<i>Thamnophis sirtalis</i>
Couleuvre à ventre rouge	Northern Red-bellied Snake	<i>Storeria occipitomaculata occipitomaculata</i>
Couleuvre verte	Smooth Greensnake	<i>Liochlorophis vernalis</i>
Couleuvre à collier	Northern Ring-neck Snake	<i>Diadophis punctatus edwardsii</i>

Source : Desroches et Rodrigue, 2004.

<sup>1</sup> Espèce dont la présence a été relevée.

<sup>2</sup> Espèce dont la reproduction est confirmée dans l'aire d'étude.

\* Espèce susceptible d'être désignée menacée ou vulnérable (ESDMV).

Une tortue a été observée très brièvement tôt le matin le 7 juin 2005 mais l'espèce n'a pu être identifiée.

#### 2.3.2.4 Mammifères

Les boisés situés dans la zone d'étude sont dominés par des peuplements mélangés, majoritairement composés d'éraiblières et de feuillus tolérants. Les peuplements forestiers

et les milieux riverains peuvent offrir des habitats propices à plusieurs espèces de mammifères.

Le tableau 2.21 présente la liste des principales espèces de mammifères susceptibles d'être présentes dans la zone d'étude. Cette liste a été dressée à partir des informations issues du plan de développement régional associé aux ressources fauniques de la Chaudière-Appalaches (FAPAQ, 2002) et de données relatives à la chasse et au piégeage pour la région (FAPAQ, 2004). Parmi ces espèces, une seule est considérée menacée ou vulnérable, il s'agit du lynx du Canada.

Par ailleurs, selon la distribution théorique des mammifères du Québec et la description des habitats de chacun (Prescott et Richard, 2004), on peut déduire que 25 autres espèces de mammifères sont susceptibles d'être présentes dans la zone d'étude. La liste de ces espèces est présentée au tableau 2.22. Parmi ces espèces, certaines ont été relevées à proximité de la zone d'étude (MRNF 2004 et CRECA, inventaires 2001 et 2002, communication personnelle) et d'autres sont considérées comme ESDMV. Cependant, aucune n'a été confirmée comme étant présente dans la zone d'étude au cours des inventaires.

**Tableau 2.21 Liste des principales espèces de mammifères susceptibles d'être présentes dans la zone d'étude**

Nom commun	Nom anglais	Nom scientifique
Belette à longue queue	Long-tailed Weasel	<i>Mustela frenata</i>
Castor du Canada	American Beaver	<i>Castor canadensis</i>
Cerf de Virginia	White-tailed Deer	<i>Odocoileus virginianus</i>
Coyote	Coyote	<i>Canis latrans</i>
Écureuil roux	Red Squirrel	<i>Tamiasciurus hudsonicus</i>
Écureuil gris ou noir	Gray or Black Squirrel	<i>Sciurus carolinensis</i>
Lièvre d'Amérique	Snowshoe Hare	<i>Lepus americanus</i>
Loutre de rivière	River Otter	<i>Lutra canadensis</i>
Lynx du Canada*	Canada Lynx	<i>Felis lynx</i>
Martre d'Amérique	American Marten	<i>Martes americana</i>
Moufette rayée	Striped Skunk	<i>Mephitis mephitis</i>
Orignal	Moose	<i>Alces alces</i>
Ours noir	Black Bear	<i>Ursus americanus</i>
Pékan	Fisher	<i>Martes pennanti</i>
Rat musqué commun	Muskrat	<i>Ondatra zibethicus</i>
Raton laveur	Raccoon	<i>Procyon lotor</i>
Renard roux	Red Fox	<i>Vulpes vulpes</i>
Vison d'Amérique	Mink	<i>Mustela vison</i>

Sources : FAPAQ, 2002 et 2004.

\* Espèce susceptible d'être désignée menacée ou vulnérable (ESDMV).

**Tableau 2.22 Liste des autres espèces de mammifères susceptibles d'être présentes dans la zone d'étude**

Nom commun	Nom anglais	Nom scientifique
Campagnol à dos roux de Gapper <sup>(1)</sup>	Southern Red-backed Vole	<i>Clethrionomys gapperi</i>
Campagnol des champs <sup>(1)</sup>	Meadow Vole	<i>Microtus pennsylvanicus</i>
Campagnol-lemming boréal	Northern Bog Lemming	<i>Synaptomys borealis</i>
Campagnol-lemming de Cooper*	Southern Bog Lemming	<i>Synaptomys cooperi</i>
Campagnol des rochers*	Rock Vole	<i>Microtus chrotorrhinus</i>
Chauve-souris argentée*	Silver-haired Bat	<i>Lasionycteris noctivagans</i>
Chauve-souris cendrée*	Hoary Bat	<i>Lasiurus cinereus</i>
Chauve-souris nordique	Northern Long-eared Bat	<i>Myotis septentrionalis</i>
Chauve-souris rousse*	Red Bat	<i>Lasiurus borealis</i>
Condylure à nez étoilé <sup>(1)</sup>	Star-nosed Mole	<i>Condylura cristata</i>
Cougar* <sup>(1)</sup>	Cougar	<i>Felis concolor</i>
Grande musaraigne <sup>(1)</sup>	Northern Short-tailed Shrew	<i>Blarina brevicauda</i>
Grand polatouche	Northern Flying Squirrel	<i>Glaucomys sabrinus</i>
Hermine	Ermine	<i>Mustela erminea</i>
Lynx roux	Bobcat	<i>Felis rufus</i>
Marmotte commune	Woodchuck	<i>Marmota monax</i>
Musaraigne cendrée <sup>(1)</sup>	Masked Shrew	<i>Sorex cinereus</i>
Musaraigne fuligineuse* <sup>(1)</sup>	Smoky Shrew	<i>Sorex fumeus</i>
Musaraigne palustre	Northern Water Shrew	<i>Sorex palustris</i>
Musaraigne pygmée* <sup>(1)</sup>	Pygmy Shrew	<i>Sorex hoyi</i>
Petite chauve-souris brune	Little brown Bat	<i>Myotis lucifugus</i>
Porc-épic d'Amérique	American Porcupine	<i>Erethizon dorsatum</i>
Rat surmulot <sup>(1)</sup>	Norway Rat	<i>Rattus norvegicus</i>
Souris commune <sup>(1)</sup>	House mouse	<i>Mus musculus</i>
Souris-sauteuse des champs <sup>(1)</sup>	Meadow Jumping Mouse	<i>Zapus hudsonius</i>
Souris-sauteuse des bois <sup>(1)</sup>	Woodland Jumping Mouse	<i>Napaeozapus insignis</i>
Souris sylvestre <sup>(1)</sup>	Deer Mouse	<i>Peromyscus maniculatus</i>
Tamias rayé	Eastern Xchipmunk	<i>Tamias striatus</i>

Source : Prescott et Richard, 2004.

\* Espèce susceptible d'être désignée menacée ou vulnérable (ESDMV).

<sup>(1)</sup> Espèces relevées dans ou près de la zone d'étude (MRNF 2004 et CRECA, inventaires 2001 et 2002 (communication personnelle).

## Grande faune

### Cerf de Virginie

Le cerf de Virginie est le cervidé le plus commun de la région Chaudière-Appalaches. La population de cerf de Virginie connaît une croissance importante depuis le milieu des années 1990 à cause de plusieurs hivers particulièrement cléments. En 2001, elle était évaluée à environ 40 000 têtes (FAPAQ, 2002).

La répartition du cerf de Virginie sur le territoire est inégale, les deux tiers de la population fréquentent les secteurs au *sud* et à l'*ouest* de la région. C'est également dans cette partie du territoire où se retrouve le plus grand nombre de ravages et que la récolte de chasse est la plus élevée (FAPAQ, 2002). Dans la zone de chasse englobant la zone d'étude (zone comprise entre Lévis et Saint-Roch-des-Aulnais, d'*ouest* en *est* et Saint-Georges au *sud*), une moyenne de 2 386 cerfs de Virginie ont été abattus entre 1999 et 2003, ce qui représente environ 4 % des captures pour l'ensemble des zones de chasse du Québec (FAPAQ, 2004). À un niveau plus local, la densité de récolte par la chasse est considérée comme très faible pour le secteur de la zone d'étude (FAPAQ, 2003).

Lors de la visite de terrain effectuée le 2 septembre 2004, de nombreuses pistes de cerf de Virginie ont été observées dans le lot 3-2 au *sud* des lignes de transmission à 735 kV (station #4, figure 2.6). Le propriétaire de ce terrain a indiqué qu'une vingtaine de cerfs hiverne sur sa terre. Plusieurs zones denses de conifères, comprenant notamment des thuyas, se retrouvent dans le boisé. Elles constituent un habitat favorable pour un ravage de cerfs.

### Orignal

La zone de chasse englobant la zone d'étude supporte une des plus faibles densités d'originaux de toutes les zones de chasse du Québec avec une densité de moins de un orignal par 10 km<sup>2</sup> d'habitat. Au début des années 1990, la pression et le taux d'exploitation par la chasse étaient parmi les plus élevés au Québec. À cause de la stagnation de la population, la récolte des femelles est interdite depuis 1993 (FAPAQ, 2002). La population est maintenant en croissance, la récolte de femelles sera permise à partir de 2005 à tous les deux ans, et ce jusqu'à 2010 (MRNFPQ, 2004c).

Entre 1999 et 2003, une moyenne de 411 originaux ont été abattus dans cette zone de chasse, soit environ 2,4 % des prises du Québec (MRNFPQ, 2004c). À cause de la présence de secteurs urbanisés et de secteurs fortement agricoles, la zone d'étude est

moins propice au développement des populations d'originaux par rapport à l'ensemble du territoire de la région.

### Ours noir

La densité de l'ours dans la région est relativement faible, variant de 1,2 à 1,6 ours par 10 km<sup>2</sup> d'habitat en 1995, selon la zone de chasse. L'abondance des ours est plus prononcée dans le secteur longeant la frontière américaine et à la limite de la région avec le Bas Saint-Laurent (FAPAQ, 2002). Entre 1999 et 2003, les chasseurs et les piégeurs ont récolté annuellement une moyenne de 100 ours dans la grande zone de chasse englobant la zone d'étude, ce qui représente environ 2,4 % des captures recensées au Québec (MRNFPQ, 2004b).

### **Petite faune**

Le lièvre d'Amérique est une espèce de gibier fort prisée, il se récolterait plus de 1,5 million de lièvres d'Amérique annuellement au Québec. Le coyote est également une espèce piégée abondamment dans la région puisque les piégeurs y sont les plus actifs du Québec avec une récolte annuelle moyenne de 557 coyotes entre 1984 et 1998 (FAPAQ, 2004).

#### **2.3.2.5 Faune aviaire**

Des données provenant de l'atlas sur les oiseaux nicheurs du Québec ont été obtenues du ministère des Ressources Naturelles de la Faune et des Parcs du Québec. Les données concernent une parcelle de 10 km x 10 km, pour une superficie totale de 100 km<sup>2</sup> englobant la zone d'étude. Au total 90 espèces ont été recensées, dont 30 pour lesquelles le statut de nicheur est confirmé. Les comportements de 27 autres permettent de conclure que les individus observés étaient des nicheurs probables (comportements territorial et/ ou nuptial) ou possibles (individus observés lors de la période de nidification). La liste des espèces recensées et leur indice de nidification sont présentés au tableau 2.23.

Des inventaires et dénombrements aviaires entrepris au printemps 2005 ont permis d'acquérir des connaissances plus précises sur l'avifaune nicheuse de la zone d'étude.

14 points d'écoute ont été dénombrés à deux occasions les 7 et 15 juin 2005, soit pendant la nidification de la plupart des espèces d'oiseaux chanteurs.

**Tableau 2.23 Liste des espèces d'oiseaux répertoriées dans la zone d'étude et leur statut de nidification**

Milieux	Nom commun	Nom anglais	Nom scientifique	Indice de nidification
Aquatiques	Canard noir	American Black Duck	<i>Anas rubripes</i>	Confirmé
	Canard colvert	Mallard	<i>Anas platyrhynchos</i>	Confirmé
	Sarcelle à ailes bleues	Blue-winged Teal	<i>Anas discors</i>	Confirmé
	Canard pilet	Northern Pintail	<i>Anas acuta</i>	Probable
	Sarcelle d'hiver	Green-winged Teal	<i>Anas crecca</i>	Présence
	Fuligule à collier	Ring-necked Duck	<i>Aythya collaris</i>	Présence
	Grand Harle	Red-breasted Merganser	<i>Mergus merganser</i>	Présence
	Plongeon huard	Common Loon	<i>Gavia immer</i>	Présence
	Grèbe à bec bigarré	Pied-billed Grebe	<i>Podilymbus podiceps</i>	Présence
	Cormoran à aigrettes	Double-crested Cormorant	<i>Phalacrocorax auritus</i>	Présence
	Butor d'Amérique	American Bittern	<i>Botaurus lentiginosus</i>	Possible
	Grand Héron	Great Blue Heron	<i>Ardea herodias</i>	Présence
	Chevalier grivelé	Spotted Sandpiper	<i>Actitis macularia</i>	Confirmé
	Goéland à bec cerclé	Ring-billed Gull	<i>Larus delawarensis</i>	Présence
	Goéland argenté	Herring Gull	<i>Larus argentatus</i>	Présence
Martin-pêcheur d'Amérique	Belted Kingfisher	<i>Ceryle alcyon</i>	Présence	
Ouverts	Busard Saint-Martin	Northern Harrier	<i>Circus cyaneus</i>	Possible
	Crécerelle d'Amérique	American Kestrel	<i>Falco sparverius</i>	Confirmé
	Bécassine de Wilson	Wilson's Snipe	<i>Gallinago delicata</i>	Probable
	Pluvier kildir	Killdeer	<i>Charadrius vociferus</i>	Confirmé
	Maubèche des champs	Upland Sandpiper	<i>Bartramia longicauda</i>	Présence
	Pigeon biset	Rock Pigeon	<i>Columba livia</i>	Possible
	Tourterelle triste	Mourning Dove	<i>Zenaida macroura</i>	Confirmé
	Engoulevent d'Amérique	Common Nighthawk	<i>Chordeiles minor</i>	Présence
	Alouette hausse-col	Horned Lark	<i>Eremophila alpestris</i>	Présence
	Hirondelle bicolore	Tree Swallow	<i>Tachycineta bicolor</i>	Confirmé
	Hirondelle de rivage	Bank Swallow	<i>Riparia riparia</i>	Confirmé
	Hirondelle à front blanc	Cliff Swallow	<i>Hirundo pyrrhonota</i>	Confirmé
	Hirondelle rustique	Barn Swallow	<i>Hirundo rustica</i>	Confirmé
	Paruline masquée	Common Yellowthroat	<i>Geothlypis trichas</i>	Possible
	Bruant des prés	Savannah Sparrow	<i>Passerculus sandwichensis</i>	Confirmé
	Bruant chanteur	Song Sparrow	<i>Melospiza melodia</i>	Probable
	Bruant des marais	Swamp Sparrow	<i>Melospiza georgiana</i>	Possible
	Goglu des prés	Bobolink	<i>Dolichonyx oryzivorus</i>	Confirmé
	Carouge à épaulettes	Red-winged Blackbird	<i>Agelaius phoeniceus</i>	Confirmé
	Sturnelle des prés	Eastern Meadowlark	<i>Sturnella magna</i>	Probable
Moineau domestique	House Sparrow	<i>Passer domesticus</i>	Confirmé	
Forêts et bordures	Gélinotte huppée	Ruffed Grouse	<i>Bonasa umbellus</i>	Confirmé
	Épervier brun	Sharp-shinned Hawk	<i>Accipiter striatus</i>	Présence

Milieux	Nom commun	Nom anglais	Nom scientifique	Indice de nidification
	Petite Buse	Broad-winged Hawk	<i>Buteo platypterus</i>	Possible
	Buse à queue rousse	Red-tailed Hawk	<i>Buteo jamaicensis</i>	Possible
	Bécasse d'Amérique	American Woodcock	<i>Scolopax minor</i>	Présence
	Grand-duc d'Amérique	Great Horned Owl	<i>Bubo virginianus</i>	Présence
	Coulicou à bec noir	Black-billed Cuckoo	<i>Coccyzus erythrophthalmus</i>	Confirmé
	Colibri à gorge rubis	Ruby-throated Hummingbird	<i>Archilochus colubris</i>	Présence
	Pic mineur	Downy Woodpecker	<i>Picoides pubescens</i>	Possible
	Pic chevelu	Hairy Woodpecker	<i>Picoides villosus</i>	Possible
	Pic flamboyant	Northern Flicker	<i>Colaptes auratus</i>	Confirmé
	Pioui de l'Est	Eastern Wood-Pewee	<i>Contopus virens</i>	Présence
	Moucherolle des aulnes	Alder Flycatcher	<i>Empidonax alnorum</i>	Présence
	Moucherolle tchébec	Least Flycatcher	<i>Empidonax minimus</i>	Présence
	Tyran huppé	Great Crested Flycatcher	<i>Myiarchus crinitus</i>	Présence
	Tyran tritri	Eastern Kingbird	<i>Tyrannus tyrannus</i>	Confirmé
	Viréo à tête bleue	Solitary Vireo	<i>Vireo solitarius</i>	Présence
	Viréo aux yeux rouges	Red-eyed Vireo	<i>Vireo olivaceus</i>	Possible
	Geai bleu	Blue Jay	<i>Cyanocitta cristata</i>	Confirmé
	Corneille d'Amérique	American Crow	<i>Corvus brachyrhynchos</i>	Confirmé
	Grand Corbeau	Common Raven	<i>Corvus corax</i>	Présence
	Mésange à tête noire	Black-capped Chickadee	<i>Poecile atricapillus</i>	Possible
	Sittelle à poitrine blanche	White-breasted Nuthatch	<i>Sitta carolinensis</i>	Possible
	Roitelet à couronne rubis	Ruby-crowned Kinglet	<i>Regulus calendula</i>	Possible
	Grive fauve	Veery	<i>Catharus fuscescens</i>	Possible
	Grive à dos olive	Swainson's Thrush	<i>Catharus ustulatus</i>	Possible
	Merle d'Amérique	American Robin	<i>Turdus migratorius</i>	Confirmé
	Moqueur chat	Gray Catbird	<i>Dumetella carolinensis</i>	Confirmé
	Moqueur polyglotte	Northern Mockingbird	<i>Mimus polyglottos</i>	Présence
	Moqueur roux	Brown Thrasher	<i>Toxostoma rufum</i>	Possible
	Étourneau sansonnet	European Starling	<i>Sturnus vulgaris</i>	Confirmé
	Jaseur d'Amérique	Cedar Waxwing	<i>Bombycilla cedrorum</i>	Confirmé
	Paruline obscure	Tennessee Warbler	<i>Vermivora peregrina</i>	Présence
	Paruline jaune	Yellow Warbler	<i>Dendroica petechia</i>	Présence
	Paruline à joues grises	Nashville Warbler	<i>Vermivora ruficapilla</i>	Présence
	Paruline à tête cendrée	Magnolia Warbler	<i>Dendroica magnolia</i>	Possible
	Paruline tigrée	Cape May Warbler	<i>Dendroica tigrina</i>	Présence
	Paruline bleue	Black-throated Blue Warbler	<i>Dendroica caerulescens</i>	Présence
	Paruline à croupion jaune	Yellow-rumped Warbler	<i>Dendroica coronata</i>	Présence
	Paruline à gorge noire	Black-throated Green Warbler	<i>Dendroica virens</i>	Possible
	Paruline rayée	Blackpoll Warbler	<i>Dendroica striata</i>	Présence

Milieux	Nom commun	Nom anglais	Nom scientifique	Indice de nidification
	Paruline à poitrine baie	Bay-breasted Warbler	<i>Dendroica castanea</i>	Présence
	Paruline flamboyante	American Redstart	<i>Setophaga ruticilla</i>	Probable
	Paruline à calotte noire	Wilson's Warbler	<i>Wilsonia pusilla</i>	Présence
	Bruant familier	Chipping Sparrow	<i>Spizella passerina</i>	Confirmé
	Bruant à gorge blanche	White-throated Sparrow	<i>Zonotrichia albicollis</i>	Probable
	Junco ardoisé	Dark-eyed Junco	<i>Junco hyemalis</i>	Possible
	Cardinal à poitrine rose	Rose-breasted Grosbeak	<i>Pheucticus ludovicianus</i>	Confirmé
	Quiscale bronzé	Common Grackle	<i>Quiscalus quiscula</i>	Confirmé
	Vacher à tête brune	Brown-headed Cowbird	<i>Molothrus ater</i>	Confirmé
	Roselin pourpré	Purple Finch	<i>Carpodacus purpureus</i>	Possible
	Chardonneret jaune	American Goldfinch	<i>Carduelis tristis</i>	Confirmé
	Gros-bec errant	Evening Grosbeak	<i>Coccothraustes vespertinus</i>	Possible

Source : Banque de données de l'Atlas sur les oiseaux nicheurs du Québec fournie par le MRNFQ.

Au total, 73 espèces d'oiseaux ont été observées au cours de la campagne de terrain (tableau 2.24). Ils appartiennent à 27 familles différentes, les mieux représentées étant les *Parulidae* (parulines : 12 espèces), les *Tyrannidae* (moucherolles/tyrans : 5 espèces), les *Emberizidae* (bruants : 5 espèces) et les *Icteridae* (goglus/carouges : 5 espèces). Aucune des 73 espèces relevées n'est menacée, vulnérable ou susceptible d'être ainsi désignée au Québec ou en péril au Canada. Cependant, parmi les espèces répertoriées, quatre sont considérées prioritaires, selon la définition de Milko (1998), parce qu'elles se trouvent au sommet du réseau trophique. Ce sont le busard Saint-Martin, l'épervier brun, la petite buse et la buse à queue rousse. Le busard Saint-Martin est un nicheur probable alors que les autres sont des nicheurs possibles.

Parmi les 73 espèces recensées, 64 sont nicheuses dans le secteur du terminal (tableau 2.24). La nidification de 4 espèces (6 %) a été confirmée alors que l'observation des comportements de 28 espèces (44 %) a permis de leur attribuer le statut de nicheur probable. Quelque 32 espèces (50 %) ont reçu le statut de nicheur possible. Le faible nombre de nicheurs confirmés découle notamment de la technique de dénombrement orientée vers la détection auditive et non visuelle des oiseaux (Carignan *et al.* 2003).



**Tableau 2.24 Liste annotée des espèces d'oiseaux observées au cours des inventaires, terminal Rabaska, juin 2005**

famille	espèce	indice de nidif. <sup>a</sup>	famille	espèce	indice de nidif. <sup>a</sup>
ANATIDAE	Oie des neiges	-	CERTHIIDAE	Grimpereau brun	H
	Canard noir	H	TROGLODYTIDAE	Troglodyte mignon	T
ACCIPITRIDAE	Busard Saint-Martin	P	REGULIDAE	Roitelet à couronne rubis	-
	Épervier brun	H	TURDIDAE	Grive fauve	T
	Petite Buse	H		Grive solitaire	T
	Buse à queue rousse	H		Merle d'Amérique	A
CHARADRIIDAE	Pluvier kildir	H	STURNIDAE	Étourneau sansonnet	H
SCOLOPACIDAE	Grand Chevalier	-	MOTACILLIDAE	Pipit d'Amérique	
	Chevalier grivelé	H	BOMBYCILLIDAE	Jaseur d'Amérique	H
	Bécassine de Wilson	C	PARULIDAE	Paruline à joues grises	H
	Bécasse d'Amérique	C		Paruline jaune	T
LARIDAE	Goéland à bec cerclé	X		Paruline à tête cendrée	T
	Goéland argenté	X		Paruline bleue	H
COLUMBIDAE	Pigeon biset	X		Paruline à croupion jaune	H
	Tourterelle triste	H	Paruline à gorge noire	T	
TROCHILIDAE	Colibri à gorge rubis	H	Paruline à gorge orangée	H	
ALCEDINIDAE	Martin-pêcheur d'Amérique	H	Paruline noir et blanc	H	
PICIDAE	Pic maculé	T	Paruline flamboyante	P	
	Pic chevelu	H	Paruline couronnée	T	
	Pic flamboyant	H	Paruline masquée	A	
	Grand Pic	H	Paruline à calotte noire	H	
TYRANNIDAE	Pioui de l'Est	H	EMBERIZIDAE	Bruant familial	T
	Moucherolle des aulnes	T		Bruant des prés	T
	Moucherolle tchébec	H		Bruant chanteur	A
	Tyran huppé	H		Bruant à gorge blanche	P
	Tyran tritri	P		Bruant à couronne blanche	-
VIREONIDAE	Viréo à tête bleue	-	CARDINALIDAE	Cardinal à poitrine rose	H
	Viréo de Philadelphie	P	ICTERIDAE	Goglu des prés	T
	Viréo aux yeux rouges	CN		Carouge à épaulettes	NJ
CORVIDAE	Mésangeai du Canada	H		Quiscale bronzé	AT
	Geai bleu	H		Vacher à tête brune	C
	Grand Corbeau	H		Oriole de Baltimore	H
	Corneille d'Amérique	T	FRINGILLIDAE	Roselin pourpré	T
HIRUNDINIDAE	Hirondelle bicolore	NO		Tarin des pins	H
PARIDAE	Mésange à tête noire	T		Chardonneret jaune	P
SITTIDAE	Sittelle à poitrine rousse	T		Gros-bec errant	H
	Sittelle à poitrine blanche	H			

#### Bilan

Nicheurs possibles (indice H)	32 (50%)
Nicheurs probables (indices A, C, P et T)	28 (44%)
Nicheurs confirmés (indices CN, AT, DD, NO, NJ et JE)	4 (6%)
<b>Total des oiseaux nicheurs</b>	<b>64 (100%)</b>
Non nicheurs <sup>b</sup>	9
<b>Nombre d'espèces rapportées</b>	<b>73</b>

<sup>a</sup> Indices de nidification selon Gauthier et Aubry (1995).

<sup>b</sup> Regroupe les indices X ainsi que les espèces observées en migration seulement (apparaissent ici sans indice).

Au cours de l'inventaire dans le secteur du terminal, 56 des 90 espèces rapportées dans l'atlas des oiseaux nicheurs du Québec ont été observées dont 68 % des espèces nicheuses (39/57). À l'inverse, 16 espèces qui n'avaient pas été mentionnées dans le carré d'atlas retenu ont été relevées au cours de la campagne de terrain, dont le mésange du Canada et la paruline à calotte noire peu fréquentes au sud du fleuve en période de reproduction. Treize d'entre elles sont des espèces nicheuses dans le secteur inventorié, dont le pic maculé, le troglodyte mignon, la grive solitaire et la paruline couronnée qui sont des oiseaux faciles à repérer en période de reproduction.

Globalement, les espèces les plus communes du secteur du terminal, tel que déterminé au moyen de la fréquence d'occurrence (constance) des espèces à partir des points d'écoute, ont été le merle d'Amérique et la Corneille d'Amérique. Ces espèces sont omniprésentes dans le secteur étudié : elles ont été décelées dans près de 90 % des points d'écoute. Huit autres espèces présentent une constance de plus de 50 %. Quelques 25 des 30 espèces les plus fréquentes de l'inventaire, dont les 17 plus communes, avaient aussi été observées dans le carré d'atlas centré sur la zone d'étude. Au chapitre des espèces les moins fréquentes, celles décelées dans un seul point d'écoute ou hors des dénombrements, près de 75 % (20 sur 27) d'entre elles avaient également été rapportées dans le carré d'atlas.

Par ailleurs, les populations canadiennes de quelque 23 espèces observées au cours des inventaires dans le secteur d'étude montreraient une tendance significative à la baisse depuis une dizaine d'années selon la *Base de données sur les tendances notées chez les oiseaux du Canada* (Downes et al. 2003). À l'inverse, les populations canadiennes de neuf espèces relevées au cours de la campagne de terrain seraient significativement en hausse. Selon Dunn et Downes (2004), les espèces associées aux milieux ouverts, comme le goglu des prés ou le bruant des prés par exemple, seraient davantage susceptibles que d'autres types d'oiseaux chanteurs de subir un déclin. Les espèces qui fréquentent les milieux boisés, comme le troglodyte mignon ou la mésange à tête noire, seraient davantage en croissance au Canada. Ces tendances ne ressortent pas clairement pour les espèces inventoriées. En effet, il existe des espèces en déclin et en hausse dans tous les types d'habitat. Environ la moitié des oiseaux chanteurs propres au Canada (ceux dont l'aire de reproduction se situe dans une proportion d'au moins 50 % au Canada) subissent un déclin alors que l'autre connaît une augmentation, c'est-à-dire exactement ce que l'on pourrait prévoir si les populations changeaient de façon aléatoire (Dunn et Downes 2004). Dans le cas du secteur d'étude, la proportion d'espèces montrant des déclin à l'échelle du Canada au cours des dernières années est plus élevée. Cependant, aucune n'est considérée comme un nicheur rare au Québec (David 1996).

### Aires de concentration d'oiseaux aquatiques

Selon les données fournies par le MRNFQ, quatre aires de concentration d'oiseaux aquatiques (ACOA) sont présentes dans la zone d'étude<sup>11</sup>, nommées Pointe de la Martinière, Pylônes de Beaumont, Beaumont et Battures de Beaumont. Ces habitats sont représentés à la figure 2.6. La liste des espèces inventoriées dans chaque ACOA est présentée au tableau 2.25.

#### **2.3.2.6 Espèces fauniques à statut particulier**

Selon les données fournies par le CDPNQ, aucune espèce menacée, vulnérable ou susceptible d'être désignée ainsi, n'a officiellement été observée dans la zone d'étude. Seules quelques observations effectuées par des particuliers ont été rapportées. Il est important de mentionner que ces observations ne constituent pas une occurrence pour le CDPNQ. Ainsi, un cougar et plusieurs espèces d'oiseaux rares ou menacées ont été signalées au CDPNQ et à la banque de données EPOQ (étude des populations d'oiseaux du Québec) pour la zone d'étude. La liste de ces espèces est présentée au tableau 2.26.

Pour ce qui est de la tortue dont l'espèce n'a pu être identifiée, bien que la possibilité ne puisse être complètement exclue, la présence d'une tortue des bois dans le secteur de l'étang paraît improbable étant donné que l'espèce serait à l'extrême limite de son aire de répartition (Desroches et Rodrigue 2004).

Il y a tout lieu de croire, compte tenu de la répartition géographique des tortues à statut particulier au Québec, que l'individu observé appartenait à une espèce plus commune comme la tortue peinte ou la tortue serpentine.

---

<sup>11</sup> Définition d'une aire de concentration d'oiseaux aquatiques selon la *Loi sur la conservation et la mise en valeur de la faune* : « un site constitué d'un marais, d'une plaine d'inondations dont les limites correspondent au niveau atteint par les plus hautes eaux selon une moyenne établie par une récurrence de 2 ans, d'une zone intertidale, d'un herbier aquatique ou d'une bande d'eau d'au plus 1 km de largeur à partir de la ligne des basses eaux, totalisant au moins 25 hectares, caractérisé par le fait qu'il est fréquenté par des oies, des bernaches ou des canards lors des périodes de nidification ou de migration et où l'on en dénombre au moins 50 par kilomètre mesuré selon le tracé d'une ligne droite reliant les deux points du rivage les plus éloignés ou 1,5 par hectare; lorsque les limites de la plaine d'inondations ne peuvent être ainsi établies, celles-ci correspondent à la ligne naturelle des hautes eaux ».

**Tableau 2.25** Espèces inventoriées dans les aires de concentration d'oiseaux aquatiques présentes dans l'aire d'études (1995 à 2001)

Espèces inventoriées	Aire de concentration d'oiseaux aquatiques			
	Pointe de la Martinière	Pylônes de Beaumont	Beaumont	Battures de Beaumont
<b>Superficie (ha)</b>	272	217	142	187
<b>Longueur du rivage (km)</b>	3	2,4	1,4	2,2
<b>Canards barboteurs</b>				
Canard noir	x	x	x	x
Canard colvert	x	x		x
Sarcelle sp		x		
Autres	x	x	x	x
<b>Canards plongeurs</b>				
Fuligule sp.	x	x	x	x
Garrot à œil d'or	x	x	x	x
Harle			x	x
Eider à duvet		x		
Autres plongeurs	x	x	x	x
<b>Autres</b>				
Bernache du Canada	x	x	x	x
Grand Héron		x		x
Cormoran sp		x	x	

**Tableau 2.26** Espèces fauniques rares ou menacées observées dans la zone d'étude par des amateurs

Nom commun	Nom anglais	Nom scientifique	Statut
<b>Mammifères <sup>1</sup></b>	<b>Mammals</b>		
Cougar	Cougar	<i>Felis</i>	ESDMV, MDDEP
<b>Oiseaux <sup>2</sup></b>	<b>Birds</b>		
Aigle royal	Golden Eagle	<i>Aquila chrysaetos</i>	ESDMV, MDDEP
Buse à épaulette	Red-shouldered Hawk	<i>Buteo lineatus</i>	Préoccupante, COSEPAC
Faucon pelerin anatum	Peregrine Falcon anatum subspecies	<i>Falco peregrinus anatum</i>	Vulnérable
Garrot d'Islande	Barrow's Goldeneye	<i>Bucephala islandica</i>	ESDMV, MDDEP
Grèbe esclavon	Horned Grebe	<i>Podiceps auritus</i>	Menacée
Hibou des marais	Short-eared Owl	<i>Asio flammeus</i>	ESDMV, MDDEP
Pygargue à tête blanche	American Bald Eagle	<i>Haliaeetus leucocephalus</i>	Vulnérable

Sources : <sup>1)</sup> Donnée fournie par le MRNFPQ, 2004b.

<sup>2)</sup> Données fournies par le MRNFPQ, banque de données EPOQ : 2004b.

ESDMV : Espèce susceptible d'être désignée menacée ou vulnérable.

## 2.4 MILIEU SOCIO-ECONOMIQUE

### 2.4.1 Contexte administratif

La zone d'étude retenue pour l'implantation du terminal méthanier recoupe une partie du territoire de la Ville de Lévis qui faisait jusqu'à tout récemment partie de la MRC Desjardins<sup>12</sup> de même que la partie ouest de la municipalité de Beaumont faisant partie de la MRC de Bellechasse.

### 2.4.2 Aménagement du territoire

La législation québécoise en matière d'aménagement du territoire<sup>13</sup> confère aux municipalités régionales de comté (MRC) la responsabilité de planifier les affectations de leur territoire respectif. La même responsabilité est conférée, mais à un niveau plus large aux communautés métropolitaines depuis 2001.

Ces affectations qui correspondent à la vocation que l'on veut attribuer aux diverses parties de ce territoire doivent être reflétées dans un schéma d'aménagement. Ce schéma doit par ailleurs être conforme aux grandes orientations gouvernementales et ne peut entrer en vigueur en l'absence d'une lettre du ministre des Affaires municipales et des Régions attestant de cette conformité. Les municipalités faisant partie d'une MRC ou d'une communauté métropolitaine ont quant à elles le pouvoir d'adopter des plans d'urbanisme (l'équivalent d'un schéma d'aménagement à l'échelle de la municipalité) ainsi que des règlements de zonage précisant les endroits où pourront s'exercer les usages permis sur leur territoire. Ces plans d'urbanisme et règlements de zonage doivent être conformes aux affectations prévues au schéma d'aménagement.

---

<sup>12</sup> La nouvelle Ville de Lévis créée le 1<sup>er</sup> janvier 2002 regroupe essentiellement toutes les municipalités des anciennes MRC de « *Chutes de la Chaudière* » et de « *Desjardins* ». Lévis doit donc gérer deux schémas d'aménagement qui n'ont pas encore été fusionnés en un seul.

<sup>13</sup> *Loi sur l'aménagement et l'urbanisme*, L.R.Q., c.A-19.1.

### **2.4.3 Schémas d'aménagement**

#### **2.4.3.1 Ville de Lévis (ancienne MRC de Desjardins)**

Le schéma d'aménagement applicable actuellement au territoire de la Ville de Lévis visé par la zone d'étude est celui de l'ancienne MRC Desjardins<sup>14</sup>. Ce schéma prévoit sept grandes affectations du territoire (figure 2.7, annexe A) dans la zone d'étude à savoir les affectations agricole, agricole sans nuisance, récréo-écologique, industrialo-portuaire, agglomération extra-urbaine, agglomération urbaines isolée et urbaine.

Dans la zone à l'étude on retrouve les six grandes affectations suivantes :

#### **Affectation agricole**

L'affectation agricole désigne les parties du territoire destinées principalement aux activités agricoles. Cette affectation vise à préserver les terres de bonne qualité pour la pratique de l'agriculture en prévenant l'installation de réseaux d'aqueduc et d'égouts et l'ouverture de nouvelles rues publiques ou privées et en maintenant une aire caractérisée par une faible densité d'occupation. Dans certains cas, cette vocation agricole se double d'activités impliquant l'exploitation des ressources primaires. Les terres d'affectation agricole couvrent la majorité du territoire situé au *sud* de l'autoroute 20.

#### **Affectation récréo-écologique**

L'affectation récréo-écologique comprend les parties du territoire destinées à la conservation des milieux naturels ou à leur mise en valeur à des fins récréatives et touristiques. Dans la zone d'étude, se trouve une seule zone d'affectation récréo-écologique située dans la partie *sud*, de part et d'autre du chemin de fer du Canadien National. Il s'agit de la tourbière de la Grande Plée Bleue.

#### **Affectation industrialo-portuaire**

Le schéma d'aménagement et le plan d'urbanisme démontrent l'intention des autorités de l'ancienne MRC de Desjardins de favoriser l'aménagement d'un port en eaux profondes et d'un parc industriel pouvant recevoir des industries de grand gabarit nécessitant la présence d'infrastructures majeures comme un port.

---

<sup>14</sup> Ce schéma est entré en vigueur en novembre 1987 alors que le plan d'urbanisme de la Ville de Lévis, règlement no. 127, est entré en vigueur en novembre 1991.

Le plan d'urbanisme de la Ville de Lévis actuellement en vigueur reconnaît ce potentiel industrialo-portuaire mais autorise, en attendant la concrétisation de projets industriels majeurs, des usages agricoles et des usages extensifs qui n'hypothèquent pas le potentiel industrialo-portuaire du secteur. C'est pourquoi la partie portuaire est zonée industrielle, plus précisément industrie lourde et à grand gabarit alors que la partie terrestre est zonée agro-industrielle. Un corridor technique reliant ces deux équipements est également prévu au règlement de zonage. Les limites de ces zones sont indiquées à la figure 2.7, annexe A.

### **Affectation agglomération extra-urbaine**

L'affectation d'agglomération extra-urbaine identifie les concentrations de résidences permanentes ou saisonnières en zone agricole qui ne montrent aucune continuité avec un périmètre d'urbanisation. Ces dernières sont identifiées sur la figure 2.7, annexe A en tant que zone d'affectation urbaine de faible densité. Il s'agit du Camping Transit et du parc de maison mobiles, situés au *sud* de l'autoroute 20.

### **Affectation agglomération urbaine isolée**

Cette affectation désigne les parties du territoire de la MRC situées en 'zone blanche', où se retrouvent des concentrations de résidences permanentes ou saisonnières, mais qui n'ont pas de lien avec un périmètre d'urbanisation. Elle englobe les habitations qui bordent le fleuve le long de la route 132 en plus du secteur enclavé entre la rue Turgeon et la route 132.

### **Affectation urbaine**

L'affectation urbaine englobe les parties du territoire délimitées par les périmètres d'urbanisation. Dans la zone d'étude, on y retrouve des fonctions urbaines telles que l'agglomération urbaine polyvalente, l'axe commercial urbain, le pôle industriel et la réserve urbaine. Ces zones sont généralement caractérisées par une forte densité d'occupation, actuelle ou projetée.

L'agglomération urbaine polyvalente de la zone à l'étude représente l'extrémité *est* du périmètre d'urbanisation de la Ville de Lévis. L'axe commercial urbain est une sous-catégorie de la grande affectation urbaine qui permet de définir une vocation d'intérêt régional. Cette zone englobe une petite surface à la jonction de la route 132 et la route Lallemand. Le pôle industriel est destiné à accueillir des industries manufacturières, des activités para-industrielles et des activités de recherche pouvant bénéficier de la présence d'infrastructures majeures. Dans la zone à l'étude le pôle industriel est situé à l'extrémité

ouest, entre la route 132, le chemin des Forts et la route Lallemand. Enfin, la réserve urbaine est un statut qui englobe les parties du territoire destinées à la croissance urbaine future.

#### **2.4.3.2 MRC de Bellechasse**

Dans la MRC de Bellechasse, le secteur de Beaumont comprend trois grandes affectations du territoire, soit l'affectation agricole, affectation urbaine et l'affectation récréation et tourisme.

##### **Affectation agricole**

L'affectation agricole met en valeur les secteurs agricoles actifs. Le territoire situé au sud de la route 132 fait majoritairement partie de l'affectation agricole.

##### **Affectation urbaine**

L'affectation urbaine répond à la nécessité de consolider les fonctions urbaines des villages de la région tout en limitant l'empiétement des activités propres au village vers les ressources naturelles et le milieu rural. La portion de territoire située entre le fleuve et la route 132, à l'est de l'Anse de Vincennes et celle située de part et d'autre de la route 279, entre la route 132 et l'autoroute 20 sont destinées à l'affectation urbaine.

##### **Affectation récréation et tourisme**

Les terres affectées à la récréation et au tourisme sont localisées entre le fleuve et la route 132, de part et d'autre de la jetée d'Hydro-Québec.

#### **2.4.4 Revendications territoriales**

Selon le Conseil de Bande de la Première Nation Malécite de Viger, le projet Rabaska est situé sur son territoire ancestral. Celle-ci aurait des droits ancestraux issus de traités reconnus concernant le territoire compris entre Lévis et Métis sur Mer jusqu'aux frontières des États-Unis et du Nouveau-Brunswick (*Première nation Malécite de Viger*, communication personnelle, 2004). Toutefois, selon le ministère des Affaires indiennes et du Nord du Canada, la zone d'étude ne fait pas, à ce jour, l'objet de revendications territoriales particulières ou globales déposées (AINC, communication personnelle, 2004).



### 2.4.5 Utilisation du sol

La figure 2.8 illustre les principales utilisations du sol, les composantes valorisées du milieu ainsi que les infrastructures de la zone d'étude. Cette carte a été préparée à partir d'une orthophotographie numérique, datant de juin 2004, sur laquelle a été transposée l'utilisation du sol. Des visites des lieux et des rencontres avec les municipalités de Lévis et Beaumont au cours de l'été et l'automne 2004 ont permis de valider cette information.

La zone d'étude couvre une superficie totale de près de 7 100 ha dont l'utilisation est répartie comme suit :

- agriculture : 29 %
- habitation & camping : 6 %
- milieux humides : 5 %
- hydrographie : 30 %
- gravières : 1 %
- routes et autoroutes : 2 %
- boisés et friches : 27 %

#### 2.4.5.1 Développements résidentiels et commerciaux

Le développement résidentiel est essentiellement compris entre le fleuve et la route 132, le long de la route Lallemand et de la rue de l'Anse ainsi que sur le chemin Saint-Roch à la limite *est* de Lévis. C'est aussi le long de ce chemin, au *sud* de l'autoroute 20, que se retrouve un développement de maisons mobiles près du camping Transit.

Une zone de développement résidentiel est prévue à Beaumont à proximité de la rue de l'Anse, au *sud* de la route 132 à proximité d'une carrière et d'une sablière et une autre toujours au *sud* de la 132, à l'extrémité *est* de la zone d'étude (figure 2.7).

Une étude de faisabilité est en cours pour la création d'un vaste parc régional à la Pointe de la Martinière qui se trouve à Lévis et plus spécifiquement dans la partie *ouest* de la zone d'étude (Ville de Lévis, communication personnelle, 2004).

### 2.4.5.2 Agriculture

Les sections qui suivent concernent strictement les superficies localisées à l'intérieur des limites de la zone agricole permanente qui sont illustrées à la figure 2.9. Comme le projet n'aura pas d'effet sur les pratiques agricoles sur l'île d'Orléans, seule le territoire Lévis/Beaumont fait l'objet d'une analyse détaillée.

#### Pédologie et potentiel agricole

La terminologie reliée aux classes de potentiel agricole est présentée en annexe D-1. La délimitation des classes de potentiel agricole est présentée à la figure 2.9.

Selon l'inventaire des terres du Canada (ITC) (Ministère de l'Agriculture et agro-alimentaire Canada, 2004) et tel que montré au tableau 2.27, la portion Lévis/Beaumont est majoritairement composée de sols de classes 3 et 4 (79 %) généralement en association, avec comme principales restrictions l'excès d'humidité, la basse fertilité, la forte pierrosité et, en plus faible proportion, le manque d'humidité, dépendant des endroits.

**Tableau 2.27 Potentiels agricoles – Territoire Lévis/Beaumont**

Classes de potentiel agricole	Superficie	
	(ha)	(%)
3	1 954	47
4	1 331	32
5	186	4
7	277	7
0	402	10
<b>Total</b>	<b>4 150</b>	<b>100</b>

Selon les cartes pédologiques du comté de Lévis (*Ministère de l'Agriculture et de la colonisation du Québec, 1963*) et des comtés de Bellechasse et Montmagny (*Ministère de l'Agriculture et de la colonisation du Québec, 1966*) ces sols correspondent à des loams sablo-schisteux (dont certains à phase mince) et à des loams sablo-graveleux (quelquefois pierreux; dont certains à phase mince). Ces études mentionnent que ces sols possèdent un drainage pouvant être excessif et un niveau de fertilité naturel assez bas pouvant cependant convenir à certains types de cultures spécialisées. Les secteurs « phase mince » sont quant à eux très peu propices à la culture.

À l'extrémité *sud* on retrouve un vaste secteur ayant une association de sols de classes 7 et 0 correspondant, selon les cartes pédologiques à des terrains marécageux. On retrouve aussi un secteur de classe 7, correspondant également à des terrains marécageux, plus au *nord*. Adjacent à ce secteur se trouve une zone de sols de classes 4 et 0, correspondant à une association de loams sablo-pierreux (classe 4) et de terre noire bien décomposée (classe 0).

### **Superficies en culture**

La figure 2.9 délimite les superficies en culture et localise les établissements de production animale à l'intérieur de la zone d'étude. Le type de culture n'a été identifié que dans le secteur d'implantation du projet.

À Lévis/Beaumont, les principales cultures rencontrées sont les fourrages et les grandes cultures (céréales, maïs-grain et soya) avec présence de quelques exploitations de cultures maraîchères et horticoles. Les principaux établissements de production animale sont les fermes laitières, bovines et porcines.

La portion Lévis/Beaumont est cultivée sur 1 675 ha, correspondant à 41 % du territoire de la zone agricole.

Les activités agricoles se regroupent en trois grandes zones, soit :

- le long de la route 132 (principalement au *sud*);
- le long du chemin Saint-Roch;
- le long du chemin Saint-Hélène et de l'Avenue des Ruisseaux (au *sud-ouest* de la zone d'étude).

Dans le secteur de la route 132, le dynamisme agricole est plus élevé dans les environs de la limite municipale Lévis/Beaumont. Les principales cultures pratiquées sont le foin, les grandes cultures ainsi que les cultures maraîchères et horticoles. Les superficies en culture se situent sur une bande d'environ 300 m à 1 km principalement au *sud* de la route 132 et sont entrecoupées fréquemment de zones boisées. On y retrouve une ferme laitière et une ancienne ferme laitière transformée en ferme équine.

Le secteur du chemin Saint-Roch est un secteur dynamique d'un point de vue agricole. Les principales cultures rencontrées sont le foin et les grandes cultures. Les superficies cultivées se situent sur une bande d'environ 600 à 900 m principalement au *sud* du chemin

Saint-Roch et sont quelquefois entrecoupées de secteurs boisés. On y retrouve cinq fermes bovines et deux fermes laitières.

Le secteur situé à l'extrémité *sud-ouest* de la zone d'étude est également un secteur dynamique d'un point de vue agricole. Les principales cultures rencontrées sont le foin et les grandes cultures et la présence de zones boisées est moindre. On y retrouve trois fermes porcines, deux fermes bovines et une ferme laitière.

Finalement, on retrouve la présence d'une ferme équine dans la partie *ouest* de la zone d'étude entre le chemin des Forts et l'autoroute 20. Cette exploitation agricole est cependant entourée de terrains en zone non agricole.

### **2.4.5.3 Tenure des terres**

Les terres incluses dans la zone à l'étude sont de nature privée à l'exception des terrains publics où se trouvent la jetée d'Hydro-Québec et deux lots (lots 15-1 et 16-1) qui appartiennent à la Ville de Lévis (figure 2.7). Ces derniers sont situés à environ 300 m de l'extrémité *est* de la rue Turgeon entre la route 132 à l'autoroute 20.

### **2.4.6 Activités économiques**

Le commerce de réparation et de transport d'autobus scolaire, Transport Martel & fils inc. situé au 11 350 boul. de la Rive-Sud, entrepose 35 autobus durant le congé scolaire d'été. Ce chiffre passe à 8 ou 9 durant l'année scolaire lorsque les autobus sont stationnés chez les chauffeurs. Transport Martel & fils est un transporteur pour la Commission scolaire des navigateurs (Transport Martel & fils, communication personnelle, 2005).

#### **2.4.6.1 Activités récréotouristiques**

#### **Randonnée pédestre, patin à roues alignées, cyclisme, ski de fond, motoneige**

Le parc linéaire du Parcours des Anses est un attrait récréotouristique important de la région. Ce parcours linéaire est une piste multifonctionnelle de près de 15 km qui borde le fleuve de Saint-Romuald à la route Lallemand. Les gens y pratiquent la marche, la bicyclette, le patin à roues alignées, etc. En 2002 le Parcours des Anses a accueilli 250 000 usagers durant la saison estivale. Ce parc linéaire s'est mérité un grand prix du tourisme en 2002 (Tourisme Lévis, 2004).

Le réseau cyclable la route Verte initié par Vélo Québec et réalisé avec le ministère des Transports, le gouvernement du Québec et des partenariats régionaux emprunte le

Parcours des anses jusqu'à la route Lallemand et par la suite la route 132 vers l'est (Route Verte, 2005) (figure 2.8).

En hiver une piste de ski de fond est aménagée par un groupe de bénévoles en partenariat avec la municipalité de Beaumont, le garage Michel Noël et la Caisse populaire Desjardins du Littoral de Bellechasse. La piste relie la rue de l'Anse, à Beaumont à la rue Turgeon, à Lévis. Elle longe l'autoroute 20 sur environ 4,8 km. La piste se divise en plusieurs circuits dans le secteur situé entre l'autoroute 20 et la rue Turgeon (figure 2.8). Elle est unidirectionnelle dans la portion de Beaumont et bidirectionnelle dans la portion de Lévis (Municipalité de Beaumont, communication personnelle, 2005).

Selon les guides des sentiers de motoneige de la Fédération des clubs de motoneige du Québec et de l'Association touristique Chaudière-Appalaches, il n'y a pas de sentier aménagé et entretenu dans la zone d'étude. Toutefois, des visites sur le terrain témoignent que la motoneige est pratiquée de façon informelle dans le secteur.

### **Navigation de plaisance et récréation nautique**

Malgré qu'aucune marina ne soit présente dans la zone d'étude, la navigation de plaisance est une activité récréo-touristique très populaire dans le secteur. Ainsi, dans la région englobant la zone d'étude, sept marinas et deux écoles de voile ont été identifiées (figure 2.10). Les quatre marinas les plus proches des installations du projet comptent plus de 600 bateaux à voile et à moteur. Ces bateaux naviguent sur le fleuve pour des excursions de courtes ou longues durées.

L'Association de la Baie de Beauport gère des activités nautiques et récréatives à la Baie de Beauport. Les activités qui s'y pratiquent sont la baignade (à la piscine et à la plage), et des activités sportives comme le volley-ball. On y retrouve également une école de voile (catamaran, planche à voile et cerf-volant à traction sur plage). Les cours sont destinés aux enfants et aux adultes et sont offerts le jour ainsi qu'en soirée. La Baie de Beauport reçoit également kayak, canoë et « kite-surf ». Le camping y est aussi possible, on y compte 10 sites pour véhicules récréatifs et 56 pour tentes et tente-roulottes. Un restaurant avec vue sur le fleuve et l'île d'Orléans y est installé (Association nautique de la baie de Beauport, 2005).

À tous les 4 ans depuis 1984, Voile internationale Québec inc. organise une épreuve sportive internationale de haut calibre : la Transat Québec/Saint-Malo. Cet événement attire des coureurs océaniques professionnels de voiliers multicoques et monocoques. Cette course est originale car il s'agit de la seule course transatlantique en équipe qui se

fait sans escale de l'ouest vers l'est. Les concurrents parcourent plus de 5 500 km durant les 7 à 9 jours que dure la course (Voile internationale Québec, 2005).

Trois aires de concentration d'activités nautiques ont été identifiées aux environs de la zone d'étude (figure 2.10). Il s'agit du secteur situé en face de la marina du port de Québec et l'île d'Orléans et du secteur situé en face du Club nautique de l'île Bacchus à Saint-Laurent-de-l'île-d'Orléans.

Lors de la saison estivale Les Croisières Le Coudrier offrent une excursion connue sous le nom de : 'La route des îles' qui amène le navire à traverser la zone d'étude. Cette activité consiste en un départ par jour, en période estivale, sur le bateau le Coudrier de l'île d'une capacité de 125 passagers. De la mi-septembre à la mi-octobre Les Croisières Le Coudrier offrent une croisière d'automne à raison de un départ par semaine qui amène les passagers à Saint-Laurent de l'île d'Orléans traversant ainsi une partie de la zone d'étude.

Le fleuve est aussi utilisé par des kayakistes de mer dont certains sont membre du club de kayak de mer Le Squall (basé à Lévis). Ce club comptait 111 membres et environ 50 usagers non-membres en 2004. Le club organise des sorties 3 à 4 fois par semaine durant les mois d'été et est actif approximativement de la mi-avril à la fin octobre selon les conditions climatiques. Les embarcations sont mises à l'eau à partir du parc Grève-Jolliet situé à la pointe de Lévy à la hauteur de la route Monseigneur Bourget (figure 2.10). Lorsque les kayakistes vont en direction de Beaumont, ils naviguent à 150 ou 200 m de la rive pour éviter le chenal principal (Le Squall, communication personnelle, 2004).

## **Agrotourisme**

Miron Fruitier, un poste d'agrotourisme situé au 10 780 boul. de la Rive-Sud, à 2,5 km à l'est de la route Lallemand, offre l'autocueillette, la vente de petits fruits, de crèmes glacées et de sorbets maisons faits à l'ancienne ainsi que des nectars de fruits de la mi-juin à la fin octobre (Tourisme Lévis, 2004) (figure 2.8).

Au 9 805 boul. de la Rive-Sud on retrouve le Fort de la Martinière qui sert de centre d'expositions pour les artistes locaux et d'informations sur l'histoire du fort et l'histoire locale (Tourisme Lévis, 2004) (figure 2.8). On y retrouve aussi une aire de pique-nique.

Dans la portion de la zone d'étude qui recoupe le territoire de Beaumont, les attraits récréotouristiques sont : le site architectural à intérêt élevé du domaine seigneurial Charles-Couillard, les deux sites archéologiques d'intérêt élevé soit, l'ancien Moulin de Vincennes et le Moulin d'en Bas, et finalement 2 territoires d'intérêt esthétique élevé, les chutes du

ruisseau Saint-Claude ainsi que la route 132 offrant un panorama exceptionnel (MRC de Bellechasse, 2000) (figure 2.8).

L'Île d'Orléans fut désignée arrondissement historique en 1970 et comprend plus de 20 monuments historiques et 620 bâtiments patrimoniaux qui sont distribués sur le pourtour de l'île. Environ 650 000 touristes, provenant principalement du Québec, visitent l'île à chaque année. Typiquement, ces visites durent d'une demie à une journée, ont lieu entre les mois de mai et septembre et ont comme but une balade touristique. L'agriculture constitue la vocation dominante de l'île avec une zone agricole représentant 94 % de la superficie totale de la MRC. Le schéma d'aménagement de la MRC de l'Île d'Orléans insiste sur l'intérêt de préserver et de mettre en valeur les paysages avoisinants les bâtiments et sites d'intérêt patrimonial. Il stipule que les percées visuelles et les vues panoramiques exceptionnelles sur le fleuve et les ensembles de bâtiments d'intérêt patrimonial doivent être préservés et mis en valeur.

#### **2.4.6.2      *Activités d'extraction (sablère ou gravière)***

Dans la zone d'étude on retrouve trois aires d'extraction minérale d'envergure commerciale. La plus importante (39,4 ha) est située au *sud* du chemin Saint-Roch à la frontière de la Grande Plée Bleue à environ 400 m de la limite *est* de la Ville de Lévis. Des parties de cette sablière ne sont plus en exploitation. Les parties restantes le sont par l'entreprise Construction Raoul Pelletier.

Une deuxième aire d'extraction de sable et gravier (de 27,6 ha) est située à Beaumont au *nord* de l'autoroute 20, à quelques centaines de mètres de la rue de L'Anse. Cette entreprise est exploitée par la Compagnie Maurice Godbout.

Une ancienne gravière (de 7,6 ha) est également située à Beaumont entre l'autoroute 20 et le chemin Saint-Roch, à environ 1 km à l'*est* de la limite municipale.

#### **2.4.6.3      *Activités d'hébergement***

Les infrastructures d'hébergement dans la zone d'étude comprennent les entreprises suivantes (figure 2.8) :

- le Motel Parc Beaumont : 14 unités, 2 gîtes;
- le Manoir de Beaumont : 5 chambres;
- le gîte Au petit matin : 2 chambres;

- 4 terrains de camping :
  - le Camping Transit : 200 emplacements pour caravanes et 25 pour le camping sauvage;
  - le Camping du Fort de la Martinière : 24 sites;
  - le Camping Municipal Vincennes : 110 sites;
  - le Camping Parc Beaumont : 151 emplacements pour caravanes.

#### **2.4.6.4 Pêche commerciale**

Le tableau 2.28 présente la liste des pêcheurs commerciaux détenant un permis de pêche dans le fleuve Saint-Laurent entre Lévis et Montmagny ainsi que les conditions des permis. Ces permis sont accordés par la Direction générale des Pêches et de l'Aquaculture Commerciales (DGPAC) du ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec (MAPAQ). Ces permis se classent dans la catégorie de pêche commerciale en eau douce qui inclut les espèces d'eaux douces, les espèces anadromes et les espèces catadromes. C'est le ministère des Ressources Naturelles de la Faune et des Parcs qui est responsable de la surveillance de la pêche commerciale aux espèces pour lesquelles la MAPAQ délivre des permis (MAPAQ, 2004).

#### **2.4.6.5 Projets en développement**

Le parc régional de la Pointe de la Martinière est un projet qui consisterait en un vaste parc de 120 ha le long du fleuve entre la rue Saint-Joseph et la Pointe de la Martinière (figure 2.8). Ce parc vise la conservation d'un milieu riverain possédant un intérêt historique, un paysage remarquable, des attraits écologiques et un potentiel faunique et ornithologique. L'aménagement de pistes multifonctionnelles (vélo, marche, ski de fond et raquette) est également prévu pour profiter de la variété des paysages et de la diversité de la faune (GIRAM, 2005).

#### **2.4.7 Contexte socio-économique**

Les données socioéconomiques présentées dans cette section intègrent des informations de nature descriptive sur la population, sur l'état de santé et sur les aspects socioéconomiques pour l'arrondissement Desjardins, soit les anciennes municipalités de Lévis, Pintendre et Saint-Joseph-de-la-Pointe-de-Lévy. Elles intègrent également les données pertinentes de la municipalité de Beaumont. Les données présentées dans cette section ne se limitent pas à la zone d'étude, mais portent plutôt sur tout le territoire de l'arrondissement Desjardins et de la municipalité de Beaumont.



**Tableau 2.28 Liste des permis commerciaux dont les opérations s'effectuent dans le fleuve Saint-Laurent, portion Lévis à Montmagny**

Identification du pêcheur	Engin autorisé	Maximum de brasses autorisées	Limites d'exploitation autorisées
A	Filet maillant	40 brasses	Les eaux du fleuve comprises entre la limite <i>ouest</i> de la ville de Saint-Nicolas et la limite <i>est</i> de la Ville de Lévis.
	Verveux	70 brasses de guideaux	Les eaux du fleuve comprises entre la limite <i>ouest</i> de la ville de Saint-Nicolas et la limite <i>est</i> de la Ville de Lévis.
B	Verveux		Les eaux du fleuve comprises entre la limite <i>ouest</i> de la ville de Saint-Nicolas et la limite <i>est</i> de la Ville de Lévis et dans la zone commune de PLIO.
C	Filet maillant	280 brasses	Les eaux du fleuve comprises entre la pointe <i>est</i> de l'île d'Orléans jusqu'en face de l'église Saint-Augustin-de-Desmaures. (Un maximum de 4 filets de 20 brasses chacun est autorisé dans le chenal du Sud).
	Trappe-filet	90 brasses de guideaux	Les eaux du fleuve en front du lot 2 du cadastre de la paroisse de Sainte-Pétronille de l'île d'Orléans.
D	Trappe-filet	67 brasses de guideaux	Les eaux du fleuve en front du lot 195-2 du cadastre de la paroisse de Saint-Laurent de l'île d'Orléans.
	Trappe-filet	67 brasses de guideaux	Les eaux du fleuve en front du lot 218 du cadastre de la paroisse de Saint-Laurent de l'île d'Orléans.

Source : Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec. Bureau du sous-ministre.

Le tableau 2.29 présente les principales caractéristiques socio-démographiques pour l'arrondissement Desjardins.

La population de Desjardins a connu entre 1996 et 2001 une hausse de 1,5 %. Ce qui est comparable à l'augmentation de la population de 1,4 % pour l'ensemble du Québec (Emploi Québec Chaudière-Appalaches, 2002). Ce taux d'accroissement est cependant sensiblement moins élevé que les valeurs des deux autres arrondissements de la Ville de Lévis, soit 5,7 % pour Chutes-de-la-Chaudière-Ouest et 2,9 % pour Chutes-de-la-Chaudière-Est (Emploi Québec Chaudière-Appalaches, 2002). Beaumont a connu pour sa part une hausse de 4,2 % entre 1996 et 2001 (Statistique Canada, 2004).

La proportion de la population de moins de 15 ans pour l'arrondissement Desjardins est de 15,9 % ce qui est moindre que la Ville de Lévis qui affiche un pourcentage de 19 % et que l'ensemble du Québec soit 17,8 % (Emploi Québec Chaudière-Appalaches, 2002). La proportion des moins de 15 ans pour Beaumont est de 19,5 % (Statistique Canada, 2004).

**Tableau 2.29** Données socio-démographique de l'arrondissement Desjardins

Données socio-démographiques	Lévis <sup>1</sup>	Saint-Joseph-de-la-Pointe-de-Lévy	Pintendre	Total (arrondissement Desjardins)
Superficie (km <sup>2</sup> )	43,55	35,96	54,65	134,16
Densité de population/km <sup>2</sup>	939,8	25,4	113,6	358,1
Population (2001)	40 925	913	6 209	48 047
Homme (2001)	19 255	495	3 125	22 875
Femme (2001)	21 670	420	3 090	25 180
Population (1996)	40 407	894	6 035	47 336
Variation 1996-2001	518	19	174	711
Taux de variation 1996-2001	1,3	2,1	2,9	1,5
Logements privés	18 610	357	2 222	21 189
Taux de population 15 ans et +	85,5	81,3	75,3	84,1
Taux d'homme 15 ans et +	84,8	79,8	75,2	83,4
Taux de femme 15 ans et +	86,1	83,3	75,2	84,7
Population 15 ans et +	34 991	742	4 675	40 409
Homme 15 ans et +	16 328	395	2 350	19 073
Femme 15 ans et +	18 658	350	2 324	21 331
Taux d'activité total	62,6	72,1	75,6	64,3
Taux d'activité chez les hommes	69,9	74,7	81,5	71,4
Taux d'activité chez les femmes	56,1	67,6	69,8	57,8
Population active	21 904	535	3 535	25 974
Hommes actifs	11 413	295	1 915	13 624
Femmes actives	10 467	237	1 622	12 325
Taux d'emploi total	58,5	70,1	71,2	60,2
Taux d'emploi chez les hommes	64,8	70,9	76,8	66,4
Taux d'emploi chez les femmes	53	69,1	65,7	54,6
Population occupée	20 470	520	3 329	24 319
Hommes occupés	10 581	280	1 805	12 666
Femmes occupées	9 889	242	1 527	11 657
Taux de chômage total	6,5	2,8	5,8	6,3
Taux de chômage chez les hommes	7,3	5,1	5,5	7,0
Taux de chômage chez les femmes	5,5	0	6,2	5,5
Population au chômage	1 424	15	205	1 644
Hommes au chômage	833	15	105	954
Femmes au chômage	576	0	101	676
Gains moyens total	27 761	25 835	26 905	27 603

Données socio-démographiques	Lévis <sup>1</sup>	Saint-Joseph-de-la-Pointe-de-Lévy	Pintendre	Total (arrondissement Desjardins)
Gains moyens chez les hommes	32 473	28 321	32 440	32 377
Gains moyens chez les femmes	22 486	22 775	20 398	22 211
Personnes ayant touchées des gains	21 890	550	3 575	26 015
Hommes ayant touchés des gains	11 550	305	1 930	13 785
Femmes ayant touchées des gains	10 330	250	1 645	12 225

Source : Statistique Canada (2004), [www.statcan.ca](http://www.statcan.ca) 2004.

<sup>1</sup> Désigne l'ancienne municipalité de Lévis.

Le taux d'emploi représente le pourcentage de la population occupée au cours de la semaine précédant la semaine du recensement par rapport au pourcentage de la population âgée de 15 ans et plus. En 2001, le taux d'emploi pour l'arrondissement Desjardins était de 60,2 %, soit 66,4 % pour les hommes et 54,6 % pour les femmes. Ces valeurs sont supérieures à celles du Québec où le taux d'emploi pour 2001 était de 58,9 % (Statistique Canada, 2004). Le taux d'emploi pour Beaumont est encore plus élevé avec 69,7 %, soit 75,3 % chez les hommes et 64,9 % chez les femmes (Statistique Canada, 2004).

Le taux de chômage représente le pourcentage de la population en chômage<sup>15</sup> par rapport à la population active au cours de la semaine précédant le recensement. La population active comprend toutes les personnes âgées de 15 ans et plus, à l'exclusion des pensionnaires d'un établissement institutionnel. En 2001, pour l'arrondissement Desjardins, le taux de chômage était de 6,3 % pour l'ensemble de la population, de 7,0 % pour les hommes et de 5,5 % pour les femmes. Pour la même année, la municipalité de Beaumont avait un taux de chômage de 2,5 % pour l'ensemble de la population, soit 5,2 % pour les hommes et 0 % pour les femmes (Statistique Canada, 2004). Ces valeurs sont moindres que celles de l'ensemble du Québec pour lequel les taux sont respectivement de 8,2 %, 8,7 % et 7,7 % pour la totalité de la population, les hommes et les femmes (Statistique Canada, 2004).

<sup>15</sup> Les personnes en chômage sont les personnes qui ont été mises à pied temporairement, mais qui s'attendent à être rappelées au travail et sont disponibles pour travailler; ou sont sans emploi et ont activement cherché un emploi au cours des quatre dernières semaines et sont disponibles pour travailler; ou commencent un nouvel emploi dans quatre semaines ou moins à compter de la semaine de référence et sont disponibles pour travailler (Statistique Canada, 2005).

Les revenus moyens des habitants de l'arrondissement Desjardins étaient évalués à 27 603 \$ en 2001, soit 32 377 \$ chez les hommes et 22 211 \$ chez les femmes (tableau 2.30). Ces gains sont légèrement inférieurs à ceux déclarés pour l'ensemble du Québec, soit 29 385 \$ chez l'ensemble de la population, 34 705 \$ chez les hommes et 23 282 \$ chez les femmes. Les revenus pour Beaumont sont légèrement supérieurs à la moyenne québécoise avec 30 524 \$ pour l'ensemble de la population, 34 932 \$ chez les hommes et 25 511 \$ chez les femmes (Statistique Canada, 2004).

Le secteur tertiaire qui inclue le commerce de détail et de gros, la santé et les services sociaux, les institutions financières, l'enseignement ainsi que l'hébergement et la restauration, constitue un important générateur d'emplois pour l'arrondissement Desjardins, mobilisant plus de 77 % des travailleurs en 2000.

La présence du siège social du Mouvement Desjardins, du secteur des institutions financières y est particulièrement importante (Emploi Québec Chaudière-Appalaches, 2002). Pour Beaumont le secteur tertiaire emploie 71 % des travailleurs avec le gros des emplois provenant des soins de la santé et l'enseignement.

Le secteur secondaire occupe le second rang dans l'économie locale avec 19,8 %, dont 12 % pour le secteur manufacturier, où la transformation des aliments et du bois sont prédominants, et 7,8 % pour la construction. Le secteur primaire occupe le dernier rang avec 2,5 % (Emploi Québec Chaudière-Appalaches, 2002). À Beaumont, 24,7 % des emplois sont dans le domaine des industries de la fabrication et de la construction et seulement 4,1 % sont dans l'agriculture et autres industries axées sur les ressources (Statistique Canada, 2004).

Dans l'arrondissement Desjardins, la majorité des entreprises sont de petites tailles. En effet, 86,6 % d'entre elles emploient moins de 20 salariés. Bien qu'à proximité de Québec, plus de 60 % des personnes résidant dans l'arrondissement Desjardins y travaille (Emploi Québec Chaudière-Appalaches, 2002). Ces données ne sont pas disponibles pour Beaumont.

## **2.4.8 Infrastructures et services**

### **2.4.8.1 Réseau routier**

La principale voie de circulation routière pour la zone d'étude est l'autoroute 20 qui porte également le nom d'autoroute Jean-Lesage. Cette voie routière traverse la zone d'étude selon un axe *est-ouest* et joue un rôle de desserte régionale et nationale. Cette autoroute

est sous la responsabilité du ministère des Transports du Québec (MTQ). Selon les données 2002 de Transports Québec, quelques 22 000 véhicules (débit journalier annuel moyen) utilisent chaque jour l'autoroute Jean-Lesage entre la route Lallemand et la rue de l'Anse à Beaumont (MTQ, communication personnelle, 2004). À titre indicatif le taux de camionnage de l'autoroute 20 à l'est de la rue de l'Anse est approximativement de 15 %.

La route 132, aussi connue sous le nom de boul. de la Rive-Sud dans le secteur de la zone d'étude, est une route nationale selon la classification fonctionnelle du réseau routier du MTQ et est sous la responsabilité de la Ville de Lévis et du MTQ. Cette route d'orientation *est-ouest*, qui longe le fleuve Saint-Laurent en rive sud, est la plus longue route principale du Québec. Selon les données 2002 de Transport Québec, quelques 4 200 véhicules (débit journalier moyen annuel) utilisent chaque jour la route 132 entre la route Lallemand et la rue de l'Anse à Beaumont. Toujours à titre indicatif le taux de camionnage pour la route 132 entre la route Lallemand et la rue de L'Anse est d'environ 3,5 % (MTQ, communication personnelle, 2004).

Le réseau routier de la zone d'étude comprend également des voies publiques municipales (figure 2.8). Les principaux axes municipaux sont la route Lallemand qui relie l'autoroute 20 à la route 132 dans la partie *ouest* de la zone d'étude. En continuant vers l'*est*, cette route devient le chemin Saint-Roch qui longe l'autoroute 20 du côté *sud* jusqu'à la route 279. Cette dernière porte également le nom de rue de l'Anse du côté *nord* de l'autoroute et rejoint la route 132 à l'*ouest* de l'agglomération de Beaumont.

La route Lallemand connaît des problèmes d'achalandage causés par les camions et les résidents se plaignent du bruit et des vibrations occasionnés par les véhicules lourds.

#### **2.4.8.2 Réseau ferroviaire**

La partie *sud-ouest* de la zone d'étude est traversée par la voie ferrée, du Canadien National (CN) subdivision Lévis. Il s'agit d'un embranchement ferroviaire qui origine de Saint-Charles-de-Bellechasse à la jonction de la subdivision Montmagny, une ligne principale qui fait partie de l'axe transcontinental du CN. Cette dernière s'étire en direction *est-ouest* depuis Halifax jusqu'à Vancouver en passant par Montréal et Toronto. De cette jonction, la subdivision Lévis se dirige vers le *nord* jusqu'au point de jonction ferroviaire Harlaka pour se rendre ensuite vers l'*ouest* jusqu'aux installations de la raffinerie Ultramar dans le parc industriel de Saint-Romuald (Giasson et Ruel, 2001).

La subdivision Lévis du CN dessert également les parcs industriels de Lauzon, de Pintendre et de Saint-Romuald. À cause de la présence de grandes entreprises, la subdivision Lévis est très importante pour le transport de marchandises. Par exemple, en 1999, plus de 375 convois de l'Ultratrain, soit environ 25 500 wagons de marchandises auraient circulé dans chaque direction sur la subdivision Lévis (Giasson et Ruel, 2001).

En plus de l'Ultratrain, le train 504, un train collecteur, utilise la subdivision Lévis tous les jours de la semaine pour se rendre à la raffinerie de Saint-Romuald (Giasson et Ruel, 2001). Ce train qui fait le service vers la raffinerie Ultramar et les autres entreprises installées dans les parcs industriels, aurait en 1999 livré plus de 7 000 wagons de marchandises (Giasson et Ruel, 2001).

### **2.4.8.3 Voie maritime**

À la hauteur de la zone d'étude entre l'Île d'Orléans et la rive sud de Québec on retrouve le chenal des Grands voiliers. Le fleuve y est utilisé à des fins commerciales ainsi que récréatives.

Le trafic maritime à la hauteur de Québec consiste en 2 500 navires dans chaque sens, soit 5 000 par an au total.

Le Port de Québec dont les limites administratives et la localisation des propriétés sont montrées à la figure 2.10 a servi, en 2002, de point d'entrée et de sortie pour 5 633 765 tonnes métriques de matières sèches en vrac, 12 617 000 tonnes métriques de matières liquides en vrac et 80 000 tonnes métriques de cargaisons générales (Réseau Grands Lacs - Voie maritime du Saint-Laurent, 2004). Les principales cargaisons à l'arrivée sont : le pétrole brut, les céréales, le minerai de fer, le sel, le coke, le nickel et le carburéacteur (combustible pour moteur à réaction ou à turbine) (Réseau Grands Lacs Voie maritime du Saint-Laurent, 2004). Les principales cargaisons en partance sont : les produits pétroliers, les céréales, le minerai de fer, les rebuts de métal, le papier journal et le granite (Réseau Grands Lacs Voie maritime du Saint-Laurent, 2004).

À la hauteur du Port de Québec le chenal principal a une profondeur de 15 m à marée basse (Réseau Grands Lacs Voie maritime du Saint-Laurent, 2004).

Selon l'horaire des navires attendus au Port de Québec, le port aurait reçu, entre les mois de mai et novembre 2004, 88 croisières internationales et 16 croisières du CTMA Vacancier qui transite de Montréal à Cap-aux-Meules (Association des croisières du Saint-Laurent, 2004).

#### **2.4.8.4 Réseau électrique**

La zone d'étude compte trois lignes de transport électrique à 735 kV qui transitent entre les postes Manicouagan et Lévis ainsi que deux lignes à 230 kV qui transitent entre les postes Montmagny et de la Chaudière (figure 2.8).

#### **2.4.8.5 Réseau de gaz naturel**

Il n'y a pas de gazoduc, dans la zone d'étude. Toutefois, le Gazoduc TQM rejoint Saint-Nicolas et une partie de la Ville de Lévis est desservie par le réseau de distribution de Gaz Métro. Ce réseau dessert une petite partie de la zone d'étude soit sur la rue des Calfats entre le chemin des Forts et la route 132 dans l'extrémité *ouest* de la zone d'étude (figure 2.8).

#### **2.4.8.6 Réseau d'aqueduc et d'égouts**

Seuls les résidents situés à l'*ouest* de la jonction de la route Lallemand avec la route 132 ainsi que les résidents de la rue Jean de Brébeuf sont desservis par un système d'aqueduc et d'égouts dans le secteur de l'arrondissement Desjardins inclus dans la zone d'étude. Le reste des résidences sont desservies par des installations individuelles. Il y a un poste de pompage à l'intersection de la route 132 et la route Lallemand.

Pour la partie de la municipalité de Beaumont incluse dans la zone d'étude la desserte en eau potable est assurée en partie par un système d'aqueduc et en partie par des puits individuels. Le réseau d'aqueduc débute au Camping de Vincennes et s'étend vers l'*est*. À l'extrémité *est* de la zone d'étude il y a deux puits desservant le réseau d'aqueduc de Beaumont. L'un de ces puits est situé au *sud* de la zone urbaine à proximité de la route 132 (figure 2.8). L'autre est situé à l'extérieur de la limite *est* de la zone d'étude.

Un réseau d'égout dessert la population de Beaumont de part et d'autre de la 132 avec quelques embranchements en direction *nord-sud*. Ce réseau rejoint des étangs d'épuration situés près des tours de transport d'Hydro-Québec à proximité de la traversée fluviale.

#### **2.4.8.7 Gestion des déchets solides**

De façon générale, l'arrondissement de Desjardins achemine ses déchets à l'incinérateur municipal situé au 259 chemin des Îles à Lévis et les autres arrondissements de la Ville de Lévis utilisent un site d'enfouissement sanitaire situé à Saint-Lambert-de-Lauzon. Seul un dépotoir désaffecté est compris à l'intérieur de la zone d'étude, entre la route 132 et le fleuve à Lévis (MRC de Desjardins, 2001).

#### **2.4.8.8 Bâtiments institutionnels**

L'École Sainte-Famille (Fraternité Saint-Pie X) est une école mixte qui met l'accent sur la musique. Il s'agit d'une institution privée desservant 100 élèves de 6 à 16 ans. Elle est située au 10 425 boul. de la Rive-Sud à Lévis. La Chapelle Sainte-Anne, au 79 chemin du Domaine et la bibliothèque Luc-Lacoursière au 64 chemin du Domaine complètent les bâtiments institutionnels de la zone d'étude (figure 2.8).

#### **2.4.8.9 Services municipaux**

Le service de police de première ligne pour la zone de l'étude comprise dans la Ville de Lévis est assuré par le corps de police de la Ville de Lévis. La partie de la zone qui fait partie de la municipalité de Beaumont est par contre desservie par la Sûreté du Québec.

Le service d'incendie de Lévis est situé à Saint-Nicolas avec 9 pompiers à temps plein et 132 à temps partiel. La municipalité de Beaumont emploie entre 15 et 20 pompiers à temps partiel et aucun à temps plein.

Bien qu'il n'y ait pas de services de santé offerts dans la zone d'étude, les résidents sont desservis par l'hôpital Hôtel-Dieu de Lévis, le Centre de santé Paul-Gilbert avec 4 points de service à Charny et Saint-Romuald, quelque sept autres CHLD et un CLSC ainsi qu'une dizaine de centres d'accueil pour personnes âgées.

#### **2.4.9 Potentiel archéologique**

Cette section résume les résultats des recherches effectuées par la firme ARKÉOS inc. dans le cadre de la présente étude. La figure 2.11 illustre la localisation des sites archéologiques connus et potentiels ainsi que les sites d'intérêt patrimonial connus. Le rapport complet d'ARKÉOS apparaît à l'annexe D-2 de ce volume.

##### **2.4.9.1 Sites archéologiques préhistoriques connus et potentiels**

Un seul site archéologique préhistorique est connu dans les limites de la zone d'étude. Il s'agit du site CeEs-2 localisé dans les limites de la municipalité de Beaumont, en haut de la chute du ruisseau Saint-Claude (Gaumont, 1968). Aucune attribution culturelle spécifique n'a été donnée à ce site par le ministère de la Culture et des Communications du Québec (MCCQ).

Le potentiel archéologique préhistorique a été évalué à partir de l'analyse du paysage, sur les données colligées sur le paléoenvironnement et le cadre général de l'occupation



humaine de la vallée du Saint-Laurent durant la préhistoire. Les zones à potentiel sont identifiées à la figure 2.11 de l'annexe A.

#### **2.4.9.2 Sites archéologiques historiques connus et lieux d'intérêt patrimonial**

Trois sites archéologiques historiques (CeEs-4, 5 et 6) sont connus dans les limites du secteur à l'étude (tableau 2.30 et figure 2.11). Le site CeEs-4 est associé à l'ancienne tuilerie Smolenski qui est localisée près du pont de la chute du ruisseau Saint-Claude. Le site CeEs-5 correspond au presbytère de Beaumont alors que le site CeEs-6 correspond à la Chapelle Sainte-Anne située également à Beaumont. Citons également onze lieux d'intérêt patrimonial. Le tableau 2.31 les énumère.

Il faut également mentionner le Fort de Beaumont (Genest et al., 1996). Construit en 1914 le Fort de Beaumont faisait partie, avec les deux forts de la Martinière et celui du village de Saint-Jean (Île d'Orléans), d'ouvrages défensifs devant protéger le port de Québec. Localisé à Saint-Étienne de Beaumont, ce fort dont la localisation est toujours imprécise, n'était constitué que de bases en ciment devant supporter chacune un canon « 6 inches B ». Il fut démantelé en 1919.

#### **2.4.10 Patrimoine bâti**

Un inventaire du patrimoine bâti a été réalisé de part et d'autres de la route 132 entre la route Lallemand dans la Ville de Lévis à l'ouest et la rue de l'Anse à Beaumont à l'est. La cueillette des données de terrain a été colligée sur une série de fiches techniques (une par bâtiment; Pb-01 à Pb-28) qui apparaissent à l'annexe D-3.

Au total, 28 bâtiments à valeur patrimoniale d'inégal intérêt (selon leur état de conservation) ont été retenus. Il s'agit principalement de résidences (23/28), de granges auxquelles se greffent parfois des bâtiments secondaires (4/28) et d'une croix de chemin. Le tableau 2.32 regroupe les principaux éléments observés à partir des fiches techniques qui complètent ce rapport. La figure 2.11 localise chacun des éléments retenus.

**Tableau 2.30 Sites archéologiques historiques connus**

Code Borden	Nom du site	Localité*	Localisation (approximative)	Latitude/ Longitude	Nord/ Est UTM NAD 83 zone 19	Identité culturelle	Source ISAQ**
CeEs-4	Tuilerie Smolenski	MRC/ Bellechasse, municipalité de Beaumont	À côté du pont de la chute du ruisseau Saint-Claude	46° 49' 59" / 71° 02' 07"	5188623 / 344787	Euro-québécois	Helen H. Lambart, 1975, "Les potiers et leurs rivières". Musée national de l'Homme, Ottawa, série Histoire 2, 26 p. (ISAQ : 231); Michel Gaumont, s.d., Dossier historique sur le site CeEs-4, tuilerie Smolenski, Mederschein. MACQ, ms, n. p. (ISAQ : 629).
CeEs-5	Presbytère de Beaumont	MRC/ Bellechasse, municipalité de Beaumont	Village de Beaumont, à l'est du ruisseau de l'Église	46° 49' 52" / 71° 00' 46"	5188363 / 346498	Euro-québécois, 1680-1950	Philippe Picard, 1984, "Ancien presbytère de Beaumont, sondage archéologique, CeEs-5". MACQ, rapport inédit, 88 p. (ISAQ : 1215).
CeEs-6	Chapelle Sainte-Anne	MRC/ Bellechasse, municipalité de Beaumont	À l'ouest du ruisseau de l'Église, à 250 m de l'église	46° 49' 49" / 71° 00' 52"	5188273 / 346368	Euro-québécois, 1800-1899	Philippe Picard, 1997, "La chapelle Sainte-Anne à Beaumont, intervention de sauvetage, automne 1997". Fabrique de Beaumont/MCCQ, rapport inédit, 13 p. (ISAQ : 2642).

**Tableau 2.31 Lieux d'intérêt patrimonial localisés dans le territoire à l'étude**

N°	Nom du lieu	Localité	Statut	Référence
PI-01	Façade fluviale du Saint-Laurent	MRC/Lévis, municipalité de Lévis	Schéma d'aménagement : territoire d'intérêt (grande affectation).	<ul style="list-style-type: none"> <li>schéma d'aménagement de la MRC Desjardins (Lévis).</li> </ul>
PI-02	Fort de la Martinière-d'en-Bas	MRC/Lévis, municipalité de Lévis	Schéma d'aménagement : territoire d'intérêt (identification).	<ul style="list-style-type: none"> <li>schéma d'aménagement de la MRC Desjardins (Lévis).</li> </ul>
PI-03	Fort de la Martinière-d'en-Haut	MRC/Lévis, municipalité de Lévis	Schéma d'aménagement : territoire d'intérêt (identification).	<ul style="list-style-type: none"> <li>schéma d'aménagement de la MRC Desjardins (Lévis).</li> </ul>
PI-04	Chemin du Roy, rues Saint-Laurent et Saint-Joseph (route 132)	MRC/Lévis, municipalité de Lévis	Schéma d'aménagement : territoire d'intérêt (identification).	<ul style="list-style-type: none"> <li>schéma d'aménagement de la MRC Desjardins (Lévis).</li> </ul>
PI-05	Chapelle de la procession de la Sainte-Vierge	MRC/Bellechasse, municipalité de Beaumont	Classé monument historique en 1981, le bâtiment est également considéré d'intérêt historique élevé au schéma d'aménagement.	<ul style="list-style-type: none"> <li>schéma d'aménagement de la MRC de Bellechasse;</li> <li>MCCQ : Répertoire des biens culturels et arrondissement du Québec;</li> <li>Commission des biens culturels du Québec, 1990 : 369-370.</li> </ul>
PI-06	Chapelle de la procession Sainte-Anne	MRC/Bellechasse, municipalité de Beaumont	Classé monument historique en 1981, le bâtiment est également considéré d'intérêt historique élevé au schéma d'aménagement.	<ul style="list-style-type: none"> <li>schéma d'aménagement de la MRC de Bellechasse;</li> <li>MCCQ : Répertoire des biens culturels et arrondissement du Québec;</li> <li>Commission des biens culturels du Québec, 1990 : 369-370.</li> </ul>
PI-07	Site du patrimoine du Village-de-Beaumont	MRC/Bellechasse, municipalité de Beaumont	Site du patrimoine constitué en 2003.	<ul style="list-style-type: none"> <li>MCCQ : Répertoire des biens culturels et arrondissement du Québec.</li> </ul>
PI-08	Site de l'ancien moulin de Vincennes et du Moulin d'en bas	MRC/Bellechasse, municipalité de Beaumont	Site archéologique présumé d'intérêt historique.	<ul style="list-style-type: none"> <li>schéma d'aménagement de la MRC de Bellechasse.</li> </ul>
PI-09	Le Domaine seigneurial Charles-Couillard	MRC/Bellechasse, municipalité de Beaumont	Événement architectural isolé d'intérêt historique.	<ul style="list-style-type: none"> <li>schéma d'aménagement de la MRC de Bellechasse.</li> </ul>
PI-10	L'église anglicane et le presbytère	MRC/Bellechasse, municipalité de Beaumont	Événement architectural isolé d'intérêt historique.	<ul style="list-style-type: none"> <li>schéma d'aménagement de la MRC de Bellechasse.</li> </ul>
PI-11	Le Musée des sœurs hospitalières	MRC/Bellechasse, municipalité de Beaumont	Événement architectural isolé d'intérêt historique.	<ul style="list-style-type: none"> <li>schéma d'aménagement de la MRC de Bellechasse.</li> </ul>

**Tableau 2.32 Identification des bâtiments patrimoniaux recensés de part et d'autre de la route 132 dans la Ville de Lévis et la municipalité de Beaumont**

Numéro	Identification et localisation	Type	État
Pb-01	514 route du Fleuve, Beaumont	Maison rurale. XVIIIe siècle (seconde moitié) ou début XIXe siècle.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• "Maison Poiré". Restaurée;</li> <li>• en excellent état de conservation.</li> </ul>
Pb-02	522 route du Fleuve, Beaumont	Maison rurale de type "Second Empire". Dérivé populaire. Seconde moitié du XIXe siècle (ou antérieure?).	<ul style="list-style-type: none"> <li>• la partie supérieure pourrait être le résultat d'une modification postérieure à la construction. Renovée et transformée;</li> <li>• ajout de brique sur la façade;</li> <li>• revêtement de vinyle;</li> <li>• portes et fenêtres remplacées.</li> </ul>
Pb-03	542 route du Fleuve, Beaumont	Maison d'esprit français. XVIIIe siècle (dernier quart) ou début XIXe siècle.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• rénovée;</li> <li>• cheminée centrale, porte et fenêtres remplacées.</li> </ul>
Pb-04	11 175 boul. de la Rive-Sud, Lévis	Maison d'esprit français. Début XIXe siècle (ou dernier quart du XVIIIe).	<ul style="list-style-type: none"> <li>• rénovée;</li> <li>• cheminée, couverture, porte et fenêtres remplacées.</li> </ul>
Pb-05	10 965, boul. de la Rive-Sud, Lévis	Maison de style "néo-Queen Anne". Fin du XIXe siècle (ou début XXe).	<ul style="list-style-type: none"> <li>• excellent état de conservation.</li> </ul>
Pb-06	10 775 boul. de la Rive-Sud, Lévis	Maison d'esprit français. XVIIIe siècle (seconde moitié).	<ul style="list-style-type: none"> <li>• excellent état de conservation.</li> </ul>
Pb-07	10 655 boul. de la Rive-Sud, Lévis	Maison de style "néo-Queen Anne". XIXe siècle (seconde moitié).	<ul style="list-style-type: none"> <li>• fait partie d'un ensemble de bâtiments de ferme en bon état de conservation.</li> </ul>
Pb-08	10 425 boul. de la Rive-sud, Lévis	Bâtiment institutionnel. 1905 (selon une photo dans le parloir).	<ul style="list-style-type: none"> <li>• excellent état de conservation.</li> </ul>
Pb-09	10 325 boul. de la Rive-Sud, Lévis.	Maison d'esprit français. Dernier quart du XVIIIe siècle (ou début XIXe).	<ul style="list-style-type: none"> <li>• rénovée;</li> <li>• cheminées de brique moderne. Porte et fenêtres remplacées.</li> </ul>
Pb-10	Terrain voisin, à l'ouest, du 10 325 boul. de la Rive-Sud, Lévis.	Grange d'esprit français. XIXe siècle (ou début XXe).	<ul style="list-style-type: none"> <li>• bon état de conservation.</li> </ul>
Pb-11	9 800 boul. de la Rive-Sud, Lévis	Maison de style "Second Empire". Adaptation populaire. XIXe siècle (seconde moitié).	<ul style="list-style-type: none"> <li>• rénovée;</li> <li>• cheminée, portes et fenêtres remplacées.</li> </ul>
Pb-12	Rue Turgeon, Lévis.	Ouvrage de nature institutionnelle (religieuse). 1888.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• "érigé par les fidèles de Saint-Joseph de Lévis Août 1888. Restauré en 1927. Reconstituit Août 1940-41".</li> </ul>
Pb-13	195, rue Turgeon, Lévis	Maison d'esprit français. XVIIIe siècle.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• cuisine d'été avec appentis, juxtaposée au mur <i>nord</i> de la maison.</li> </ul>
Pb-14	201, rue Turgeon, Lévis	Maison de style "Second Empire". Adaptation populaire. XIXe siècle (seconde moitié).	<ul style="list-style-type: none"> <li>• excellent état de conservation.</li> </ul>

Numéro	Identification et localisation	Type	État
Pb-15	13 300, boul. de la Rive-Sud, Lévis	Maison de style "Four Square". Début XXe siècle.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• excellent état de conservation. N.B. Portes et fenêtres illustrées dans le catalogue d'O. Chalifour Inc., Québec.</li> </ul>
Pb-16	10 320, boul. de la Rive-Sud, Lévis	Maison de style "Secon Empire". Dérivé populaire. XIXe siècle (seconde moitié).	<ul style="list-style-type: none"> <li>• rénovée;</li> <li>• porte et fenêtres remplacées. Le garage, annexé au mur est, a une façade postiche, style "Boom Town" des années 1930.</li> </ul>
Pb-17	10 380, boul. de la Rive-Sud, Lévis	Maison de ferme. 1920-1930 (ou XIXe siècle avec modification postérieure de la toiture).	<ul style="list-style-type: none"> <li>• rénovée;</li> <li>• porte et fenêtres remplacées.</li> </ul>
Pb-18	10 380, boul. de la Rive-Sud, Lévis	Bâtiments secondaires d'esprit français. XIXe siècle.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• bon état de conservation.</li> </ul>
Pb-19	493 route du Fleuve, Beaumont	Maison d'esprit français. XVIIIe siècle (première moitié).	<ul style="list-style-type: none"> <li>• maison probablement agrandie après sa construction. Restaurée par M. Rosaire Saint-Pierre.</li> </ul>
Pb-20	485 route du Fleuve, Beaumont	Maison de style "néo-classique". XIXe siècle (seconde moitié).	<ul style="list-style-type: none"> <li>• excellent état de conservation.</li> </ul>
Pb-21	469 route du Fleuve, Beaumont	Maison d'esprit français. XIXe siècle (première moitié).	<ul style="list-style-type: none"> <li>• rénovée. Excellent état de conservation.</li> </ul>
Pb-22	467 route du Fleuve, Beaumont	Maison d'esprit français. XIXe siècle (première moitié).	<ul style="list-style-type: none"> <li>• excellent état de conservation. N.B. Probablement une seule cheminée, remplacée et une seconde ajoutée à l'extérieur.</li> </ul>
Pb-23	459 route du Fleuve, Beaumont	Maison de ferme de style "Second Empire". Dérivé populaire. Seconde moitié du XIXe siècle.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• rénovation partielle. Quelques fenêtres ont été remplacées.</li> </ul>
Pb-24	455 route du Fleuve, Beaumont	Maison de ferme de style "Second Empire". Dérivé populaire. Seconde moitié du XIXe siècle.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• rénovée. Excellent état de conservation.</li> </ul>
Pb-25	455 route du Fleuve, Beaumont	Remise d'esprit français. XIXe siècle (première moitié).	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ancien fournil, selon C. F.</li> </ul>
Pb-26	437 route du Fleuve, Beaumont	Maison de ferme de style "Second Empire". Dérivé populaire. Seconde moitié du XIXe siècle.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ajout de cuisine d'été au début du XXe siècle.</li> </ul>
Pb-27	437 route du Fleuve, Beaumont	Bâtiment de ferme. Grange octogonale. Seconde moitié du XIXe siècle ou début du XXe.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• rénovée. Excellent état de conservation.</li> </ul>
Pb-28	427 route du Fleuve, Beaumont	Maison de ferme de style "Second Empire". Dérivé populaire. Seconde moitié du XIXe siècle.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• rénovée. Déplacée et réinstallée sur nouvelle fondation, en ciment. Porte et fenêtres remplacées. Revêtement de vinyle.</li> </ul>

### 2.4.11 Climat sonore

Le climat sonore ambiant dans un milieu est le résultat du cumul des sons provenant généralement d'une multitude de sources, proches ou éloignées, possédant chacune des caractéristiques distinctes de stabilité, de durée et de contenu.

Cette section porte sur le climat sonore «initial» c'est-à-dire le climat sonore qui prévaut dans la zone d'étude avant toute modification liée au projet de terminal méthanier Rabaska.

Ce climat sonore initial a été caractérisé à l'aide de relevés sonores effectués les 25 et 26 août 2004, les 15 et 16 septembre 2004 ainsi que le 22 avril 2005, à différents endroits de la zone d'étude. Les points d'échantillonnage, au nombre de 23, sont décrits au tableau 2.33 et localisés à la figure 2.12.

Les emplacements de mesure ont été sélectionnés dans les secteurs sensibles au bruit (soit les secteurs à vocation résidentielle, dans le cas présent) et sur le terrain projeté pour les futures installations du terminal méthanier. Les facteurs qui ont été considérés dans le choix des emplacements sont la présence de sources de bruit jugées importantes dans la zone d'étude (route 132 et autoroute 20), et les différentes options envisagées pour la localisation des futures installations du terminal méthanier.

La caractérisation du climat sonore initial s'effectue en déterminant le niveau de pression acoustique équivalent pondéré A sur une période de 60 minutes (LAeq, 1 h) le jour et la nuit (MENV, 1998). Ce niveau correspond à la «moyenne horaire» du bruit à un endroit donné de la zone d'étude, toutes sources sonores confondues.

Lorsque le niveau sonore est suffisamment stable, la période d'échantillonnage peut être moindre que 60 minutes. Dans le cas présent, les échantillonnages s'étalaient sur 20 minutes consécutives, en période de jour (7 h-19 h) et de nuit (19 h-7 h). En plus de ces relevés de courte durée, des stations de mesure ont été installées pour des relevés en continu durant 24 h près des sources de bruit supposées être les plus importantes dans la zone d'étude, soit la route 132 et l'autoroute 20 (points de mesure A et B).

Les instruments utilisés lors des mesures sont les suivants :

- sonomètre      Larson-Davis, modèle 820      numéro de série 1 390;
- sonomètre      Larson-Davis, modèle 820      numéro de série 0 345;
- sonomètre      Brüel & Kjær, modèle 2260      numéro de série 1 875 566;

- source étalon Larson-Davis, modèle CAL200 numéro de série 2 731.

**Tableau 2.33 Localisation des points d'échantillonnage du climat sonore initial**

Point	Description	Utilisation du sol
1	835, ave. des Ruisseaux, Lévis	Habitations dispersées
2	446, chemin Sainte-Hélène, Lévis	Habitation en zone agricole
3	101, rue du Trappeur, Lévis	Habitations dispersées
4	410, des Écureuils, Lévis	Habitations dispersées
5	179, chemin Saint-Roch, Lévis	Habitation en zone agricole
6	55, de l'Anse, Beaumont	Zone urbaine
7	15, rue Dunière, Beaumont	Zone urbaine
8	1, rue de Vitré, Beaumont	Habitations dispersées
9	15, rue de Vitré, Beaumont	Habitations dispersées
10	Rue de Vitré, Beaumont	Habitations dispersées
11	950, Domaine des Pêches, Lévis	Habitations dispersées
12	7, rue de la Grève Guay, Lévis	Zone urbaine
13	157, rue Turgeon, Lévis	Zone urbaine
14	55, route Lallemant, Lévis	Zone urbaine
15	79, rue des Sorbiers, Saint-Laurent-de-l'île-d'Orléans	Zone urbaine
16	Site de l'option Ouest, terminal, limite <i>ouest</i> , centre	Boisé
17	Site de l'option Ouest, terminal, limite <i>ouest, sud</i>	Boisé
18	Site de l'option Ouest, terminal, limite <i>est, sud</i>	Boisé
19	Site de l'option Ouest, terminal, limite <i>est</i> , centre	Boisé (tourbière naturelle)
20	Site de l'option Ouest, terminal, centre	Boisé
21	Site de la jetée	Boisé
A	Près de la route 132, Lévis (10 960, boul. de la Rive-Sud)	Habitations dispersées
B	Près de l'autoroute 20, Lévis (10 780, boul. de la Rive-Sud en fond de lot, près de l'autoroute 20)	Plantation

Ces instruments sont conformes à la spécification de la publication CEI 651 de classe 1. Le microphone était muni d'un écran antivibratoire en tout temps. L'étalonnage acoustique de l'appareil de mesures, incluant le microphone, a été vérifié avant et après chaque série de mesures à l'aide d'un étalon sonore portatif. Le bon fonctionnement des instruments a de plus été vérifié par un laboratoire indépendant dans les 12 mois précédant les relevés.

Les mesures ont été effectuées à une distance minimum de 3 m d'une voie de circulation, à une hauteur de 1,2 m du sol et entre 3 et 6 m des résidences (si applicable).

Les conditions climatiques ont été obtenues à partir de données fournies par Environnement Canada pour la station la plus près. Les contraintes météorologiques qui doivent être respectées lors de relevés de bruit environnemental, sont les suivantes :

- température extérieure supérieure à  $-10^{\circ}\text{C}$ ;
- vitesse du vent inférieure à 20 km/h;
- humidité relative entre 10 % et 90 %;
- aucune précipitation et chaussée sèche.

Les résultats des mesures sont présentés au tableau 2.34 et ceux relevés en continu durant 24 h (points de mesure A et B) aux figures 2.13 et 2.14.

Sur la base des résultats des relevés et des observations sur les sources entendues. Les constats suivants sur le climat sonore initial présent dans la zone d'étude peuvent être formulés.

Les niveaux sonores mesurés (LAeq, 1h) ont oscillé entre 40 et 62 dB le jour et entre 33 et 58 dB la nuit dans les zones habitées. Le niveau le plus bas a été mesuré sur la rue Vitré (point 9) en période de nuit et le niveau le plus élevé a été mesuré sur la rue des Écureuils (point 4) le jour.

Tel que l'indiquent les figures 2.13 et 2.14 ainsi que les différences dans les niveaux sonores du tableau 2.34 entre le jour et la nuit, le bruit attribuable à la circulation varie au courant de la journée. Cette variation est plus prononcée sur la route 132 ou les voies locales par rapport à l'autoroute 20.

Plusieurs autres sources de bruit ont été répertoriées lors des séances de mesure (bruits d'origine naturelle, équipements agricoles, train, bateau). L'influence ponctuelle de ces sources sur les niveaux LAeq mesurés n'a toutefois pas été jugée significative.

La circulation s'est avérée être la source de bruit dominante lors des séances de mesure, soit celle sur la route 132 et l'autoroute 20, mais aussi sur la rue de l'Anse (accès *ouest* à l'A-20) et la route Lallemand (accès *est* à l'A-20) et sur le chemin Saint-Roch.



**Tableau 2.34 Résultats des mesures de bruit de courte durée**

Point	Description	Date	Heure	LAeq, 20 min dB	Sources audibles principales Sources audibles secondaires
1	835, ave. des Ruisseaux	15 sept. 04	10 h 20	43	<ul style="list-style-type: none"> <li>• vent dans les feuilles;</li> <li>• circulation lointaine, chant d'oiseaux et bruits d'insectes.</li> </ul>
		16 sept. 04	1 h 05	38	<ul style="list-style-type: none"> <li>• circulation lointaine, bruits d'insectes;</li> <li>• vent dans les feuilles.</li> </ul>
2	446, chemin Sainte-Hélène	15 sept. 04	10 h 55	48	<ul style="list-style-type: none"> <li>• circulation sur l'A-20, circulation locale (6 voitures);</li> <li>• chants d'oiseaux et bruits d'insectes, avion.</li> </ul>
		16 sept. 04	1 h 45	46	<ul style="list-style-type: none"> <li>• circulation sur l'A-20;</li> <li>• chants d'oiseaux et bruits d'insectes.</li> </ul>
3	101, rue du Trappeur	15 sept. 04	11 h 25	57	<ul style="list-style-type: none"> <li>• circulation locale (11 voitures, 1 camion), circulation sur l'A-20;</li> <li>• vent dans les feuilles, bruits d'insectes, hélicoptère.</li> </ul>
		16 sept. 04	2 h 10	45	<ul style="list-style-type: none"> <li>• circulation sur l'A-20;</li> <li>• vent dans les feuilles, bruits d'insectes, train.</li> </ul>
4	410, des Écureuils	15 sept. 04	11 h 50	62	<ul style="list-style-type: none"> <li>• circulation sur l'A-20;</li> <li>• bruits d'insectes.</li> </ul>
		16 sept. 04	2 h 45	58	<ul style="list-style-type: none"> <li>• circulation sur l'A-20;</li> <li>• bruits d'insectes.</li> </ul>
5	179, chemin Saint-Roch	15 sept. 04	12 h 15	55	<ul style="list-style-type: none"> <li>• circulation locale (13 voitures, 1 camion);</li> <li>• circulation sur l'A-20, bruits d'insectes et chant d'oiseaux, tracteur.</li> </ul>
		16 sept. 04	3 h 15	46	<ul style="list-style-type: none"> <li>• circulation sur l'A-20;</li> <li>• bruits d'insectes.</li> </ul>
6	55, de l'Anse	26 août 04	14 h 45	61	<ul style="list-style-type: none"> <li>• circulation sur de l'anse (14 voitures, 3 camions);</li> <li>• circulation sur l'A-20, bruits d'insectes.</li> </ul>
		26 août 04	1 h 40	38	<ul style="list-style-type: none"> <li>• circulation sur l'A-20;</li> <li>• bruits d'insectes, avion.</li> </ul>

Point	Description	Date	Heure	LAeq, 20 min dB	Sources audibles principales Sources audibles secondaires
7	15, rue Dunière	26 août 04	19 h 05	49	<ul style="list-style-type: none"> <li>circulation locale sur de l'Anse, circulation sur l'A-20 et la route 132;</li> <li>bruits d'insectes et d'oiseaux, train.</li> </ul>
		26 août 04	2 h 10	40	<ul style="list-style-type: none"> <li>circulation sur la route 132, circulation locale;</li> <li>bruits d'insectes, circulation A-20, train.</li> </ul>
8	1, rue de Vitré	26 août 04	16 h 05	61	<ul style="list-style-type: none"> <li>circulation sur la route 132 (155 voitures, 1 camion, 11 motos);</li> <li>avion, bruits d'insectes.</li> </ul>
		26 août 04	2 h 50	45	<ul style="list-style-type: none"> <li>circulation sur la route 132 (4 voitures);</li> <li>circulation sur A-20, bruits d'insectes, bateau.</li> </ul>
9	15, rue de Vitré	26 août 04	15 h 35	46	<ul style="list-style-type: none"> <li>circulation sur la route 132, vent dans les feuilles, moissonneuse-batteuse dans un champ, bruits d'insectes.</li> </ul>
		26 août 04	3 h 30	33	<ul style="list-style-type: none"> <li>circulation sur la route 132, bruits d'insectes.</li> </ul>
10	rue de Vitré	26 août 04	15 h 10	42	<ul style="list-style-type: none"> <li>circulation sur la route 132, bruits d'insectes, vent dans les feuilles, tracteur dans un champ, chant d'oiseaux, bateau, avion.</li> </ul>
		26 août 04	4 h 25	36	<ul style="list-style-type: none"> <li>circulation sur la route 132, bruits d'insectes.</li> </ul>
11	950, Domaine des Pêches	26 août 04	16 h 35	51	<ul style="list-style-type: none"> <li>circulation sur la route 132;</li> <li>bruits d'insectes, bruits écoulement d'eau, tondeuse.</li> </ul>
		26 août 04	4 h 50	42	<ul style="list-style-type: none"> <li>circulation sur la route 132, thermopompe, bruits écoulement d'eau.</li> </ul>
12	7, rue de la Grève Guay	26 août 04	17 h 20	47	<ul style="list-style-type: none"> <li>bruits d'insectes, circulation sur la route 132;</li> <li>tondeuse, bateau.</li> </ul>
		26 août 04	5 h 20	37	<ul style="list-style-type: none"> <li>circulation sur la route 132, bruits d'insectes;</li> <li>chants d'oiseaux.</li> </ul>
13	157, rue Turgeon	26 août 04	17 h 50	45	<ul style="list-style-type: none"> <li>circulation sur la route 132;</li> <li>circulation sur l'A-20, bruits d'insectes, train, hélicoptère.</li> </ul>
		26 août 04	5 h 50	47	<ul style="list-style-type: none"> <li>circulation intermittente sur la route 132 et continue sur l'A-20;</li> <li>bruits d'insectes et chants d'oiseaux.</li> </ul>

Point	Description	Date	Heure	LAeq, 20 min dB	Sources audibles principales Sources audibles secondaires
14	55, rue Lallemand	15 sept. 04	12 h 45	59	<ul style="list-style-type: none"> <li>• circulation locale sur Lallemand (40 voitures, 5 camions);</li> <li>• hélicoptère, bruits d'insectes, circulation sur l'A-20, vent dans les feuilles, ventilateur, tondeuse, avion.</li> </ul>
		16 sept. 04	4 h 00	54	<ul style="list-style-type: none"> <li>• circulation locale sur Lallemand (3 voitures, 2 camions);</li> <li>• circulation sur l'A-20, bruits d'insectes.</li> </ul>
15	79, rue des Sorbiers	15 sept. 04	14 h 40	40	<ul style="list-style-type: none"> <li>• vent dans les feuilles, bruits d'insectes, travaux au loin, bateau, train au loin;</li> <li>• circulation lointaine (en provenance de la route 132).</li> </ul>
		15 sept. 04	23 h 30	40	<ul style="list-style-type: none"> <li>• bruits d'insectes, circulation lointaine (en provenance de la route 132).</li> </ul>
16	Site de l'option Ouest Terminal Limite <i>ouest</i> , centre	22 avril 05	10 h 40	50	<ul style="list-style-type: none"> <li>• circulation sur l'A-20;</li> <li>• vent.</li> </ul>
17	Site de l'option Ouest Terminal Limite <i>ouest</i> , <i>sud</i>	22 avril 05	09 h 05	72	<ul style="list-style-type: none"> <li>• circulation sur l'A-20.</li> </ul>
18	Site de l'option Ouest Terminal Limite <i>est</i> , <i>sud</i>	22 avril 05	12 h 55	70	<ul style="list-style-type: none"> <li>• circulation sur l'A-20.</li> </ul>
19	Site de l'option Ouest Terminal Limite <i>est</i> , centre	22 avril 05	14 h 05	46	<ul style="list-style-type: none"> <li>• circulation sur l'A-20.</li> </ul>
20	Site de l'option Ouest Terminal Centre	22 avril 05	12 h 10	52	<ul style="list-style-type: none"> <li>• circulation sur l'A-20;</li> <li>• vent.</li> </ul>
21	Site de la jetée	22 avril 05	9 h 40	41	<ul style="list-style-type: none"> <li>• chants d'oiseaux et circulation sur la route 132;</li> <li>• vagues sur le fleuve et ruissellement (le point de mesure est le plus près possible de la future jetée, mais pas directement sur la rive).</li> </ul>

## **2.4.12 Milieu visuel**

L'inventaire du paysage de la zone d'étude a été réalisé à partir de photographies aériennes, de cartes topographiques à l'échelle 1 : 20 000 ainsi que de visites sur le terrain. Les photographies ont été prises à l'intérieur d'un angle horizontal de 60 degrés, respectant l'angle de vision humain.

Tous les chemins principaux et secondaires de la zone d'étude, à partir desquels il existait des possibilités de voir les futures installations, ont été empruntés. La problématique se situe principalement au niveau de la qualité paysagère du milieu récepteur et de sa valorisation auprès des observateurs.

### **2.4.12.1 Limites de la zone d'étude**

La zone d'étude comprend ou englobe une portion de la rive sud du Saint-Laurent dans la région Lévis-Beaumont, une portion de l'Île d'Orléans et le segment fluvial entre les deux. La première débute à la Pointe de la Martinière jusqu'au village de Beaumont, et se limite au *sud* au chemin Saint-Roch qui longe l'autoroute Jean-Lesage. Sur l'Île d'Orléans, la zone d'étude est comprise entre les villages de Sainte-Pétronille et de Saint-Laurent-de-l'île-d'Orléans, délimitée par la zone forestière au centre de l'île. Cette zone d'étude est déterminée par les champs visuels d'où on pourrait percevoir de façon plus sensible les installations.

### **2.4.12.2 Caractéristiques du paysage de la zone d'étude**

Située entre le plateau Laurentien au *nord* et les Appalaches au *sud*, la zone d'étude se caractérise par un paysage agro-forestier et fluvial ayant un caractère champêtre. L'utilisation du sol témoigne de l'établissement colonial et du régime seigneurial du XVII<sup>e</sup> siècle. Les chemins rencontrés le long de la route 132 ou du chemin Royal sur l'île d'Orléans sont orientés selon ce découpage, de même que l'organisation des terres agricoles et des lisières boisées. Le paysage agricole de la zone d'étude est accentué par plusieurs bâtiments de ferme qui ponctuent les routes reliant les différents villages.

Dans cette région, les rives du fleuve sont souvent faites d'anses et de pointes. Le secteur d'implantation se trouve en face d'une grande baie, large mais peu profonde, comprise entre la Pointe de la Martinière et les lignes de transport d'énergie électrique qui traversent le fleuve. La présence de ces installations électriques dans le secteur brise le caractère rural et pittoresque environnant. Après avoir traversé la route 132, le corridor de transport

bifurque vers le *sud-ouest*, parfois en s'inscrivant entre les zones agricoles et forestières, parfois en traversant ces dernières. Sa visibilité varie donc de très élevée à nulle.

Sur la rive sud en bordure du fleuve, les pentes sont abruptes, limitant l'implantation résidentielle ou l'agriculture. Ces pentes ont donc été laissées intactes et la forêt s'y est développée. Sur les plateaux et les coteaux cultivés, le relief en pente descendante vers le fleuve ouvre des perspectives vers celui-ci, accentuant le lien entre le paysage agricole et le paysage fluvial. Sur le territoire à l'étude, le fleuve agit comme une ligne de force positive dans le paysage.

Les principales agglomérations suburbaines et rurales sont concentrées à la Pointe de la Martinière, le long de la route 132, sur la rue Vitrée et comprend une partie du village de Beaumont. Par contre, on observe quelques résidences, saisonnières ou permanentes, en bordure du fleuve. On peut y accéder par des chemins sinueux, le plus souvent privés. Sur ce territoire, le cadre bâti est représenté par des maisons unifamiliales de un ou deux étages dont l'époque de construction est très variable. Parmi celles-ci, on remarque des bâtiments à valeur patrimoniale intéressante, situés principalement le long de la route 132 et à l'intérieur du village de Beaumont. Les plus grandes constructions sont généralement des bâtiments de ferme. Les propriétés sont souvent agrémentées d'arbres et d'arbustes.

La configuration des ouvertures visuelles est intimement liée à l'espace agricole, concentrée le long de la route 132. Les vues sont limitées par la topographie ou par des zones boisées situées au *sud* des terres ou en bordure du fleuve. Les points de repère sont représentés par les clochers d'église, les silos et les pylônes d'Hydro-Québec, seuls éléments verticaux dans l'espace. Outre le fleuve, le réseau hydrographique est constitué principalement du ruisseau Saint-Claude qui, sur les portions agricoles de son parcours, a été canalisé.

Le secteur d'implantation choisi pour les réservoirs se situe de part et d'autre des lignes électriques à 735 kV, dans un secteur relativement boisé sauf pour le secteur au *nord* des lignes électriques. Les zones forestières composées généralement de feuillus ou de peuplements mélangés appartiennent au domaine de l'érablière rouge et érablières à feuillus tolérants. Cette végétation peut contribuer à bloquer, à filtrer ou à diminuer les vues sur les nouvelles installations à partir des zones habitées et à partir de l'autoroute Jean-Lesage. Le territoire à l'étude comprend également un milieu humide.

À partir de la route 132 vers le *sud*, le terrain s'élève progressivement passant de 60 à 70 m à une altitude de 74 à 84 m près des lignes électriques.

De l'autre côté du chenal des Grands Voiliers, sur l'Île d'Orléans, le paysage est également agro-forestier en lien avec le fleuve mais le caractère champêtre est plus soutenu que sur la rive sud. L'Île est reconnue pour son patrimoine architectural important, sa vocation culturelle ainsi que pour sa valeur touristique. Le long du chemin Royal, les vues sont généralement larges et étendues, s'ouvrant sur les différentes productions agricoles et le fleuve. Les rives plus abruptes sont occupées par de larges zones forestières. D'autres boisés se retrouvent aussi au centre de l'Île, délimitant les champs visuels. On y retrouve plusieurs cours d'eau dont les ruisseaux de l'Intersection, Terre Noire, Saint-Patrice, Dufour et le cours d'eau Coulombe. Tous sont orientés *nord-sud*.

Autrefois lieu de villégiature, l'occupation du territoire s'est transformée peu à peu. Les fonctions agricole, résidentielle et touristique sont maintenant dominantes sur toute l'Île. Le chemin Royal joue le rôle de corridor touristique. L'organisation spatiale du cadre bâti de la zone d'étude se concentre dans les villages de Sainte-Pétronille et de Saint-Laurent-de-l'Île-d'Orléans mais se répartit également de façon ponctuelle le long du chemin Royal. Un grand nombre de propriétés sont centenaires et arborent une qualité architecturale bien préservée. Le cadre bâti inclut des bâtiments de ferme et des maisons de 1 ou 2 étages. Une végétation variée agrémenté les villages et les fermes. Les deux noyaux villageois offrent une concentration de biens patrimoniaux et culturels. Les clochers d'église et les silos agissent comme points de repère. Par ailleurs, on observe une occupation saisonnière ou permanente des rives au bas des falaises dont la plus importante est la Pointe Alexis-Bouffard. Elle est située à environ 3,5 km en face du secteur d'implantation des installations terrestres du terminal méthanier.

Les activités agricoles et touristiques y sont florissantes. On y retrouve des produits frais, des produits de l'érable et des produits du terroir. L'art et l'artisanat font également partie des attraits offerts. Le secteur offre de nombreuses possibilités d'hébergement (gîtes ou auberges) et des sites de restauration. En bordure du fleuve, le Parc Maritime de Saint-Laurent-de-l'Île-d'Orléans est un lieu d'interprétation des traditions de construction navale. Le quai de Sainte-Pétronille, autre endroit touristique, offre une vue panoramique sur le fleuve, Québec et Lévis. Chacun d'eux se trouve à environ 6 km du site d'implantation du terminal et de 4 à 5 km de la jetée et des installations de déchargement.

Une bonne partie du chemin Royal d'où l'on peut percevoir le site d'implantation, a une élévation de plus de 100 m, soit de 20 à 30 m plus haut que celle du site d'implantation des réservoirs.

### **2.4.12.3 Unités de paysage de la zone d'étude**

L'inventaire de la zone d'étude a permis de relever quatre unités de paysage importantes (figure 2.15). Une unité de paysage correspond à une portion du paysage qui se distingue par son degré élevé d'accessibilité visuelle et par son caractère particulier et distinct. On y note également la présence d'éléments valorisés par le milieu ou de composantes particulières du paysage.

#### **Unité de paysage à caractère agricole (UPA)**

L'unité de paysage prédominante est agricole. À l'intérieur de la zone d'étude, deux unités de paysage à caractère agricole (UPA) distinctes ont été identifiées, il s'agit :

- des terres situées sur les coteaux et les plateaux de l'île d'Orléans;
- des terres situées sur les coteaux et les plateaux de la rive sud.

Le relief des unités de paysage agricole est de façon générale en pente descendante vers le fleuve. Le réseau hydrographique comprend plusieurs cours d'eau qui parcourent les terres agricoles et les zones boisées avant de rejoindre le fleuve. Les champs visuels sont délimités par des zones boisées ou encore par les lisières arborescentes et arbustives retrouvées à la limite de certains lots ou encore par la topographie. Les vues y sont généralement ouvertes ou filtrées. Sur la rive sud, le corridor de transport d'énergie borde l'unité de paysage à caractère agricole alors que, sur l'île d'Orléans, le corridor hydroélectrique traverse l'espace agricole.

Longeant le fleuve, la route 132 sur la rive sud et le chemin Royal sur l'Île d'Orléans sont les axes routiers principaux qui traversent ces unités. Sur l'Île, la route Prévost vient se greffer perpendiculairement au chemin Royal. Des fermes et des résidences se situent le long des principaux axes routiers. La présence de bâtiments de ferme accentue le caractère agricole de cet espace. La route 132 est considérée comme route panoramique alors que le chemin Royal fait partie d'un arrondissement historique où les percées visuelles et les vues panoramiques exceptionnelles doivent être préservées (MRC de l'Île d'Orléans, 2001). De plus, le chemin Royal est parsemé d'attraits culturels et patrimoniaux, faisant de lui un circuit touristique important de la région de la capitale nationale.

#### **Unités de paysage à caractère villageois (UPV)**

Les trois villages de Sainte-Pétronille, Saint-Laurent-de-l'île-d'Orléans et Beaumont font partie de cette unité de paysage. Ces noyaux villageois évoquent un caractère champêtre

grâce à l'organisation spatiale intimement liée au site et à la qualité de l'architecture de ces maisons et villas d'inspiration française du 18<sup>e</sup> et 19<sup>e</sup> siècle. Les deux premiers sont situés sur l'Île d'Orléans alors que Beaumont se situe en rive sud, à l'est de la zone d'implantation à un peu plus de 3 km.

Les fonctions résidentielles y sont dominantes alors que l'activité touristique axée sur le patrimoine et la culture les anime. Les vues sont diversifiées; elles sont dirigées par l'encadrement d'une rue, filtrées par la végétation ou encore ouvertes sur le fleuve. Les églises y agissent comme points de repère.

### **Unité de paysage à caractère fluvial (UPF)**

Le fleuve Saint-Laurent fait partie intégrante de l'histoire et des paysages régionaux. À cette hauteur, il devient le chenal des Grands Voiliers et fait un peu plus de 2 km de largeur. Sillonné par les cargos pour le transport de marchandises, il est également utilisé par les paquebots et les plaisanciers, plus sensibles à l'aspect esthétique des paysages riverains.

Le fleuve est légèrement encaissé de part et d'autre par des pentes de 50 à 70 m de hauteur, surtout occupées par des zones boisées. Par contre, on retrouve quelques résidences en bordure du fleuve dont les plus importantes agglomérations sont la Pointe de la Martinière sur la rive sud et la Pointe Alexis-Bouffard sur l'Île d'Orléans. Les rives boisées et ces zones en bordure du fleuve font parties intégrantes du paysage fluvial, servant de cadre à ce dernier. Le centre d'interprétation du Parc Maritime de Saint-Laurent-de-l'île-d'Orléans est considéré comme un lieu d'intérêt dans cette unité tout comme le quai de Sainte-Pétronille.

Cette unité est scindée en deux par les lignes électriques à 735 kV qui relient l'Île d'Orléans à la rive sud du fleuve. Six imposants pylônes supportant ces lignes, trois sur chaque rive, dominant le paysage.

### **Unité de paysage à caractère forestier (UPO)**

Dans la zone d'étude, on retrouve deux unités de paysage à caractère forestier soit :

- le centre de l'Île d'Orléans;
- les parcelles comprises entre l'autoroute et le corridor de transport électrique.

Ces unités forestières délimitent les champs visuels et encadrent la zone d'étude au *nord* et au *sud*. La zone retenue pour l'implantation des réservoirs se trouve à l'intérieur de cette



unité de paysage. Ces importants boisés limitant l'accès visuel, facilitent l'absorption visuelle. Les boisés sont généralement composés de peuplements d'érables et de zones de forêt mixte dont l'âge varie de 50 à 80 ans. La topographie des sites est plutôt plane et les vues y sont généralement fermées. D'autres parcelles boisées de moindre importance sont localisées sur le territoire. Certaines érablières sont exploitées. Ces unités forestières sont traversées par quelques ruisseaux dont le ruisseau Saint-Claude. On note également un milieu humide près de la ligne électrique, à la limite est de la municipalité de Lévis.



## CHAPITRE 3

---

### Analyse et choix de variantes



### 3. ANALYSE ET CHOIX DE VARIANTES

Ce chapitre porte sur les différents choix possibles pour les principales composantes du projet soit le choix de la route maritime, la localisation du site terrestre pouvant accueillir le terminal méthanier et les différentes technologies envisageables pour les principales composantes du terminal constitué de lignes cryogéniques reliant les installations maritimes aux installations terrestres, de deux réservoirs de GNL ainsi que des autres infrastructures et équipements nécessaires à la vaporisation du gaz naturel.

#### 3.1 ROUTE MARITIME

La route maritime qui sera utilisée pour importer le GNL est la même que celle empruntée par le trafic existant des navires arrivant par l'Atlantique et remontant jusqu'à Québec. Il peut s'agir soit de la route via le détroit de Cabot, le détroit d'Honguedo puis jusqu'à la station de pilotage des Escoumins, qui est la route généralement empruntée, soit de la route alternative via le détroit de Belle-Isle et le détroit de Jacques Cartier pour rejoindre le dispositif de séparation du trafic de la Pointe des Monts et la station de pilotage des Escoumins. De là, les navires continuent jusqu'à Lévis en longeant la rive nord du fleuve puis en empruntant la traverse du nord et le chenal des Grands Voiliers au *sud* de l'île d'Orléans.

Ce sont les conditions de navigations et la provenance des navires qui dictent la route à suivre. Plus de détails sur la route maritime sont présentés au chapitre 4.

#### 3.2 CHOIX DU SITE DANS LA RÉGION LÉVIS/BEAUMONT

Un premier niveau d'analyse de choix de site décrit au chapitre 4 du tome 2 a permis de sélectionner la région de Lévis/Beaumont comme site d'implantation du terminal méthanier.

Comme expliqué dans le tome 2, le secteur à l'extrémité est de la Ville de Lévis est un des rares espaces zonés industriels où la bathymétrie se prête bien à l'implantation d'installations maritimes pouvant accueillir des méthaniers.

La zone d'implantation de la jetée a été établie initialement en fonction :

- de la bathymétrie : respect d'une profondeur minimale de 15 m;
- des recommandations des pilotes du Bas Saint-Laurent de localiser la jetée à au moins 1,3 km en amont des pylônes d'Hydro-Québec pour faciliter les manœuvres.

Les autres critères pertinents pour l'implantation d'installations maritimes n'étaient pas discriminants dans la zone considérée : vent, vague, courant et glace.

Une fois le site terrestre retenu, l'implantation définitive de la jetée et du corridor de service a été établie en fonction des critères suivants :

- minimiser l'impact du corridor et de la jetée sur les habitations;
- respecter les lignes cadastrales pour l'intégration dans le paysage;
- minimiser la longueur du corridor de service;
- retenir une zone de faible pente de la falaise pour faciliter l'accès aux installations maritimes.

L'application de ces critères a conduit à retenir la solution proposée pour la jetée et le corridor de service.

Pour l'implantation des installations terrestres, quatre sites ont été considérés dans la région Lévis-Beaumont. Deux de ces sites situés le long de la route 132 ont été fusionnés pour devenir le site Nord (figure 3.1). Les sites Nord et Ouest sont situés à l'extrémité est de la Ville de Lévis alors que le site Est est situé à Beaumont. Le site Nord est localisé entre la route 132 et les lignes de transport d'énergie à 735 kV alors que les sites Est et Ouest sont situés entre les lignes de transport d'énergie à 735 kV et l'autoroute 20. Les limites de chacune des options ont été choisies de façon à respecter le cadastre et à offrir une superficie approximative de 1,3 km<sup>2</sup> pour les fins de la comparaison de site.

Le site Nord occupe les lots 1 à 17-A-1 entre la route 132 et la ligne de transport d'énergie à 735 kV. Il a une superficie de 1,34 km<sup>2</sup>. Le site Ouest, d'une superficie équivalente à celle du site Nord, occupe pour sa part, les lots 1 à 13-1, entre la ligne de transport d'énergie à 735 kV et l'autoroute 20. Enfin, le site Est, situé dans la municipalité de Beaumont, occupe une superficie de 1,32 km<sup>2</sup>. Il est formé des parties de lots 141 à 158 situés au *nord* de l'autoroute 20.

Des inventaires ont aussi été menés sur un site situé au sud de l'autoroute 20 afin d'évaluer la possibilité d'y aménager un site de stockage et de transbordement de liquides de gaz naturel. Ce site était localisé près de la voie ferrée reliant Lévis à Saint-Charles-de-Belle-Chasse. Comme expliqué à la section 3.3.5, l'option d'extraire les hydrocarbures lourds ayant été rejetée, aucune analyse de variantes de localisation n'a été réalisée pour ces installations.

L'analyse comparative a donc porté uniquement sur le site d'implantation des installations terrestres. Elle prend en compte des considérations techniques de faisabilité et de constructibilité, les coûts d'implantation, les considérations liées à la sécurité et les impacts environnementaux spécifiques à chacun des sites.

### 3.2.1 Considérations technico-économiques

Le tableau 3.1 énumère les critères qui ont été considérés pour le choix de site d'un point de vue technique et en ce qui a trait aux coûts de construction des installations.

### 3.2.2 Sécurité

Précisons d'emblée que les trois sites sont acceptables d'un point de vue sécurité et respectent les normes établies. Cependant, comme n'importe quelles installations industrielles, l'éloignement et la densité des populations autour des installations est le facteur déterminant pour apprécier l'intérêt relatif des différents sites. La longueur des lignes de déchargement est une autre considération qui doit être prise en considération.

**Tableau 3.1** Considérations technico-économiques pour le choix de site

Critère	Remarques
<b>Considérations physiques</b>	
• géotechnique et géomorphologie site terrestre	Qualité des fondations pour asseoir les réservoirs et possibilité d'abaisser l'assise des réservoirs.
• topographie	Régularité du terrain et travaux de terrassement requis pour l'aménagement du site.
• topographie et points particuliers le long des lignes de déchargement	Dénivelé et pente par rapport au fleuve, points particuliers (route, lignes Hydro-Québec).
<b>Considérations techniques</b>	
• longueur des lignes cryogéniques	Incidence importante sur les coûts de construction et d'opération.
• longueur de raccordement au réseau électrique	La ligne d'alimentation est située au <i>sud</i> de l'autoroute 20.
• route d'accès	Longueur de la route d'accès pour desservir le site.
<b>Considérations économiques</b>	
• durée des travaux d'aménagement	En fonction du cheminement critique de l'ensemble du projet.
• coûts de construction	Évaluation comparative pour chacun des sites.

### 3.2.3 Environnement

Le tableau 3.2 énumère les critères qui ont été considérés d'un point de vue environnemental ainsi que les raisons pour lesquelles ces critères ont été retenus.

**Tableau 3.2 Considérations environnementales pour le choix de site**

Critère	Remarques
<b>MILIEU BIOLOGIQUE</b>	
• importance des habitats aquatiques	Basé sur l'importance des cours d'eau potentiellement perturbés par l'aménagement du terminal et le nombre de cours d'eau à traverser pour rejoindre le quai de déchargement.
• milieux humides	Présence de milieux humides d'intérêt.
• habitats fauniques	Potentiel faunique des habitats éventuellement perturbés par la construction des installations.
• potentiel pour des espèces rares et menacées	Évaluation du potentiel d'occurrence d'espèces rares ou menacées selon les caractéristiques du site.
<b>MILIEU HUMAIN</b>	
<b>Affectation du territoire</b>	
• zone agricole (CPTAQ)	Cet élément est non discriminant car tous les sites sont en zone verte.
• zonage municipal	Compatibilité du projet en fonction de la réglementation municipale en place.
<b>Utilisation du sol</b>	
• utilisation du sol	Proximité des usages résidentiels.
<b>Agriculture</b>	
• pratique agricole actuelle sur le site	Basé sur ce qui se cultive actuellement sur le site et dans les environs.
• potentiel agricole des sols	Basé sur la classification de l'Inventaire des Terres du Canada (ITC).
<b>Archéologie et patrimoine</b>	
	Basé sur le potentiel archéologique et l'intérêt patrimonial de chaque site.
<b>Nuisances</b>	
• aspect esthétique	Basé sur la visibilité des installations.
• bruit, vibration et poussières	Basé sur la nuisance en construction et en opération pour les résidents à proximité.

### 3.2.4 Méthode d'évaluation

La méthode d'évaluation consiste d'abord à faire un classement des variantes les unes par rapport aux autres et ce pour chacun des critères considérés. Ainsi, la variante jugée préférable par rapport à un critère donné reçoit le premier rang et la suivante le second rang et la dernière le rang 3. Si deux variantes sont jugées équivalentes par rapport à un critère donné, elles reçoivent le même rang soit le rang 1 si elles sont plus intéressantes que la



troisième variante, et dans ce cas celle-ci reçoit le rang 3. Si deux variantes sont équivalentes mais moins intéressantes qu'une autre variante, la plus intéressante reçoit le premier rang et les deux autres le deuxième rang. Les critères pour lesquels il n'est pas possible de discriminer au moins une des variantes n'ont pas été considérés puisqu'ils alourdissent le processus de sélection sans permettre d'identifier la variante préférable.

Le rang de chacune des variantes est multiplié par un facteur de pondération qui se veut représentatif de l'importance accordée à chacun des critères considérés dans l'analyse. Le poids individuel des critères est la résultante de la multiplication du poids accordé à chacune des catégories de critères. Il s'en suit que la meilleure variante, soit celle qui obtient le premier rang, se voit attribuer la plus petite note.

Afin de bien faire ressortir les jugements de valeur qui sous-tendent cette pondération, cet exercice est subdivisé en deux ou trois étapes selon le cas. Ainsi, un poids équivalent a été accordé aux considérations technico-économiques, à la sécurité et à l'environnement. À l'intérieur de chacune de ces grandes catégories, les poids relatifs de chaque sous-catégorie et de chaque critère dans ces catégories sont également exprimés. En multipliant pour chacun des critères son poids individuel par celui de la sous-catégorie et de la catégorie à laquelle il appartient, on obtient son poids absolu par rapport à l'ensemble des critères considérés. À titre d'exemple, les aspects géotechnique et géomorphologie comptent pour 50 % du poids des considérations physiques qui comptent elle-même pour 25 % des critères technico-économiques ceux-ci représentant le tiers (33,3 %) de l'ensemble des critères d'analyse. Les aspects géotechnique et géomorphologie comptent donc pour 4,2 % de l'ensemble des critères considérés ( $33,3 \% \times 25 \% \times 50 \% = 4,2 \%$ ).

À l'intérieur des considérations technico-économiques, les considérations économiques comptent pour 50 % alors que les considérations techniques et les considérations physiques comptent pour 25 % dans chaque cas.

Les critères portant sur la sécurité considèrent l'éloignement du site par rapport à la population (75 %) et la longueur des lignes de déchargement (25 %).

Pour ce qui est des considérations environnementales, les composantes biologiques du milieu comptent pour 25 % alors que les composantes du milieu humain représentent 75 % de ce sous-ensemble.

Le tableau 3.3 présente la pondération retenue pour chacun des critères par Rabaska dans le cadre de cette analyse.

Tableau 3.3 Pondération des critères d'analyse pour le choix de site

	Pondération de 1 <sup>er</sup> niveau A	Pondération de 2 <sup>e</sup> niveau B	Pondération de 3 <sup>e</sup> niveau C	Pondération absolue <sup>1</sup> (A x B x C)
<b>CONSIDÉRATIONS TECHNICO ÉCONOMIQUES</b>	<b>33 %</b>			
<b>Considérations physiques</b>		<b>25 %</b>		
• géotechnique et géomorphologie site terrestre			50 %	4,2 %
• topographie site terrestre			30 %	2,5 %
• topographie et points particuliers le long des lignes de déchargement			20 %	1,7 %
<i>Sous-total</i>			100 %	
<b>Considérations techniques</b>		<b>25 %</b>		
• longueur des lignes de déchargement			80 %	6,7 %
• longueur de raccordement au réseau électrique			10 %	0,8 %
• route d'accès			10 %	0,8 %
<i>Sous-total</i>			100 %	
<b>Considérations économiques</b>		<b>50 %</b>		
• durée des travaux d'aménagement			20 %	3,3 %
• coûts de construction			80 %	13,3 %
<i>Sous-total</i>			100 %	
<b>Sous-total</b>		<b>100 %</b>		
<b>SÉCURITÉ</b>	<b>33 %</b>			
• éloignement des populations			75 %	25,0 %
• longueur des lignes de déchargement			25 %	8,3 %
<i>Sous-total</i>			100 %	
<b>CONSIDÉRATIONS ENVIRONNEMENTALES</b>	<b>33 %</b>			
<b>Milieu biologique</b>		<b>25 %</b>		
• importance des habitats aquatiques			25 %	2,1 %
• traversées de cours d'eau pour rejoindre le quai			10 %	0,8 %
• milieux humides			25 %	2,1 %
• habitat faunique			10 %	0,8 %
• potentiel pour des espèces rares et menacées			30 %	2,5 %
<i>Sous-total</i>			100 %	
<b>Milieu humain</b>		<b>75 %</b>		
<b>Affectation du territoire</b>				
- zonage municipal			25 %	6,2 %
<b>Agriculture et utilisation du sol</b>				
- pratique agricole actuelle du site et homogénéité du territoire			20 %	5,0 %
- potentiel agricole des sols			10 %	2,5 %
<b>Intérêt patrimonial</b>			10 %	2,5 %
<b>Nuisances</b>				
- aspects esthétiques			25 %	6,2 %
- nuisances lors de la construction (bruit, vibration et poussière)			10 %	2,5 %
<i>Sous-total</i>			100 %	
<b>Sous-total</b>		<b>100 %</b>		
<b>Total</b>	<b>100 %</b>			<b>100 %</b>

<sup>1</sup> Le jeu des arrondis peut produire des résultats légèrement différents de 100 %.

### **3.2.5 Analyse des considérations technico-économiques**

Ce groupe de critères regroupe les considérations physiques du site, les considérations techniques incluant les contraintes de construction et les considérations économiques.

#### **3.2.5.1 Considérations physiques**

Au niveau géotechnique et géomorphologique, les résultats des sondages réalisés montrent que tous les sites permettent d'implanter les réservoirs de GNL sans utiliser de pieux pour les fondations. Le site Ouest présente un avantage par rapport aux sites Nord et Est en raison d'une dépression dans la couche rocheuse profonde (présence d'une couche plus importante de dépôts meubles en surface) permettant d'abaisser plus facilement la base des réservoirs.

La topographie des sites Nord et Ouest est plus régulière et permettrait de minimiser les travaux de terrassement et c'est pourquoi ils sont plus intéressants que le site Est en regard de ce critère.

Le terrain s'élève de manière régulière entre la rive et les sites Nord et Ouest; par contre une butte rocheuse complique le tracé potentiel de la ligne de déchargement vers le site Est. De plus le site Nord est également favorisé car il ne nécessite pas de traverser les lignes Hydro-Québec à 735 kV, ce qui réduit les points particuliers.

Le site le plus favorable pour ce qui est des considérations physiques est donc le site Nord, suivi du site Ouest puis du site Est.

#### **3.2.5.2 Considérations techniques**

La longueur des lignes cryogéniques de déchargement du GNL est moindre pour le site Nord que pour le site Ouest alors que le site Est est le plus éloigné.

Pour ce qui est du raccordement au réseau électrique, les sites Ouest et Est sont plus près de la source d'approvisionnement que le site Nord puisque les lignes à 230 kV les plus près sont situées au *sud* de l'autoroute 20.

Pour ce qui est de la route d'accès, qui doit relier le site à la route 132, le site Nord est préférable au site Est qui est lui-même plus intéressant que le site Ouest.

### **3.2.5.3      *Considérations économiques***

Compte tenu des caractéristiques de chacun des sites, le site Nord est préférable au site Ouest qui devance le site Est et ce tant pour ce qui est de la durée des travaux que des coûts de construction.

### **3.2.6      *Sécurité***

Deux critères ont été retenus pour comparer les niveaux de sécurité de chaque site. L'éloignement des populations est certainement le critère le plus significatif et à ce titre les sites Ouest et Est sont préférable au site Nord.

La longueur des lignes de déchargement est aussi prise en compte puisque ces lignes cryogéniques contiennent une certaine quantité de GNL qui est proportionnelle à leur longueur. Le site Nord est donc préférable au site Ouest, lui-même préférable au site Est.

### **3.2.7      *Considérations environnementales***

Les considérations environnementales sont regroupées selon qu'elles touchent le milieu biologique ou le milieu humain.

#### **3.2.7.1      *Milieu biologique***

Pour ce qui est des habitats aquatiques, le ruisseau Saint-Claude est le seul cours d'eau dans le secteur et le site Nord est le seul site à ne pas l'affecter. Il est donc préféré aux sites Est et Ouest qui nécessiteront son détournement partiel. Le site Nord est aussi celui qui nécessite le moins de traversées de cours d'eau pour rejoindre le quai comparativement aux sites Est et Ouest.

Pour ce qui est des milieux humides, le site Ouest recoupe une petite tourbière et un étang ce qui le décline par rapport aux sites Nord et Est.

Pour ce qui est des habitats fauniques, le site Nord, entièrement voué à l'agriculture est moins sensible que les autres sites et le site Ouest est le plus sensible, le site Est étant entre les deux.

Enfin, pour ce qui est du potentiel pour les espèces rares et menacées, le classement des sites est similaire à celui des habitats fauniques car le milieu est plus diversifié sur le site Ouest que sur les sites Est et Nord. Ce dernier est modifié par les pratiques agricoles.

### **3.2.7.2 Milieu humain**

Les composantes du milieu humain retenues comme discriminantes dans le choix du site d'implantation du terminal sont : l'affectation du territoire, l'utilisation du sol et agriculture, l'intérêt patrimonial, et enfin les nuisances causées tant par la présence des installations, essentiellement l'impact visuel de ces installations sur le paysage, que par le bruit, les vibrations et les poussières lors de la période de construction.

#### **Affectation du territoire**

Comme les terrains accueillant les options Nord et Ouest sont zonées à des fins industrielles par la municipalité de Lévis, elles sont plus compatibles avec les installations du terminal méthanier et sont donc jugées préférables à l'option Est qui est située dans un secteur zoné agricole par la municipalité de Beaumont.

Il faut préciser ici que les trois sites sont en zone agricole permanente en vertu de la *Loi sur la protection du territoire et des activités agricoles du Québec* et qu'à ce titre ce critère n'est pas discriminant.

#### **Agriculture et utilisation du sol**

Deux facteurs ont été évalués pour le volet agriculture. En premier lieu, il s'agit de la pratique agricole actuelle sur le site.

Pour ce critère l'option Ouest a été retenue comme la meilleure alternative avec la plus faible superficie de sol en culture, érablière potentielle et plantation pour un total de 72 ha contre 95 ha pour l'option Nord et 77 ha pour l'option Est. Il faut noter que les superficies en érablière et en plantation fortement, représentées dans l'option Ouest, ont moins de valeur d'un point de vue agricole, que les terres en cultures.

Le deuxième facteur pris en compte pour le volet agricole est le potentiel agricole des sols qui réfère aux caractéristiques physiques du sol qui le rendent propices à la culture. La principale source d'information sur le potentiel agricole des sols est la classification de l'Inventaire des Terres du Canada (ITC).

L'option Ouest est jugée la plus favorable puisqu'elle est celle où les sols sont les plus pauvres, (75 ha), en sols à potentiel agricole de classes 3 et 4 et, inversement, présente la plus grande superficie (31 ha), de sol inutilisable à des fins agricoles (classe 7). L'option Nord est la seconde alternative avec 78 ha de terres de classes 3 et 4. Avec le plus grand

nombre d'hectares, 117, de classes 3 et 4 l'option Est est la moins favorable des alternatives.

### **Intérêt patrimonial**

L'étude de potentiel archéologique a permis de démontrer qu'aucun site archéologique ou lieu d'intérêt patrimonial n'est actuellement répertorié par le ministère de la Culture et des Communications ou dans les schémas d'aménagement des MRC concernées, à l'intérieur des limites des secteurs potentiels d'implantation du terminal.

L'évaluation du potentiel archéologique est basée essentiellement sur l'appréciation des données concernant le paléo-environnement et le cadre général de l'occupation humaine de la vallée du Saint-Laurent durant la préhistoire (annexe D-2).

L'option Ouest n'offre pas de surface qui aurait pu présenter un attrait significatif pour des groupes humains, durant la préhistoire ancienne et constitue donc le site préférentiel.

Dans la partie *sud* de l'option Nord, des surfaces longilignes qui auraient pu constituer des littoraux bien délimités par une plage active lors de l'exondation de ce secteur ont été identifiées. Considérant que l'aire d'étude a émergé autour de 10 000 ans A.A. et qu'elle serait devenue habitable quelques siècles plus tard, trois zones à potentiel archéologique correspondant à des paléo-rivages ont été identifiées. Ces zones auraient pu accueillir des occupations de la fin du paléoindien ancien ou du début du paléoindien récent. Elles offrent donc un potentiel pour y retrouver des traces des premiers habitants de ce secteur. Par ailleurs, il faut noter qu'une zone à potentiel archéologique historique s'étire le long de la route 132 du côté *sud*, sur une largeur de 100 m.

L'intérêt archéologique de l'option Est découle du fait qu'au début de l'Holocène, elle formait une baie profonde qui s'est progressivement transformée en une anse au fur et à mesure de l'émergence des terres. Six bandes de terrain correspondant à des paléo-rivages s'étagent entre 60 et 80 m d'altitude. Ces bandes ont émergé au début de l'Holocène, entre environ 10 000 et 9 500 ans A.A. Elles peuvent avoir constitué des surfaces attrayantes au fur et à mesure du retrait de la mer. Elles auraient donc pu être occupées vers la fin du paléoindien ancien et au début du paléoindien récent.

### **Nuisances**

Le degré de visibilité des installations du terminal constitue un effet potentiel majeur sur l'environnement. L'étude a pris en compte plusieurs critères dont les capacités d'absorption et d'insertion des infrastructures dans le milieu récepteur, la valeur accordée selon l'intérêt

du site ou de l'usage et le degré de perception défini par l'exposition visuelle anticipée des infrastructures, le degré de sensibilité des observateurs et le rayonnement de l'impact sur les populations locales.

Les trois options de sites potentiels pour l'implantation de réservoirs sont situées dans un secteur lié visuellement au fleuve Saint-Laurent. Ce secteur est riche du point de vue historique et patrimonial. Le paysage est relativement le même pour tout le secteur. La route 132 reliant de façon linéaire les différentes fermes et villages de la côte *sud* du Saint-Laurent offre des percées et des ouvertures visuelles sur le fleuve et l'île d'Orléans.

Les options Est et Ouest sont enclavées entre l'autoroute 20 et le corridor de lignes électriques à 735 KV. Ces sites sont essentiellement agro-forestiers et sont situés en arrière plan des fermes longeant la route 132.

La capacité d'insertion du projet dans ces milieux est relativement faible puisque les contrastes d'échelle et de caractère sont forts. Ils sont toutefois amoindris par la présence de la ligne électrique. Par contre, la capacité d'absorption est bonne puisque les sites sont éloignés des observateurs et que, de façon générale, le couvert végétal peut servir à amoindrir l'accès visuel. Le site Est est moins intéressant que le site Ouest à cause de l'ouverture visuelle créée par la vallée du ruisseau Saint-Claude en direction du village de Beaumont. Ces deux sites sont cependant supérieurs au site Nord d'un point de vue visuel. Situé en bordure de la route 132, le paysage de l'option Nord s'ouvre sur les prairies, les fermes et le fleuve. De par son ouverture visuelle et la proximité des observateurs fixes et mobiles, son degré d'accessibilité visuelle est fort d'où l'incapacité du milieu à dissimuler les infrastructures proposées. Cette option permettrait une forte accessibilité visuelle à partir de l'île d'Orléans. De plus, le caractère industriel et l'échelle des infrastructures proposées contrastent fortement avec le milieu récepteur, résultant en une faible capacité d'insertion.

La valeur accordée à ce site est la plus forte de toutes les options tant pour les observateurs mobiles que pour les observateurs fixes. Le site Nord est donc le moins favorable des trois sites d'un point de vue visuel précédé du site Est. Le site Ouest s'avère préférable aux deux autres options pour ce qui est de l'intégration visuelle.

En période de construction le bruit, les vibrations et les poussières générées par les travaux pourront causer des inconvénients pour les résidents vivant à proximité du chantier. L'importance de ces nuisances est directement proportionnelle à la proximité des plus proches résidences par rapport au site. Les sites Ouest et Est sont jugés préférables en fonction de ce critère puisqu'ils sont plus éloignés des populations que le site Nord.

### 3.2.8 Classification globale et choix du site préférentiel

Le tableau 3.4 présente le classement et la valeur pondérée allouée à chaque site en regard de chacun des critères retenus.

Le site Nord est le plus intéressant du point de vue technico-économique et, parce qu'il est essentiellement agricole, celui qui pose le moins de contraintes du point de vue des considérations biologiques. Cependant, à cause de la distance moindre de la population (considérations liées à la sécurité) et des contraintes de ce site du point de vue de l'intégration au paysage il offre moins d'avantages globalement que le site Ouest.

Le site Ouest est celui qui présente le meilleur résultat. Du point de vue technico-économique il est légèrement moins intéressant que le site Nord en raison de la longueur des lignes de déchargement mais décline les autres sites surtout des points de vue sécurité et environnement.

**Tableau 3.4 Classification globale des sites<sup>1</sup>**

Critère	Pondération absolue	Nord	Ouest	Est
<b>CONSIDÉRATIONS TECHNICO-ÉCONOMIQUES</b>				
<b>Considérations physiques</b>				
Géotechnique et géomorphologie site terrestre		2	1	2
	4,2 %	0,083	0,042	0,083
Topographie site terrestre		1	1	3
	2,5 %	0,025	0,025	0,075
Topographie et points particuliers le long des lignes de déchargement		1	2	3
	1,7 %	0,017	0,033	0,050
<b>Considérations techniques</b>				
Longueur des lignes de déchargement		1	2	3
	6,7 %	0,067	0,133	0,200
Longueur de raccordement au réseau électrique		3	1	1
	0,8 %	0,025	0,008	0,008
Route d'accès		1	3	2
	0,8 %	0,008	0,025	0,017
<b>Considérations économiques</b>				
Durée des travaux d'aménagement		1	2	3
	3,3 %	0,033	0,067	0,100
Coûts de construction		1	2	3
	13,3 %	0,133	0,267	0,400
<b>Total technico-économiques</b>	Non pondéré	<b>11</b>	<b>14</b>	<b>20</b>
	Pondéré	<b>0,392</b>	<b>0,600</b>	<b>0,933</b>



Critère	Pondération absolue	Nord	Ouest	Est
<b>CONSIDÉRATIONS LIÉES À LA SÉCURITÉ</b>				
Éloignement des populations		3	1	2
	25,0 %	0,750	0,250	0,500
Longueur des lignes de déchargement		1	2	3
	8,3 %	0,083	0,167	0,250
<b>Total Sécurité</b>	Non pondéré	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>5</b>
	Pondéré	<b>0,833</b>	<b>0,417</b>	<b>0,750</b>
<b>CONSIDÉRATIONS ENVIRONNEMENTALES</b>				
<b>Milieu biologique</b>				
Importance des habitats aquatiques		1	2	2
	2,1 %	0,021	0,042	0,042
Traversées de cours d'eau pour rejoindre le quai		1	2	2
	0,8 %	0,008	0,017	0,017
Milieu humide		1	3	1
	2,1 %	0,021	0,062	0,021
Habitat faunique		1	3	2
	0,8 %	0,008	0,025	0,017
Potentiel pour des espèces rares et menacées		1	3	2
	2,5 %	0,025	0,075	0,050
<b>Total milieu biologique</b>	Non pondéré	<b>5</b>	<b>13</b>	<b>9</b>
	Pondéré	<b>0,083</b>	<b>0,221</b>	<b>0,146</b>
<b>Milieu humain</b>				
<b>Affectation du territoire</b>				
Zonage municipal		1	1	3
	6,2 %	0,062	0,062	0,187
<b>Agriculture et utilisation du sol</b>				
Pratique agricole actuelle et homogénéité du territoire		3	1	2
	5,0 %	0,150	0,050	0,100
Potentiel agricole des sols		2	1	3
	2,5 %	0,050	0,025	0,075
<b>Intérêt patrimonial</b>		2	1	3
	2,5 %	0,050	0,025	0,075
<b>Nuisances</b>				
Aspects esthétiques		3	1	2
	6,2 %	0,187	0,062	0,125
Nuisances lors de la construction (bruit, vibration et poussière)		3	1	1
	2,5 %	0,075	0,025	0,025
<b>Total milieu humain</b>	Non pondéré	<b>14</b>	<b>6</b>	<b>14</b>
	Pondéré	<b>0,575</b>	<b>0,250</b>	<b>0,587</b>
<b>TOTAL ENVIRONNEMENT</b>	Non pondéré	<b>19</b>	<b>19</b>	<b>23</b>
	Pondéré	<b>0,658</b>	<b>0,471</b>	<b>0,733</b>
<b>Total non pondéré</b>		<b>34</b>	<b>36</b>	<b>48</b>
<b>Total pondéré</b>	<b>100 %</b>	<b>1,883</b>	<b>1,487</b>	<b>2,416</b>
<b>Rang final</b>		<b>2</b>	<b>1</b>	<b>3</b>

Note <sup>1</sup> : Le résultat le moins élevé est l'option préférentielle.

Le site Est s'avère être le moins intéressant des trois sites et ce tant du point de vue technico-économique qu'environnemental. Il faut toutefois noter que pour ce dernier aspect il obtient une cote près de celle de la variante Nord.

### 3.2.9 Analyse de sensibilité

L'attribution de facteurs de pondération reflète les valeurs de l'évaluateur et il convient de s'assurer qu'une modification à cette pondération ne fait pas varier sensiblement le classement des variantes. Cette analyse est particulièrement importante pour ce qui est de la valeur relative accordée aux trois principaux groupes de critères soit, technico-économiques, sécurité et environnement qui constituent le premier niveau de pondération.

Pour réaliser cette analyse de sensibilité, la pondération de chacun des groupes a été modifiée à la hausse et à la baisse jusqu'à ce que l'ordre global des variantes soit modifié. La différence résiduelle entre 100 % et la valeur accordée au critère sous évaluation est répartie également entre les deux autres critères. Le tableau 3.5 présente les résultats de cette analyse.

Les résultats montrent que l'évaluation des variantes est robuste ce qui s'explique puisque deux des trois groupes de critères (sécurité et environnement) accordent à la variante Ouest la première place. Il faudrait accorder plus de 50 % du poids total aux critères technico-économiques pour supplanter la variante Ouest en première place dans le scénario de référence. Ainsi, la pondération accordée aux critères technico-économiques doit être augmentée à 60 % pour que la variante Nord déclassé la variante Ouest et inversement, une valeur de 0 % permet à la variante Est de déclasser la variante Nord en deuxième place sans toutefois affecter le classement de la variante Ouest en première place.

Le fait d'augmenter la pondération de la sécurité à 80 % entraîne également une modification du classement des variantes Nord et Est alors qu'en donnant une valeur de 0 % à ce groupe de critères la variante Nord supplante la variante Ouest en première place.

Pour ce qui est des critères environnementaux, leur pondération peut varier de 0 à 100 % sans affecter le classement des variantes.

Il apparaît donc que le classement relatif des sites permet de conclure que le site Ouest est celui qui répond le mieux à l'ensemble des critères proposés.

**Tableau 3.5 Analyse de sensibilité de la pondération de premier niveau**

	Pondération de premier niveau	Nord	Ouest	Est
<b>Scénario de référence</b>				
Considérations technico-économiques	33 %	0,392	0,600	0,933
Considérations liées à la sécurité	33 %	0,833	0,416	0,500
Considérations environnementales	33 %	0,658	0,470	0,670
	100 %	<b>1,883</b>	<b>1,487</b>	<b>2,416</b>
		<b>2</b>	<b>1</b>	<b>3</b>
<b>Sensibilité technico-économique</b>				
Considérations technico-économiques	60,0 %	0,705	1,080	1,680
Considérations liées à la sécurité	20,0 %	0,500	0,250	0,450
Considérations environnementales	20,0 %	0,395	0,283	0,440
	100 %	<b>1,600</b>	<b>1,554</b>	<b>2,570</b>
		<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
Considérations technico-économiques	0,0 %	0,000	0,000	0,000
Considérations liées à la sécurité	50 %	1,250	0,625	1,125
Considérations environnementales	50 %	0,988	0,706	1,100
	100 %	<b>2,238</b>	<b>1,331</b>	<b>2,225</b>
		<b>3</b>	<b>1</b>	<b>2</b>
<b>Sécurité</b>				
Considérations technico-économiques	10 %	0,118	0,180	0,280
Considérations liées à la sécurité	80 %	1,400	1,000	1,200
Considérations environnementales	10 %	0,198	0,141	0,201
	100 %	<b>2,314</b>	<b>1,321</b>	<b>2,300</b>
		<b>3</b>	<b>1</b>	<b>2</b>
Considérations technico-économiques	50 %	0,588	0,900	1,400
Considérations liées à la sécurité	0 %	0,000	0,000	0,000
Considérations environnementales	50 %	0,988	0,706	1,006
	100 %	<b>1,575</b>	<b>1,606</b>	<b>2,500</b>
		<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
<b>Environnement</b>				
Considérations technico-économiques	0 %	0,000	0,000	0,000
Considérations liées à la sécurité	0 %	0,000	0,000	0,000
Considérations environnementales	100 %	1,975	1,413	2,013
	100 %	<b>1,975</b>	<b>1,413</b>	<b>2,013</b>
		<b>2</b>	<b>1</b>	<b>3</b>
Considérations technico-économiques	50 %	0,588	0,900	1,400
Considérations liées à la sécurité	50 %	0,875	0,625	0,750
Considérations environnementales	0 %	0,000	0,000	0,000
	100 %	<b>1,838</b>	<b>1,525</b>	<b>2,525</b>
		<b>2</b>	<b>1</b>	<b>3</b>

Changement au classement des sites par rapport au scénario de base.

### 3.3 CHOIX TECHNOLOGIQUES

La mission d'un terminal méthanier est la réception de GNL par voie maritime et sa transformation en continu en gaz naturel pouvant être expédié aux consommateurs sur le réseau de transport. Dans ce but, un terminal assure plusieurs fonctions essentielles :

- la réception des navires;
- le déchargement des méthaniers;
- le stockage tampon du GNL;
- l'adaptation de la qualité du GNL;
- la regazéification du GNL.

La conception d'un terminal méthanier pour remplir ces fonctions offre plusieurs possibilités de choix technologiques qui influencent différents aspects du projet comme les coûts de construction ou d'opération, la sécurité des installations, l'échéancier de construction, les impacts environnementaux, etc.

Cette section présente pour les principales composantes du projet les options possibles et les choix retenus.

#### 3.3.1 Réception des navires

Les méthaniers modernes ont un tirant d'eau d'environ 12 m. Il faut donc que les installations portuaires appelées à accueillir ces navires offrent une profondeur d'eau suffisante pour qu'ils puissent venir s'amarrer en toute sécurité. Différentes installations peuvent être nécessaires pour permettre l'amarrage du navire et le protéger des vagues et des glaces pendant son approche et une fois à quai. Il faut noter que l'île d'Orléans constituant un abri naturel, il n'est pas nécessaire de prévoir d'infrastructures de protection. De plus, la localisation dans les limites de port de Québec, fait que le chenal est maintenu libre de glaces par la garde côtière et les navires en transit.

Deux options sont possibles pour permettre au navire de venir s'amarrer au quai :

- draguer un chenal suffisamment large et profond pour ces navires jusqu'au quai d'amarrage qui peut être construit en rive;
- construire un poste d'amarrage dans une zone suffisamment profonde naturellement pour accueillir les navires et relier ce poste d'amarrage à la rive en construisant une jetée.

Afin de limiter au minimum les perturbations au milieu aquatique liées aux activités de dragage et de disposition des résidus, la seconde option consistant à localiser le poste d'amarrage à un endroit ne nécessitant aucun dragage et à le relier à la rive par une jetée a été retenue.

Différentes techniques de construction peuvent être envisagées pour les installations maritimes. Parmi celles-ci mentionnons certaines des techniques usuelles de construction :

- la création d'une jetée et d'un poste d'amarrage constitués d'une plate-forme d'enrochement. Cette option nécessite de remblayer une très grande superficie du fond marin pour conserver des pentes stables dans le matériel granulaire capables de résister aux vagues et aux glaces. Ces remblais modifient substantiellement l'hydrodynamique locale et du même coup les patrons de sédimentation en amont et en aval de la jetée;
- un périmètre de palplanches d'acier dont l'intérieur est rempli d'enrochement ou de matériel granulaire. Cette technique nécessite moins d'espace en plan que la technique précédente mais offre les mêmes inconvénients pour ce qui est des modifications aux conditions hydrodynamiques locales;
- l'utilisation de cellules gravitaires en palplanches ou constituées de caissons de béton immergés (figure 4.2). Cette technique empiète moins sur le lit du fleuve que les approches précédentes mais nécessite des conditions géotechniques favorables qui ne sont pas présente sur le site;
- des pieux d'acier supportant un tablier de béton sur lequel sont installés les équipements. Cette technique minimise la surface occupée au fond et permet à l'eau de s'écouler normalement sous les installations.

Afin de limiter la destruction d'habitat aquatique et pour limiter au minimum les modifications hydrodynamiques dans le fleuve Saint-Laurent, la technique recourant à des pieux à été retenue. Ainsi le poste d'amarrage est constitué d'un appontement et de cellules d'amarrage supportés par des pieux enfoncés dans le roc. La jetée est constituée d'une série de chevalets sur pieux et de poutres qui supportent un tablier en béton. Seules les installations riveraines sont construites sur une plate-forme en enrochement. Cette technique permet à l'eau de s'écouler librement sous les installations évitant de modifier la direction et la force des courants et donc les patrons de sédimentation aux environs des installations.

### 3.3.2 Déchargement des méthaniers

A partir d'un point fixe, l'appontement, les installations de déchargement connectées au navire doivent permettre de :

- s'adapter aux différentes dimensions des méthaniers;
- transférer le GNL du navire vers les installations terrestres;
- suivre les mouvements de marées;
- suivre le mouvement dû à l'allégement ou à l'enfoncement du navire;
- suivre les mouvements du navire parallèlement ou perpendiculairement au quai.

Cette installation doit aussi permettre aux opérateurs du terminal méthanier, de surveiller les conditions de déchargement et de pouvoir agir rapidement en cas d'anomalies.

Pour assurer ces fonctions, la seule technologie actuellement éprouvée et disponible est celle des bras de déchargement. Encore à l'étude, la technologie des tuyaux flexibles n'est pour l'instant pas utilisée du fait des aspects cryogéniques, des débits et des diamètres requis.

Les bras de chargement et de déchargement utilisés dans l'industrie du GNL sont tous de type « bras articulés ».

Les bras ont une configuration standard à laquelle s'ajoutent certains équipements particuliers qui permettent d'améliorer leurs capacités techniques ainsi que la sécurité. Dans le tableau 3.6, les principaux choix technologiques qui ont été fait pour le terminal Rabaska sont décrits. Ces choix sont basés sur l'expérience acquise par Gaz de France au sein de ses terminaux actuellement en service.

### 3.3.3 Lignes de déchargement

Les lignes de déchargement relient le poste d'amarrage, où sont accostés les méthaniers, aux réservoirs de GNL.

Elles comprennent deux canalisations en acier cryogénique conçues pour résister aux très basses températures et permettant de faire circuler le GNL, ainsi qu'une canalisation de retour de gaz d'évaporation vers le navire.

Deux solutions ont été envisagées pour ces lignes de déchargement. Dans les deux cas, les croisements avec la route 132 et les lignes Hydro-Québec se font en souterrain.

**Tableau 3.6 Liste des choix technologiques concernant les bras de déchargement**

Choix	Explications
Séparation structurelle : les fonctions transfert de fluide sont dissociées des fonctions mécaniques	Contrairement aux anciennes générations de bras de déchargement, la technologie des nouveaux bras sépare la fonction de transfert du GNL de la fonction de supportage, assurée par une structure métallique constituée de poutrelles métalliques (voir figure 3.2). Cette technologie permet en cas d'incident sur les canalisations de déchargement d'assurer la sécurité de la tenue mécanique du bras.
Déconnexion d'urgence (ERS : Emergency Release System)	La mise en place de ce système constitué de double vannes et d'un système de déconnexion permet d'assurer une meilleure sécurité de l'ensemble en cas de déconnexion d'urgence. Ainsi, en cas de rupture des amarres et de dérive du navire, les bras ne sont pas arrachés et la quantité de GNL répandue est limitée à quelque litres.
Coupleur rapide	La mise en place de ce type de coupleur permet de : - mieux répartir les charges sur la bride du navire; - accélérer les connexions / déconnexions; - limiter les dangers pour les travailleurs (produits, fuite de GNL, etc.). Il est à noter que même si l'opération peut se faire à partir d'un panneau de commande installé sur la jetée ou d'un dispositif de contrôle à distance, elle peut toujours se faire manuellement si besoin est.
Protection contre les courants parasites	La mise en place de joints isolants permet d'assurer une parfaite isolation du navire et ainsi d'éliminer le risque d'étincelles associé à la différence de potentiel entre le navire et le terminal.
Seuils d'alarme	Un système d'alarme à seuils mécaniques permet d'anticiper les positions critiques des bras. La déconnexion d'urgence est donc une solution extrême qui est anticipée et gérée.

### Solution aérienne

Dans cette solution, les canalisations sont posées sur des supports, au niveau du sol ou surélevées (quelques mètres). Cette solution est la technique la plus répandue et c'est celle qui est retenue pour les canalisations dans le secteur de la jetée et celui des installations terrestres.

Les principaux avantages de cette technique sont :

- coûts moins élevés;
- technique habituelle;
- facilité de surveillance et d'entretien des lignes;
- absence de confinement, ce qui constitue un facteur favorable en cas de fuite pour éviter tout risque d'explosion.

Les principaux inconvénients de cette technique sont :

- impact visuel fort, toutes les lignes étant visibles;
- faible protection par rapport à un impact.

### **Solution souterraine**

Les canalisations sont placées dans un caisson en béton qui est enterré entre le haut du rivage et les installations terrestres.

Cette solution est actuellement utilisée dans deux terminaux, le terminal de Cove Point aux États-Unis, en opération depuis 1977, et le terminal d'Oghishima, dans la baie de Tokyo au Japon, en opération depuis 1998.

Les principaux avantages de cette technique sont :

- réduction de l'impact visuel;
- protection des canalisations contre le risque d'impact, intentionnel ou accidentel.

Les principaux inconvénients de cette technique sont :

- coûts beaucoup plus élevés par rapport à la solution précédente;
- installation des canalisations dans un endroit confiné, ce qui augmente le risque d'explosion;
- Accès plus difficile pour l'inspection et l'entretien.

### **Technique choisie**

Du fait de l'importance de l'impact visuel, la seconde technique a été choisie. Afin de garantir un haut niveau de sécurité, des mesures additionnelles ont été prises :



- les canalisations de GNL sont soudées, depuis le bâtiment des pompes de surpression jusqu'au pied des réservoirs; sans assemblage boulonné, qui aurait constitué une source potentielle de fuites;
- l'atmosphère dans le caisson en béton est maintenu inerte grâce à un circuit d'injection d'azote empêchant ainsi une inflammation ou explosion dans le cas improbable d'une fuite de GNL;
- l'installation de nombreux détecteurs et moyens de surveillance.

### 3.3.4 Réservoirs de GNL

Les réservoirs de GNL sont utilisés comme stockage tampon entre les arrivées de méthaniers (environ tous les 6 jours) et une expédition continue de gaz naturel sur le réseau de transport.

Les principales fonctions des réservoirs de GNL sont les suivantes :

- contenir le liquide à température cryogénique (-160°C) en toute sécurité;
- permettre le remplissage et le soutirage du GNL en toute sécurité;
- gérer les gaz d'évaporation en toute sécurité;
- empêcher l'intrusion d'air et d'humidité;
- minimiser les entrées de chaleur;
- permettre le mélange de GNL de qualités différentes;
- résister aux impacts potentiels (séisme, incendie, projectile, etc.).

Plusieurs types de réservoirs sont couramment utilisés dans l'industrie du GNL pour remplir ces fonctions. Les différentes conceptions de réservoirs reposent sur les caractéristiques des trois principaux constituants que sont :

- la cuve interne contenant le liquide, ou enceinte primaire;
- l'espace d'isolation;
- la structure ou cuve externe.

Les paragraphes ci-dessous présentent cinq types de réservoirs :

- le réservoir à simple intégrité;
- le réservoir à confinement double intégrité;

- le réservoir à intégrité totale;
- le réservoir à membrane;
- le réservoir souterrain.

La figure 3.3 illustre les caractéristiques des quatre premiers types de réservoirs tels que décrits par la norme européenne (EN 1473).

#### **3.3.4.1 Réservoir à simple intégrité**

Le réservoir à simple intégrité ou à confinement simple est le type de réservoir qui est encore le plus utilisé en Amérique du Nord.

Un réservoir "simple intégrité" est composé :

- d'une cuve interne autoportante qui contient directement le GNL, réalisée en matériau ductile à basse température (aluminium ou acier à 9 % de nickel);
- d'une isolation permettant de minimiser l'évaporation du contenu liquide de la cuve interne, le plus souvent réalisée en matériau pulvérulent (nom commercial "perlite", fabriquée sur place par expansion de sable de silice);
- d'une enveloppe externe assurant deux fonctions : contenir l'isolation pulvérulente elle-même et être étanche au gaz d'évaporation produit par le liquide stocké.

Par contre, l'enveloppe externe n'est pas conçue pour la rétention du GNL en cas de fuite de l'enceinte primaire.

Pour ce type de réservoir, une cuvette de rétention de pleine capacité est construite autour du réservoir dans un matériau capable de contenir le GNL (talus de terre, mur en béton, voire simple excavation en terre lorsque le relief du site le permet, tous ces matériaux résistant aux basses températures). Une zone d'exclusion thermique, basée sur un feu de GNL dans la cuvette de rétention, doit entourer ces ouvrages. Ce type de réservoir nécessite donc des sites de grande superficie.

Il n'y a jamais eu d'accident sur un réservoir de GNL de ce type, certains sont en service depuis 1964; sans problème particulier. Des expertises menées lors de démantèlement et des inspections internes ont confirmé la bonne tenue dans le temps de ces ouvrages.

Les avantages de ce type de réservoir sont :

- simplicité de conception;
- coûts de construction modérés.

Les inconvénients sont :

- rejet de GNL à l'extérieur en cas de fuite dans l'enceinte primaire;
- protection limitée en cas d'accident (incendie, impact, etc.) survenant dans le terminal à proximité du réservoir (pas de protection passive);
- nécessité d'une cuvette de grande dimension à construire autour du réservoir;
- distances d'exclusion proportionnelles aux dimensions des cuvettes;
- faible pression d'exploitation ce qui impose des limitations lors du déchargement des navires méthaniers.

La technologie des réservoirs à simple intégrité n'est plus utilisée en Europe depuis 1982, et au Japon depuis 1999.

#### **3.3.4.2      Réservoir à confinement double**

Afin de mieux protéger le contenu du réservoir en cas d'accident au voisinage du stockage et afin de limiter l'emprise au sol, un second type de réservoir a été développé à la fin des années 70. Pour assurer la fonction de rétention du liquide, la cuvette de rétention a été rapprochée au plus près du réservoir par réduction de la superficie, ce qui conduit en stade final à l'accoler au réservoir interne.

Le réservoir à "double intégrité" ou confinement double est composé :

- d'un réservoir à simple intégrité comme décrit au paragraphe précédent, comprenant cuve interne, isolation et enveloppe externe;
- d'une structure supplémentaire autour de ce réservoir d'une hauteur égale, constituée d'un talus ou d'une cuve de béton, à ciel ouvert, destinée à contenir le volume de tout le liquide en cas de fuite du réservoir, mais sans toit. Cette structure ne peut donc contenir les vapeurs de GNL en cas de fuite.

Cette technique présente des avantages :

- la nouvelle structure extérieure est capable de contenir le liquide cryogénique provenant d'une fuite de la cuve interne, et la superficie de l'épandage est considérablement réduite;

- toutes les canalisations de transfert de GNL (emplissage ou vidange) passent par le toit du réservoir intérieur, aucune fuite n'est possible par le bas, et les piquages à travers les parois qui sont autant de points faibles sont supprimés;
- la structure extérieure protège, de par sa constitution en matériau résistant au feu (talus de terre ou cuve en béton précontraint) le contenu de la cuve interne et évite ainsi des effets dominos en cas d'incendie voisin;
- l'emprise au sol est réduite par rapport au réservoir à simple intégrité.

Ses inconvénients sont :

- son coût plus élevé par rapport à la technique "simple intégrité";
- la complexité de l'entretien du réservoir qui est difficilement accessible pour des travaux de nettoyage, de peinture, etc. Cet agencement nécessite l'installation d'échelles d'accès, de plates-formes et de dispositifs de sécurité;
- le même niveau de pression interne que pour le réservoir à simple intégrité.

Ce type de réservoir ne possède pas de cuvettes de rétention supplémentaires autour de la structure extérieure puisque l'enceinte secondaire fait office de cuvette de rétention. La zone d'exclusion thermique est donc réduite.

Le nombre de réservoirs construits sur des terminaux méthaniers avec cette technologie est relativement faible.

Ces réservoirs ne représentent pas la meilleure technique disponible, notamment à cause de leur pression de service réduite. Ils ont permis un accroissement de sécurité lors de leur conception par la mise en place d'une barrière de matériau inerte autour du réservoir. Mais ils sont supplantés aujourd'hui par les réservoirs à intégrité totale.

#### **3.3.4.3 Réservoir à intégrité totale**

Le troisième stade de l'évolution a été d'intégrer au réservoir lui-même une cuve externe permettant de contenir une fuite de la cuve interne et de protéger le contenu contre un impact externe.

La structure extérieure est alors constituée d'une enceinte en béton armé précontraint, directement liée et construite sur la base du réservoir (le radier) couronnée d'un dôme d'acier et de béton armé. Cette cuve externe est étanche au gaz et contient l'isolation du réservoir.

Cette nouvelle disposition permet d'augmenter la pression de service des réservoirs de ce type par rapport aux deux précédents, ce qui est un facteur favorable pour limiter les évaporations de GNL lors du transfert à partir du navire. La pression passe de ~8 kPa relatifs à ~25 kPa relatifs.

Le premier réservoir de ce type a été construit à l'usine de liquéfaction d'Abu-Dhabi dès 1977 en raison de la relative exigüité du site de l'usine et de la proximité d'autres réservoirs d'hydrocarbures.

En Europe, Gaz de France a innové à Fos sur mer en 1978, en préconisant l'utilisation de ce type de réservoir lors de l'extension de la capacité du terminal, pour les mêmes raisons.

Depuis cette date, la grande majorité des réservoirs construits en Europe et au Japon sont de ce type. Les constructeurs ont réalisé des accroissements de taille, pour atteindre 180 000 m<sup>3</sup> au Japon.

Tous les réservoirs de ce type en service ne montrent aucun problème particulier.

Ce type de réservoir, parce qu'il remplit toutes les exigences fonctionnelles de protection et de sécurité, s'est imposé aujourd'hui comme étant la meilleure technologie disponible, bien que d'un coût plus élevé que les autres technologies présentées précédemment.

Les principaux avantages de la technologie « intégrité totale » sont :

- toutes les canalisations de transfert de GNL et de gaz passent par le dôme du réservoir, évitant la présence de points faibles sur les cuves, et les risques de concentration de contraintes sur les piquages, ainsi que le risque de vidange non contrôlée par une canalisation en partie basse;
- le toit du réservoir est composé d'une coupole d'acier recouverte de béton armé, protégeant l'ouvrage contre les projections de GNL provenant des canalisations de transfert;
- les règles de conception de la cuve externe, ses fondations, sa coupole, les passages de tuyauteries et les moyens de levage prennent en compte les phénomènes ou paramètres suivants :
  - mouvements sismiques caractéristiques du site;
  - tassement différentiel des fondations;
  - action du vent et des intempéries;

- charges dues à la neige;
- effets de la foudre;
- impact de pièces métalliques sur la structure;
- protection contre un incendie à proximité du réservoir;
- protection contre une surpression;
- protection contre une dépression;
- protection contre l'inflammation de soupapes sur le toit du réservoir.

Les études de sécurité montrent que les distances d'exclusion sont réduites par rapport aux deux types de réservoirs précédents.

Un des atouts majeurs de cette technique à intégrité totale est la protection du contenu du réservoir contre les impacts et contre les effets d'un incendie à proximité du réservoir. Dans ce dernier cas, la cuve externe en béton précontraint est alors soumise à un rayonnement thermique. Le béton ayant une faible conduction thermique, transmet lentement la chaleur. Pendant plusieurs heures (durée qui couvre la totalité des scénarios possibles), l'échauffement transmis à l'intérieur de la paroi de la cuve externe est lent, du fait de la présence d'une source froide à l'intérieur du réservoir. La précontrainte est ainsi conservée et la tenue mécanique de l'ouvrage est garantie. Cette tenue est également garantie si le réservoir n'est soumis à un rayonnement que sur un seul secteur. Il n'y a pas de risque d'effet domino suite à l'incendie initial.

#### **3.3.4.4      Réservoir à membrane**

Il existe une variante sur l'équipement de la cuve interne, qui peut être soit une cuve cylindrique autoportante (assemblage chaudronné), soit une cuve de type membrane, dérivée des techniques de conception navale.

Cette dernière technique tire partie de la généralisation du concept de cuve externe en béton précontraint. Elle consiste à utiliser le concept de séparation des fonctions d'étanchéité et de reprise du poids du contenu liquide, en choisissant une membrane en acier inoxydable, elle-même fixée sur une isolation rigide, cette dernière étant appuyée sur la paroi de béton de la cuve externe.

La membrane en acier inoxydable est gaufrée (par pliage à froid sans diminution d'épaisseur), les ondulations permettent de compenser les déformations de contraction lors de la mise en froid. Cette membrane est fixée à l'isolation rigide. Les panneaux d'isolant

sont collés sur la face interne de la cuve en béton. Cette isolation est maintenue sous azote en permanence, par balayage de l'espace laissé libre sous les ondes de la membrane.

Cette technique est éprouvée dans le domaine maritime, pour lequel les efforts mécaniques dus à la mer appliqués aux composants sont nettement supérieurs à ceux des installations terrestres.

Cette technique, dans laquelle la cuve interne absorbe toute contrainte thermique (contraction lors de la mise en froid reprise par les ondulations de la membrane), et est libre de toute contrainte mécanique (reportée sur la cuve externe) et dont l'étanchéité est contrôlée en permanence par un balayage d'azote dans l'isolation, présente un très haut niveau de sécurité.

Enfin, il est reconnu, notamment par les organismes de classification des navires, que l'isolation rigide est étanche au liquide; en cas de fissure de la membrane, le GNL ne peut pas traverser cette isolation, composée de cellules fermées, et ne peut atteindre le béton. Cette affirmation est vérifiée par la très bonne tenue opérationnelle des navires qui font l'objet de contrôle technique tous les deux ans et de remises en froid répétées, sollicitations plus sévères que celles des réservoirs terrestres.

Bien que cette technique soit apparue plus compétitive que la technologie concurrente autoportante, en termes de coût de réalisation et de délai, pour des réservoirs de GNL de grande capacité, elle n'a pas connu le succès commercial espéré par le concepteur français. Les seules réalisations sont celles de Montoir (Gaz de France, France, deux réservoirs de 120 000 m<sup>3</sup>, mis en service en 1980) et celles de Pyeong-Taek (KOGAS, Corée, dix réservoirs identiques de 100 000 m<sup>3</sup>, mis en service entre 1985 et 1998). La technologie de la membrane est couramment utilisée pour les réservoirs souterrains.

#### **3.3.4.5 Réservoir souterrain**

Au Japon, dans un contexte économique différent de celui de l'Europe et de l'Amérique du Nord en ce qui concerne l'utilisation des terrains (exiguïté des superficies disponibles, proximité des agglomérations, création de ports évolutifs permettant l'accroissement des échanges industriels par voie maritime, et notamment des importations de gaz naturel, uniquement possibles sous forme de GNL), la contrainte de construire des réservoirs au centre de cuvettes de rétention est apparue très pénalisante. Il faut y ajouter une seconde contrainte, à savoir l'implantation des terminaux méthaniers sur des terrains gagnés sur la mer, constitués de remblais de très faible portance, qui obligent le concepteur à réaliser des fondations très profondes pour un coût élevé.

Enfin, un paramètre différent en Asie (Japon et Corée) par rapport à l'Europe et à l'Amérique du Nord est l'utilisation des terminaux méthaniers pour stocker du gaz naturel sous forme liquide afin de palier l'absence de stockage souterrain et de réseaux de transport interconnectés. Ainsi, les terminaux japonais ont souvent un grand nombre de réservoirs, jusqu'à 35 réservoirs sur le site de Sodegaura, ou 16 réservoirs au terminal d'Inchon en Corée.

La technique des réservoirs souterrains est le fruit d'un travail de conception de Tokyo Gas Engineering (TGE) au début des années 70, repris depuis par d'autres entreprises gazières japonaises. TGE a développé ce concept, pour différents types de membrane, avec des constructeurs de réservoirs et des entreprises de génie civil japonaises.

Le réservoir souterrain est constitué :

- d'une paroi cylindrique construite au fur et à mesure du creusement de la capacité cylindrique, reprenant la poussée des terres;
- d'une seconde paroi fixée à la précédente pour garantir l'étanchéité aux pénétrations d'eau;
- d'une base poids destinée à porter le contenu du réservoir et à lutter contre la poussée hydrostatique de l'eau du terrain;
- d'une isolation rigide fixée sur ces parois;
- d'une membrane composant la cuve interne du réservoir;
- d'une coupole en acier supportant l'isolation du plafond suspendu et les passages de tuyauteries.

La stabilité de tels réservoirs est délicate dans la mesure où les poussées sur les terrains varient en fonction de son remplissage. De même les parois comprennent des systèmes de boucles d'eau chaude destinées :

- à maintenir le front de gel des sols dans une limite prédéterminée, afin d'éviter son extension et les mouvements de terrain;
- à bénéficier d'un gel contrôlé des sols (température négative à proximité, à l'extérieur des parois de béton) contribuant à l'étanchéité du génie civil.

A noter que OSAKA GAS, l'autre grande entreprise gazière japonaise, a toujours préféré les réservoirs aériens, ce qui signifie que la solution souterraine n'est pas la solution unique au Japon. De plus, les réservoirs souterrains n'offrent pas une meilleure résistance au séisme



que les réservoirs aériens qui sont calculés pour garantir la tenue des ouvrages (retour d'expérience de Kobe 1995).

Les avantages du réservoir souterrain sont :

- facilité de déchargement des navires par réduction de la hauteur de refoulement des pompes des navires;
- utilisation des réservoirs comme collecte des réseaux de drainage);
- facilité de construction en zone de terrain meuble que sont les presqu'îles artificielles gagnées sur la mer, dans lesquelles les fondations profondes des réservoirs ne sont pas réalisables;
- réduction de l'emprise au sol car aucune collecte de GNL n'est à pourvoir en cas de fuite. Ce dernier point est appréciable en zone urbanisée dense où de grandes superficies ne sont pas disponibles.

Les inconvénients du réservoir souterrain sont :

- le délai de construction supérieur à celui d'un réservoir aérien, soit quatre à cinq ans (en fonction de la nature du sol) au lieu de trois ans;
- le réservoir doit être composé d'une cuve cylindrique de béton de grande épaisseur (environ 3 m au lieu de 1 m pour les réservoirs aériens), afin de résister à la poussée du sous-sol;
- en bord de mer, le risque de corrosion par l'eau saumâtre des parties enterrées n'est pas à exclure;
- le joint d'étanchéité entre le fond horizontal (base poids d'environ 10 m d'épaisseur) et la paroi de béton cylindrique verticale, nécessaire pour éviter les entrées d'eau souterraine, est très complexe (quatre joints distincts, avec pièces métalliques et couches de néoprène);
- les parois doivent être chauffées en permanence par une boucle d'eau chaude qui circule pour maintenir l'isotherme 0°C juste à l'extérieur des parois qui sont donc prises dans la glace;
- le contrôle visuel quotidien de l'état de la structure n'est pas possible;
- une fuite de gaz ou de GNL ne peut pas être localisée, à la différence des réservoirs aériens, et encore moins réparée car, pour des raisons de réversibilité, le réchauffage n'est pas admis : il n'y a pas d'expérience de réchauffage d'un tel réservoir, et il est

probable que les joints d'étanchéité qui sont pris dans la glace ne pourraient pas être repris;

- le coût d'un réservoir souterrain est le double d'un réservoir aérien à intégrité totale.

#### **3.3.4.6 Choix du type de réservoirs pour le terminal Rabaska**

Compte tenu des différentes solutions possibles, Rabaska a fait les choix suivants :

- réservoir à simple intégrité : cette technologie ne garantit pas le plus haut niveau de sécurité et ne constitue pas la meilleure technologie disponible. Cette technologie n'est pas retenue pour le projet Rabaska;
- réservoir à confinement double : cette technologie, peu utilisée, est une technologie de transition et ne constitue pas la meilleure technologie disponible. Elle n'est donc pas retenue pour le projet Rabaska;
- réservoir souterrain : compte tenu des résultats des études géotechniques, la solution souterraine n'est pas faisable à un coût et dans des délais acceptables;
- réservoir à membrane : bien que prometteuse, cette technique moins conventionnelle n'a pas été retenue pour le projet Rabaska;
- réservoir à intégrité totale : ce type de réservoir représente la meilleure technique éprouvée disponible et la plus sécuritaire, compte tenu de la prise en compte, dès la conception, des risques internes (fuite de GNL de la cuve interne) et externes (agression, feu ou explosion à proximité). Cette technologie est retenue pour le projet Rabaska.

#### **3.3.5 Adaptation de la qualité du GNL**

Le gaz naturel est principalement composé de méthane ( $\text{CH}_4$ ) mais contient aussi de faibles quantités d'hydrocarbures plus lourds (éthane :  $\text{C}_2\text{H}_6$ ; propane :  $\text{C}_3\text{H}_8$ ; butane :  $\text{C}_4\text{H}_{10}$ ; etc.), azote ( $\text{N}_2$ ) et dioxyde de carbone ( $\text{CO}_2$ ).

Il est prévu que le GNL fournit au terminal Rabaska proviendra de différentes sources. La composition du GNL et donc ses propriétés calorifiques varient selon la provenance. La plupart des GNL produits aujourd'hui et considérés pour le projet Rabaska sont trop riches (leur capacité calorifique est trop élevée) pour être injectés directement dans le réseau de transport de Gazoduc TQM et pour pouvoir être utilisés directement par les utilisateurs du Québec et de l'Ontario.

C'est pour cette raison que la qualité du gaz doit être ajustée avant qu'il ne soit émis sur le réseau gazier. Plusieurs techniques ont été étudiées, soit en extrayant du GNL les hydrocarbures les plus lourds, soit en diluant le gaz naturel avec un gaz neutre, soit en mélangeant plusieurs qualités de GNL :

- extraction des composés lourds ayant plus de trois atomes de carbone (propane, butane et supérieurs), appelée extraction des C3+;
- extraction des composés lourds ayant plus de deux atomes de carbone (éthane, propane, butane et supérieurs), appelée extraction des C2+;
- injection d'azote;
- injection d'air;
- mélange de GNL (dans chaque réservoir ou à partir des deux réservoirs);
- combinaison de plusieurs de ces techniques.

### **3.3.5.1      *Extraction des composés lourds***

Plusieurs processus d'extraction des composés lourds existent. Ils sont pratiquement tous basés sur l'utilisation d'une tour de fractionnement isolant le méthane des constituants plus lourds.

Ce procédé conduit à la production de liquides de gaz naturel (LGN). L'extraction des C2+ produit un mélange d'éthane, propane et butane. L'extraction des C3+ produit un mélange de propane et butane. Ces LGN peuvent être alors soit utilisés sur le site, pour la regazéification du GNL par exemple, soit acheminés vers d'autres sites d'utilisation potentielle.

Le choix entre l'extraction des C2+ ou des C3+ dépend de l'existence d'un marché au Québec ou à proximité et des bénéfices attendus de la vente de ces produits.

C'est pour cette raison que l'avis de projet déposé initialement prévoyait des installations de fractionnement du gaz et les installations ferroviaires requises pour raccorder le terminal au chemin de fer exploité par le Canadien National.

Le transport par conduite est possible dans le cas de l'extraction des C3+ et est plus difficile dans le cas de l'extraction des C2+ (en raison de la présence d'éthane, plus volatile). De plus, cette solution n'offre pas de souplesse quant aux acheteurs potentiels. L'option privilégiée était donc l'utilisation d'un transport ferroviaire. Elle consistait à affréter des

trains pour acheminer les LGN dans des wagons citernes pressurisés conventionnels, voire réfrigérés dans le cas de l'extraction des C2+.

Les principaux avantages de l'utilisation du procédé d'extraction des hydrocarbures lourds est de pouvoir recevoir une large gamme de GNL et de valoriser les produits extraits.

Par contre, cette solution présente plusieurs inconvénients :

- ajout d'un stockage d'hydrocarbures sur le terminal;
- utilisation d'un transport par voie ferrée de produits dangereux;
- impacts environnementaux liés à la construction et à l'exploitation de la desserte ferroviaire (déboisement, bruit, etc.);
- impact visuel des installations d'extraction, notamment de la colonne de séparation (hauteur de 20 à 40 m).

Ces inconvénients, associés à une demande faible pour ce type de produits au Québec, ont conduit à l'abandon de cette solution.

### **3.3.5.2 Injection d'azote ou d'air**

Une autre technique pour réduire la capacité calorifique du gaz naturel est la dilution avec de l'air ou de l'azote. La quantité d'air ou d'azote introduit dans le gaz naturel est de l'ordre de quelque pour cent.

Dans le cas de l'injection d'air, bien que celui-ci comprenne de l'oxygène, les quantités introduites sont tellement faibles que le mélange reste en dehors des limites d'inflammabilité du gaz naturel. L'air doit être traité avant de pouvoir être injecté (déshumidification notamment). L'injection d'air doit se faire après regazéification du GNL ce qui présente des défis techniques. En effet, l'utilisation de compresseurs d'air avec de forts taux de compression (de l'ordre de 100) est inhabituelle et délicate à mettre en œuvre. D'ailleurs, un seul fournisseur potentiel pour ce type d'équipement s'est dit prêt à étudier cette solution. Ces incertitudes techniques ont fait que l'injection d'air n'a pas été retenue pour le projet Rabaska.

Dans le cas de la dilution à l'azote, le point d'injection de l'azote gazeux se situe sur la ligne de gaz d'évaporation à l'entrée du recondenseur. Il s'agit du point de plus basse pression où l'azote peut être injecté, avec la certitude que le mélange se fera correctement et que l'azote sera expédié sur le réseau de transport et non vers les réservoirs ou le navire. Cette

solution est aussi la plus efficace sur le plan énergétique car elle nécessite peu d'énergie de compression.

L'azote est produit par des unités cryogéniques de séparation d'air, unités pouvant produire de l'azote pur à 99,99 %. La concentration maximale d'azote dans le gaz naturel ne doit pas dépasser 4 % afin de respecter les critères du réseau de transport TQM.

Les avantages de l'injection d'azote sont les suivants :

- production d'azote sur le site pouvant aussi être utilisée pour les autres besoins du terminal;
- procédé ne générant pas de risques supplémentaires;
- pas de sous-produits à gérer.

Le principal inconvénient de l'injection d'azote est que quelques GNL très riches ne pourront pas être reçus car ils nécessiteraient des quantités d'azote dépassant les spécifications de Gazoduc TQM.

### **3.3.5.3 Mélange des GNL**

Plusieurs dispositifs sur le terminal, en particulier dans les réservoirs, permettent d'assurer le mélange de GNL de qualités différentes. La possibilité d'ajuster la capacité calorifique du gaz naturel par le mélange des GNL a donc été examinée.

Il faut noter que la capacité calorifique du gaz actuellement distribué au Québec et en Ontario est très faible en comparaison des GNL disponibles sur le marché. C'est pourquoi, même si quelques GNL peuvent être reçus sans être traités, tous les GNL sont plus riches que le gaz actuellement distribué, et la plupart nécessiteront un ajustement de qualité relativement important. Le mélange seul d'un GNL pauvre et d'un GNL riche ne permet donc pas d'abaisser suffisamment la capacité calorifique du gaz naturel.

Par contre le mélange de GNL associé à une autre technique, telle que la dilution avec de l'azote, permet de recevoir une gamme plus large de GNL, et en particulier les GNL les plus riches mentionnés à la section précédente. De plus la réalisation du mélange de GNL avant la dilution à l'azote permet d'optimiser le fonctionnement des installations en homogénéisant la qualité du GNL traité.

C'est finalement une solution de dilution à l'azote, associée lorsque nécessaire et autant que possible avec du mélange de GNL, qui a été retenue.

### 3.3.6 Regazéification (vaporisation) du GNL

Avant d'être disponible pour la distribution par le réseau de gazoduc, le gaz naturel liquide (GNL) doit être réchauffé afin de reprendre sa phase gazeuse. Cette opération prend place dans des équipements appelés vaporiseurs.

Un vaporiseur est un échangeur où le GNL est réchauffé par une source de chaleur. Les échangeurs sont dimensionnés pour le débit de GNL à regazéifier et les températures et pressions requises à l'émission du gaz.

La technologie varie selon la source chaude utilisée :

- vaporisation à ruissellement d'eau : utilisation de réserves d'eau naturelle (cours d'eau, mer);
- vaporisation à fluides intermédiaires : utilisation pour les échanges de calories avec un procédé industriel;
- vaporisation à combustion submergée : utilisation de bains d'eau chauffée;
- vaporisation aérothermique : Cette technologie est employée pour des faibles débits de regazéification ou dans des régions où la température extérieure le permet.

Les technologies, le plus couramment utilisées sont les trois premières :

#### 3.3.6.1 Vaporisation à ruissellement d'eau

L'eau, pompée de la mer ou d'un cours d'eau, est utilisée comme fluide caloporteur. La vaporisation à ruissellement d'eau consiste à faire circuler l'eau dans un échangeur à contact indirect afin de réchauffer le GNL (figure 3.4). Ces appareils sont constitués de tubes métalliques verticaux, ailetés. Le GNL circule à l'intérieur des tubes, l'eau ruisselle sur la paroi extérieure des tubes.

Avec cette technologie, il faut environ 30 m<sup>3</sup> d'eau pour regazéifier un mètre cube de GNL. L'eau doit être traitée pour éviter la prolifération de la flore et la faune marine dans les circuits.

Cette méthode n'est pas efficace dans les régions où l'eau utilisée se trouve à une température inférieure à 8 - 10°C, comme c'est le cas du Saint-Laurent pendant plusieurs mois par année.

Cette technologie n'est donc pas retenue pour le projet Rabaska.

### **3.3.6.2 Vaporisation à fluide intermédiaire**

Cette technologie est intéressante quand une industrie générant de grandes quantités de chaleur ou consommatrice de froid est située à proximité du terminal méthanier. Elle implique l'utilisation d'un fluide caloporteur intermédiaire servant à transférer la chaleur ou le froid de l'industrie productrice vers les vaporiseurs de GNL.

Cette technologie n'a pas été retenue car il n'y a pas d'industries complémentaires à proximité du site d'implantation.

### **3.3.6.3 Vaporisation à combustion submergée**

Cette technologie consiste à faire circuler le GNL dans un serpentin qui baigne dans un bain d'eau réchauffée par des brûleurs au gaz naturel. La température du bain, comprise entre 20 et 50°C, est maintenue par le transfert thermique direct des gaz provenant de la combustion du méthane (figure 3.4) et qui barbotent dans l'eau du bain.

Cette technologie ne nécessite que peu ou pas d'apports en eau, sauf pour le démarrage. En fonctionnement, les vaporiseurs produisent de l'eau, lors de la combustion du méthane. Cette eau en surplus, acide en raison des produits de combustion, doit être traitée avant de pouvoir être rejetée à l'environnement.

Cette technologie offre un bon rendement et beaucoup de flexibilité pour répondre à des variations de débits.

Le principal inconvénient par rapport à une technique comme celle des regazéificateurs à ruissellement à eau est de produire du dioxyde de carbone qui est un gaz à effet de serre.

Cette technologie est celle retenue pour le projet Rabaska car elle est la plus adaptée aux conditions climatiques et environnementales.

### **3.3.7 Alimentation électrique de secours**

L'alimentation électrique de base du terminal proviendra du réseau électrique d'Hydro-Québec.

Deux alternatives sont techniquement possibles pour assurer l'alimentation électrique de secours du terminal, soit un second raccordement au réseau électrique ou l'utilisation d'une centrale d'urgence qui serait constituée d'une centrale à turbine à gaz.

La construction d'une turbine à gaz qui ne serait utilisée qu'en situation d'urgence s'avère plus coûteuse que le raccordement au réseau électrique. De plus, il existe immédiatement au *sud* de l'usine, deux lignes indépendantes permettant d'alimenter le terminal en mode normal et en mode secours. Ces deux lignes sont alimentées depuis le poste haute tension de Lévis par des sources pouvant être elles-même indépendantes. C'est donc la solution qui a été retenue.



## CHAPITRE 4

---

### Description technique du projet



## 4. DESCRIPTION TECHNIQUE DU PROJET

Le contenu de ce chapitre est organisé comme suit :

- la section 4.1 situe le projet;
- les sections 4.2, 4.3 et 4.4 précisent les données et les critères utilisés pour la conception du terminal;
- les sections 4.5 et 4.6 fournissent des informations sur les aspects maritimes du projet : voies maritimes et méthaniers;
- la section 4.7 décrit l'organisation géographique des différents secteurs du terminal, les infrastructures (jetée, bâtiments, etc.) et les voies d'accès;
- la section 4.8 décrit les installations et le fonctionnement du procédé cryogénique, des utilités et des différents systèmes mis en place pour assurer la surveillance, la sécurité et la protection de l'environnement; une description succincte des équipements principaux y est également intégrée, les informations plus détaillées étant disponibles à la section 4.17;
- les sections 4.9, 4.10, 4.11 et 4.12 fournissent le calendrier d'exécution, et présentent les principes retenus pour la construction, la mise en service, l'exploitation, l'entretien et le démantèlement des installations;
- les sections 4.13, 4.14 et 4.15 décrivent les émissions et rejets liés à la construction ou à l'exploitation du terminal;
- la section 4.16 fournit les coûts du terminal;
- la section 4.17 fournit des informations plus détaillées sur les matériaux et les principaux équipements, en particulier les équipements cryogéniques;
- la section 4.18 donne les principes d'assurance de la qualité qui seront appliqués.

### 4.1 INTRODUCTION

Le terminal méthanier de Rabaska permet de recevoir des navires méthaniers et de décharger leur cargaison de GNL vers deux réservoirs à environ 1,1 km de la rive sud du Saint-Laurent. Le terminal met en œuvre un procédé éprouvé qui consiste à faire passer le gaz de l'état liquide à  $-160\text{ °C}$  et à pression atmosphérique, à l'état gazeux à une pression de 9 930 kPa et à une température supérieure à  $0\text{ °C}$ . Ce gaz est ensuite expédié vers le réseau de Gazoduc TQM via un gazoduc d'une longueur d'environ 42 km dont l'évaluation environnementale est traitée au tome 4 de cette étude d'impact.

Les installations du terminal méthanier sont conçues pour recevoir des navires d'une capacité de chargement variant de 65 000 à 160 000 m<sup>3</sup> de GNL avec un tirant d'eau jusqu'à 11,8 m. Ces navires seront de type à cuve intégrée « à membrane » ou occasionnellement à cuve autoporteuse sphérique (Moss-Rosenberg) » (section 4.6.2).

Bien que les méthaniers ne fassent pas partie du projet, ils sont décrits pour les besoins de l'évaluation. Tous les méthaniers sont équipés d'une double coque. Les navires devant desservir le terminal Rabaska l'hiver sont adaptés à la navigation en présence de glace et de basses températures (ex.: coque renforcée), sans être de type brise-glace. Ils respectent les recommandations de Transport Canada (TP 14335) pour la navigation hivernale.

Des informations détaillées sur les opérations maritimes et les navires sont données aux sections 4.5 et 4.6.

Le terminal méthanier qui se compose d'une jetée, d'un corridor de service et des installations terrestres, fait l'objet de l'essentiel des descriptions de ce chapitre.

## **4.2 DESCRIPTION DES FLUIDES**

Les principaux fluides présents sur le terminal méthanier sont le gaz naturel, sous forme liquide ou gazeuse, et l'azote produit sur place.

### **4.2.1 Le gaz naturel**

Le gaz naturel est un gaz incolore et inodore à l'état naturel.

Le gaz naturel n'est ni toxique ni corrosif. Il est deux fois plus léger que l'air à température ambiante.

Le gaz naturel est un produit inflammable. Toutefois, le mélange air/gaz naturel ne peut s'enflammer que si la teneur de gaz naturel est comprise entre 5 % et 15 %. En effet, en dessous de 5 %, la concentration en combustible est trop faible, et au-dessus de 15 %, la quantité d'oxygène dans l'air devient insuffisante pour qu'il y ait combustion.

Le gaz naturel est principalement composé de méthane (au minimum 85 % de CH<sub>4</sub>). Il contient de faibles quantités de gaz lourds (éthane C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>, propane C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>, etc.), d'azote, de dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>), de composés sulfurés et d'eau.

La composition du gaz naturel est variable selon sa provenance.

Dans le cas des terminaux méthaniers, le gaz provient d'une usine de liquéfaction. Il se caractérise par une absence d'eau (H<sub>2</sub>O) de CO<sub>2</sub> et d'hydrocarbures lourds (> C5) imposée par l'étape de liquéfaction du gaz. Pour la même raison, ces gaz ne contiennent que des traces de produits soufrés.

#### 4.2.2 Le GNL

Le GNL est du gaz naturel liquéfié à une température d'environ – 160 °C. À cette température, le gaz naturel se condense sous forme liquide réduisant ainsi son volume à la pression atmosphérique par un facteur d'environ 600 fois. Cet état permet de transporter le gaz naturel liquide par navire à des coûts compétitifs.

Le GNL est un liquide froid, incolore, inodore, non visqueux et deux fois plus léger que l'eau. Comme le gaz naturel, il n'est ni toxique ni corrosif.

La conservation et la manutention du GNL impliquent de le maintenir à une température inférieure à sa température d'ébullition (– 160 °C). Les parois des réservoirs et de la tuyauterie sont donc calorifugées pour limiter les entrées de chaleur. Lors d'un stockage prolongé ou en période d'arrêt, ces échanges de chaleur conduisent à l'évaporation progressive d'une partie du liquide (0,05 % du volume par jour pour un réservoir de GNL par exemple). On nomme gaz d'évaporation les vapeurs résultant de cette évaporation. Le gaz d'évaporation contient principalement du méthane (80 à 100 %) et de l'azote (0 à 20 %) car ce sont les constituants les plus volatils.

#### 4.2.3 L'azote

La composition du GNL et donc ses propriétés calorifiques varient selon l'usine de liquéfaction. La plupart des GNL considérés pour le projet Rabaska sont trop riches (leur capacité calorifique est trop élevée) pour être injectés directement dans le réseau de Gazoduc TQM et pour pouvoir être utilisés directement par les consommateurs du Québec et de l'Ontario. De l'azote est donc mélangé au gaz naturel ce qui a pour effet de diminuer le pouvoir calorifique du mélange. Le taux d'azote introduit dans le gaz naturel est inférieur à 4 %.

L'azote est un gaz neutre, non toxique, inodore et incolore. C'est le gaz le plus répandu dans l'atmosphère terrestre puisque l'air en contient 80 %.

L'azote est produit sur le terminal par des unités cryogéniques de séparation d'air, unités pouvant produire de l'azote pur à 99,99 %.

#### 4.2.4 Les compositions

Les compositions du GNL reçu et du gaz naturel expédié, se situent dans les plages ci-dessous.

**Tableau 4.1 Plages de composition du GNL et du gaz naturel**

Composants	Unité	GNL « pauvre »	GNL « riche »		Gaz transporté actuellement dans le réseau de Gazoduc TQM
		GNL reçu et expédié identique	GNL reçu	Gaz naturel expédié	
Méthane (CH <sub>4</sub> )	% mol	97,38	91,12	88,22	95,54
Éthane (C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> )	% mol	2,44	5,26	5,09	1,61
Propane (C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> )	% mol	0,1	2,61	2,53	0,15
Butane (C <sub>4</sub> H <sub>10</sub> )	% mol	0,07	0,92	0,89	0,04
Pentanes et autres (C <sub>5</sub> +)	% mol	0	0,06	0,06	-
Hélium (He)	% mol	Néant	Néant	Néant	0,04
Azote (N <sub>2</sub> )	% mol	0,01	0,03	3,21	1,97
Dioxyde de carbone (CO <sub>2</sub> )	% mol	Néant	Néant	Néant	0,65
Valeur calorifique (*)	Btu/pc	1 036	1 117	1 081	1 003
Indice de Wobbe (*)	Btu/pc	1 374	1 418	1 360	1 318

(\*) Mesuré aux conditions standards à 15 °C et 101,325 kPa.

La plage de composition du gaz expédié est conforme aux critères d'interchangeabilité reconnus en Amérique du Nord. Un comité formé à l'instigation de la FERC « Federal Energy Regulatory Commission », appelé NGC+ a étudié les critères d'interchangeabilité qui devraient être utilisés lorsqu'on introduit du GNL regaséifié dans un réseau de gaz naturel. Ces critères se résument comme suit :

- plage d'indice de Wobbe : ± 4 % (autour des moyennes historiques);
- indice de Wobbe maximum : 1 400 Btu/pc;
- valeur calorifique maximum : 1 100 Btu/pc;
- pentanes et autres (C<sub>5</sub>+) : 1,5 % mol maximum;
- gaz inertes (N<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, etc.) : 4,0 % mol maximum.

Le gaz naturel expédié par Rabaska répondra à l'ensemble de ces critères d'interchangeabilité.

#### **4.3 NORMES DE CONCEPTION**

Une liste des principaux règlements, codes et normes techniques utilisés lors de la conception des installations est disponible à l'annexe K.

Les trois principales normes régissant les installations de GNL du terminal Rabaska sont :

- a) Canada : Association canadienne de normalisation – CSA-Z276-F01 (juillet 2003) – Gaz Naturel Liquéfié (GNL) : Production, Stockage et Manutention;
- b) États-Unis : « National Fire Protection Association – NFPA-59A (2001 édition) – Standard for Production, Storage and Handling of Liquefied Natural Gas (LNG) »;
- c) Europe : EN 1473 (juillet 1997) – Installations et équipements de gaz naturel liquéfié : Conception des installations terrestres.

Ces trois normes ne sont pas toujours compatibles dans leur approche et leur philosophie. Elles ont donc été appliquées comme suit :

- la norme canadienne est appliquée en priorité car elle est obligatoire sur tout le territoire canadien;
- la norme américaine, très voisine de la norme canadienne, peut parfois la compléter;
- la norme européenne de philosophie très différente, a été appliquée lorsqu'elle permettait de compléter ou de renforcer des dispositions constructives, dans le sens d'une amélioration du niveau global de sécurité.

Une comparaison de ces trois normes est donnée à l'annexe K. Les choix de conception du terminal Rabaska en regard de ces normes, y sont également reportés.

## **4.4 CARACTERISTIQUES PRINCIPALES DE CONCEPTION**

### **4.4.1 Philosophie générale de Rabaska**

Au-delà des réglementations et normes applicables, les choix suivants, propres au terminal Rabaska, ont guidé la conception des installations.

- contrôle et réduction des risques à des niveaux inférieurs aux seuils acceptables (en accord avec les études de risque et les engagements pris), incluant les risques pour le public, le personnel et les biens en dehors et à l'intérieur des limites de propriété du terminal méthanier;
- réduction des impacts environnementaux à des niveaux acceptables (en accord avec les études d'impact et les engagements pris), afin de minimiser les nuisances pour le public, le personnel et l'environnement en dehors et à l'intérieur des limites de propriété du terminal méthanier;
- aucun rejet de gaz naturel à l'atmosphère en fonctionnement normal; les rejets techniquement inévitables (fonctionnement rare ou situation d'urgence) restent exceptionnels;
- conception visant à optimiser la consommation d'énergie;
- système global et fiable de contrôle et de surveillance du fonctionnement, permettant de mettre rapidement les installations en sécurité en cas de problème interne ou externe;
- formation du personnel adaptée pour assurer un fonctionnement fiable et sécuritaire des installations;
- usage de technologies éprouvées et fiables, correspondant aux règles de l'art;
- niveau d'entretien élevé pour maintenir la sécurité et la performance des installations pendant toute la durée de vie du terminal.

### **4.4.2 Durée de vie**

Le terminal Rabaska est conçu pour pouvoir être opéré en toute sécurité, pendant une durée minimale de 45 ans.

L'expérience des autres installations GNL dans le monde, indique que cette durée de vie peut être atteinte lorsqu'un bon niveau d'entretien est appliqué et que des requalifications, rénovations ou remplacements sont réalisés en fin de vie de certains équipements.



L'excellente tenue des matériaux utilisés dans le procédé cryogénique, qui utilisent des aciers inoxydables de grande qualité, fait que les équipements cryogéniques qui n'ont pas de pièces en mouvement, peuvent atteindre cette durée de vie sans difficulté.

Les principales structures en acier ou en béton, y compris les réservoirs de GNL, peuvent être conçues ou protégées efficacement, pour atteindre cette durée de vie.

#### **4.4.3 Capacité du terminal**

Le débit moyen annuel du terminal correspond au débit nominal d'expédition de gaz naturel soit 500 MPCSJ (million de pieds cubes standards par jour), ou encore 560 000 Nm<sup>3</sup>/h, à une pression variant de 7 300 à 9 930 kPa et à une température supérieure à 0 °C. Ces volumes d'expédition nécessitent de recevoir chaque année environ 60 navires transportant 140 000 à 160 000 m<sup>3</sup> de GNL.

De nombreux événements peuvent conduire à réduire le débit d'expédition : panne ou entretien d'équipement, entretien du gazoduc, etc. Le terminal est donc conçu pour fonctionner à un débit minimum de 250 MPCSJ, voire moins dans certains cas de fonctionnement.

À l'inverse, le terminal doit être capable de rattraper ces retards d'expédition pour libérer suffisamment de volume dans les réservoirs et permettre le déchargement du prochain navire. C'est pourquoi, les installations permettent d'atteindre un débit maximum (encore appelé débit de pointe) de 660 MPCSJ.

Les deux réservoirs de GNL ont un volume utile de 160 000 m<sup>3</sup> chacun. Ils jouent un rôle régulateur indispensable entre l'expédition continue de gaz vers le gazoduc et la réception de navire environ tous les 6 jours. En particulier, la capacité des réservoirs est calculée pour faire face à un éventuel retard de livraison.

Les installations sont conçues pour permettre de décharger un navire en moins de 14 heures, à un débit maximum de déchargement de 12 000 m<sup>3</sup>/h. À cela, s'ajoute les contrôles et préparations nécessaires à l'arrivée et au départ du méthane ce qui, dans des conditions normales, implique une présence à quai du navire d'environ 22 heures ou moins.

#### **4.4.4 Fiabilité**

Le terminal Rabaska doit fournir du gaz naturel aux clients du Québec et de l'Ontario avec un niveau de fiabilité comparable à un approvisionnement par gazoduc.

#### **4.4.5 Choix du nombre d'équipements**

Les équipements susceptibles de tomber en panne le plus fréquemment sont généralement ceux dont des pièces sont en mouvement et subissent des efforts importants (pompes et compresseurs). D'autres équipements nécessitent des entretiens fréquents (vaporiseurs et brûleurs en général) et sont donc mis hors service régulièrement.

L'atteinte des objectifs de disponibilité peut donc nécessiter l'installation d'équipements en réserve. D'autre part, les équipements critiques pour la sécurité des personnes et des biens sont généralement doublés.

Pour l'expédition, la philosophie adoptée consiste à installer « N+1 » équipements, où N représente le nombre d'équipements nécessaires pour atteindre le débit nominal. Il est nécessaire d'utiliser l'équipement de réserve pour atteindre le débit maximal d'expédition.

Pour les équipements de déchargement, l'intervalle entre deux déchargements suffit pour assurer les réparations, l'entretien et les inspections. En cas de panne, le déchargement peut être assuré à un débit réduit. Par conséquent, les équipements dédiés au déchargement ne sont généralement pas doublés.

Enfin, les équipements dédiés à la sécurité (pompes incendie) ou les utilités, sont généralement doublés pour assurer une continuité de service maximale.

L'application de ces principes est détaillée dans le tableau 4.2 ci-dessous pour les équipements principaux.

**Tableau 4.2** Choix du nombre d'équipements principaux

Équipement	Nb. X capacité unitaire	Base de calcul
Bras de déchargement de GNL (Note 1)	3 x 33 %	Débit max. de déchargement
Bras de retour gaz (Note 1)	1 x 100 %	Débit max. de déchargement
Pompes de surpression de GNL (Note 2)	5 x 20 %	Débit max. de déchargement
Pompes immergées de soutirage (Note 2)	2 x 50 % dans chaque réservoir	Expédition maximale de gaz
Pompes d'expédition (Note 2)	4 x 33 %	Expédition nominale de gaz
Vaporiseurs à combustion submergée	4 x 33 %	Expédition nominale de gaz
Station de mesurage	2 x 100 %	Expédition nominale de gaz
Unités de production d'azote	3 x 33 %	Expédition maximale de gaz
Compresseurs d'évaporation (Note 3)	3 x 33 %	Production max. d'évaporation
Réchauffeurs de gaz carburant	2 x 100 %	Expédition maximale de gaz
Compresseurs d'air	2 x 100 %	Débit de conception
Pompes des utilités (eau potable, hypochlorite, soude caustique, etc.)	2 x 100 %	Débit de conception
Pompes d'eau d'incendie (Note 4)	4 x 50 % (Note 4)	Débit de conception

Note 1 : Un des bras GNL est interchangeable avec le bras de retour gaz afin de maintenir la disponibilité du déchargement à un débit réduit.

Note 2 : De plus, une pompe de réserve est stockée en magasin.

Note 3 : En cas de déchargement 2 à 3 compresseurs sont nécessaires. Dans tous les autres cas de fonctionnement seuls 1 à 2 compresseurs sont utilisés.

Note 4 : Deux pompes à moteur diesel et deux pompes électriques.

#### 4.4.6 Conditions de site

Les données locales, utilisées pour la conception du terminal, ont été obtenues des sources suivantes :

- normales climatiques canadiennes 1971-2000 pour l'aéroport international Jean Lesage à Québec. La vitesse et la direction du vent proviennent de la station météorologique de Lauzon, Environnement Canada (1999-2003), située à 7 km du site sur la rive sud du Saint-Laurent;
- code national du bâtiment - édition 1995 et projet de révision 2005 (avec modifications du Québec) / annexe C : Données climatiques pour la construction au Canada/page C20 : Station météorologique pour Lévis, région de la ville de Québec;
- étude des conditions de la glace à certains sites choisis sur le Saint-Laurent pour l'emplacement d'un terminal maritime de GNL, rapport final, juin 2003, Paul Croteau et associés Inc (PCAI, 2003);
- Rabaska – Projet de construction d'un terminal méthanier – Études de glace au site choisi (PCAI, 2005)
- données géotechniques bibliographiques (Terratech 2004);
- investigations géotechniques (Terratech, 2005);

- étude géotechnique, (Roche 2004c) ;
- carte des zones sismiques du Canada, 2003;
- données hydrographiques : carte hydrographique locale.

Lorsque dans certains cas, les normes CSA Z276 et NFPA 59A ou EN1473 imposent des règles plus sévères, ce sont ces règles qui sont retenues.

Enfin, pour le terminal de Rabaska, il a été choisi d'utiliser un temps de retour de 100 ans pour les conditions climatiques.

#### **4.4.6.1      Accès**

L'accès permanent aux installations terrestres du terminal se fera via une bretelle depuis la route 132. Cet accès sera utilisé pendant la construction et en phase d'exploitation.

Une route de service longeant les lignes de déchargement reliera les installations terrestres au secteur de la jetée. Un passage en tunnel sera aménagé sous la route 132. Cette route de service aura également une bretelle d'accès vers la route 132.

En construction, Rabaska propose d'aménager un accès provisoire depuis l'autoroute 20 afin de limiter l'impact des travaux sur la circulation locale. Cet accès doit être autorisé par le ministère des Transports du Québec.

#### **4.4.6.2      Utilités**

Le site retenu n'est actuellement desservi par aucun réseau public.

### **Eau et égouts**

L'éloignement des réseaux publics a conduit à retenir les solutions suivantes :

- l'eau utilisée sur le site sera pompée à partir du Saint-Laurent. Une unité de traitement d'eau potable sera installée pour la consommation courante (section 4.8.7);
- les eaux sanitaires seront stockées dans une fosse septique où la matière organique sera décantée et décomposée et le surnageant envoyé vers un champ filtrant aménagé sur le site (section 4.14.2).

Pendant la phase de construction, des citernes d'eau et des installations sanitaires provisoires seront installées. Les eaux sanitaires seront prises en charge par un entrepreneur autorisé qui les éliminera hors site.

## Électricité

Le terminal sera alimenté par deux branchements Hydro-Québec, raccordés à deux lignes à 230 kV passant à environ 1,5 km au *sud* du site.

Pendant la phase de construction, un branchement provisoire sera réalisé à partir d'une ligne à 25 kV longeant la route 132.

### 4.4.6.3 Données météorologiques et environnementales

#### Pression barométrique

La pression barométrique de conception est 100,6 kPa.

#### Température et humidité

- température maximum :
  - moyenne journalière maximale (juillet) = +18,9 °C;
  - extrême enregistrée = +36,0 °C;
- température minimum :
  - moyenne journalière minimale (janvier) = -12,9 °C;
  - extrême enregistrée = -36,0 °C;
- humidité relative de l'air :
  - moyenne journalière maximale (septembre) = 85,3 %;
  - moyenne journalière minimale (mai) = 50,9 %.

#### Vent

Les vents dominants proviennent de l'*ouest-sud-ouest*. Les vents soufflent de cette direction plus de 20 % du temps sur une base annuelle.

Le Code National du Bâtiment détermine, pour la région de Lévis, la pression dynamique due au vent en fonction de sa vitesse horaire moyenne :

- pour la vitesse 27 m/sec (probabilité 1/30, requise par le code), pression dynamique du vent = 0,48 kPa;
- pour la vitesse 30 m/sec (probabilité 1/100), pression dynamique du vent = 0,58 kPa.

Une période de retour de 100 ans a été choisie pour ce projet.

## Neige

La charge de neige au sol est égale à 3,0 kPa et la charge de pluie qui lui correspond est égale à 0,5 kPa.

Les surcharges dues à la neige sont établies par le Code National du Bâtiment en tenant compte des facteurs suivants :

- $C_b$  – le coefficient de base,  $C_w$  – le coefficient d'exposition au vent;
- $C_s$  – le coefficient de pente du toit,  $C_a$  – le coefficient d'accumulation.

Chute de neige :

- moyenne annuelle = 316 cm;
- chute maximale journalière = 44 cm;
- plus forte épaisseur de neige jamais enregistrée = 165 cm.

## Pluie

- moyenne mensuelle maximale = 128 mm;
- moyenne mensuelle minimale = 26 mm;
- total annuel = 924 mm.

À ce total s'ajoutent 316 mm sous forme de neige, soit 1 240 mm (1 cm de neige égal 1 mm d'eau).

Maximum quotidien jamais enregistré = 81,2 mm (Période de récurrence de 100 ans = 93 mm/24 h).

## Ambiance spécifique

Il n'existe pas de conditions spécifiques de l'air ambiant pouvant provoquer la corrosion ou la contamination du site :

- air salé/embrun salé : non applicables au site sélectionné;
- poussières près du site :
  - maximum enregistré à De l'église (aire urbaine) =  $91 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ;
  - maximum enregistré à Notre-Dame-du-Rosaire (aire forestière) =  $49 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Les conditions de gel hivernal nécessitent de protéger certaines installations et équipements.

### 4.4.6.4 Données topographiques et bathymétriques

Des relevés aériens (partie terrestre) et des sondages (partie maritime) ont permis d'établir les courbes de niveau des terrains et des fonds marins.

L'élévation de la partie terrestre du terminal, finie, est située à + 76 m au dessus du niveau moyen de la mer (IGM).

Le poste d'amarrage est implanté dans une zone présentant au moins 15 m de hauteur d'eau à marée basse.

### 4.4.6.5 Données hydrographiques et hydrodynamiques

Amplitude de la marée (selon la carte hydrographique n°1316, 2003) :

- conditions extrêmes enregistrées :
  - marée extrême maximale = +7,1 m;
  - marée extrême minimale = -1,3 m;
- pleine mer :
  - marée moyenne = +4,9 m;
  - marée d'équinoxe = +6,1 m;
- basse mer :
  - marée moyenne = +0,5 m;

- marée d'équinoxe = +0,2 m;
- niveau moyen du cours d'eau = +2,6 m;
- les vagues excèdent rarement 1,5 m de hauteur;
- vitesse du courant (dans le lit du fleuve) :
  - marée montante = 3 nœuds (1,53 m/s);
  - marée descendante = 4 nœuds (2,04 m/s).

Direction et vitesse du courant (relevés in situ à l'endroit prévu pour la jetée) : La direction du courant suit généralement les lignes bathymétriques et n'excède pas 3 nœuds (1,53 m/s).

La formation de la glace débute habituellement vers la troisième semaine de novembre et la fonte se produit normalement en mars-avril. L'épaisseur moyenne et maximale de la glace a été évaluée à 40 et 100 cm respectivement dans le secteur.

#### **4.4.6.6 Données géotechniques**

Il n'existe aucune structure ou réseau enterré aux endroits d'implantation choisis.

La profondeur moyenne de pénétration du gel est de 2,0 m.

Plusieurs relevés géotechniques ont été effectués en 2004 et 2005, sur la partie maritime et sur la partie terrestre du terminal méthanier. Les résultats répondent aux conditions requises pour l'implantation d'un terminal sur ce site, en adaptant le type de fondations si nécessaire.

Dans la partie maritime, les résultats montrent que le fond rocheux compétent se situe à environ 20 m de profondeur. Au-dessus de ce rocher, une couche d'environ 5 m de matériel meuble rend difficile l'utilisation de caissons pour réaliser les fondations de la jetée. Des fondations sur pieux ont donc été retenues.

Dans la partie terrestre, des failles et des anomalies de terrain ont été relevées et l'implantation des équipements, en particulier des réservoirs, a été réalisée en dehors de ces zones.

Les réservoirs de GNL seront installés individuellement dans un bassin de rétention tertiaire d'environ de 150 m x 150 m par 10 m de profondeur. Sur l'emplacement des réservoirs, le roc se situe à environ 8 m de profondeur. Celui-ci est fracturé; sa capacité portante est de



250 kPa. Le fond de l'excavation sera immédiatement couvert de béton maigre ou de remblai structural pour empêcher l'oxydation du roc (présence de pyrite). Les fondations des réservoirs seront protégées contre le gel sur leur périphérie.

Les fondations des installations de procédé prendront assise généralement sur un dépôt de sable dense silté, non remanié et localement sur la roche en place. Le roc est facturé. La charge pouvant être supportée par les terrains varie d'environ 100 kPa sur la terre meuble, à 250 kPa pour le dépôt de sable et la roche. La profondeur minimale requise des excavations sera de 2,0 m pour protéger les fondations contre le gel.

Les lignes de déchargement seront abritées dans un caisson en béton. Le caisson sera installé en suivant la pente du terrain existant. La dalle inférieure de la chambre sera conçue comme une fondation. Les excavations pour le caisson seront de 2,0 m minimum de profondeur. Elles seront effectuées en partie dans le roc fracturé et en partie dans le sable. La capacité portante de la roche et du sable est de 250 kPa.

Les chemins d'accès seront construits pour s'adapter aux conditions variables du terrain. Entre le fleuve Saint-Laurent et la route 132, le chemin sera construit dans une excavation profonde dans le roc. Le croisement avec la route 132 se fera grâce à un tunnel également construit dans le roc.

#### **4.4.6.7      *Données hydrogéologiques***

La nappe phréatique pour toute la partie terrestre du terminal est élevée et se situe en moyenne à 0,5 m de profondeur, ce qui nécessite la mise en place d'un système de drainage.

#### **4.4.6.8      *Données sismiques***

Les études géotechniques réalisées en 2004 et 2005 (Terratech, 2005) fournissent les données requises afin d'effectuer le calcul parasismique des réservoirs de GNL et des autres installations du projet.

### **Le risque sismique**

Le risque sismique est défini à l'aide de la vitesse horizontale maximale au sol (PGV) et de l'accélération horizontale maximale au sol (PGA). Il a été déterminé sur la base d'études sismiques et à partir des Cartes des Zones Sismiques du Canada 2003.

Selon le Code National du Bâtiment 1995, pour la région de Québec et le site de Classe C (sol dense et roche fragmentée), le PGV est égal à 0,07 m/s et le PGA est égal à 0,16 g.

Selon la nouvelle édition du Code National du Bâtiment (2005), le risque sismique est défini par la PGA et l'accélération spectrale (SA). La SA dépend de la période T du mode fondamental de l'ouvrage. Pour la municipalité de Lévis, où le projet est proposé, le PGA est égal à 0,36 g et les valeurs de la SA sont les suivantes :

- pour T = 0,2 s SA = 0,58;
- pour T = 0,5 s SA = 0,30;
- pour T = 1,0 s SA = 0,14;
- pour T = 2,0 s SA = 0,049.

Le risque sismique étant du type probabiliste, il est déterminé avec une probabilité de dépassement de 2 % en 50 ans et une période de retour de 2 500 ans.

#### **Le calcul parasismique des réservoirs de GNL**

Le niveau de calcul du séisme majorant a été fondé sur les exigences de la norme européenne EN 1473 (plus contraignante que les normes canadiennes ou américaines) avec une période de retour de 10 000 ans plutôt que 2 500 ans.

#### **Le calcul parasismique des autres installations**

Les règles de charge sismique considérées pour les autres installations sont fournies par le Code National du Bâtiment du Canada.

##### **4.4.6.9 Proximité des lignes Hydro-Québec**

La conception des installations tient compte de la proximité des lignes de transport à haute tension d'Hydro-Québec, aussi bien pour la construction que pour l'exploitation du terminal.

##### **4.4.6.10 Critères d'implantation et d'aménagement du site**

Une fois le site du terminal choisi (chapitre 3 du tome 3), l'aménagement du site est réalisé en fonction de critères issus principalement de la philosophie de conception et des conditions de site. L'application de ces critères, résumés ci-dessous, mène à l'aménagement du site tel que décrit au paragraphe 4.7.

**Critères pour le secteur de la jetée :**

- installation dans la zone industrialo-portuaire de Lévis;
- éloignement suffisant (1,3 km au minimum) des pylônes d'Hydro-Québec;
- conditions bathymétriques (profondeur minimale de 15 m, aucun dragage requis);
- conditions favorables de courants, de vent, de vague et sans problèmes particuliers d'accumulation de glace;
- orientation du poste d'amarrage parallèle au courant;
- respect d'une distance de 500 m entre l'interface terre/navire (bride des bras de déchargement) et les limites de propriété (ligne des hautes eaux);
- longueur du pont sur chevalets aussi courte que possible pour minimiser l'emprise sur le fleuve;
- respect d'une distance de 100 m entre la cuvette de rétention des installations riveraines et la ligne des hautes eaux;
- installations riveraines localisées où le terrain est le moins pentu pour en faciliter l'accès par la route.

**Critères pour le corridor de service :**

- au *nord* de la route 132 : implantation dans un secteur où les pentes sont les moins fortes;
- le tracé respecte autant que possible les lignes cadastrales afin de minimiser les impacts visuels;
- la traversée de l'emprise Hydro-Québec respecte des distances minimales de 15 m par rapport aux pieds des pylônes, et un dégagement en hauteur de 17,5 m, afin d'éviter tout dommage pendant les travaux.

**Critères pour les installations terrestres du terminal :**

- autour des installations terrestres : respect d'une distance de 400 m entre les installations GNL et les limites de propriété;
- au *nord* des installations terrestres : respect d'une distance de 175 m entre les réservoirs de GNL et les lignes Hydro-Québec;
- les données géotechniques ont permis d'implanter les réservoirs dans une zone libre de faille ou d'anomalie de terrain;

- les implantations des autres équipements cherchent à optimiser les circuits et les longueurs de tuyauteries, à la fois pour réduire les coûts et les volumes contenus dans les segments de tuyauterie (diminution des impacts en cas d'accident).

De plus, les distances entre les différentes composantes des installations (réservoirs, équipements, bâtiments, cuvettes de rétention, clôtures) ont non seulement été établies à partir des normes CSA-Z276-F01 et NFPA-59A, mais également à partir de la norme EN 1473 sur la base de scénarios d'accidents, conduisant à des distances de séparation plus importantes que les normes canadiennes et américaines. Le but recherché est de réduire les risques et d'empêcher les effets dominos.

#### **4.5 VOIES MARITIMES ET PROCEDURES D'APPROCHE DES NAVIRES**

La route maritime qui sera utilisée pour importer le GNL est la même que celle empruntée par le trafic existant des navires arrivant par l'Atlantique et remontant jusqu'à Québec. Il peut s'agir soit de la route via le détroit de Cabot, le détroit d'Honguedo puis jusqu'à la station de pilotage des Escoumins, qui est la route généralement empruntée, soit de la route alternative via le détroit de Belle-Isle et le détroit de Jacques Cartier pour rejoindre le dispositif de séparation du trafic de la Pointe des Monts et la station de pilotage des Escoumins. De là, les navires continuent jusqu'à Lévis en longeant la rive nord du fleuve puis en empruntant la Traverse du nord et le chenal des Grands Voiliers au *sud* de l'île d'Orléans (figure 4.1). Ce sont les conditions de navigation et la provenance des navires qui dictent la route à suivre.

Les règles de navigation applicables au passage des méthaniers dans les eaux canadiennes seront définies dans le cadre du processus Tempol, sous la responsabilité de Transports Canada.

##### **4.5.1 Des Escoumins jusqu'à Québec**

Cette portion de la route maritime requiert les services de pilotes toute l'année. Deux pilotes sont embarqués à la station de pilotage des Escoumins jusqu'à la station de pilotage de Saint-Laurent-de-l'île-d'Orléans.

Le méthanier est pris en charge par le pilote lamaneur et les remorqueurs avant le passage des lignes d'Hydro-Québec pour les manœuvres d'arrivée et de départ.

Le pilote lamaneur reste à bord et un remorqueur d'attente reste à proximité du méthanier durant toute la durée de l'escale.

De plus, en hiver, un pilote de glace est embarqué dans les eaux canadiennes pour guider le passage du navire dans les glaces.

Des règles particulières seront définies dans le cadre du processus TERMPOL pour le séjour du méthanier dans les eaux du Saint-Laurent. Parmi ces règles, il faut noter :

- la définition de distances minimales de croisement avec le trafic montant ou descendant lorsque le méthanier navigue dans le fleuve, par exemple 0,25 mille marin (463 m) pour une vitesse relative entre les deux navires inférieure à 25 nœuds; les distances sont supérieures pour des vitesses relatives plus grandes;
- le franchissement à sens unique du tournant de l'Île-aux-Coudres;
- le franchissement à sens unique de la Traverse du Nord pour le méthanier qui de plus, prend un remorqueur d'escorte à la montée;
- la définition de « limites opérationnelles » par des conditions de vitesse limite du vent, de vagues et de visibilité pour lesquelles les opérations sont possibles (transit de la Traverse du Nord, manœuvres et déchargement).

Les critères généralement adoptés pour les terminaux du bassin de l'Atlantique Nord (Bonny Island au Nigéria, Point Fortin à Trinité-et-Tobago, Lake Charles, Cove Point, Elba Island et Everett aux USA, Zeebrugge en Belgique, Montoir-de-Bretagne en France, Huelva en Espagne – Source : SIGTTO) sont présentés dans le tableau 4.3 ci-après pour exemple.

**Tableau 4.3 Critères généralement adoptés pour les opérations des méthaniers aux terminaux du bassin de l'Atlantique Nord**

Activité	Vitesse maximale du vent (nœuds)	Vagues		Visibilité minimale (milles nautiques)
		Hauteur maximale (m)	Période maximale (s)	
Accostage	25	1,5	9	1,0
Déchargement*	35	1,5	9	N/A
Déconnexion des bras	40	1,5	9	N/A
Appareillage en situation normale	25	1,5	9	1,0

\* Le déchargement est interrompu si le vent dépasse la vitesse indiquée et repris si elle retombe en dessous.

#### 4.5.2 Insertion dans le trafic existant

Lors du transit entre la station de pilotage des Escoumins et Québec, le trafic maritime fait l'objet d'une surveillance de la part du régulateur du trafic de la garde côtière et les informations peuvent être consultées par les pilotes à tout moment. Ceux-ci ajustent ainsi la course des navires en conséquence.

Les 120 passages annuels, allers et retours, des méthaniers augmentent faiblement la circulation dans le fleuve qui s'établit actuellement à environ 5 000 allers et retours de navire marchands. La densité du trafic est très diffuse du fait de la grandeur de la zone considérée.

En conséquence et statistiquement, le méthanier rencontre un autre navire toutes les deux heures environ lors de son séjour dans l'estuaire du Saint-Laurent et peut tout à fait s'intégrer dans le trafic existant sans difficulté ni aucune gêne pour le trafic tiers.

En cas de retard du méthanier, il n'y a pas de conséquence pour le trafic tiers, car c'est le méthanier qui maintient les distances de croisement mentionnées plus haut en ajustant au besoin sa vitesse. De même, c'est le méthanier, sous le contrôle des pilotes et des remorqueurs, qui attend le champ libre avant de manœuvrer à proximité du quai.

L'impact de la circulation des méthaniers sur la navigation de plaisance ne sera pas différent de celui occasionné par les autres navires marchands.

#### **4.5.3 Causes de délais**

Le projet nécessite que le GNL soit acheminé au terminal tous les six jours en moyenne. L'importance des investissements et les modalités de fonctionnement de la chaîne GNL font que celle-ci doit être exploitée selon le concept du juste à temps. Il n'est donc pas envisagé d'attente du méthanier dans les eaux canadiennes en exploitation normale. Des délais peuvent cependant être induits par des circonstances imprévues, des conditions climatiques défavorables ou des problèmes techniques. Des zones d'attente pour quelques heures sont établies dans le cadre du processus de revue TERMPOLE pour pallier à ces situations. En cas d'indisponibilité du poste d'amarrage, le méthanier n'est pas dirigé vers celui-ci.

Bien que la couverture de glace puisse être totale, aucun risque lié à des glaces de compression ou l'accumulation de glace n'a été enregistré depuis l'ouverture du port de Québec à la navigation hivernale en 1957. C'est pourquoi il n'est pas envisagé de limitations liées aux glaces ce qui est un des critères qui a mené au choix du secteur de Lévis lors du choix du site d'implantation (tome 2). L'expérience des opérations à la jetée pour produits pétroliers située en amont, confirme d'ailleurs ces observations. La figure 4. 2 de l'annexe A donne un exemple de la couverture de glace observé autour de cette jetée.

Il faut noter que la route du Nord est abritée par la topographie de la côte et est préservée d'accumulations de glace et de larges floes grâce au travail des brise-glaces de la garde-

côtière et au passage continu des navires marchands en provenance ou allant vers les ports de Québec et plus en amont. Les vents agissent généralement en dirigeant les glaces vers la rive sud, sauf dans les secteurs abrités comme c'est le cas de la zone retenue pour le terminal Rabaska qui bénéficie de la protection de l'île d'Orléans.

#### **4.5.4 Manœuvres d'accostage et de départ**

La figure 4.03 de l'annexe A illustre la zone pouvant servir de zone de manœuvre pour le méthanier.

Les stratégies de manœuvres d'accostage et d'appareillage, sont établies dans le cadre du processus d'examen TERMPOLE sur la base de simulations de manœuvres. Celles-ci portent sur des opérations comme l'accostage ou l'appareillage (la proue vers l'amont ou vers l'aval selon les conditions de vent et de courant).

Les opérations à quai consistent essentiellement à décharger la cargaison, à avitailler et à quitter le poste d'amarrage sans délai. Aucun soutage (ravitaillement en carburant) n'est fait à la jetée.

La durée totale de l'escale est de 24 heures, depuis l'embarquement du pilote l'amaneur à la station de Saint-Laurent-de-l'île-d'Orléans jusqu'à son débarquement, dont environ 22 heures de séjour à quai.

Le tableau 4.4 indique la durée typique d'un cycle de déchargement au poste d'amarrage.

#### **4.5.5 Ballastage**

Le navire dispose des moyens de pompage pour pouvoir assurer un ballastage complet dans le temps du déchargement (environ 50 000 m<sup>3</sup>).

Il n'y a pas de déballastage dans le fleuve Saint-Laurent.

**Tableau 4.4** Durée typique du séjour des méthaniers au poste d'amarrage

Opérations	Durée
Embarquement du pilote lamaneur Prise des remorqueurs Manœuvre d'accostage avec évitage* Amarrage Etablissement de l'accès à bord et des ombilicaux terre/navire	2 heures
Branchement des 4 bras Procédures de sécurité et réunion avant déchargement Reconnaissance de la cargaison avant déchargement Liste de contrôle terre/navire et tests d'arrêt d'urgence	3 heures
Mise en froid des bras et montée en régime du déchargement	1 heure
Déchargement à débit nominal	12 heures
Descente en régime et finition des cuves	1 heure <sup>(1)</sup>
Purge et réchauffage des bras Procédures de sécurité Reconnaissance de la cargaison après déchargement Déconnexion des bras	3 heures
Pilote à bord (est resté à bord pendant toute la durée de présence à quai) Retrait de la coupée et débranchement des ombilicaux terre/navire Prise des remorqueurs Largage des amarres Appareillage avec évitage* Lâché des remorqueurs et débarquement du pilote	2 heures <sup>(2)</sup>

\* L'évitage, manœuvre qui consiste à retourner le navire, se fait seulement à l'arrivée ou au départ de celui-ci. Cette manœuvre dure de 15 à 30 minutes.

(1) Ajouter 2 heures si l'assèchement des cuves est requis par l'expéditeur.

(2) Ajouter 2 heures si le navire doit être avitaillé.

## 4.6 DESCRIPTION DES NAVIRES METHANIERES

### 4.6.1 Généralités

Les méthaniers sont affrétés sur une durée très longue (20 à 25 ans) avec une succession d'aller/retour sans interruption, en dehors des périodes d'entretien programmées tous les 2 à 3 ans. Ce sont des navires sophistiqués et coûteux conçus pour transporter environ 400 cargaisons sur 20 ans.

Les méthaniers les plus anciens encore en service ont été construits à la fin des années soixante. Ces navires sont généralement de taille moyenne ou petite. Les navires de grande taille (120 000 à 145 000 m<sup>3</sup>), ont commencé à être construits au milieu des années soixante-dix. Les premiers navires de la classe des 160 000 m<sup>3</sup> sont actuellement en cours de construction pour Gaz de France.

La flotte actuelle des méthaniers comporte 173 navires en activité de capacité jusqu'à 145 000 m<sup>3</sup>. Elle croît rapidement avec 105 méthaniers actuellement en commande (LNG



Shipping Solutions, nov. 2004). Plusieurs analystes prédisent qu'en 2030 la flotte mondiale sera composée de 400 navires.

Le GNL transporté par un grand méthanier correspond, avec la réduction de volume de 600 fois liée à la liquéfaction, à une livraison d'environ 0,07 à 0,08 Gm<sup>3</sup> (standard) de gaz naturel après regazéification. Les dimensions maximales d'un méthanier de la flotte actuelle sont d'environ 300 m de long et 50 m de large.

#### 4.6.2 Description des navires méthaniers

Les méthaniers sont des navires à double coque spécialement conçus et isolés pour prévenir toute fuite ou rupture en cas d'accident. Le GNL est stocké à pression atmosphérique à une température de -160 °C dans des compartiments spécifiques formant une coque interne. Tous les méthaniers sont maintenant construits conformément aux dispositions du « International Code for the Construction and Equipment of Ships carrying Liquefied Gasses in Bulk », plus communément désigné comme le code IGC (« International Gas Code ») établi par l'Organisation Maritime Internationale. En plus de stipuler les modes de stockage, le code IGC exige que les cuves et les systèmes de transfert soient complètement séparés des quartiers et des compartiments des machines par un cloisonnement étanche au gaz. Les seules parties adaptées au GNL sont les cuves qui sont décrites ci-dessous.

Trois types de cuve ont été développés comme standard moderne, dont les deux premiers sont prépondérants :

- technique de cuves sphériques (Moss-Rosenberg) : premier navire commercial en 1973, encore en activité;
- technique de cuves à membrane (Technigaz MARK III, Gaz Transport NO 96 et GTT CS1) : premier navire en 1969, encore en activité;
- technique de cuves prismatiques (IHI, SPB) : premier navire en 1969, encore en activité.

La figure 4.4 de l'annexe A présente plusieurs schémas et photos de méthanier.

La flotte actuelle se répartie presque à parts égales entre la technique MOSS (47 %) et la technique « membrane » (50 %), avec seulement quelques navires utilisant d'autres techniques (3 %). Cet équilibre changera au cours des prochaines années, sachant que parmi les navires en commande (105), 81 % sont du type « membrane », les autres sont du type MOSS avec peu d'autres techniques. Le projet Rabaska recevra principalement des

navires à membrane, mais les installations sont prévues pour accepter les deux types principaux.

Les deux techniques dominantes : sphères MOSS et techniques « membranes », sont décrites ci-dessous de manière détaillée. Quand on aborde les critères de sécurité, les deux techniques sont considérées équivalentes. Les méthaniers MOSS et « membrane » ont d'excellents résultats en matière de sécurité.

#### **4.6.2.1      *Technique membrane***

Le concept de la technique « membrane » est basé sur une mince barrière primaire (membrane métallique de 0,7 à 1,2 mm d'épaisseur) qui est supportée par le biais de l'isolation. De tels réservoirs ne sont pas autoportants; la coque interne du navire est la structure de reprise des charges. La membrane est conçue de manière à ne pas avoir de contraintes internes dues aux dilatations et rétractions thermiques, soit par l'utilisation de plis en forme d'onde, soit d'aciers spéciaux à faible coefficient de dilatation.

Il y a deux types de membranes GNL : Gaz transport et Technigaz. Les deux systèmes ont été développés dans les années 1960. Brièvement, la différence entre les deux systèmes provient du mode d'isolation et du type de métal utilisé pour la membrane primaire. Le système Gaz Transport comporte une mince barrière primaire en Invar placée sur des caissons en contre-plaqué remplis de perlite, avec une seconde membrane identique à la première. Le système Technigaz utilise une membrane en acier inoxydable à très basse teneur en carbone.

Dans les deux systèmes à membrane, les espaces d'isolation autour des membranes sont maintenus sous atmosphère d'azote et constamment surveillés pour détecter toute fuite éventuelle à travers la membrane. L'OMI recommande de doubler la membrane à 100 % à l'aide d'une barrière secondaire pour contenir la cargaison en cas de défaillance de la première.

#### **4.6.2.2      *Technique MOSS à cuves sphériques de GNL***

La technique MOSS est basée sur une cuve sphérique en aluminium (fermée, recouverte et isolée), une barrière thermique et une jupe support, ainsi qu'une tour de maintien des tuyauteries.

Parce qu'aucune fissure qu'elle qu'en soit les circonstances, ne peut se propager et conduire à une rupture catastrophique, il a été retenu par les sociétés de classification et

confirmé par le code IGC que les cuves sphériques de type B n'ont pas besoin d'être équipées d'une barrière secondaire complète.

Néanmoins, une barrière secondaire partielle (un plateau de récupération d'égouttures) est construite à la base afin de prévenir tout endommagement par le froid de la structure du navire en cas d'écoulement par une fissure.

#### **4.6.3 Équipage**

Les normes de certification des personnels répondent aux conventions de l'organisation maritime internationale comme la convention STCW 95 « Standard for training of crew and watch keepers » et la convention SOLAS « Safety of life at sea » dont les codes IGC « International Gas Code » et ISM « International Safety Management ».

La composition de l'équipage type pour un navire tel que ceux prévus pour Rabaska est la suivante:

##### État major et officiers (10) :

- commandant;
- second capitaine;
- chef mécanicien;
- second mécanicien;
- lieutenants pont (3);
- officier gaz;
- officiers machine (2).

##### Maîtrise et équipage (15) :

- assistant pont;
- assistants gaz (2);
- assistant électricien;
- assistant machine;
- matelots polyvalents aptes à la veille (5);
- ouvriers mécaniciens (2);

- cuisinier, maître d'hôtel et garçon de carré.

#### 4.6.4 Sûreté

Depuis le premier juillet 2004, Transport Canada a mis en vigueur de nouvelles exigences sur la sécurité afin de mettre en application le Code international pour la sûreté des navires et des installations portuaires (ISPS) de l'Organisation Maritime Internationale (OMI).

Tous les navires commerciaux d'une jauge brute égale ou supérieure à 500 tonneaux et voyageant entre différents pays, sont sujets à de nouvelles exigences, qui incluent l'évaluation de la sûreté du navire, le plan de sûreté du navire et la nomination des agents de sûreté.

D'après ce code, tous les navires de plus de 500 tonneaux doivent obtenir un certificat international de sûreté du navire.

La nouvelle réglementation canadienne est plus sévère que les exigences de l'OMI parce qu'elle s'applique en plus aux :

- navires de charge d'une jauge brute égale ou supérieure à 100 tonneaux, autres que les remorqueurs;
- navires remorquant des barges transportant certaines cargaisons dangereuses;
- installations maritimes et ports desservis par ces navires.

Les installations maritimes du terminal Rabaska et les navires transportant le GNL seront assujettis à cette réglementation (voir également section 4.8.11).

#### 4.6.5 Programmation des escales

Avant de confirmer la programmation de l'escale, le méthanier fait l'objet d'une étude d'interface par le terminal s'il vient pour la première fois et d'une procédure d'inspection pour s'assurer des conditions de compatibilité terre/navire et de sécurité lors de l'escale.

L'étude d'interface renseigne sur les points suivants : accès, accostage, amarrage, coupée, arrêts d'urgence, communications, branchements, déchargement, avitaillement et sécurité.

L'amarrage est étudié selon les recommandations contenues dans le document OCIMF « Mooring Equipment Guidelines – 2<sup>nd</sup> édition 1997 ».

Ces études conduisent à l'établissement d'un plan commun de sécurité terre/navire qui rassemble toutes les données techniques propres au navire et à la terre, les procédures opérationnelles et les procédures d'urgence, dont la connaissance et l'acceptation par les deux parties est le préalable nécessaire à la signature de la liste de contrôle sécurité (« check-list ») prévue par l'O.M.I. et l'annexe 1 du document TERMPOL TP 743.

#### **4.7 DESCRIPTION DES INFRASTRUCTURES**

Le terminal méthanier s'organise en trois zones géographiques :

- le secteur de la jetée;
- le corridor de service;
- les installations terrestres.

La figure 4.5 de l'annexe A présente l'agencement général de ces trois zones.

##### **4.7.1 Le secteur de la jetée**

Les installations maritimes sont conçues pour le déchargement d'un seul méthanier à la fois. Le poste d'amarrage est situé dans des eaux de 15 m de profondeur (à marée basse) pour accueillir les navires sans nécessité de draguer le lit du fleuve Saint-Laurent.

À l'annexe A, la figure 4.6 présente la disposition des infrastructures de la jetée, tandis que la figure 4.7 présente l'implantation et l'élévation des équipements et des bâtiments. Le secteur de la jetée comprend trois ouvrages principaux :

- le poste d'amarrage (réservé exclusivement aux méthaniers) comprenant l'appontement (encore appelé plate-forme centrale) et neuf cellules de protection, d'amarrage et/ou d'accostage de part et d'autre de celui-ci;
- le pont sur chevalets d'environ 500 m reliant l'appontement aux installations riveraines;
- les installations riveraines où sont installées notamment les pompes de surpression et une sous-station électrique.

La poussée due aux glaces dérivantes est le principal facteur pour le calcul de ces structures qui sont renforcées en conséquence.

Sauf pour les installations riveraines qui sont en partie construites sur une plate-forme en enrochement, toutes les autres structures sont supportées par 350 pieux tubulaires

métalliques de 1 m de diamètre. Ces pieux sont ancrés dans le roc et remplis de béton pour accroître leur résistance. Suivant leur position, ils sont plantés verticalement ou sont inclinés pour supporter les charges latérales. Ils supportent une dalle de béton armé.

Il est important de mentionner que ce type de structure ouverte (en comparaison avec une digue) a l'avantage de ne pas créer (ou très peu) de modification au régime hydrodynamique naturel.

#### **4.7.1.1 Poste d'amarrage**

Le poste d'amarrage est conçu en fonction des besoins d'accostage, d'amarrage, de protection contre les glaces dérivantes et, bien sûr, de déchargement du GNL.

L'orientation du front d'accostage et du poste d'amarrage est parallèle à l'axe du courant.

Le poste d'amarrage est composé d'un appontement et de cellules de protection, d'amarrage et/ou d'accostage, en formant une implantation en « W ». Cette implantation qui dessine une alcôve dans laquelle vient se loger le méthanier, offre une protection suffisante contre les glaces, car l'effet du vent ou du courant les font dériver parallèlement au poste et non pas perpendiculairement. De plus, elle permet d'accoster les méthaniers vers l'amont ou vers l'aval, suivant les conditions maritimes.

Les limites opérationnelles envisagées pour le poste d'amarrage de Rabaska, en fonction de l'activité du méthanier, sont présentées au tableau 4.3. En outre, un arrêt du transfert de la cargaison en présence d'orage à moins de 5 000 m est prévu.

Les principales composantes du poste d'amarrage sont décrites ci-dessous.

#### **Appontement (ou plate-forme centrale)**

L'appontement du poste d'amarrage a pour dimensions 56 m x 35 m. Il est pourvu de défenses pour servir d'appui à la coque du navire et de deux dispositifs d'amarrage aux extrémités (utilisés pour amarrer les gardes montantes des petits méthaniers). Il permet également l'accès au navire pour le personnel et l'avitaillement grâce à une tour d'accès à bord, une grue et une aire de manoeuvre.

L'appontement supporte les équipements et la tuyauterie nécessaire au déchargement du GNL, en particulier une plate-forme surélevée accueillant les bras de déchargement, ainsi que des systèmes de collecte en cas de déversement de GNL, du matériel de lutte contre

l'incendie et de l'éclairage. Une description fonctionnelle de ces équipements est présentée à la section 4.8.

Une cabine de contrôle des bras se trouve sur la plate-forme surélevée, avec les commandes, les sécurités et les alarmes utilisées pour la connexion, la mise en œuvre et la déconnexion des bras cryogéniques. On y trouve le système de contrôle de la position des bras. L'information est répétée au navire, au bâtiment des opérations marines et à la salle de contrôle du terminal. Un opérateur y est posté pour surveiller en permanence les opérations de déchargement du GNL.

### **Cellules de protection, d'amarrage et/ou d'accostage**

Chaque cellule est conçue pour résister aux différentes charges causées par les navires, l'activité sismique ou la pression de la glace.

Ces structures, numérotées de 1 à 9 de l'amont vers l'aval, sont situées de part et d'autre de l'appontement.

- la cellule no 1 est une cellule de protection avancée dans le fleuve par rapport au front d'accostage pour protéger le navire des glaces poussées par le baissant (courant prédominant dans le fleuve). Elle est isolée du reste du poste d'amarrage;
- les cellules nos 2 et 9 sont des cellules de protection et d'amarrage légèrement avancées dans le fleuve par rapport au front d'accostage pour protéger le navire des glaces poussées par le baissant ou le montant et établir des amarres longues, c'est-à-dire dans l'axe du navire, utilisées pour augmenter l'amarrage durant la saison des glaces;
- les cellules nos 3, 4, 7 et 8 sont des cellules d'amarrage qui permettent d'établir des amarres traversières, c'est-à-dire perpendiculaire à l'axe du navire. De plus, la cellule no 7 accueille une cuvette de rétention en cas d'épandage de GNL au niveau de la plate-forme de déchargement (un goulet permet de diriger le GNL entre la plate-forme et la cuvette);
- les cellules nos 5 et 6 sont des cellules d'accostage et d'amarrage qui permettent d'établir les gardes montantes des grands méthaniers. Elles reçoivent des défenses d'accostage pour reprendre l'énergie d'accostage et servir d'appui à la coque du navire.

Les cellules nos 2 à 9 sont reliées entre elles et à l'appontement au moyen de passerelles.

La cellule no 2 dispose d'un quai et de bittes d'amarrage pour accueillir le remorqueur de veille.

Les équipements d'amarrage sur les cellules ou l'appontement consistent en des crocs triples à largage rapide servis par un cabestan et pourvu de jauges de contraintes pour mesurer la tension dans les amarres.

Les défenses d'accostage sur les cellules ou l'appontement sont de type flottant et adaptées à la présence de glace.

#### **4.7.1.2 Le pont sur chevalets**

Le pont sur chevalets mesure environ 500 m de longueur et permet d'accéder à l'appontement.

Ce pont comportera 11 chevalets de support séparés d'environ 43 m. Chaque chevalet s'appuiera sur 4 à 8 pieux, suivant sa hauteur.

La largeur du pont sera typiquement de 10 m, dont 4 m pour la voie d'accès aux véhicules d'entretien et 4 m qui seront utilisés en tant que corridor de service pour les divers équipements de transport du GNL (lignes de déchargement et de retour gaz, eau incendie, air d'instrumentation, câbles électriques, etc.). Le pont aura une légère pente pour faciliter le drainage de la tuyauterie, et son élévation ira de 15,5 m en rive jusqu'à 9,5 m sur l'appontement. L'appontement sera donc à 6,9 m par rapport au niveau moyen de l'eau.

À trois endroits le long du pont, des plates-formes accueillent des lyres de dilatation conçues pour permettre aux lignes de déchargement de se contracter lors de la mise en froid ou de se dilater en cas de réchauffement.

La lyre la plus près de l'appontement (53 m x 25 m) accueille le bâtiment des opérations marines comprenant un local de contrôle, une pomperie incendie, un local d'instrumentation, une génératrice de secours et divers équipements auxiliaires. Les systèmes de contrôle des opérations marines se composent notamment :

- d'un système d'acquisition des données météorologiques avec répétition au pilote et au navire;
- d'un système d'accostage indiquant notamment les vitesses d'approche du méthanier avec répétition au pilote;



- d'un système de lecture des tensions dans les amarres et de commande des crocs à largage rapide avec répétition au navire.

Ce bâtiment permet au personnel de déclencher et de contrôler les moyens de lutte contre l'incendie sur l'appontement et le navire grâce à des tableaux de commande et des moyens vidéo.

La deuxième lyre (30 m x 20 m) inclut un événement d'urgence à l'atmosphère.

Enfin, la lyre la plus près du rivage (30 m x 20 m) accueille une sous-station électrique (3 transformateurs de 25 kV et leur cuvette de rétention).

#### **4.7.1.3 Les installations riveraines**

Les installations riveraines sont aménagées sur une plate-forme en enrochement d'une emprise de 1,25 ha (dimensions utiles : environ 50 m de largeur et 80 m de longueur).

À l'ouest, les lignes de GNL et la route d'accès relient les installations terrestres au poste d'amarrage, alors qu'à l'est des pompes de surpression sont installées dans un bâtiment.

Cet espace accueille également un réservoir d'azote liquide et une cuvette de rétention de GNL (muni d'un système de mousse incendie) en cas de fuite d'une tuyauterie. Ce dernier est installé un peu en retrait de la plate-forme, plus à l'est et est constitué d'un réservoir en béton sur pieux.

#### **4.7.1.4 Voies d'accès et de circulation**

Les installations riveraines, le pont sur chevalets et l'appontement sont conçus pour supporter la circulation des véhicules de 30 tonnes maximum. Les interventions nécessitant des moyens plus lourds (par exemple montage/démontage des bras de déchargement) seront effectuées par barges.

L'appontement offre une surface suffisante pour la manœuvre de camions articulés. Les plates-formes du pont sur chevalets et les installations riveraines offrent des surfaces de stationnement/croisement des véhicules afin de toujours laisser la voie de circulation libre.

Le secteur de la jetée est relié à la route 132 et aux installations terrestres par une voie longeant le corridor de service.

## 4.7.2 Corridor de service

### 4.7.2.1 *Implantation et principaux ouvrages*

L'éloignement des installations terrestres par rapport au rivage nécessite la construction d'un corridor de service accueillant les diverses conduites et liaisons nécessaires. Le tracé de ce corridor suit l'orientation cadastrale vers le *sud* jusqu'à la route 132 (boulevard de la Rive-Sud) qu'il traverse par un passage aménagé sous la route. Il continue ensuite dans la même direction sur environ 300 m puis il bifurque vers le *sud-ouest*, traverse l'emprise d'Hydro-Québec et entre sur les installations terrestres. La longueur totale de ce corridor est d'environ 1,3 km, et il présente une dénivelée d'environ 60 m entre les installations riveraines et les installations terrestres.

Le corridor de service est destiné au passage de la tuyauterie et des différentes liaisons, en particulier :

- deux conduites de déchargement de GNL;
- une conduite de gaz naturel (retour de gaz vers le navire);
- une conduite d'air comprimé;
- une conduite d'eau;
- des câbles d'instrumentation et d'alimentation électrique.

Une route de service longe ce corridor.

La figure 4.8 de l'annexe A montre l'agencement des installations dans ce corridor au *nord* de la route 132.

### 4.7.2.2 *Lignes de déchargement GNL et de retour gaz*

Les deux conduites de déchargement de GNL ont un diamètre de 610 mm (24 po) et la conduite de retour gaz un diamètre de 150 mm (6 po). Elles sont recouvertes de matériaux isolants et sont protégées par un caisson de béton enfoui sous la surface du sol, depuis le haut de la falaise jusqu'à l'intérieur des clôtures des installations terrestres.

Entre les installations riveraines et le haut de la falaise, les conduites sont installées à la verticale sur environ 15 m de hauteur.

À l'intérieur des installations terrestres, les conduites sont installées hors sol sur des râteliers pour rejoindre les réservoirs.

Dans le caisson, la conception et la construction des conduites prennent en compte des recommandations spécifiques afin d'éliminer tout risque de fuite :

- les conduites seront entièrement soudées (contrôle radiographique de 100 % des soudures);
- elles ne comporteront aucun piquage d'instrumentation, de purge ou d'évent, ni aucune robinetterie;
- elles subiront un test hydraulique afin d'éliminer les tensions de soudures et de vérifier leur intégrité.

En opération normale, ce caisson est maintenu sous une atmosphère d'azote qui est injecté au niveau des installations terrestres et est purgé à l'autre extrémité. La purge continue d'azote permet de maintenir le caisson sous une atmosphère neutre, dépourvue d'oxygène, ce qui interdit toute possibilité d'inflammation ou d'explosion dans le cas très improbable d'une fuite. Un analyseur permet de vérifier en permanence la présence éventuelle d'oxygène ou de gaz naturel dans l'azote purgé. La purge continue d'azote a également pour avantage d'éliminer les traces d'humidité réduisant ainsi le vieillissement des matériaux.

Environ tous les 175 m, des lyres d'expansion de 20 m sont aménagées afin de permettre la contraction des conduites lors de la mise en froid initiale. Un pré-refroidissement à l'azote cryogénique sera réalisé avant de refermer le caisson, afin de vérifier que le positionnement des conduites après contraction thermique reste correct. En dehors des périodes de déchargement, ces conduites seront maintenues en froid par une circulation continue de GNL, prévenant ainsi les cycles de température et les contraintes thermiques (section 4.8.5).

Des regards d'accès sont aménagés afin de réaliser des inspections périodiques.

#### **4.7.2.3      *Autres liaisons***

À partir des installations riveraines, la route desservant la jetée monte vers la route 132 avec une pente proche de 14 %. Une bretelle de service permet de rejoindre directement la route 132, tandis qu'un tunnel routier passe sous cette dernière pour longer le tracé des lignes de déchargement jusqu'aux installations terrestres.

L'ensemble de la zone au *nord* de la route 132 et sous le tunnel routier est clôturé pour n'être accessible qu'au personnel autorisé. Un poste de garde permet d'en contrôler l'accès, notamment lorsqu'un navire est à quai.

Les conduites d'eau, d'air et les câbles sont enfouis de manière classique dans une tranchée longeant la route de service.

Au *nord* de la route 132, un chemin de service, destiné aux inspections, longe le caisson des lignes de déchargement au niveau du sol jusqu'au sommet de la falaise.

En dehors des lyres d'expansion, le corridor a une largeur d'une trentaine de mètres, dont 6 m pour la route et 5 m pour le caisson. Entre la route 132 et les talus d'atténuation visuelle, cette largeur inclut également des fossés de part et d'autre de la route et du caisson pour marquer les limites par rapport aux surfaces agricoles environnantes.

#### **4.7.3 Les installations terrestres**

Les installations terrestres, c'est-à-dire les réservoirs de GNL et les installations de regazéification, sont situées entre l'emprise des lignes de transport à 735 kV d'Hydro-Québec et l'autoroute 20, et occupent une surface de 0,32 km<sup>2</sup>. L'implantation précise et l'aménagement des installations terrestres sont présentés aux figures 4.5 et 4.9 de l'annexe A.

À l'extérieur des clôtures, une zone est destinée à l'accueil et au contrôle des visiteurs et du personnel. On y trouve essentiellement un stationnement et un bâtiment comprenant le poste de garde, l'infirmerie et une salle de conférence.

À l'intérieur des clôtures, les installations terrestres sont réparties en trois zones :

- dans l'angle *nord-ouest*, près de l'entrée principale, sont installés le bâtiment administratif, la salle de contrôle, les ateliers et entrepôts, la station incendie. C'est dans cette zone que se situe la majorité du personnel présent sur le site;
- à l'*est* de ces bâtiments, se trouve l'ensemble des utilités nécessaires au fonctionnement du terminal : réserve d'eau, alimentation électrique, production d'air comprimé, production d'azote, etc.;
- enfin, les réservoirs et l'ensemble des installations GNL et gaz sont séparés du reste du terminal par une clôture afin d'en réserver l'accès au seul personnel autorisé et formé en matière de sécurité.

Le poste de départ du gazoduc est lui situé à l'extérieur des clôtures des installations terrestres et dispose de sa propre enceinte clôturée.

Outre les bâtiments listés à la section 4.7.4, les installations terrestres comprennent :

- deux réservoirs cryogéniques de GNL construits dans des bassins de rétention tertiaire (150 m x 150 m) profonds de 10 m; ces réservoirs cylindriques dits « à intégrité totale » ont un diamètre maximum de 90 m et une hauteur de 46 m, pour une capacité utile de 160 000 m<sup>3</sup> chacun;
- un recondenseur;
- des pompes haute pression d'expédition;
- des vaporiseurs;
- une installation de mesurage du gaz naturel en sortie du terminal;
- des compresseurs de gaz d'évaporation;
- une torchère et son séparateur;
- un poste d'alimentation en gaz carburant des installations;
- une unité de production et de distribution d'azote;
- d'autres installations venant en appui du fonctionnement des équipements principaux :
  - production et distribution d'air comprimé, d'eau potable, stockage de soude caustique, (regroupés dans le bâtiment des utilités);
  - installations de lutte contre l'incendie, en particulier un réseau et une pomperie d'eau incendie alimentés par une réserve d'eau, elle-même maintenue à niveau par la pomperie incendie de la jetée;
  - installations de traitement des eaux usées et des effluents;
  - alimentation et distribution électrique;
  - systèmes de contrôle, de surveillance et de mise en sécurité des installations.

Ces installations et leur fonctionnement sont décrits à la section 4.8.

#### **4.7.4 Bâtiments**

Le tableau 4.5 et le tableau 4.6 ci-dessous présentent la liste des bâtiments. Les dimensions sont indicatives et seront précisées lors de l'ingénierie de détail.

**Tableau 4.5 Bâtiments dans le secteur de la jetée**

Bâtiment	Superficie (m <sup>2</sup> )	Dimensions (m) long. x larg. x haut.
Cabine de contrôle des bras de déchargement <sup>(1)</sup>	20	4 x 5 x 3,5
Bâtiment de contrôle maritime <sup>(2)</sup> comprenant aussi pomperie incendie et local instrumentation	267	13 x 9 x 5 + 18x 6.5 x 7 + 2.5 x 13 x 7
Sous station électrique	180	20 x 9 x 5 + 12 x 9 x 5
Bâtiment des pompes de surpression	650	50 x 13 x 10
Guérite de la jetée (située près de la route 132) <sup>(2)</sup>	24	6 x 4 x 3,5

<sup>(1)</sup> Présence permanente de personnel pendant le déchargement.

<sup>(2)</sup> Présence permanente de personnel lorsqu'un navire est à quai.

**Tableau 4.6 Bâtiments des installations terrestres**

Bâtiment	Superficie (m <sup>2</sup> )	Dimensions (m) long. x larg. x haut.
Poste de garde <sup>(1)</sup>	272	16,5 x 16,5 x 4
Salle de contrôle et laboratoire <sup>(1)</sup>	550	25 x 20 x 4 + 5 x 10 x 4
Bâtiment administratif et passerelles fermées de liaison vers la salle de contrôle et les ateliers <sup>(2)</sup>	990	30 x 30 x 4 + 2 fois 15 x 3 x 4
Ateliers, entrepôts et poste incendie <sup>(2)</sup>	1152	60 x 18 x 7,5 + 12 x 6 x 7,5
Bâtiment des pompes d'eau incendie	134	20.5 x 6,5 x 6
Bâtiment des utilités	450	30 x 15 x 6
Sous-station principale/sous-station locale	462	37 x 12,5 x 6,5
Bâtiment des compresseurs de gaz d'évaporation	675	45 x 15 x 15
Local d'instrumentation du secteur des réservoirs	120	15 x 8 x 4
Bâtiment des pompes d'expédition	264	33 x 8 x 7
Local d'instrumentation de la zone procédé	108	12 x 9 x 5
Bâtiment des compresseurs d'air (unité de production d'azote)	650	24 x 12 x 6
Abris des vaporiseurs	-	Par le fournisseur
Abri du poste de mesurage et d'analyse	-	Par le fournisseur

<sup>(1)</sup> Présence de personnel 24 heures sur 24.

<sup>(2)</sup> Présence de personnel aux heures normales de service.

#### 4.8 DESCRIPTION FONCTIONNELLE DES INSTALLATIONS

Un schéma général du procédé est donné de l'annexe A – figure 4.10. Ce schéma présente les principales lignes de GNL et de gaz, le bilan de masse et les caractéristiques nominales de fonctionnement (pression, débit et température). En complément, la

figure 4.11 de l'annexe A schématise les principales sources d'effluents et d'émission gazeuse du terminal.

#### 4.8.1 Déchargement des méthaniers

Le GNL est déchargé à l'aide des pompes du navire (immergées dans ses cuves), de trois bras de déchargement situés sur l'appontement et de cinq pompes de surpression situées sur les installations riveraines. Ces pompes de surpression sont nécessaires en raison de l'élévation significative des réservoirs au-dessus de la jetée.

Pendant le déchargement, du GNL s'évapore en entrant dans les réservoirs. Cette vapeur est légèrement comprimée grâce aux compresseurs d'évaporation et est en partie retournée au navire pour remplacer le volume de GNL déchargé, via une conduite et un bras de retour de gaz identique au bras liquide. Au début du déchargement, la température de la ligne de retour gaz peut être aussi élevée que la température ambiante. Si c'est le cas, elle est d'abord refroidie avec du GNL pour s'assurer que la vapeur acheminée au navire est maintenue à une température égale ou inférieure à  $-140\text{ °C}$  tout au long du déchargement.

Le débit de déchargement de conception est de  $12\ 000\text{ m}^3/\text{h}$  avec les trois bras de déchargement de GNL utilisés ( $4\ 000\text{ m}^3/\text{h}$  par bras). Le débit de déchargement pourra être réduit lorsque de plus petits navires seront déchargés, dans ce cas seulement deux bras de liquide seront utilisés. Le débit de déchargement de conception est suffisant pour compléter le déchargement d'un navire de gabarit maximal en 14 heures.

Les bras sont constitués d'une structure métallique supportant des tubes articulés pouvant suivre les mouvements du navire. Ils sont équipés de coupleurs rapides manuels pour faciliter le raccordement aux brides des traverses du méthanier, et de système de déconnexion automatique d'urgence (PERC). Les mouvements de la bride de raccordement sont contrôlés et doivent rester à l'intérieur de l'enveloppe de travail des bras (section 4.17.1 et figure 3.2).

Il est possible d'utiliser un des bras de GNL en remplacement du bras gaz (si indisponible). Le débit de déchargement est alors réduit.

Les pompes de surpression sont des pompes centrifuges immergées en baril : le moteur électrique et la pompe sont immergés dans le GNL, en position verticale. Chaque pompe a un débit nominal de  $2\ 400\text{ m}^3/\text{h}$  et une pression maximale de refoulement d'environ

850 kPag. Les cinq pompes sont nécessaires pour atteindre le débit de conception du déchargement.

#### **4.8.1.1 Opérations effectuées avant l'arrivée au terminal**

##### **Au terminal**

Avant l'arrivée du navire au terminal, la pression dans les réservoirs de GNL est réduite à environ 10 kPag, soit approximativement 7,5 kPag sous la pression maximale des réservoirs des navires. Ainsi, après le branchement des bras, la pression entre les réservoirs et le navire pourra s'équilibrer avant le début des opérations de déchargement.

Le bon fonctionnement des installations de déchargement est vérifié : télécommande de vanne, fermeture des vannes de sécurité, contrôle de l'instrumentation et des détections, recherche de fuite éventuelle, etc.

##### **Sur le navire**

Les pompes du navire sont vérifiées avant l'arrivée.

Des filtres sont mis en place sur les traverses de liquide du navire afin d'arrêter les éventuels corps étrangers véhiculés par le GNL.

Le bon fonctionnement des installations de cargaison est vérifié : télécommande de vanne, fermeture des vannes de traverses, arrêt d'urgence, température des cuves, niveau des cuves, détection gaz étalonnée avec du gaz échantillon, recherche de fuite éventuelle, etc.

#### **4.8.1.2 Opérations effectuées à l'arrivée à quai**

Les opérations suivantes sont effectuées à l'arrivée du navire :

- (1) branchement de la ligne de communication et de contrôle arrêt d'urgence (systèmes électrique, optique ou pneumatique);
- (2) raccordement des bras cryogéniques et du bras de retour gaz. Le raccordement des bras est effectué par du personnel du terminal. Le personnel de bord surveille cette opération pour s'assurer de la bonne exécution de cette tâche qui assure la sécurité du transfert (les bras sont purgés à l'azote pour en éliminer l'air avant le branchement avec les circuits navire);



- (3) reconnaissance de la cargaison qui consiste à relever les paramètres qui permettent de calculer la quantité de GNL dans les cuves avant le déchargement;
- (4) suivi des différents contrôles de sécurité selon une liste de contrôle;
- (5) essai de certaines sécurités en présence du personnel du terminal (fermeture des traverses arrêt d'urgence - détecteurs de gaz);
- (6) mise en place du rideau d'eau pour protéger la muraille de la coque.

#### **4.8.1.3 Début du déchargement et atteinte du régime nominal**

Les opérations suivantes sont effectuées pour débiter le déchargement :

- (1) mise en froid des bras : La mise en froid se limite aux bras de déchargement jusqu'à leur vanne d'isolement (le reste du système de déchargement étant maintenu en froid). Cette opération est effectuée à l'aide d'une pompe du navire utilisée à faible débit. Le liquide est collecté par le ballon de vidange des bras situé sous la plate-forme de déchargement. Au cours de cette opération, toutes les brides sont observées pour détecter les fuites éventuelles;
- (2) toutes les cuves du navire sont déchargées simultanément. Les pompes du navire sont démarrées une à une selon les instructions du terminal;
- (3) les pompes de surpression sont démarrées progressivement et en alternance avec les pompes du navire, afin de fonctionner dans des plages de débit comparables. Le débit maximal de déchargement est atteint au bout d'environ 60 minutes;
- (4) le déchargement peut alors se poursuivre au débit de 12 000 m<sup>3</sup>/h.

#### **4.8.1.4 Fin du déchargement**

Les opérations suivantes sont effectuées à la fin du déchargement :

- (1) lorsque le méthanier est presque vide, le débit de pompage des pompes de surpression est réduit progressivement jusqu'à ce que les pompes du navire perdent leur aspiration. Cette dernière partie des opérations de déchargement dure environ 60 minutes. Les bras de déchargement sont alors drainés de leur liquide;
- (2) le volume de GNL contenu dans les bras de déchargement est purgé d'un côté dans les cuves du navire, et de l'autre dans le ballon de vidange situé sous la plate-forme de déchargement. De l'azote est utilisé pour pousser le liquide si nécessaire;

- (3) le collecteur du navire est purgé du liquide vers une ou plusieurs cuves du navire en ouvrant les vannes de remplissage de ces cuves;
- (4) tous les bras, incluant le bras de retour de vapeur, sont réchauffés et purgés à l'azote, puis découplés du navire et retournés à leur position de repos;
- (5) la reconnaissance de cargaison (identique à celle décrite à la section 4.8.1.2) permet de déduire les volumes déchargés.

#### 4.8.2 Réservoir de GNL

Le GNL déchargé du méthanier est acheminé vers l'un ou l'autre des deux réservoirs (ou dans les deux en même temps) situés à l'extrémité *nord-est* des installations terrestres.

Ces réservoirs cylindriques dits « à intégrité totale », remplissent toutes les exigences fonctionnelles de protection et de sécurité, et représentent la meilleure technologie disponible. Ils sont constitués de (figure 4.12 de l'annexe A) :

- une cuve interne autoportante qui contient directement le GNL (1<sup>ère</sup> barrière de rétention), fait d'acier cryogénique à 9 % de nickel;
- une isolation permettant de minimiser l'évaporation du contenu liquide de la cuve interne, le plus souvent réalisée en matériau pulvérulent (nom commercial "perlite", fabriquée par expansion de sable de silice);
- une cuve externe permettant de protéger le contenu contre une agression (impact, radiation, etc.) et de contenir une éventuelle fuite de la cuve interne. Elle est constituée d'une enceinte en béton armé précontraint (d'environ 1 m d'épaisseur), directement liée et construite sur la base en béton du réservoir, couronnée d'un dôme en béton armé. Cette cuve externe est étanche au GNL et au gaz d'évaporation et constitue une deuxième barrière de rétention.

Tous les raccordements aux réservoirs (incluant les collectes de remplissage et de soutirage, les collectes de gaz d'évaporation, l'instrumentation de contrôle, etc.) sont faits par le toit afin de préserver l'intégrité des parois des réservoirs.

Les réservoirs ont un diamètre maximum de 90 m et une hauteur de 46 m pour une capacité utile de 160 000 m<sup>3</sup> chacun. Leur pression maximale de service est de 25,0 kPag. Afin de réduire leur impact visuel, ils sont construits dans des bassins individuels (150 m x 150 m) profonds de 10 m. Ces bassins constituent une troisième barrière de rétention dans le cas très improbable d'un déversement dû à la défaillance préalable des deux premières barrières.

Chaque réservoir de GNL est muni de deux pompes immergées de soutirage. Elles sont installées dans deux des trois puits plongeant à l'intérieur des réservoirs, le troisième étant gardé en réserve au cas où un des deux autres puits deviendrait indisponible.

Les réservoirs sont équipés d'une instrumentation permettant de mesurer et de contrôler les grandeurs physiques suivantes :

- le niveau du liquide;
- la densité du liquide;
- la température du GNL;
- la pression de la phase gaz;
- le débit d'évaporation.

Cette instrumentation permettra de surveiller le réservoir et son contenu, et pourra générer des alarmes, voire des arrêts de production.

La surveillance de l'étanchéité de la cuve interne se fait principalement au moyen de thermocouples disposés sous le fond de la cuve interne et en partie basse de l'espace interparoi.

Un système de chauffage électrique (doublé) permet d'éviter de geler les fondations des réservoirs afin de garantir la stabilité des réservoirs et d'éviter les tassements différentiels.

#### **4.8.2.1 Protection contre les débordements**

Plusieurs sondes de niveau permettent de s'assurer que le niveau de GNL reste dans les limites fixées à la conception du réservoir. En particulier, si le niveau de GNL est trop élevé, l'arrêt du déchargement sera automatiquement déclenché, évitant ainsi les risques de débordement.

#### **4.8.2.2 Protection contre les basculements de couche (« roll-over »)**

L'arrangement de la tuyauterie de remplissage à l'intérieur de la cuve interne, permet d'introduire le GNL par le haut ou par le bas de la cuve. Lorsqu'un GNL « léger » est déchargé dans un GNL plus « lourd » (plus dense), il doit être introduit par la conduite inférieure. Inversement, si le GNL reçu est plus « lourd » que celui déjà contenu dans le réservoir, il doit être introduit par le sommet. Ceci favorise le mélange et prévient la

stratification de GNL de différentes densités, pouvant conduire à un phénomène de basculement de couches ou « *roll-over* ».

Chaque réservoir est équipé d'un densimètre (plongeur) et de sondes de température permettant de mesurer ces grandeurs sur toute la hauteur du réservoir. Ces mesures, traitées dans un logiciel spécialisé permettent de surveiller les stratifications et de prédire plusieurs jours/semaines à l'avance l'apparition de « *roll-over* ». Ainsi, dans les rares cas où du GNL resterait stocké pour de longues périodes dans un réservoir, l'opérateur aurait tout le temps d'intervenir pour y remédier, soit en soutirant le GNL de ce réservoir pour l'expédier vers le gazoduc, soit en procédant à un mélange des couches en utilisant les pompes de soutirage (recyclage dans le réservoir ou transfert dans le second réservoir, voir aussi section 4.8.3).

#### **4.8.2.3 Protection contre les surpressions et les dépressions**

Le GNL contenu dans les réservoirs, à une pression légèrement supérieure à la pression atmosphérique, produit en permanence du gaz d'évaporation en quantité plus ou moins importante et donc des variations de la pression interne des réservoirs.

La pression interne des réservoirs, en fonctionnement normal, doit être comprise entre 5,0 et 25,0 kPag. Suivant les cas de fonctionnement du terminal, la production d'évaporation peut être excessive et conduire à des surpressions (par exemple lors de déchargement), ou peut être insuffisante et conduire à des dépressions (par exemple soutirage rapide d'un réservoir). En aucun cas, cette pression ne pourra dépasser les limites de conception comprises entre - 0,5 et 29 kPag.

#### **Dispositifs contre les surpressions**

Dans les cas normaux de fonctionnement le système de gestion des évaporations, décrit plus loin, permet d'assurer l'évacuation des évaporations en excès en les recyclant dans le procédé grâce aux compresseurs d'évaporation (section 4.8.4).

Dans de rares cas (surcharge ou indisponibilité des compresseurs), les évaporations seront acheminées vers la torchère pour être brûlées.

S'il arrivait que ces dispositifs soient indisponibles ou insuffisants, des soupapes doublées situées directement sur chaque réservoir permettent d'évacuer l'excédant d'évaporation à l'atmosphère. Ces soupapes s'ouvrent à 29 kPag et sont dimensionnées pour permettre l'évacuation d'une production rapide et massive de gaz d'évaporation dans le cas d'un

basculément de couche. Dans des cas d'augmentation de pression moins rapide, des vannes d'évent doublées, situées sur les réservoirs et télécommandables, permettent à l'opérateur d'abaisser la pression du réservoir avant que les soupapes entrent en action.

### **Dispositifs contre les dépressions**

Il peut arriver qu'une combinaison d'événements tels qu'une hausse rapide de la pression barométrique, un refroidissement rapide de l'espace gazeux d'un réservoir ou une vidange à débit élevé d'un réservoir, entraîne une baisse de la pression interne. Dans ce cas, la première mesure consiste à stopper les compresseurs d'évaporation.

Au cas où cela ne suffirait pas, un système de casse-vide permet de prélever du gaz d'expédition (à l'aval des vaporiseurs) pour l'acheminer vers les réservoirs via le collecteur d'évaporation et ainsi relever leur pression.

Un troisième niveau de protection, en mode expédition, consiste à réduire le nombre de pompes de soutirage en fonctionnement, voire à les arrêter.

En dernier lieu, des soupapes casse-vide doublées situées directement sur chaque réservoir permettent l'entrée d'air dans le dôme des réservoirs (espace situé entre le sommet de la cuve interne et la coupole du réservoir). Ces soupapes s'ouvrent à une pression relative de - 0,5 kPag. La proportion d'air pénétrant dans le réservoir est alors marginale (inférieure à 1 % d'air) et ne permet pas l'inflammation. L'ouverture de ces soupapes est un événement très improbable car elle nécessite la combinaison de plusieurs événements très rares.

### **4.8.3 Expédition du gaz naturel**

Le GNL est prélevé des réservoirs par les pompes de soutirage basse pression. Après passage dans le recondenseur, le GNL est comprimé dans les pompes d'expédition haute pression. Il passe ensuite dans les vaporiseurs d'où il sort à l'état gazeux avant d'être mesuré et expédié vers le gazoduc.

#### **4.8.3.1 Pompes de soutirage basse pression**

Les quatre pompes de soutirage (deux par réservoirs) sont des pompes centrifuges à simple étage entraînées par moteur électrique. Elles sont immergées dans le GNL au fond des puits qui servent de conduite de refoulement. La lubrification et le refroidissement de ces pompes sont assurés par le GNL pompé. Cette disposition assure un haut niveau de sécurité.

La fonction principale de ces pompes est de soutirer le GNL pour le diriger, via un collecteur basse pression, vers le recondenseur et l'aspiration des pompes haute pression.

Ces pompes permettent également de maintenir en froid les parties du terminal qui sont à l'arrêt, notamment les lignes de déchargement (section 4.8.5). Elles peuvent aussi être utilisées pour transférer du GNL entre les réservoirs ou recycler le GNL à l'intérieur d'un même réservoir pour prévenir une stratification ou assurer un mélange de GNL. Plus rarement elles pourront aussi renvoyer du GNL vers le méthanier.

Chacune de ces pompes a un débit nominal de 700 m<sup>3</sup>/h et une pression maximale de refoulement d'environ 1 380 kPag. Lorsque le terminal fonctionne à sa capacité de pointe, *a fortiori* à sa capacité nominale, deux de ces pompes suffisent à assurer l'expédition à partir d'un ou de deux réservoirs.

#### **4.8.3.2 Recondenseur et ajustement du pouvoir calorifique**

La fonction du recondenseur est de recycler le gaz d'évaporation comprimé (section 4.8.4) en le mettant en contact avec du GNL provenant des pompes basse pression. Le gaz est ainsi refroidi, condensé, et se trouve entraîné sous forme de GNL vers l'aspiration des pompes haute pression.

Suivant la composition du GNL expédié, une certaine quantité d'azote gazeux peut également être diluée dans le gaz d'évaporation en amont du recondenseur (voir ci-dessous « Ajustement du pouvoir calorifique »).

Afin de faciliter la condensation des vapeurs (gaz d'évaporation éventuellement additionné d'azote), celles-ci sont pré-refroidies dans un échangeur ou désurchauffeur situé juste en amont du recondenseur. Cet échangeur utilise le froid du GNL dérivé du refoulement des pompes haute pression.

La condensation de toutes les vapeurs (gaz d'évaporation éventuellement additionné d'azote), n'est possible que si un débit minimal de GNL transite par le recondenseur. Ce débit minimal dépend essentiellement de :

- la quantité de gaz d'évaporation produite dans le terminal, qui sera plus élevée lors des opérations de déchargement;
- la composition et des conditions de pression et de température des vapeurs entrant dans le recondenseur;

- la composition et des conditions de pression et de température du GNL entrant dans le recondenseur.

Le débit minimal, permettant de condenser toutes les vapeurs, pourra varier entre environ 120 MPCSJ (pas de déchargement, pas d'injection d'azote, GNL « léger ») et 250 MPCSJ (déchargement en cours, injection maximale d'azote, GNL « lourd »). Le terminal fonctionnera rarement à des débits aussi faibles. Le recyclage du gaz d'évaporation sera donc assuré dans la grande majorité des cas de fonctionnement, ce qui évitera de les envoyer vers la torchère pour être brûlés (section 4.8.4).

#### **4.8.3.3 Ajustement du pouvoir calorifique**

Plusieurs des GNL qui seront importés au terminal Rabaska ont un pouvoir calorifique trop élevé pour être expédiés directement au gazoduc desservant les consommateurs du Québec et de l'Ontario. La capacité calorifique du gaz devra donc être ajustée en y injectant de l'azote.

L'azote gazeux est injecté dans la ligne connectant le refoulement des compresseurs d'évaporation à l'entrée du recondenseur. Il se dilue ainsi au gaz d'évaporation comprimé puis est refroidi, condensé et mélangé au flux de GNL du système d'expédition. Le taux d'azote est mesuré au niveau de la station de mesurage, en sortie du terminal, et permet le contrôle des quantités injectées.

La quantité maximale d'azote permise dans le gaz d'expédition est de 4 % mol, mais dans la fourchette de GNL considérés, le taux d'injection sera moindre (de 0 à 3,7 %). Lorsque des GNL trop riches seront reçus, le mélange de GNL sera nécessaire, soit lors du déchargement dans les réservoirs, soit en utilisant les pompes basse pression, pour obtenir une qualité de GNL adéquate. De plus, quelles que soient les qualités de GNL, les fonctions de mélange seront utilisées pour homogénéiser le plus possible le GNL résultant (avant injection d'azote) et optimiser ainsi le fonctionnement des installations de production d'azote.

#### **4.8.3.4 Pompes d'expédition haute pression**

À la sortie du recondenseur, le GNL est dirigé vers quatre pompes d'expédition haute pression. Ces pompes centrifuges à plusieurs étages sont de type immergées en baril : le moteur électrique et la pompe sont immergés dans le GNL, en position verticale.

La fonction principale de ces pompes est d'élever la pression du GNL jusqu'à la pression du gazoduc. La compression du GNL (et de l'azote dilué) sous forme liquide est préférée à la compression sous forme gazeuse car elle nécessite beaucoup moins d'énergie. Le GNL comprimé est alors refoulé vers les vaporiseurs, via un collecteur haute pression.

Ces pompes permettent également de pré-refroidir les vapeurs entrant dans le recondenseur. À cet effet, une partie du débit de refoulement passe par le désurchauffeur avant de rejoindre le collecteur haute pression en amont des vaporiseurs.

Chacune de ces pompes a un débit nominal de 350 m<sup>3</sup>/h et une pression maximale de refoulement d'environ 10 500 kPag. Lorsque le terminal fonctionne à sa capacité nominale, trois de ces pompes suffisent à assurer l'expédition. La quatrième pompe est gardée en réserve. Lorsque le terminal fonctionne en régime de pointe, les 4 pompes sont utilisées.

#### **4.8.3.5 Vaporiseurs à combustion submergée**

Le GNL provenant du collecteur haute pression est dirigé vers quatre vaporiseurs à combustion submergée pour être regazéifié. Le débit de chaque vaporiseur est contrôlé pour permettre d'ajuster le débit total du terminal. La température du gaz naturel sortant est mesurée pour s'assurer qu'elle rencontre ou est supérieure aux exigences minimales du gazoduc; en effet, la température du gaz doit être maintenue au-dessus de 0 °C tout le long du gazoduc, jusqu'au point de raccordement avec le réseau de Gazoduc TQM.

Ce type de vaporiseur permet au GNL de se regazéifier en le faisant circuler dans un serpentini entièrement immergé dans un bain d'eau chaude. La température est maintenue par des brûleurs au gaz naturel, dont les fumées de combustion sont soufflées à travers l'eau du bain, assurant ainsi une efficacité énergétique maximale (proche de 100 %). En régime nominal, environ 27 MW par vaporiseur sont nécessaires pour regazéifier 150 tonnes de GNL par heure (environ 350 m<sup>3</sup>/h), avec une température minimale de gaz de 7 °C en sortie. Lorsque le terminal fonctionne à sa capacité nominale, trois de ces vaporiseurs suffisent à assurer l'expédition. Le quatrième vaporiseur est gardé en réserve. Lorsque le terminal fonctionne en régime de pointe, les quatre vaporiseurs sont utilisés.

Les fumées de combustion des brûleurs sont principalement composées de dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>) et d'eau (H<sub>2</sub>O). Le contact de ces fumées avec l'eau du bain a les effets suivants :

- la dissolution du CO<sub>2</sub> forme de l'acide carbonique (H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>), rendant l'eau du bain légèrement acide. Un système d'ajustement en continu du pH permet de maintenir le



pH de l'eau entre 6,5 et 9,0. Cette neutralisation s'effectue en ajoutant une solution de soude caustique (NaOH), qui va se combiner avec le  $H_2CO_3$  pour former du carbonate de sodium ( $Na_2CO_3$ );

- la condensation de la vapeur d'eau dans le bain produit en continu une sur-quantité d'eau sous forme liquide. Pour maintenir constant le niveau du bain, un débit d'eau neutralisée, équivalant au taux de condensation, est expédié en continu vers le bassin de sédimentation (section 4.8.7). Il faut noter que par mesure d'atténuation des impacts environnementaux, ces eaux seront plutôt rejetées au fleuve.

#### **4.8.3.6 Poste de mesure et d'analyse**

En sortie des vaporiseurs, le gaz naturel est dirigé vers un poste de comptage, de qualité commerciale, afin de mesurer les quantités de gaz expédiées vers le gazoduc.

Juste avant le poste de comptage, une petite partie du gaz vaporisé est déviée pour compléter le système de gaz carburant du terminal.

Le poste de comptage se compose de deux rampes de comptage et d'analyseurs.

Une seule rampe est capable de mesurer la totalité du débit de pointe du terminal, soit 660 MPCSJ (740 000 Nm<sup>3</sup>/h). La seconde rampe est gardée en réserve. Le réglage du débit d'expédition est effectué par les opérateurs du terminal en ajustant le nombre et le débit des pompes basse pression, des pompes haute pression et des vaporiseurs en opération et en tenant compte de la pression requise au poste de raccordement de Saint-Nicolas.

Les analyseurs du poste de comptage permettent de vérifier la composition et les propriétés du gaz expédié. Ces analyses sont indispensables pour obtenir une précision minimale de 1 % du mesurage en énergie.

Les analyses permettent également de contrôler que la qualité du gaz expédié respecte les critères du réseau de Gazoduc TQM. En particulier, le taux d'azote, le pouvoir calorifique et l'indice de Wobbe sont mesurés afin d'ajuster la quantité d'azote injecté au niveau du recondenseur.

#### **4.8.3.7 Interface avec le gazoduc – Poste de départ**

En sortie du poste de comptage, le collecteur de gaz est enterré et ressort au niveau de la clôture. Une vanne d'arrêt d'urgence y est installée et permet d'isoler le terminal du gazoduc en cas d'accident, d'un côté ou de l'autre.

Le poste de départ et le gazoduc sont traités dans le tome 4.

#### **4.8.3.8 Gaz carburant**

Le terminal a été conçu pour être autosuffisant pour ses besoins en gaz carburant qui alimente les vaporiseurs, le pilote de la torchère et le système de chauffage des bâtiments.

Le gaz carburant est prélevé en priorité au refoulement des compresseurs d'évaporation (section 4.8.4), et si les quantités sont insuffisantes, du gaz additionnel est prélevé à même le gaz d'expédition en aval des vaporiseurs. La première solution est privilégiée car elle réduit légèrement la consommation d'énergie pour le pompage et la vaporisation du GNL.

L'auto-consommation du terminal représente moins de 1,5 % du gaz expédié.

#### **4.8.4 Gestion des évaporations et des échappements de gaz**

La philosophie de conception et d'opération du terminal est de n'avoir aucun rejet de gaz naturel en fonctionnement normal, et de minimiser ces rejets dans les cas de fonctionnement peu fréquent ou en situation d'urgence.

##### **4.8.4.1 Collecte des évaporations et des échappements de gaz**

#### **Évaporations**

Le GNL contenu dans les réservoirs, à une pression légèrement supérieure à la pression atmosphérique, est à un point d'équilibre thermodynamique proche de son point d'ébullition.

Les modifications de pression ou de température causées par :

- les variations de pression barométrique;
- l'absorption de chaleur ambiante par les parois des tuyaux et des réservoirs;
- l'absorption de chaleur au passage dans les pompes de surpression;
- la détente de pression du GNL lors de déchargement à l'arrivée dans les réservoirs;

- le déplacement du liquide lors du remplissage

Provoquent une ébullition à la surface du liquide dans les réservoirs, produisant ainsi du gaz d'évaporation en quantité plus ou moins importante et donc des variations de la pression interne des réservoirs.

Pour contrôler la pression des réservoirs, le gaz d'évaporation est collecté et acheminé vers le collecteur d'évaporations pour être, dans la plupart des cas, recyclé.

### **Échappements de gaz des installations terrestres**

Le principe général de conception est de collecter tous les échappements potentiels de gaz provenant des vannes de contrôle, des événements, des soupapes d'expansion thermique ou des soupapes de sécurité. Il existe toutefois quelques rares exceptions où la protection des installations pourrait entraîner un rejet direct à l'atmosphère.

Les échappements basse pression se rencontrent sur l'ensemble du procédé, jusqu'aux pompes d'expédition haute pression. Ils incluent également les rejets des soupapes d'expansion thermique à l'aval des pompes haute pression. Ces échappements sont collectés et acheminés vers le collecteur d'évaporation des réservoirs. Ils se mélangent ainsi aux évaporations et sont recyclés suivant les mêmes dispositifs.

Les dégagements de gaz à haute pression proviennent des soupapes de sécurité des vaporiseurs et des événements situés en aval de ceux-ci. Les très fortes pressions et les débits élevés de ces échappements ne permettent pas de les renvoyer vers les réservoirs de façon sécuritaire. De plus, ces échappements étant très rares (situation d'urgence ou intervention sur les réseaux de gaz haute pression), ils se font à l'atmosphère.

### **Échappements de gaz sur la jetée**

Dans le cas particulier de la jetée, les échappements seront normalement acheminés vers les installations terrestres, via la ligne de retour gaz, jusqu'au collecteur d'évaporations pour être recyclés. Cependant, quelques très rares cas de fonctionnement peuvent rendre cette ligne indisponible (par exemple un arrêt d'urgence peut l'isoler). Pour conserver une protection adéquate contre les surpressions, les installations de la jetée sont donc pourvues d'une seconde série de soupapes (réglées à un seuil supérieur) et collectées vers un événement unique situé à mi-chemin du pont sur chevalets. Les émissions par cet événement seront extrêmement rares et en cas d'urgence seulement.

#### **4.8.4.2 Recyclage des évaporations**

Les gaz récupérés dans le collecteur d'évaporations peuvent être recyclés grâce à trois compresseurs à pistons alternatifs, appelés « compresseurs d'évaporation ». Ces compresseurs sont cryogéniques (température d'entrée du gaz entre - 160 et - 100 °C) et entraînés par un moteur électrique.

Les évaporations comprimées peuvent être recyclées de trois façons qui sont, par ordre de priorité :

- lors d'un déchargement, renvoyer du gaz au navire pour remplacer le volume de GNL pompé (section 4.8);
- alimenter le système de gaz carburant (section 4.8.3);
- envoyer l'excédent d'évaporations vers le recondenseur pour être incorporé au débit d'expédition (section 4.8.3).

Chaque compresseur a un débit nominal d'environ 8 750 m<sup>3</sup>/h et une pression maximale de refoulement d'environ 1 100 kPag.

La conception des compresseurs et leur contrôle de débit permettent une grande flexibilité pour adapter leur fonctionnement aux quantités d'évaporation produites qui varient en fonction du mode d'opération du terminal. Ainsi, durant un déchargement, les trois compresseurs d'évaporations peuvent être requis pour collecter les gaz d'évaporation et les renvoyer au méthanier. Lorsqu'aucun navire ne décharge, un seul compresseur est suffisant pour recycler les évaporations provenant des réservoirs de GNL.

#### **4.8.4.3 Torchère**

Si les compresseurs d'évaporations deviennent surchargés ou non disponibles, une vanne de régulation ou « déverseur de torchère », située sur le collecteur d'évaporations s'ouvre graduellement et permet d'envoyer tout excès de gaz vers la torchère.

L'intérêt de la torchère est de brûler de façon sécuritaire les échappements de gaz naturel au lieu de les rejeter directement à l'atmosphère (section 4.14.1).

La torchère est conçue pour une combustion sécuritaire et efficace à des débits allant jusqu'à sa capacité de conception soit 165 000 kg/h. Un séparateur situé en amont permet d'arrêter le GNL éventuellement entraîné. Une alarme d'extinction de flamme et un dispositif d'allumage permettent de s'assurer que la torchère est disponible en tout temps.

Le pilote assure l'allumage de la torchère. Il consomme approximativement 50 kg/h de gaz naturel.

La philosophie de conception du terminal est basée sur l'utilisation minimale de la torchère. Le seul débit en continu passant par la torchère est une petite purge d'azote (environ 100 kg/h) pour éviter l'entrée d'air dans le système.

#### **4.8.5      Maintenance en froid et drainage des installations**

##### **4.8.5.1      Maintenance en froid des installations**

Lorsqu'un système cryogénique est à l'arrêt, il est préférable de le maintenir en froid afin d'éviter la fatigue des équipements due aux cycles thermiques. C'est pourquoi des systèmes de maintien en froid par circulation du GNL sont prévus. De plus, les équipements et la tuyauterie cryogénique sont munis de système de dégazage ou de soupapes d'expansion thermique permettant de collecter le gaz vaporisé vers le système de collecte des évaporations.

Les navires n'accostant en moyenne que tous les six jours, le système de déchargement sera la plupart du temps à l'arrêt. Pour compenser les entrées de chaleur pendant ces longues périodes d'arrêt, du GNL circulera en permanence à faible débit dans les lignes de déchargement. Ceci est réalisé en déviant une petite partie du GNL au refoulement des pompes basse pression, pour le diriger vers une des deux conduites de déchargement et le retourner via l'autre, puis le renvoyer dans le flux de GNL allant au recondenseur.

Plus rarement, il peut arriver que le système d'expédition soit à l'arrêt, par exemple en période d'entretien ou à la suite d'une coupure de l'alimentation électrique. Pour maintenir le système d'expédition en froid, un circuit de recirculation est établi à partir du refoulement des pompes basse pression, au travers du système d'expédition (collecteurs, recondenseur, pompes d'expédition) jusqu'au collecteur d'entrée des vaporiseurs, pour être ensuite retourné au réservoir via une conduite de petit diamètre dédiée au maintien en froid.

Dans tous les cas, le débit total de recirculation des pompes basse pression est adapté pour que la hausse en température du GNL dans tous les circuits à l'arrêt se limite à un maximum de 7 à 10 °C.

La génératrice de secours permet d'alimenter une des pompes basse pression en cas de coupure de l'alimentation électrique, ce qui est suffisant pour maintenir en froid l'ensemble du terminal.

#### **4.8.5.2 Drainage du GNL**

Lorsqu'un équipement ou une conduite doit être mis hors service, par exemple pour entretien, le GNL contenu doit être drainé. Lorsque cela est possible, le drainage s'effectue par gravité, sinon de l'azote est utilisé pour pousser le GNL par pressurisation. Un réseau permanent de tuyauterie permet de collecter le liquide drainé puis de le renvoyer par pressurisation aux réservoirs.

Pour le système d'expédition, c'est la ligne de maintien en froid qui est utilisée pour le drainage.

#### **4.8.6 Production et utilisation de l'azote**

L'azote est utilisé majoritairement pour l'ajustement du pouvoir calorifique et, en plus faibles quantités, pour les besoins de pressurisation et de purge, notamment :

- la purge continue du tunnel abritant les lignes de déchargement entre les installations riveraines et les installations terrestres;
- la purge continue à la torchère pour prévenir l'entrée d'air;
- la purge continue des collectes d'échappement vers l'atmosphère;
- la purge continue des dispositifs d'étanchéité des équipements;
- la purge des bras de déchargement avant et après utilisation;
- la pressurisation des équipements ou des conduites pour assister le drainage du GNL;
- la purge des équipements avant entretien pour éliminer toute trace d'hydrocarbure, et après entretien pour éliminer toute trace d'air et d'humidité.

Le tableau 4.7 résume les consommations d'azote sur le terminal.

À l'intérieur des installations terrestres comme sur la jetée, l'azote est distribué par un réseau de tuyauterie permanente permettant d'alimenter toutes les utilisations continues ou fréquentes (purges d'équipement par exemple). Pour les autres utilisations plus rares (purge de tuyauterie ou appareil mobile), des connecteurs sont répartis sur l'ensemble du réseau et permettent le raccordement de tuyaux flexibles.

La pression normale d'exploitation du réseau de distribution d'azote est de 600 kPag.

**Tableau 4.7**                    **Consommations d'azote**

Utilités	Unités	Lieu	Consom. normale	Consom. maximale	Remarques
Azote gazeux	Nm <sup>3</sup> /h	Procédé	15 950	24 880	Ajustement du pouvoir calorifique
		Installations terrestres	1 220	1 490	Purges (y compris tunnel)
		Jetée	70	290	Purges
Azote liquide	M <sup>3</sup>	Installations terrestres	-	619	Stockage liquide sur les installations terrestres pour 12 jours de consommation
		Jetée	-	73	Stockage liquide sur la jetée pour 28 jours de consommation

### Production de l'azote

Lorsque le terminal fonctionne à capacité nominale, les quantités d'azote requises peuvent aller jusqu'à environ 20 tonnes par heure, ce qui en pratique rend peu fiable un approvisionnement par camion. L'azote requis par le terminal est donc fabriqué sur le site à partir de trois unités cryogéniques de fractionnement d'air produisant de l'azote gazeux pur à 99,99 %. Ce procédé classique repose sur des principes de compression, de refroidissement et de détente des composantes de l'air (azote, oxygène et argon) et n'emploie aucun autre fluide de refroidissement.

L'azote devrait être produit à une pression d'environ 1 200 kPag, ce qui est suffisant pour être injecté directement dans le procédé pour l'ajustement du pouvoir calorifique. Si la pression de l'azote produit était insuffisante, des compresseurs seraient ajoutés (ces données dépendent des conceptions pouvant être proposées par les différents fournisseurs).

Un poste de détente permet d'envoyer une partie de l'azote produit vers le réseau de distribution pour les besoins de pressurisation et de purge.

Le système de production d'azote génère également une faible quantité d'azote liquide entreposé dans des réservoirs pressurisés totalisant 620 m<sup>3</sup>.

L'azote liquide est utilisé comme source d'appoint pour suppléer aux besoins de pressurisation et de purge, lorsque les unités de production sont arrêtées. L'azote liquide est alors vaporisé dans des vaporiseurs atmosphériques ou électriques, pour être envoyé vers le réseau de distribution d'azote. Les réservoirs permettent de couvrir les besoins des

installations terrestres pendant 12 jours. En cas de besoin, ces réservoirs peuvent être remplis par camions.

L'azote liquide produit permet également d'approvisionner la jetée par camion-citerne. Il y est stocké dans un réservoir pressurisé de 75 m<sup>3</sup>, permettant de couvrir les besoins de ce secteur pendant 28 jours.

De l'azote liquide peut aussi être transféré occasionnellement vers les méthaniers. Cette opération s'effectue directement à partir d'un camion citerne amené sur la plate-forme de déchargement, et connecté au bras d'azote qui est fixé sur le bras de retour gaz.

#### **4.8.7 Description des utilités**

##### **4.8.7.1 Air d'instrumentation et air de service**

L'air comprimé est employé sur le terminal pour deux types distincts de besoins :

- l'air d'instrumentation servant à fournir l'énergie motrice pour tous les actionneurs pneumatiques, en particulier les vannes de sécurité et les vannes de régulation;
- l'air de service pour l'alimentation des outils pneumatiques utilisés pour l'entretien des installations.

L'air est d'abord comprimé au moyen de deux compresseurs d'air doublés (2 x 100 %) de type « sec » (sans huile de lubrification). Il est ensuite refroidi puis séché jusqu'à atteindre un point de rosée compatible avec les conditions climatiques (inférieur à - 40 °C). Il est alors envoyé vers une capacité tampon permettant de pallier une défaillance des compresseurs ou des sècheurs. À la sortie de cette capacité, le réseau de distribution se sépare en deux réseaux distincts, l'un pour l'air d'instrumentation, l'autre pour l'air de service.

La génératrice de secours permet d'alimenter un des compresseurs en cas de coupure de l'alimentation électrique.

#### **Air d'instrumentation**

Le réseau d'air d'instrumentation couvre l'ensemble des installations terrestres et s'étend jusqu'à la jetée via une canalisation longeant les lignes de déchargement.



Une seconde capacité tampon dans la zone de la jetée permet de pallier localement une défaillance de l'alimentation en air. Cette capacité peut également être connectée à un compresseur d'air mobile en cas d'indisponibilité prolongée.

L'air d'instrumentation a une pression normale d'exploitation de 700 kPag. Les deux capacités, sont dimensionnées pour maintenir une alimentation en air pendant 30 minutes, jusqu'à une pression minimum de 400 kPag. De plus, des accumulateurs locaux installés sur chaque vanne de sécurité permettent de conserver une pression suffisante pour en maintenir le contrôle.

### **Air de service**

L'air de service est distribué à travers toutes les installations terrestres, y compris les ateliers d'entretien, le laboratoire et de nombreux points de raccordements pour tuyaux flexibles. Les besoins en air de service sur la jetée sont assurés par un compresseur d'air mobile, ou si indisponible, par des connexions sur le réseau d'air d'instrumentation.

Le réseau d'air de service a une pression normale d'utilisation de 600 kPag. Au cas où la pression du réseau d'air d'instrumentation viendrait à chuter en dessous de 600 kPag, le réseau d'air de service serait immédiatement isolé afin de privilégier les besoins en air d'instrumentation.

#### **4.8.7.2 Eau incendie, eau de service et eau potable**

Les besoins en eau du terminal sont de trois types :

- *l'eau incendie* nécessaire pour l'alimentation de tous les moyens fixes de lutte contre l'incendie (rideaux d'eau, lances à incendie, canon à mousse, etc., section 4.8.8);
- *l'eau de service* (parfois appelée eau brute ou eau industrielle) utilisée pour tous les besoins de nettoyage ou pour les appoints d'eau nécessaires aux différents équipements (vaporiseurs, dilution de la soude caustique, etc.);
- *l'eau potable* utilisée pour la consommation et les besoins sanitaires, ainsi que pour les douches de sécurité et les fontaines rince-œil.

Tous les besoins en eau seront prélevés dans le fleuve Saint-Laurent grâce à la pomperie d'eau incendie qui est installée sur le pont sur chevalets, sur la plate-forme la plus proche de l'apponement. Cette pomperie permet d'assurer les besoins en eaux de la jetée, et alimente les installations terrestres via une conduite qui emprunte le corridor de service.

## Secteur de la jetée

Un réseau bouclé d'eau incendie permet d'alimenter tous les moyens de lutte du secteur de la jetée.

L'eau de service est directement prélevée sur la boucle d'eau incendie aux différents points d'utilisation. La pression d'utilisation de l'eau de service est typiquement comprise entre 200 et 350 kPag. Les besoins sur la jetée sont en moyenne de 2,0 m<sup>3</sup>/h avec une pointe maximale de 5,0 m<sup>3</sup>/h.

Les besoins en eau potable pour les douches de sécurité sont assurés par de l'eau amenée par camions-citernes et stockée dans un ballon pressurisé à l'air comprimé. En tout point du réseau, la pression sera au minimum de 200 kPag afin de garantir le fonctionnement des douches de sécurité. Les besoins en eau potable pour la consommation seront couverts par de l'eau embouteillée.

## Installations terrestres

La conduite amenant l'eau de la jetée aux installations terrestres permet d'alimenter, d'une part, un réservoir d'eau incendie de 7 000 m<sup>3</sup> et, d'autre part, le système de traitement d'eau potable.

Le réservoir d'eau incendie est équipé d'une pomperie similaire à celle de la jetée et permet d'alimenter le réseau d'eau incendie. Ce réseau, de type maillé, couvre l'ensemble du site et fournit l'eau nécessaire aux nombreux moyens fixes de lutte contre l'incendie.

L'eau de service est directement prélevée sur le réseau incendie aux différents points d'utilisation. La pression d'utilisation de l'eau de service est typiquement comprise entre 200 et 350 kPag. Les besoins sont en moyenne de 2,0 m<sup>3</sup>/h avec une pointe maximale de 27,8 m<sup>3</sup>/h.

Une unité de traitement permet de produire l'eau potable à partir de l'eau amenée de la jetée. L'eau potable est stockée dans un réservoir d'où elle sera pompée (pompes 2 x 100 %) dans le réseau de distribution couvrant l'ensemble des bâtiments. En tout point du réseau, la pression sera au minimum de 200 kPag afin de garantir le fonctionnement des douches de sécurité. Le réservoir a une capacité de 40 m<sup>3</sup>, suffisante pour couvrir les besoins pendant 24 heures. La consommation d'eau pour les besoins domestiques est estimée en moyenne à 1,3 m<sup>3</sup>/h avec une pointe maximale de 12,5 m<sup>3</sup>/h.

## Pomperies d'eau incendie

Les pomperies de la jetée et installations terrestres sont similaires. Chacune se compose de six pompes :

- deux pompes d'appoint électriques (2 x 100 %), encore appelées pompes « jockey », permettant de maintenir la pression du réseau à environ 500 kPag avec un débit maximum de 70 m<sup>3</sup>/h;
- deux pompes électriques (2 x 50 %), doublées par deux pompes diesel (2 x 50 %), permettant de fournir les fortes demandes de débit, jusqu'au débit maximum nécessaire en cas d'utilisation des moyens de lutte contre l'incendie soit 1 450 m<sup>3</sup>/h à une pression d'environ 1 200 kPag. Cette pression au refoulement des pompes permet de garantir une pression minimale de 1 000 kPag en tout point de chaque réseau.

Les six pompes puisent l'eau soit directement dans le fleuve, soit dans le réservoir d'eau incendie, au travers d'une crépine grillagée.

### 4.8.7.3 Hypochlorite de sodium (NaOCl)

L'hypochlorite de sodium est un biocide qui est utilisé :

- dans le réseau incendie afin de prévenir la croissance d'algues et l'obstruction des gicleurs;
- dans le réseau d'eau potable pour maintenir sa qualité.

Au niveau de chaque pomperie incendie, l'hypochlorite est injecté par deux pompes doseuses (2 x 100 %), directement dans le collecteur de refoulement des pompes, au taux de 3 mg/L. Typiquement, l'hypochlorite est livré dans des bacs-citernes d'environ 1 m<sup>3</sup>, suffisants pour assurer le traitement de l'eau pendant 20 jours.

En cas d'incendie, le traitement à l'hypochlorite devient insuffisant. L'eau est alors pompée directement du fleuve. Par la suite le réseau sera nettoyé avec de l'eau fraîche et le contenu drainé vers le fleuve.

Pour le système d'eau potable, l'hypochlorite est injecté en amont du réservoir tampon d'eau potable par deux pompes doseuses (2 x 100 %) alimentées par un réservoir d'environ 200 litres.

#### **4.8.7.4 Soude caustique (NaOH)**

Les vaporiseurs sont alimentés en continu en soude caustique via un réseau de distribution à une pression de 400 kPag. Ce réseau est alimenté par deux pompes (2 x 100 %) situées dans le bâtiment des utilités.

La soude caustique est livrée par camion sous forme de solution aqueuse à 50 % (poids). Afin de diminuer sa température de gel, elle est diluée avec de l'eau de service lors de son déchargement, pour obtenir une solution à 20 % (poids). Cette solution est stockée dans un réservoir chauffé de 116 m<sup>3</sup> qui sera rempli toutes les 2 à 3 semaines.

Le réservoir de stockage et le réseau de distribution de soude sont tracés et isolés pour maintenir une température d'utilisation de 20 °C.

#### **4.8.7.5 Odorisation**

Le gaz envoyé vers le réseau de Gazoduc TQM ne requiert pas d'odorisation.

Pour la sécurité des personnes, conformément à la réglementation, le gaz carburant utilisé pour chauffer les bâtiments est odorisé afin d'avertir les personnes d'éventuelles fuites de gaz. Le produit utilisé est du mercaptan butylique tertiaire mélangé avec du sulfure de méthyle. Une petite unité d'odorisation permet de l'injecter à un taux d'environ 2 litres par mois.

Ce produit doit être manipulé avec précaution car il est très inflammable et irritant. La fiche signalétique du produit est présentée de l'annexe J.

#### **4.8.7.6 Eaux usées, effluents et déchets**

Afin d'éviter toute contamination, le terminal est doté d'un ensemble cohérent de systèmes de collecte, de drainage, et si nécessaire de rétention des eaux de ruissellements et des fuites potentielles de liquides (section 4.14.2).

#### **4.8.7.7 Diesel**

Le diesel est utilisé comme carburant pour certains équipements de secours notamment les génératrices de secours et les pompes incendie.

Chacun de ces équipements est muni d'un réservoir de carburant assurant une autonomie de huit heures. Le réapprovisionnement de ces équipements se fera par camion-citerne.

En fonctionnement normal, la consommation de diesel est faible. Elle correspond à la consommation nécessaire pour tester les équipements de sécurité environ 30 minutes toutes les semaines. En cas d'incident, un contrat de service local permettra de réalimenter les réservoirs dans un délai minimum.

#### **4.8.7.8 Alimentation et distribution électrique**

Le terminal est alimenté par le réseau d'Hydro-Québec. En outre, des génératrices de secours et des alimentations électriques non interruptibles (ou UPS) permettent d'alimenter les charges critiques en cas de coupure de l'alimentation principale.

##### **Alimentation électrique principale**

Le branchement du terminal est réalisé à partir de deux lignes de transmission en 230 kV d'Hydro-Québec (2311 et 2312) localisées au *sud* du chemin Saint-Roch et alimentées par le poste haute tension de Lévis.

Ce branchement est constitué de deux lignes indépendantes d'environ 1,5 km de longueur, chacune alimentée à partir d'une des lignes de transmission d'Hydro-Québec. Une seule des deux lignes sera opérationnelle, l'autre servant de secours. La construction de ces lignes est sous la responsabilité d'Hydro-Québec.

Le poste de livraison haute tension du terminal comprendra l'isolation, le dispositif de mesurage, les commutateurs et les transformateurs.

La puissance totale installée sur le terminal est d'environ 32 MW.

Le minimum de consommation (hors période d'arrêt), représente 6,3 MW, en régime de fonctionnement minimum (250 MPCSJ) et sans production d'azote.

En dehors des périodes de déchargement de méthanier et lorsque la production d'azote est à son maximum, la consommation électrique représente environ 17,5 MW en fonctionnement nominal (500 MPCSJ) et 19,4 MW en fonctionnement de pointe (660 MPCSJ).

À ces consommations s'ajoutent environ 7,1 MW en période de déchargement (à débit maximum de déchargement).

L'alimentation et la distribution électriques du terminal s'organisent suivant les niveaux de tension suivants :

**Tableau 4.8 Répartition des niveaux de tension**

Niveau de tension	Equipements alimentés
230 KV, 3 phases, 60 Hz	Alimentation Hydro-Québec
25 kV, 3 phases, 60 Hz	Distribution moyenne tension
4,16 kV, 3 phases, 60 Hz	Moteurs $\geq$ 150 kW
600 VAC, 3 phases, 60 Hz	Moteurs $\geq$ 0,4 kW et $<$ 150 kW et réchauffeurs $\geq$ 3kW Autres besoins de forte puissance
347 VAC, 1 phase, 60 Hz	Éclairage extérieur (normal et de secours)
208 VAC, 1 phase, 60 Hz et 120 VAC, 1 phase, 60 Hz	Distribution basse tension et UPS Moteurs $<$ 0,4kW et réchauffeurs $<$ 3kW Éclairage intérieur (normal et de secours) Système de contrôle intégré Autres besoins de petite puissance
125 VDC	Tension de commande des armoires de commutation
24 VDC	Instrumentation, télécommandes et télésignalisations

Les figures 4.13 et 4.14 de l'annexe A présentent l'unifilaire de distribution des installations terrestres et de la jetée.

Afin d'assurer une grande fiabilité du système électrique, le principe général pour chaque niveau de tension est basé sur l'installation de transformateurs doublés alimentant deux demi-jeux de barres. Suivant les cas, un seul transformateur peut alimenter les deux jeux de barres couplés, ou bien chaque transformateur peut alimenter un seul demi-jeu de barres.

Sur les installations terrestres, les transformateurs, les armoires de commutation et les panneaux électriques principaux sont installés dans la sous-station électrique, elle-même située près du poste de livraison 230 kV.

L'éloignement du secteur de la jetée nécessite une alimentation en moyenne tension. Deux lignes à 25 kV doublées, provenant de l'armoire principale de commutation, permettent d'alimenter la sous-station électrique du secteur de la jetée située sur la plate-forme riveraine. Ces lignes sont enterrées entre les deux sous-stations sur tout le parcours.

## **Alimentation des charges critiques**

### Génératrices de secours

Deux génératrices diesel de secours, une pour les installations terrestres et une pour le secteur de la jetée, permettent d'assurer l'alimentation des charges critiques en cas de coupure de l'alimentation principale.

Ces charges sont les suivantes :

- systèmes d'alimentation électrique non interruptible et leurs batteries (voir ci-dessous);
- éclairage;
- équipement nécessaire à la gestion des évaporations et au maintien en froid des installations;
- production d'air d'instrumentation;
- traçage (lorsque critique);
- équipements de sécurité et de lutte contre l'incendie;
- équipements des systèmes de sûreté;
- systèmes de communication;
- climatisation de la salle de contrôle;
- systèmes de chauffage;
- système d'alimentation d'eau potable;
- panneaux de distribution des bâtiments.

La génératrice dédiée aux installations terrestres a une puissance nominale de 2 000 kW et délivre une tension de 4,16 kV.

La génératrice dédiée au secteur de la jetée a une puissance nominale de 250 kW et fournit une tension de 600 V.

Chacun de ces groupes dispose d'une réserve de carburant suffisante pour un fonctionnement continu pendant huit heures. Ils sont testés chaque semaine pendant environ 30 minutes.

### Système d'alimentation électrique non interruptible

Les systèmes d'alimentation électrique non interruptible (ou « UPS ») permettent de fournir une alimentation stable et ininterrompue pour les appareils électroniques :

- pour les tensions alternatives : correction des sinusoïdes, élimination des surtensions ou des baisses de tension;
- pour les tensions continues : conversion de tension alternative en tension continue;
- continuité d'alimentation : des batteries intégrées aux UPS assure la continuité de l'alimentation en cas de micro-coupures ou de coupures prolongées.

Ces systèmes ont une autonomie d'au moins 30 minutes à pleine charge, ce qui est suffisant pour démarrer les génératrices de secours en cas de perte de l'alimentation principale.

Les systèmes critiques alimentés par les UPS sont :

- système de contrôle commande et instrumentation critique;
- système de détection gaz et incendie, et système d'arrêt d'urgence;
- systèmes de télécommunication;
- éclairage de secours;
- système de sûreté.

#### **4.8.7.9 Consommations**

Le tableau 4.9 suivant résume les consommations des différentes utilités en fonctionnement nominal à 500 MPCSJ (560 000 Nm<sup>3</sup>/h), et en fonctionnement de pointe à 660 MPCSJ (740 000 Nm<sup>3</sup>/h).

#### **4.8.8 Protection contre l'incendie et les épandages de GNL**

La portée des dispositions de protection contre l'incendie est établie conformément aux exigences des normes CSA Z276 et NFPA-59A.



**Tableau 4.9**      **Résumé des consommations**

Utilités	Unités	Lieu	Consom. normale	Consom. maximale	Remarques
Odorant	litres/mois		2	2	
Air d'instrumentation	Nm <sup>3</sup> /h	Installations terrestres	130	143	
		Jetée	20	22	
Air de service	Nm <sup>3</sup> /h		DNN	200	Usage intermittent.
Eau incendie	m <sup>3</sup> /h	Installations terrestres	DNN	1 450	Pas de consommation en temps normal (sauf essais hebdomadaires).
		Jetée	DNN	1 450	Pas de consommation en temps normal (sauf essais hebdomadaires).
Eau de service	m <sup>3</sup> /h	Installations terrestres	2,1	27,8	Usage intermittent.
		Jetée	2,1	5,0	Usage intermittent.
Eau potable	m <sup>3</sup> /h	Installations terrestres	1,3	12,5	Usage intermittent.
		Jetée			Usage intermittent.
Hypochlorite de sodium (NaOCl)	kg/h		DNN	DNN	Concentration utilisée 3 mg/L.
Soude caustique (NaOH)	kg/h		41	41	
Mousse pour la lutte contre l'incendie	m <sup>3</sup> /h	Installations terrestres	DNN	1,1/0,16	Pas de consommation en temps normal (sauf essais annuels).
		Jetée	DNN	1,6/0,16	Pas de consommation en temps normal (sauf essais annuels).
Diesel	m <sup>3</sup> /h		DNN	1,1	Pas de consommation en temps normal (sauf essais hebdomadaires).
Électricité	MW		Minimum 6,3 Nominal 17,5	Maximum avec décharg. 26,5	

DNN = Débit normalement nul.

Les éléments suivants forment un ensemble cohérent permettant de contrôler les risques en cas de fuite de gaz ou de GNL, avec ou sans inflammation :

- implantation et ségrégation des installations en zone incendie;
- protection passive contre l'incendie;
- protection active contre l'incendie;
- collecte et rétention des déversements;
- détection des incendies, des gaz et des températures froides (section 4.8.9);
- système d'arrêt d'urgence (section 4.8.9).

En outre, les installations sont équipées de système permettant de collecter et d'évacuer les surpressions de manière sécuritaire (associées ou non à un incendie) :

- dépressurisation du système d'expédition HP;
- soupapes de sécurité et d'expansion thermique, évents et torchère (section 4.8.4).

#### **4.8.8.1 Zones incendie**

Les installations sont divisées en « zones incendie » regroupant des équipements interdépendants (fonctionnellement ou géographiquement). Ces zones permettent de définir des moyens cohérents de détection (incendie, gaz ou froid), d'arrêt d'urgence, de dépressurisation, de déclenchement des moyens de lutte. Ces zones, dont la liste est encore préliminaire, sont les suivantes :

- poste d'amarrage;
- pont sur chevalets (y compris bâtiment);
- installations riveraines;
- caisson des lignes de déchargement;
- réservoir de GNL no 1;
- réservoir de GNL no 2;
- compresseurs d'évaporation;
- recondenseur, pompes HP et vaporiseurs;
- station de mesurage;
- torchère;
- zone des utilités;
- production d'azote;
- sous-station électrique principale;
- salle de contrôle;
- bâtiment administratif;
- ateliers et entrepôts;
- poste de garde.

#### **4.8.8.2 Zones gaz**

Afin de prévenir tout risque d'inflammation, des zones dites « zones gaz » sont établies autour des équipements du procédé conformément aux normes CSA-Z276-F01 et NFPA-59A. Ces zones prennent en compte la présence potentielle d'atmosphère explosible. A l'intérieur des zones gaz, les sources potentielles d'inflammation sont interdites ou contrôlées; en particulier, tous les équipements électriques sont spécifiés et installés suivant les recommandations du code canadien de l'électricité.

#### **4.8.8.3 Protection passive contre l'incendie**

La principale protection passive contre l'incendie est de respecter des distances suffisantes entre les différentes installations du terminal (équipements et bâtiments) afin de limiter les effets des radiations thermiques. En plus des distances de sécurité prescrites par les normes CSA-Z276-F01 et NFPA-59A, des distances minimales d'implantation ont été établies conformément à la philosophie de la norme européenne EN 1473. Ces distances ont été évaluées sur la base de scénarios d'accidents et des valeurs maximales de rayonnement données par l'EN 1473 pour les différents équipements ou bâtiments. Ces distances de sécurité permettent :

- d'assurer la sécurité du personnel dans les lieux de présence habituelle : salle de contrôle, bâtiments administratif, ateliers, bâtiment de contrôle maritime, cabine de contrôle des bras, etc.;
- de prévenir les effets dominos en évitant qu'un accident dans une zone (incendie), ne se propage aux autres zones.

De plus, des moyens de protection de type arrosage par de l'eau permettent de protéger les installations.

Les structures devant conserver leur intégrité en cas d'incendie (par exemple râteliers de tuyauterie) sont soit réalisées en béton, soit réalisées en acier recouvert de matériaux ignifuges.

#### **4.8.8.4 Protection active contre l'incendie**

Les moyens de lutte contre l'incendie répartis sur l'ensemble des installations permettent d'intervenir le plus rapidement possible sur le lieu de l'accident afin de :

- isoler la source de combustible (vannes d'arrêt d'urgence);
- réduire le rayonnement des feux par l'utilisation de mousse ou de rideaux d'eau;

- protéger les ouvrages contre ce rayonnement pour éviter les sur-accidents (ou effets dominos).

Le personnel du terminal est formé à la lutte anti-incendie et dispose de tout le matériel nécessaire. Cela comprend notamment les équipements suivants :

- des tenues de protection individuelle adaptées pour la lutte contre l'incendie;
- des équipements fixes de lutte contre l'incendie :
  - réseau d'eau incendie de type maillé, couvrant l'ensemble des installations; sur les installations terrestres, l'alimentation se fait à partir d'un réservoir incendie de 7 000 m<sup>3</sup>; sur la jetée, l'eau est prélevée directement dans le fleuve;
  - rampes d'arrosage ou rideaux d'eau sur les équipements, les bâtiments et le dôme des réservoirs;
  - bornes et lances d'incendie réparties sur le site;
  - gicleurs d'eau dans les bâtiments;
  - installations fixes de protection à mousse/à poudre. Des équipements générateurs de mousse à haut foisonnement sont installés près de toutes les cuvettes de rétention de GNL en cas de déversement accidentel;
- des équipements mobiles de lutte contre l'incendie :
  - camions incendie avec réserves de poudre et/ou de mousse;
  - en fonction des lieux et des risques rencontrés, des extincteurs à poudre, à eau pulvérisée ou au CO<sub>2</sub>, sont répartis sur le site et dans les bâtiments;
- des moyens de liaison et de coordination avec les autorités de la région par le biais du plan d'urgence élaboré conjointement.

#### **4.8.8.5      *Rétention des déversements de GNL***

En cas de fuite de GNL, des systèmes de rétention sont prévus conformément aux exigences des normes CSA Z276 et NFPA-59A-01.

Aux endroits où un risque potentiel de fuite est identifié (généralement sous des brides de raccordement), des goulets de collecte en béton sont mis en place pour récupérer les liquides et les acheminer vers des cuvettes de rétention. La liste de ces cuvettes est donnée dans le tableau 4.10 ci-dessous.

**Tableau 4.10 Liste des cuvettes de rétention de GNL**

Bâtiment	Volume (m <sup>3</sup> ) (*)	Dimensions (m) long. x larg. x haut.
Poste d'amarrage	101,4	5,2 x 5,2 x 3,75
Installations riveraines	375,0	10,0 x 10,0 x 3,75
Zone procédé	375,0	10,0 x 10,0 x 3,75
Réservoir de GNL 1	375,0	10,0 x 10,0 x 3,75
Réservoir de GNL 2	375,0	10,0 x 10,0 x 3,75

(\*) : Ces volumes tiennent compte d'un surdimensionnement de 25 % pour tenir compte de la neige.

Les cuvettes de rétention sont équipées de détection de froid et de systèmes d'épandage de mousse à haut foisonnement pouvant recouvrir l'ensemble de la cuvette en quelques dizaines de secondes. Cette mousse permet de réduire l'évaporation du GNL, et, en cas d'incendie, d'atténuer les radiations thermiques.

#### **4.8.8.6 Essais et exercices périodiques**

Les pompes d'eau incendie sont testées une fois par semaine pendant environ 30 minutes. Les autres équipements du réseau incendie (rampes d'arrosage, lances incendie, etc.) seront testés une à deux fois par an (en dehors de la période hivernale).

Les systèmes d'épandage de mousse sont testés une fois par an.

L'ensemble des équipements sera entretenu et contrôlé conformément aux normes.

Le personnel sera formé à la lutte contre l'incendie et participera à des exercices d'extinction d'incendie au moins une fois par an. Une formation sur les incendies de GNL et des exercices réguliers seront également proposés aux pompiers municipaux ou autre personnel de secours susceptibles d'intervenir sur ce type d'accident.

#### **4.8.9 Instrumentation et système de contrôle intégré (SCI)**

La surveillance et l'opération des installations sont réalisées de manière centralisée par un opérateur, agissant à distance depuis la salle de contrôle. Les commandes sur site, à proximité des équipements, ne sont utilisées qu'à des fins de mise en route et d'entretien. Certaines opérations nécessitent toutefois l'intervention d'un opérateur sur place (ex. : bras de déchargement).

Le fonctionnement de l'ensemble des installations sera contrôlé et surveillé grâce à un système de contrôle intégré (SCI) composé de trois systèmes indépendants :

- un système de surveillance et de contrôle du procédé (SCP), permettant le contrôle des paramètres de fonctionnement du procédé, la génération d'alarmes et le cas échéant l'arrêt des équipements en cas de dérive des paramètres de fonctionnement;
- un système d'arrêt d'urgence et de mise en sécurité des installations (SAU) pouvant forcer l'arrêt des équipements en cas de détection incendie ou gaz, sur déclenchement manuel d'un opérateur, ou dans le cas de dérives importantes de fonctionnement;
- un système de détection feu et gaz et de mise en œuvre des moyens de lutte contre l'incendie (SFG).

La figure 4.15 de l'annexe A illustre l'organisation et la répartition de ces systèmes.

Ces systèmes contribuent à garantir la sécurité des biens et des personnes vis-à-vis des incidents pouvant survenir sur le terminal. En cas de dérive importante d'un paramètre du procédé, de détection confirmée de fuite de GNL ou de gaz avec ou sans inflammation, ces systèmes agissent de manière cohérente; ils :

- alertent l'opérateur en salle de contrôle;
- déclenchent les arrêts d'urgence nécessaires;
- le cas échéant, mettent en œuvre les moyens de lutte contre l'incendie ou l'épandage de GNL.

#### **4.8.9.1      *Système de Contrôle du Procédé (SCP)***

##### **Architecture matérielle**

Ce système est basé sur une technologie de Système de Contrôle Distribué (SCD) qui assure l'ensemble des fonctions de base d'acquisition, de traitement des données, et d'envoi des commandes : fonctions logiques et analogiques, gestion des alarmes, historique, horodatage, archivage, édition de rapports, etc. Il permet de visualiser l'ensemble de ces données sur des consoles opérateurs, via des vues animées sur écran du procédé et des installations.

Le SCD se compose principalement :

- de contrôleurs répartis géographiquement sur le site et installés dans les locaux d'instrumentation. Ils permettent l'acquisition des données de l'instrumentation et l'envoi de commandes aux équipements. Ils assurent également l'interface avec les automatismes propres à certains équipements;

- des consoles opérateurs situés dans la salle de contrôle centralisée et permettant de surveiller l'ensemble des paramètres. D'autres consoles opérateurs sont réparties sur le site pour la visualisation locale des paramètres et le contrôle d'opérations spécifiques;
- d'un poste de configuration, d'unités de stockages des données informatiques et d'imprimantes;
- d'un réseau local connectant l'ensemble des éléments ci-dessus.

Tous les contrôleurs du SCD sont a minima doublés et équipés d'entrée/sortie simples. Des entrée/sortie doublées sont utilisées pour les boucles de sécurité de haut niveau. Le SCD est doté de fonctions de surveillance de boucle et d'autodiagnostic rendant quasi-impossible la perte de contrôle par l'opérateur.

Le niveau d'intégrité retenu pour le système de contrôle du procédé est SIL 1 (probabilité moyenne de panne entre 10 et 100 ans).

### **Arrêt de procédé, philosophie et portée**

La portée de l'arrêt de procédé a été restreinte aux déclenchements de procédé et aux mesures logiques qui empêchent ou réduisent les dommages aux équipements, la perte de production, la perte environnementale ou l'aggravation des conséquences.

Ces déclenchements sont dus au dépassement de seuils d'alarme des paramètres de procédé (pression, débit, température, niveau) ou des conditions opératoires de certains équipements (vibrations, intensité). Dans la plupart des cas, les arrêts de procédé seront précédés d'une pré-alarme (seuil plus bas) permettant d'avertir l'opérateur de la situation avant d'en arriver au déclenchement.

Certains arrêts de procédé nécessitant un haut niveau d'intégrité pourront être intégrés ou répétés (seuil plus haut) dans le SAU.

#### **4.8.9.2 Systèmes d'Arrêt d'Urgence (SAU)**

### **Architecture matérielle**

Le SAU est un système indépendant du SCP (des échanges d'informations existent toutefois entre ces systèmes). Il est basé sur la technologie d'automates programmables possédant un haut niveau d'intégrité (SIL 3, correspondant à une probabilité moyenne de panne entre 1 000 et 10 000 ans).

Le SAU arrête les installations de façon prédéterminée, sûre et rapide, afin de protéger les installations, de réduire les déversements éventuels, ou d'éviter un sur-accident.

Les arrêts d'urgence sont déclenchés à la réception de signaux tels que :

- défaillance d'une source d'alimentation électrique non interruptible;
- détection de panne par autodiagnostic du SCD;
- dépassement grave de paramètres de fonctionnement (signal provenant de l'instrumentation locale);
- boutons-poussoirs d'arrêt d'urgence locaux;
- boutons-poussoirs d'arrêt d'urgence câblés, situés dans la salle de contrôle;
- arrêt d'urgence provenant de la salle de contrôle du navire;
- détection de gaz ou d'incendie.

Le SAU procède à la mise en sécurité des installations par :

- fermeture ou ouverture des vannes de sécurité;
- arrêt des moteurs électriques et des différents équipements;
- isolation des alimentations électriques (le cas échéant);
- validation de la purge/dépressurisation du procédé (le cas échéant).

L'état des entrées et des sorties SAU est contrôlé par un enregistreur des séquences d'événements.

L'ensemble des informations propres au SAU sont disponibles via des consoles opérateur spécifiques situées en salle de contrôle. Ces informations sont également visualisables depuis les consoles opérateurs du SCP.

### **Arrêt d'urgence, philosophie et portée**

Le SAU est hiérarchisé comme suit :

- niveau SAU 1 : Arrêt global du procédé et des utilités;
- niveau SAU 2 : Arrêt du procédé;
- niveau SAU 3 : Arrêt des installations par zone.



Le SAU a la capacité d'arrêter et/ou d'isoler les points suivants :

- l'interface terre/navire (PERC);
- les conduites de déchargement et la conduite de retour gaz;
- les pompes de surpression;
- chaque réservoir de GNL (seul ou ensemble);
- les pompes de GNL immergées;
- les compresseurs d'évaporation;
- le recondenseur;
- les pompes d'expédition HP;
- les vaporiseurs à combustion submergée;
- l'expédition vers le gazoduc.

Le déclenchement d'un arrêt SAU entraîne généralement le déclenchement des arrêts de procédé correspondants (suivant un principe hiérarchique).

Les vannes d'arrêt d'urgence seront disposées de façon à pouvoir isoler les installations par zone incendie.

### **Exigences sur les vannes SAU**

Toutes les vannes d'arrêt d'urgence sont conçues pour pouvoir fonctionner en cas d'incendie, et en l'absence d'autres considérations, les actionneurs de type simple effet avec position de sécurité seront privilégiés (repli de la vanne dans une position de sécurité en cas de perte de signal ou d'énergie motrice). Ces vannes seront activées par le SAU.

Les éléments suivants sont également considérés pour les vannes SAU :

- **essais** : Toutes les vannes SAU peuvent être manœuvrées individuellement à des fins d'essais, soit depuis la salle de contrôle, soit localement (boutons-poussoirs);
- **réenclenchement** : Après activation du SAU, les conditions de déclenchement devront avoir disparu avant de pouvoir manœuvrer les vannes SAU. L'opérateur pourra alors déconsigner et manœuvrer une à une, les vannes SAU, suivant une séquence établie, pour revenir à une situation normale;

- **perte de pression d'air d'instrumentation** : En cas de perte de la pression d'air d'instrumentation, aucune action SAU ne sera prise. Les vannes se mettant alors en position de sécurité, les installations s'arrêteront en cascade jusqu'à une situation d'arrêt complet. L'opérateur contrôlera l'état final des installations;
- **perte de l'alimentation électrique principale** : De même, en cas de perte de l'alimentation électrique, aucune action SAU ne sera prise. Les équipements s'arrêteront et l'opérateur interviendra pour réaliser les manœuvres nécessaires des vannes grâce au SCP (alimenté par le système électrique non interruptible);
- **vannes de régulation** : En règle générale, les vannes de régulation ne sont pas utilisées comme vannes SAU.

#### 4.8.9.3 Systèmes feu et gaz (SFG)

##### Architecture matérielle

Le système feu et gaz surveille les différents détecteurs de gaz, de froid, de flamme, de haute température ou de fumée répartis sur le site, et gèrent les logiques de détection/action propres à ce système : envoi d'ordres d'arrêt d'urgence aux SAU et SCP, et mise en œuvre des moyens de lutte contre l'incendie. Le SFG est basé sur une technologie d'automates programmables possédant un haut niveau d'intégrité (SIL 3, soit une probabilité moyenne de panne entre 1 000 et 10 000 ans). Il est indépendant des autres systèmes (mis à part l'échange d'informations).

Lorsqu'une détection est confirmée, les actions suivantes sont lancées :

- alarmes, visualisation du type de problème et de sa localisation pour l'opérateur;
- ordre d'arrêt (vers le SAU) des installations situées dans les zones d'incendie touchées;
- déclenchement des sirènes sur le site pour alerter le personnel;
- activation du système de protection eau d'incendie, rampe d'arrosage, etc.;
- activation des systèmes à mousse;
- affichage des mesures prises par l'opérateur.

##### Détection de gaz, de déversement et d'incendie

Les détecteurs sont répartis généralement par zones d'incendie pour détecter l'incendie, les déversements de GNL ou les dégagements de gaz.

En général, un déclenchement ne pourra être réalisé que si la détection est confirmée, soit par deux détecteurs indépendants, soit par un détecteur et une confirmation visuelle de l'opérateur (caméra de surveillance).

Suivant les risques potentiels, plusieurs types de détecteurs pourront être utilisés.

### Détecteurs de gaz

Les détecteurs de gaz seront localisés:

- là où il existe des risques de fuites potentielles (bras de déchargement, brides de raccordement, etc.);
- autour des cuvettes de rétention de GNL.

Suivant les cas, des détecteurs ponctuels ou des barrières linéaires infra-rouges pourront être utilisés.

### Détecteurs de froid

Des détecteurs de froid sont installés dans les cuvettes de rétention de GNL et le long des goullets de collecte.

En fonction du lieu, la détection de froid peut s'effectuer par des détecteurs ponctuels (sondes de température) ou par un système de détection distribué sur fibre optique. Ce type de système permet la mesure et la localisation de la température sur de longues distances, en utilisant un câble de fibres optiques comme détecteur. Plusieurs de ces câbles (avec système de vote 2 sur 3) seront installés dans le caisson des lignes de déchargement et le long du parcours des tuyauteries principales.

### Détecteurs de flammes

Des détecteurs de flammes seront installés dans les zones et les bâtiments du procédé gaz et GNL, et autour des cuvettes de rétentions de GNL.

Deux technologies pourront être utilisées : détection des ultra-violetts (UV) ou des infrarouges (IR). Le plus souvent les détecteurs combineront les deux technologies dans un seul appareil.

### Détecteurs de haute température

Les soupapes des réservoirs sont munies de détecteurs de haute température à réponse rapide permettant, en cas d'incendie, de déclencher un système d'extinction (charge de poudre ou soufflage à l'azote, à définir lors de l'ingénierie détaillée).

### Détection de fumées (de combustion)

Des détecteurs de fumées seront installés dans les bâtiments accueillant le personnel, dans les entrepôts, les sous-stations électriques et les locaux d'instrumentation.

Suivant le type d'incendie potentiellement rencontré, ces détecteurs pourront être de type optique ou à ionisation.

### Détection d'asphyxiant

Des détecteurs d'oxygène seront installés dans les zones où de fortes quantités d'azote peuvent se retrouver confinées et provoquer l'asphyxie du personnel présent : bâtiments ou points bas autour des unités de production d'azote, des stockages d'azote liquide, ou des points de purge permanente;

### Détecteurs portatifs

Le personnel sera équipé de détecteurs de gaz ou d'oxygène portatifs.

### Boutons d'alarmes et d'arrêt d'urgence locaux

Des boutons poussoirs d'alarme seront localisés autour de chaque zone incendie, sur le chemin normalement suivi par le personnel pour évacuer la zone (maintenu libre de tout obstacle).

Des boutons poussoirs de SAU niveau 2 seront également localisés à des endroits choisis et accessibles de la zone procédé et de la jetée.

### Station anémométrique

La direction et la vitesse du vent sont renvoyées en salle de contrôle et complètent les informations fournies par les détecteurs de gaz et d'incendie.

#### **4.8.10 Systèmes de télécommunication**

La fiabilité et l'intégrité des systèmes de télécommunication sont essentielles pour assurer la sécurité des opérations, et en cas d'accident la coordination des moyens de secours. Plusieurs systèmes de télécommunication équipent le terminal et sont illustrés de l'annexe A, figure 4.16.

##### **4.8.10.1 Système téléphonique général**

Une centrale téléphonique automatique dessert l'ensemble des installations du terminal et permet les communications locales, nationales et internationales, via le réseau téléphonique public.

Cette centrale téléphonique est de type modulaire contrôlée par des programmes internes. Cette conception garantit qu'une panne de composant n'entraîne pas la perte complète des services téléphoniques. De plus, la centrale téléphonique comprend un système d'autodiagnostic capable de générer des alarmes en cas de défaillance.

La salle de contrôle est équipée d'un téléphone dédié aux situations d'urgences. Ce téléphone est séparé des téléphones d'usage courant pour permettre à l'opérateur de reconnaître un appel d'urgence.

##### **4.8.10.2 Ligne d'assistance téléphonique**

Une ligne téléphonique directe et indépendante du système téléphonique général, est installée entre la salle de contrôle du terminal et le poste de commande du navire.

##### **4.8.10.3 Réseau informatique local**

Un réseau local informatique connecte l'ensemble des ordinateurs de bureaux équipant la zone administrative, les postes de garde ou certains bâtiments industriels.

Ce réseau sera de type Ethernet supporté par fibre optique.

##### **4.8.10.4 Système de radio UHF (FM)**

Un système de radio UHF est prévu pour permettre les communications en tout point et aux abords immédiats des installations, y compris la jetée.

Ce système comprend un poste répéteur semi-duplex UHF multi-canaux, associé à une antenne montée sur le mât de télécommunication.

#### **4.8.10.5      *Radio à bande maritime VHF (FM)***

Une radio à bande maritime VHF est prévue dans la salle de contrôle et dans le bâtiment de contrôle maritime de la jetée. Cette radio facilite les communications entre le personnel d'exploitation et le méthanier, qu'il soit en mer, en approche ou à quai.

#### **4.8.10.6      *Système de haut-parleurs et système d'alarme générale***

Deux systèmes distincts et indépendants permettent d'alerter le personnel en cas d'accident :

- un système de haut-parleurs permet de passer les messages d'urgences;
- un système d'alarme générale visuel et sonore.

Ces systèmes sont répartis sur tout le site et dans les bâtiments. L'interconnexion avec le navire permet de relayer ces alertes au poste de commande du navire.

#### **4.8.10.7      *Système de télévision à circuit fermé***

Des caméras sont prévues pour assurer le contrôle périmétrique des installations.

D'autres caméras réparties sur le terminal permettent de surveiller les installations.

#### **4.8.10.8      *Système de contrôle d'accès du site***

Un système de contrôle d'accès sera prévu pour contrôler l'accès des piétons et des véhicules aux installations. Ce système permettra également de limiter au personnel autorisé l'accès aux zones présentant des dangers potentiels (zone procédé, jetée, sous-stations électriques, etc.).

Ce système pourrait être utilisé pour localiser et dénombrer les personnes présentes sur le site en cas d'évacuation.

#### **4.8.11 Sûreté des installations**

Toutes les mesures de sûreté du terminal de GNL de Rabaska respectent le code ISPS (Code international pour la sûreté des navires et des installations portuaires) de l'OMI (Organisation maritime internationale).

##### **4.8.11.1 Brève description du code ISPS**

Les événements du 11 septembre 2001 ont entraîné des changements importants au point de vue de la sûreté dans l'industrie maritime. Le 12 décembre 2002, l'OMI a adopté certaines modifications à la Convention internationale sur la sauvegarde de la vie humaine en mer (SOLAS, 1974) comprenant un nouveau chapitre intitulé « Mesures spéciales pour renforcer la sécurité maritime ». Le règlement SOLAS autorise la création d'un code international sur la sûreté des ports et des navires (ISPS).

Le code ISPS s'applique aux navires pour passagers internationaux, les navires de chargement ainsi que les unités mobiles de forage en mer. Il s'applique également aux installations portuaires qui reçoivent ces navires effectuant des voyages internationaux.

Le code ISPS est entré en vigueur le 1<sup>er</sup> juillet 2004.

##### **4.8.11.2 Niveau de sûreté**

Il y a trois niveaux de sûreté fondés sur les niveaux de sûreté MARSEC comme décrit par Transport Canada. Ces niveaux ne s'appliquent que lorsqu'un navire international est à quai.

- niveau MARSEC 1 – Le niveau auquel des procédures de sûreté minimales sont maintenues en permanence;
- niveau MARSEC 2 – Le niveau auquel les procédures de sûreté additionnelles à celles du niveau MARSEC 1 sont maintenues pendant une période limitée en raison d'un risque accru d'incident de sûreté;
- niveau MARSEC 3 – Le niveau auquel des procédures de sûreté additionnelles à celles du niveau MARSEC 1 et MARSEC 2 sont maintenues pendant une période limitée lorsqu'une menace contre la sûreté ou un incident de sûreté est probable ou imminent, bien qu'il puisse ne pas être possible d'identifier la cible précise.

On peut passer d'un niveau à un autre en permanence comme le demande Transport Canada.

L'exploitant d'un navire doit, avant que le navire entre dans un port, communiquer avec le personnel du port et ajuster son niveau de sûreté au niveau du port, si le niveau du port est supérieur. Si le niveau du navire est supérieur, alors il reste inchangé. Ceci fait partie de la Déclaration de Sûreté qui est définie par les agents de sûreté ainsi que les obligations respectives pour autoriser l'escale.

Un plan relatif aux niveaux de sûreté doit décrire les mesures de protection à prendre sur chaque navire et chaque port international. Ces plans ainsi que toute modification doivent être approuvés par les autorités.

#### **4.8.11.3 Mesures de sûreté**

Afin de garantir la sûreté, le terminal dispose de systèmes de surveillance, de mesures de contrôle d'accès et de prévention. Toutes les mesures seront décrites dans le plan de sûreté.

Un plan préliminaire sera émis en premier. Ce plan sera mis à jour et développé avant le démarrage du terminal.

Les sections suivantes donnent une information générale sur l'élaboration du plan de sûreté, conformément à la *Loi sur la sûreté du transport maritime* qui est l'application de l'ISPS au Canada.

#### **Plan de sûreté préliminaire du terminal de GNL de Rabaska**

Le plan de sûreté inclut les exigences de Transport Canada (sûreté) pour l'élaboration d'un plan de sûreté pour les installations portuaires. La teneur de ce plan est fondée sur le code CAN-CSA-Z731-2003 « Planification des mesures et intervention d'urgence ».

Le plan de sûreté préliminaire comprend l'information suivante :

- la liste des biens et des infrastructures dont la protection est cruciale;
- les rôles et responsabilités de l'équipe d'intervention interne (agent de sécurité de l'installation portuaire et autre personnel du site) et extérieure (navire, Ville de Lévis, Transport Canada, ...);
- les systèmes de communication entre les membres de l'équipe d'intervention y compris l'interface entre le navire et le terminal;
- la formation des membres de l'équipe de sûreté;



- les mesures de contrôle de sûreté du terminal. Ces mesures comprennent l'équipement physique suivant :
  - clôtures, panneaux et accessoires;
  - clés et cartes d'accès;
  - éclairage;
  - entrée principale du terminal;
  - barrière d'accès à la jetée;
  - installation de caméras de sécurité;
- et les procédures relatives au contrôle d'accès au terminal, d'accès aux zones réglementées, les règles applicables aux livraisons, etc.

Le plan de sûreté comprend des informations pratiques :

- annuaire téléphonique des ressources nécessaires;
- liste des plans, graphiques, matrices liés aux stratégies;
- formulaires;
- exemples de signatures;
- procédures de mise à jour;
- plans de localisation.

### **Obligations du navire**

Les navires ont également des obligations semblables aux installations portuaires vis-à-vis du plan de sûreté.

Leur plan de sûreté doit comprendre ce qui suit :

- l'identification de l'agent de sûreté du navire;
- l'identification de l'agent de sûreté de la compagnie maritime;
- la description du système d'alarme de sûreté du navire;
- l'élaboration d'un plan de sûreté qui comporte les points suivants :
  - accès;
  - zones réglementées à bord;

- manutention du chargement;
- approvisionnements à bord;
- surveillance du navire;
- déclaration de sûreté.

Ce plan de sûreté doit être approuvé par le pays auquel le navire se rattache.

### **Mesures relatives au contrôle et au respect de ces conditions**

En cas de contrôle de la part des autorités du port, les inspecteurs peuvent demander le Certificat international de sûreté du navire (ISSC). En cas de non-présentation de ce certificat, l'inspection peut être poursuivie jusqu'à expulser le navire.

Avant chaque arrêt, le port et les agents de sûreté du navire doivent accepter les niveaux de sûreté qui s'appliquent pour la durée de l'arrêt (Déclaration de Sûreté). Un fichier historique des dix dernières visites doit être disponible et conservé. En cas de désaccord ou de non-conformité non résolue, le navire peut se voir refuser l'entrée des installations portuaires.

## **4.9 CONSTRUCTION**

### **4.9.1 Échéancier, main d'œuvre et conséquences d'un retard du début des travaux**

Les travaux de construction du terminal s'étendront sur une période approximative de 40 mois. Ils commenceront au début 2007 pour une mise en froid au printemps 2010 et une mise en service commerciale en été 2010. La figure 4.17 en annexe A présente l'échéancier de construction.

Ces travaux comprennent la préparation du site, la construction des réservoirs et des infrastructures (tunnel et jetée), les autres travaux de génie civil et de bâtiments, l'installation des équipements et de la tuyauterie, les travaux de génie électrique et d'instrumentation, et les essais. Ils s'organisent suivant les 3 zones géographiques : la jetée, le corridor de service et les installations terrestres.

- la construction des infrastructures de la jetée commencera au début 2007 pour s'achever fin 2008. Elle sera suivie par l'installation des équipements de ce secteur (bâtiments, bras, pompes, tuyauteries, électricité, etc.) jusqu'au printemps 2010;

- la construction du corridor de service débutera au printemps 2008 par la réalisation des travaux de traversée de la route 132. Au *nord* et au *sud* de la route 132, les travaux d'excavation, de génie civil, de tuyauterie et les essais hydrauliques, s'étaleront jusqu'à l'été 2009. Seules les lyres d'expansion resteront découvertes jusqu'au printemps 2010 pour contrôler la mise en froid à l'azote de ces lignes;
- dans le secteur des installations terrestres, la préparation du site commencera au début 2007 pour durer environ 5 mois. Elle sera suivie de la construction des réservoirs qui durera 33 mois. Le reste des installations du terminal sera construit et testé entre le printemps 2008 et le printemps 2010. La période de construction sera suivie par une période de mise en froid, d'essais de fonctionnement et de performance, puis la mise en service commerciale pendant l'été 2010.

La main-d'œuvre nécessaire à la construction des installations comprendra en moyenne 378 personnes, et pourra atteindre 675 personnes en période de pointe. L'ensemble des activités de construction représentera un total d'environ 2,4 millions d'heures-personne. La figure 4.18 de l'annexe A présente l'histogramme de présence du personnel de construction. La direction et la supervision du chantier nécessiteront en plus 82 personnes en moyenne (dont 25 pour le personnel de Rabaska). Ces chiffres ne comprennent pas la main d'œuvre nécessaire à la construction du gazoduc qui est traitée dans le tome 4.

- l'horaire normal de travail s'étendra du lundi au vendredi de 7 h00 à 19 h00. Certaines activités nécessiteront des périodes de travail en dehors de ces plages horaires, voire un travail continu 24 heures sur 24, 7 jours sur 7 (par exemple : coulage du béton des réservoirs, travaux à l'intérieur des réservoirs ou des bâtiments, purges des installations et mise en froid);
- le point de départ des travaux de construction est notamment conditionné par :
  - la délivrance du certificat du Ministre de l'Environnement du Québec;
  - la décision de la CPTA;
  - des autorisations portant sur certaines activités de construction ou installations particulières telles que l'autorisation sous la *Loi sur les pêches* et l'autorisation sous la *Loi sur la protection des eaux navigables* qui sont nécessaires pour entreprendre les travaux sur la jetée.

L'échéancier s'organise essentiellement autour de la construction des réservoirs et de la jetée dont les délais de construction sont très supérieurs à ceux du reste des installations. De plus, les conditions climatiques en hiver rallongent encore ces délais. Certaines opérations telles que le coulage du béton des réservoirs ou la pose des pieux de la jetée

seront très difficiles, voire impossible pendant les mois d'hiver, du fait des températures froides et de la présence de glace sur le fleuve.

Ainsi, un retard de 3 mois sur le début des travaux rendrait l'échéancier de la première année extrêmement critique, et exigerait, entre autres, le report de certains travaux de préparation l'année suivante, l'allongement des horaires journaliers de travail, la réalisation des infrastructures de la jetée sur trois saisons estivales au lieu de deux. La date de mise en service du terminal serait alors reportée vers fin 2010. Ce retard conduirait à l'augmentation des nuisances pour le voisinage et à une augmentation des coûts du projet.

Dans l'hypothèse d'un retard de 6 mois sur le début des travaux, des opérations critiques telles que les fondations des réservoirs et le début des travaux de la jetée ne pourraient pas débuter avant la fin du premier hiver, soit le début 2008, ce qui aurait pour conséquences de décaler la date de mise en service du terminal au printemps 2011. Ce retard conduirait bien sûr à une augmentation des coûts du projet.

Il faut aussi noter que tout retard du début des travaux de construction qui aurait pour effet de retarder de façon significative la date de mise en service du terminal est susceptible d'engendrer des conséquences importantes au niveau commercial. Ceci résulte du fait que les arrangements contractuels dans l'industrie du gaz naturel, que ce soit au niveau des approvisionnements ou du transport, se négocient et prennent traditionnellement effet à compter du 1<sup>er</sup> novembre. Il s'ensuit que les acheteurs et les fournisseurs de gaz désirant transiger au terminal devront normalement s'assurer que leurs arrangements contractuels prennent effet à compter de cette date au plus tard. De plus, la clientèle actuellement desservie par une autre source d'approvisionnement, incluant Gaz Métro et Enbridge, devront s'assurer que leurs arrangements contractuels existants, tant au niveau des approvisionnements que du transport, soient modifiés en conséquence. Dans la mesure où la date de mise en service prévue serait reportée de façon significative, cette clientèle devra vraisemblablement renouveler ses arrangements existants pour une période additionnelle d'un an et ainsi perdre les bénéfices d'un approvisionnement à moindre coût durant toute cette période.

#### **4.9.2 Installations provisoires**

Des bâtiments provisoires seront nécessaires pendant la construction. La plupart seront des bâtiments préfabriqués de type « roulottes de chantier ». Ils comprendront notamment un poste de garde, le bureau principal du projet, le bâtiment des relations de travail, la sécurité et l'infirmerie, et une vingtaine de roulottes de chantier pour les divers entrepreneurs. De plus, des stationnements temporaires seront construits sur le site.

Des installations sanitaires provisoires constituées de toilettes chimiques seront installées sur le chantier. Elles y demeureront pendant toute la période de construction et seront vidangées régulièrement par une société autorisée.

L'eau potable proviendra de citernes ou d'un réseau provisoire. Les entrepreneurs fourniront à leur personnel des salles de repas et le matériel nécessaire (réfrigérateurs, plaques chauffantes, etc.).

Chaque entrepreneur disposera d'une aire pour ses bâtiments provisoires et l'entreposage des matériaux. Ces entrepreneurs seront en charge des différentes activités telles que le bétonnage, le montage des structures, la mise en place des services souterrains, les travaux de maçonnerie, etc. Une zone de lavage des équipements sera installée. L'eau de lavage des équipements de fabrication ou de transport du béton sera stockée, neutralisée et décantée sur place.

Le chantier sera alimenté en électricité au moyen d'un raccordement temporaire à une ligne existante à 25 kV d'Hydro-Québec le long de la route 132.

Les installations provisoires seront démantelées à la fin des travaux. Les zones d'entreposage et d'installations provisoires seront nettoyées et remises en état.

Une bretelle d'accès à la route 132 sera construite avant le début des travaux de construction. En exploitation normale, cette bretelle constituera la voie d'accès principale au site.

Il est également proposé de construire un accès provisoire depuis l'autoroute 20 afin de limiter l'impact des travaux sur la circulation locale et les environs pendant la construction. Cet accès est soumis à l'approbation du Ministère des Transports du Québec.

La figure 4.19 de l'annexe A présente les surfaces de travail, les aires des entreprises et les aires de stationnement prévues pendant la construction. L'ensemble de ces surfaces est contenu à l'intérieur des terrains que Rabaska envisage d'acquérir. Ces surfaces seront aménagées en 3 phases :

- dans une première phase (dès 2007) la surface nécessaire à l'implantation des réservoirs, ainsi que les surfaces de stockage et de préfabrication;
- dans une seconde phase (à partir de 2008), les surfaces nécessaires à l'aménagement du reste des installations terrestres;

- dans une troisième phase (à partir de 2008), les surfaces requises pour l'aménagement du corridor de service et des installations riveraines.

Les matériaux excavés des différentes surfaces de travail seront utilisés pour ériger progressivement les talus d'atténuation visuelle entourant le site, ou pour remblayer la plate-forme des installations riveraines.

### **4.9.3 Installations terrestres**

#### **4.9.3.1 Préparation de site**

Avant de commencer les travaux, le ruisseau Saint-Claude, qui traverse actuellement le site, sera détourné pour contourner le chantier par le *sud*. L'étang qui se trouve actuellement en bordure du ruisseau sera préservé et protégé des activités de chantier par la mise en place de la clôture délimitant l'aire des travaux.

Les travaux de préparation du site comprennent la construction de la route d'accès, le déboisement, l'arpentage, le terrassement, le nivellement, l'excavation de la zone des réservoirs et des tranchées, et l'aménagement des bassins de sédimentation temporaires. La zone du chantier de construction sera entourée d'une clôture.

Le déboisement sera limité aux surfaces strictement nécessaires pour conserver le plus d'arbres possible.

Les matériaux excavés, provenant essentiellement de l'excavation des bassins de rétention tertiaire des réservoirs et du corridor de service, seront utilisés pour lever les talus au *nord* et au *nord-est* (au-delà des lignes à 735 kV d'Hydro-Québec), ainsi qu'au *sud-ouest* du site. La terre végétale mise de côté au début des travaux de terrassement sera utilisée pour recouvrir ces talus et permettre la réinstallation d'un couvert végétal. L'aménagement paysager se fera progressivement en parallèle avec les travaux de construction, pour constituer des écrans visuels par rapport à la route 132 et à l'autoroute 20.

Environ 1 500 000 m<sup>3</sup> de matériaux seront excavés sur le site. La totalité de ces déblais seront réutilisés à la construction des talus d'atténuation visuelle ou comme remblais sur le site.

On se servira de matériau granulaire de catégorie A (sable ou gravier) pour la construction des fondations, des routes intérieures du site et des aires de stationnement et d'entreposage des équipements. Environ 400 000 m<sup>3</sup> de matériau granulaire, de sable et

d'enrochement seront requis. Ces matériaux proviendront de sablière, de gravières et de carrières approuvées de la région.

Le système de drainage de surface du terrain sera aménagé au début des travaux de préparation du site. Le terrain sera nivelé en pente douce, ce qui permettra l'écoulement des eaux de ruissellement vers les fossés et un bassin de sédimentation. Un premier bassin de sédimentation temporaire d'une capacité d'environ 1 500 m<sup>3</sup> sera aménagé dans le coin *sud-est* du site pendant la première phase des travaux (construction des réservoirs de GNL). Ce bassin temporaire sera abandonné et réhabilité lorsque le réseau de drainage et le bassin de sédimentation permanent (*sud-ouest* du site) seront fonctionnels (seconde phase des travaux). Deux fossés périphériques interceptent les eaux de ruissellement provenant de l'extérieur du site pour éviter que ces eaux ne s'écoulent vers le site. Ces ruisseaux rejoignent le ruisseau Saint-Claude en amont et en aval du site.

Les bassins de sédimentation seront conçus de façon à limiter les concentrations de matières en suspension à moins de 25 mg/l à l'exutoire. Dans le cas où cette concentration ne serait pas respectée, un filtre composé de balles de foin sera ajouté à la sortie du bassin.

Une conduite temporaire d'alimentation en eau à partir du fleuve sera installée pour satisfaire les besoins du chantier en eau brute, en particulier pour la fabrication du béton.

#### **4.9.3.2 Construction des installations terrestres**

La construction des réservoirs débutera par les fondations et le coulage de la base en béton. Puis les parois de béton seront coulées en utilisant soit une technique de coulée continue, soit une technique de coffrages successifs. Une coupole en acier sera ensuite mise en place pour fermer le réservoir, puis celle-ci sera recouverte d'une couche de béton. Une fois la cuve extérieure en béton terminée, on entreprendra la construction de la cuve interne en acier cryogénique, puis l'installation des différents équipements, tuyauteries et accessoires. Le soudage de la cuve interne et les travaux de finition prendront approximativement 18 mois.

Le coulage du béton des parois et des dômes des réservoirs GNL nécessitera des périodes de travail continu, 24 h sur 24.

Il faudra environ 40 000 m<sup>3</sup> de béton pour construire les réservoirs. Ce béton sera préparé sur place. Les matériaux entrant dans la fabrication du béton et l'acier d'armature seront transportés au chantier sur une période d'environ 6 mois.

Pour le reste des installations terrestres, la séquence des travaux sera la suivante : excavation des fondations, coulage du béton des fondations, montage des structures en acier, pose des équipements et des tuyauteries, et installation des câbles et de l'instrumentation. La livraison du matériel et des équipements sur le site se fera progressivement en vue de la construction des ouvrages, de la préfabrication des ensembles de tuyauteries et du montage des appareils. L'ensemble du matériel, des équipements et des éléments préfabriqués sera vérifié et protégé des agressions extérieures pour garantir leur bon état jusqu'à la mise en froid.

À mesure que les différentes installations seront terminées, elles seront mises à la disposition de l'équipe de démarrage en vue des opérations de nettoyage et de purge, des essais, du séchage, de la mise en froid et de la mise en service.

Les équipements prévus pour les travaux de préparation du site sont présentés au tableau 4.11 suivant.

**Tableau 4.11 Équipements utilisés pour la préparation du site et la construction**

Type d'équipement	Nombre approximatif*
Bouteur	2-4
Niveleuse	2
Compacteur	4
Grue	8
Camions	12-40
Usine à béton	2
Chargeuse frontale	6
Pelle hydraulique	6

\* Variable selon la période.

#### 4.9.4 Corridor de service

La pose du caisson en béton pour les lignes cryogéniques et la pose des autres conduites enterrées seront réalisées par tranchée ouverte qui sera ensuite remblayée et recouverte de terre végétale.

La construction du corridor de service comprendra les travaux de préparation des terrains (déboisement, arpentage, excavation, terrassement, route de service), la réalisation du caisson en béton, la pose et les essais des tuyauteries, les travaux de remblaiement et de finition.



Auparavant, une aire de chantier au *sud* de la route 132 et un tunnel sous la route 132 auront été construits pour permettre aux travailleurs et aux camions de circuler de part et d'autre sans gêner la circulation. La construction des ouvrages de traversée de la route 132 durera environ 3 mois. Des voies de déviation seront réalisées pour ne pas couper la circulation.

Ces travaux se poursuivront par les travaux d'excavation de part et d'autre de la route 132 et la réalisation de la route de service. Au *nord* de la route 132, la route d'accès vers la jetée nécessitera d'importantes excavations pouvant atteindre près de 20 m de profondeur dans la section la plus encaissée. Dans ce secteur, la route s'encaisse dans le roc pour rejoindre l'élévation des installations riveraines en contrebas. Les lignes cryogéniques demeurent au niveau de la surface du terrain naturel et rejoignent le bâtiment des pompes de surpression à l'extrémité de la falaise par une excavation verticale.

Durant la construction de cette tranchée, les eaux d'exhaure seront acheminées vers le bassin de sédimentation provisoire qui sera aménagé en rive, avant d'être rejetées à l'environnement (concentration de matières en suspension inférieure à 25 mg/l).

Le caisson en béton sera soit coulé dans des coffrages, soit constitué d'éléments préfabriqués. Les conduites cryogéniques et les autres conduites enterrées seront installées suivant des techniques classiques de pose. Toutes les conduites subiront des tests hydrauliques avant d'être recouvertes. Seules les lyres d'expansion des conduites cryogéniques resteront accessibles pour permettre le contrôle des contractions lors de la pré-mise en froid qui sera réalisée avec de l'azote. Elles seront recouvertes une fois ces opérations achevées.

#### **4.9.5 Secteur de la jetée**

La construction de la jetée sera réalisée principalement à partir du fleuve, en utilisant des techniques de construction maritime. Une fois les infrastructures en place, les bâtiments, les tuyauteries et les équipements pourront être construits et installés (à partir du fleuve ou par voie terrestre).

Les bases des plates-formes et du pont sur chevalets nécessiteront de forer la roche-mère sous le lit du fleuve pour y enfoncer environ 350 pieux tubulaires. Du béton sera ensuite coulé dans ces pieux pour les maintenir en place. Des plates-formes en béton viendront recouvrir les ensembles de pieux et donner la rigidité nécessaire à la structure. Le tablier du pont sur chevalets, constitué de poutres métalliques et de béton, sera ensuite mis en place.

Les installations riveraines, situées au pied de la falaise, seront aménagées sur une plateforme faite d'enrochement à l'élévation 15,5 m et d'une superficie de 1,25 ha. Cette plateforme accueillera le bâtiment des pompes de surpression ainsi que la cuvette de rétention du GNL. Ces installations seront construites à partir de la rive en utilisant les matériaux d'excavation des autres travaux à terre.

Les équipements typiquement nécessaires pour construire la jetée comprennent des grues, des camions, du matériel de fonçage des pieux et du matériel de pompage de béton. La plupart de ces travaux devront être réalisés à l'aide de matériel flottant (barges ou remorqueurs) jusqu'à ce que le pont sur chevalets et les installations riveraines soient construits et permettent la circulation des véhicules.

La partie la plus difficile des travaux se déroulera dans la zone d'eaux peu profondes (entre 0 et – 2 m environ), où la profondeur de l'eau à marée basse suffit à peine à permettre le passage des barges et des remorqueurs. Plusieurs variantes pourraient être retenues pour réaliser les travaux dans cette zone :

- le recours à du matériel flottant plus petit afin de réduire le tirant d'eau;
- (et/ou) accepter que tout l'équipement flottant touche le lit du fleuve à marée basse (ce qui exigera qu'on retire auparavant toutes les grosses pierres pour éviter de percer la coque des barges);
- (et/ou) travailler pendant les périodes de niveau d'eau moyen à élevé, dans les cycles des marées;
- (et/ou) se servir d'éléments préfabriqués dans la mesure du possible.

Ces mesures nécessitent un effort particulier dans la planification des travaux mais sont bien connues des entrepreneurs spécialisés.

Les équipements les plus lourds et la plupart des matériaux seront livrés par le fleuve. Certains matériaux ou équipements seront également livrés par la route 132.

La construction de la jetée exigera environ 10 000 m<sup>3</sup> de béton qui sera en grande partie livré par barge.

## **4.10 MISE EN SERVICE**

### **4.10.1 État des équipements et du matériel**

Le système de contrôle de la qualité mis sur pied visera une traçabilité complète. Les procédures mises en place permettront de s'assurer de la bonne application des normes et spécifications pendant la fabrication, les essais en usine, l'emballage, le transport, la livraison et le stockage des équipements et des matériaux.

À mesure que les équipements et le matériel arriveront au chantier, leur étanchéité, leur propreté et leur état général seront inspectés. Toute trace de dommages, de défaut d'étanchéité ou de malpropreté sera immédiatement consignée. Tous les équipements et matériaux seront livrés emballés et protégés par un revêtement adéquat. Les ouvertures seront scellées pour éviter l'entrée d'eau, de poussières ou de matériel corrosif, et ce, jusqu'à ce qu'il soit absolument nécessaire de retirer le dispositif de scellement pour le montage. Des sachets de desséchant pourront être déposés à l'intérieur pour absorber l'humidité. Tous les équipements et matériaux qui ne sont pas montés immédiatement après leur livraison seront entreposés de façon à ne pas reposer directement sur le sol.

Afin de retirer les débris résultant du procédé de soudage, chaque section de tuyauterie cryogénique inoxydable sera nettoyée après qu'elle ait été soudée. Une fois le montage terminé, les tuyauteries seront nettoyées par un soufflage prolongé sous pression avec de l'air d'instrumentation sec ou de l'azote. Elles seront ensuite placées sous une atmosphère d'azote à une pression positive pour prévenir l'entrée d'humidité atmosphérique.

La propreté et le bon état des enceintes (échangeurs, ballons, réservoirs) seront vérifiés avant d'être scellées.

Les pompes cryogéniques seront rodées et vérifiées afin de s'assurer qu'elles fonctionneront correctement lorsque le GNL sera disponible. Un programme d'entretien préventif de tout l'équipement sera appliqué.

Les compresseurs de gaz d'évaporation seront conçus de façon à être mécaniquement rodés à l'azote ou à l'air afin de permettre un démarrage rapide des activités (ils seront en effet utilisés pour la mise en froid).

#### 4.10.2 Test d'étanchéité, séchage et purge

Toutes les conduites pour le service cryogénique ou sous pression subiront un test d'étanchéité en utilisant de l'eau et/ou de l'azote.

Les réservoirs de GNL subiront également des tests d'étanchéité hydrostatiques. Ces tests requièrent environ 110 000 m<sup>3</sup> d'eau qui sera prélevée dans le fleuve Saint-Laurent et transférée d'un réservoir à l'autre. Cette eau sera analysée avant son rejet au fleuve. Des tests d'étanchéité pneumatiques seront également réalisés.

Après les tests, toute trace d'eau devra être éliminée avant de commencer la purge et la mise en froid des installations cryogéniques c'est-à-dire abaisser leur température jusqu'à une température voisine de - 160 °C.

Tous les équipements et la tuyauterie cryogéniques seront séchés jusqu'à un point de rosée d'approximativement - 60 °C (qui équivaut à environ 10 ppm de vapeur d'eau dans le gaz).

Pour y parvenir, de l'air sec ou de l'azote gazeux est soufflé dans les installations, où il circulera une seule fois avant d'être rejeté dans l'atmosphère. Une autre technique possible consiste à procéder à de l'assèchement sous vide.

L'azote, gazeux à température ambiante, sera introduit dans les tuyauteries puis, la température sera augmentée graduellement jusqu'à la température de séchage soit environ 65°C. Cette opération doit être faite à la plus basse pression possible pour favoriser une évaporation maximale. Une analyse de point de rosée en continue permet de vérifier l'état d'assèchement des conduites. Lorsque la technique de l'assèchement par le vide est utilisée, les lignes sont soumises à une importante pression négative par des pompes à vide temporaires ce qui assure l'évaporation totale des liquides à la température ambiante.

Pendant et après les opérations de séchage (ou seulement après si la technique sous vide est utilisée), toutes les conduites et les équipements sont maintenus sous pression positive d'azote, prêts pour la mise en froid. Les conduites et les équipements sont testés pour leur concentration en oxygène (O<sub>2</sub>), qui doit être égale ou inférieure à 2 % par volume.

Ces opérations requièrent d'importantes quantités d'azote gazeux estimées à 351 000 Nm<sup>3</sup>, qui seront fournies par les unités de production d'azote du terminal et, si nécessaire, par un fournisseur externe. Une à deux semaines sont requises pour assécher le terminal.

Une fois ces différentes opérations achevées et les tests réussis, la température des réservoirs et des conduites sera progressivement abaissée pendant les opérations de mise en froid.

#### **4.10.3 Pré-requis avant la purge et la mise en froid**

Les systèmes suivants seront vérifiés et déclarés prêts à l'exploitation avant de commencer les opérations de purge et de mise en froid :

- les sources normales et de secours d'alimentation électrique;
- les systèmes de lutte contre l'incendie;
- les systèmes de détection d'incendie seront vérifiés afin de satisfaire aux exigences du code local;
- les systèmes d'arrêt d'urgence;
- tous les instruments seront vérifiés et étalonnés, et les boucles testées;
- les unités de production et de distribution d'azote, et les systèmes d'entreposage de l'azote liquide;
- chaque soupape de décharge aura été vérifiée afin de s'assurer que toutes les brides pleines ont été enlevées;
- le dispositif casse-vide des réservoirs de GNL aura été vérifié à l'azote;
- les systèmes de manœuvre des bras de déchargement, y compris le système de déconnexion d'urgence et les instruments et systèmes d'alarme connexes;
- les équipements du procédé;
- les systèmes d'eau potable, d'eau de service et d'eau incendie;
- le système d'évacuation des eaux.

#### **4.10.4 Mise en froid/mise en service du terminal**

La méthode de mise en froid utilise de l'azote liquide qui se vaporise naturellement dans les installations pour atteindre une température d'environ  $-140$  °C. Les vapeurs d'azote seront acheminées vers l'un des réservoirs afin de le refroidir partiellement avant d'être rejetées à l'atmosphère. Une fois la température cible atteinte, de l'azote liquide continuera d'être injecté dans le système afin de maintenir la température jusqu'à l'arrivée du méthanier. La mise en froid finale des conduites et des réservoirs est effectuée avec du GNL. Les vapeurs de GNL générées nécessiteront d'utiliser la torchère pour les brûler.

La stratégie de mise en froid comprend les étapes suivantes :

- (1) une mise en froid préliminaire des installations est réalisée depuis la jetée jusqu'aux réservoirs de GNL et au système d'expédition, afin de vérifier l'intégrité de ces systèmes aux températures cryogéniques. Au cours de ce processus, les compresseurs de gaz d'évaporation et les collecteurs d'évaporation sont aussi vérifiés. Les lyres de dilatation des lignes de déchargement posées dans le caisson en béton resteront découvertes jusqu'à ce que cette vérification ait été effectuée;
- (2) une inspection approfondie de tous les systèmes refroidis et maintenus à basse température est menée (par exemple, vérification des supports de tuyauterie, des ancrages, des guides et des mouvements de tuyauterie en général). L'intégrité et la performance des matériaux isolants sont aussi vérifiées. Au besoin, des ajustements et modifications sont réalisés;
- (3) après l'inspection, les installations sont ramenées aux conditions ambiantes. À cette étape, les couvercles de béton seront placés par-dessus les lyres de dilatation des lignes de déchargement, après quoi un essai final de l'étanchéité du caisson sera réalisé;
- (4) lorsque la date et l'heure d'arrivée du premier méthanier auront été confirmées, la mise en froid finale peut être programmée;
- (5) les réservoirs de GNL et les lignes de déchargement sont mis en froid avec de l'azote liquide vaporisé et poussé par les compresseurs d'évaporation;
- (6) la torchère est mise en service avec du gaz provenant du gazoduc, de façon à pouvoir brûler les vapeurs générées par le déchargement et la mise en froid des réservoirs avec du GNL;
- (7) le méthanier est raccordé et un faible débit de GNL est établi pour mettre en froid les bras de déchargement et le désurchauffeur de la ligne de retour gaz;
- (8) les pompes de surpression sont mises en froid lentement par introduction de GNL;
- (9) le déchargement débute à faible débit en démarrant progressivement et en alternance, les pompes de navires et les pompes de surpression;
- (10) lorsque les conduites de déchargement sont refroidies, le débit de déchargement est augmenté au travers des deux conduites, jusqu'au réservoir de GNL. Le taux de refroidissement des réservoirs généralement recommandé est de  $-3\text{ °C/h}$ . Cette opération devrait donc prendre 60 à 72 heures par réservoir pour atteindre la température d'exploitation ( $-160\text{ °C}$ ). Les réservoirs sont refroidis l'un après l'autre;

- (11) une fois le méthanier déchargé, le circuit de recirculation de GNL dans les lignes de déchargement est mis en opération pour les maintenir en froid;
- (12) le système d'expédition est mis en froid et maintenu en froid, en faisant circuler le GNL à l'aide des pompes d'émission BP;
- (13) les pompes d'expédition HP sont mises en froid lentement par introduction de GNL. Elles sont ensuite mises en marche en utilisant les circuits de recyclage vers les réservoirs;
- (14) le GNL peut ensuite alimenter lentement les vaporiseurs à combustion submergée, d'abord pour déplacer l'azote, puis pour les mettre en service. Le débit peut ensuite être graduellement augmenté si la température du gaz sortant des vaporiseurs le permet;
- (15) une fois le débit d'émission de GNL établi et stabilisé, le circuit de gaz d'évaporation jusqu'au recondenseur peut être mis en service et son débit accru de façon à récupérer un maximum de gaz. Cette opération doit s'effectuer graduellement tout en augmentant le débit d'expédition jusqu'au débit minimum de conception. Une fois le débit minimum d'expédition atteint, on peut augmenter progressivement le débit pour atteindre la capacité recherchée.

Au total, la mise en service d'un réservoir se déroulera sur une dizaine de jours. Les consommables requis sont présentés au tableau 4.12.

**Tableau 4.12 Estimation des principaux consommables requis pour la mise en service**

Étapes de mise en froid	Purge N <sub>2</sub> gazeux (Nm <sup>3</sup> )	Mise en froid préliminaire N <sub>2</sub> liquide (t)	Mise en froid finale		GNL envoyé à la torchère (t)
			N <sub>2</sub> liquide (t)	GNL (t)	
Canalisations	11 000	250	250		
Maintien en froid			270		
Un réservoir	340 000			390	390
<b>Total</b>	<b>351 000</b>	<b>250</b>	<b>520</b>	<b>390</b>	<b>390</b>

## 4.11 EXPLOITATION ET ENTRETIEN

### 4.11.1 Personnel

Environ 70 personnes seront employées à temps plein sur le terminal pour l'exploitation, l'entretien, la sécurité et l'administration.

## **4.11.2 Exploitation des installations**

Les programmes, manuels, procédures et plans applicables à l'exploitation et l'entretien des installations, à la sécurité, à la formation et aux mesures d'urgence seront développés avant la mise en service de terminal, en conformité avec les normes et règlements applicables.

### **4.11.2.1 Organisation de l'exploitation**

Le terminal fonctionne en continu, 24 h sur 24 et 365 jours par année. La rotation des équipes d'exploitation, assure une surveillance et un contrôle permanent des installations.

L'exploitation est en priorité réalisée depuis la salle de contrôle. Des rondes de surveillance sont planifiées. Elles sont destinées à :

- relever les principaux paramètres de fonctionnement des installations, en complément de ceux retransmis en salle de contrôle;
- détecter et prendre les mesures nécessaires en cas d'anomalies de fonctionnement des équipements (bruit anormal, anomalie olfactive ou visuelle ...);
- garantir la sécurité et l'hygiène du site en veillant à ce que le site reste sûr et propre;
- faire le point sur les travaux en cours, en contrôlant les organes condamnés et les périmètres des chantiers;
- réaliser certaines tâches d'entretien.

Le personnel d'exploitation est aussi chargé d'effectuer les essais systématiques des équipements en suivant un programme préétabli. On peut citer en particulier les essais des équipements fixes de sécurité tels que les alarmes, les sirènes, les pompes incendie, les générateurs à mousse, les génératrices de secours, etc.

Les procédures d'exploitation seront écrites pour les différents modes exploitation et pour des situations anormales ou d'urgence comme par exemple la perte de l'alimentation électrique ou du réseau d'air d'instrumentation.

### **4.11.2.2 Modes d'exploitation**

Les quatre principaux modes d'exploitation du terminal sont les suivants :

- terminal en attente;



- expédition sans déchargement de méthanier;
- expédition avec déchargement de méthanier;
- déchargement de méthanier sans expédition.

### **Terminal en attente**

Ce mode d'exploitation survient quand il n'y a ni déchargement de méthanier, ni émission de GNL, ce qui n'arrivera que quelques heures ou quelques jours par an, par exemple en période d'entretien.

Un petit débit de GNL circule dans l'ensemble des conduites afin de maintenir les installations en froid (section 4.8.5). Le GNL circulé est retourné aux réservoirs. Tout excès de gaz d'évaporation est brûlé à la torchère.

### **Expédition sans déchargement**

C'est de très loin, le mode d'exploitation le plus courant.

Dans ce mode, un petit débit de GNL circule dans les lignes de déchargement pour les maintenir en froid. Du côté de l'expédition, le GNL est pompé dans les réservoirs par les pompes de soutirage BP, refoulé vers le recondenseur, les pompes d'expédition HP, les vaporiseurs, le poste de mesurage et envoyé au gazoduc en fonction de la demande. Les gaz d'évaporation sont comprimés et acheminés vers le poste de gaz carburant et vers le recondenseur pour être incorporés au débit d'expédition (si celui-ci est suffisant).

À partir du mode en attente, la séquence de démarrage du système d'expédition est identique à la séquence de mise en service initiale (section 4.10.4 étapes (12) à (15)).

### **Expédition avec déchargement**

Ce mode d'exploitation se produira en moyenne tous les six jours, lorsqu'un méthanier arrive pour décharger sa cargaison.

Dans ce mode, l'expédition fonctionne comme ci-dessus. La circulation de GNL dans les lignes de déchargement est arrêtée. Le navire est connecté au terminal via les bras de déchargement. Le GNL est pompé vers les réservoirs et une grande partie des évaporations produites est comprimée et renvoyée au navire. Le surplus d'évaporation est envoyé au poste de gaz carburant et au recondenseur.

Les opérations de déchargement se déroulent telles que décrites au paragraphe 4.8.

### **Déchargement sans expédition**

La circulation de GNL est arrêtée, le GNL est pompé vers les réservoirs et une partie des évaporations produites est renvoyée au navire. L'expédition étant à l'arrêt, le surplus d'évaporation ne peut être recyclé et doit être brûlé à la torchère.

Ce mode de fonctionnement est exceptionnel et sera évité dans la mesure du possible, car il nécessite de brûler du gaz d'évaporation dans la torchère.

D'autres modes d'exploitation très rares sont également considérés dans la conception des installations.

#### Récupération des gaz d'évaporation du méthanier (très rare)

Dans le cas très improbable où un méthanier amarré à la jetée ne peut ni décharger, ni gérer son propre gaz d'évaporation, le terminal peut récupérer ce gaz pour le renvoyer au recondenseur ou à la torchère, en fonction du mode de fonctionnement du terminal.

#### Purge et chargement des méthaniers (très rare)

Dans de rares circonstances, il peut être demandé au terminal de réaliser la mise en froid des cuves d'un méthanier (après une période de cale sèche par exemple). Cette possibilité est prévue dans la conception du terminal et des procédures particulières seront élaborées afin de permettre ce mode de fonctionnement exceptionnel.

### **4.11.2.3 Gestion des réservoirs de GNL**

La gestion des caractéristiques et des volumes de GNL présents dans les réservoirs est au cœur des programmes d'exploitation du terminal. En effet les réservoirs de GNL sont des éléments de régulation indispensables dans la transformation du GNL en gaz naturel; leur exploitation doit prendre en compte les trois contraintes suivantes :

- d'une part les réservoirs permettent d'assurer la continuité de l'expédition vers le gazoduc, entre deux livraisons de navires. Les volumes contenus dans les réservoirs devront donc toujours être équilibrés entre un volume minimal permettant de sécuriser l'expédition de gaz, et un volume maximal laissant suffisamment de place pour recevoir la prochaine livraison de GNL. Cet équilibre dépend bien sûr très fortement du rythme

d'arrivée des navires et de leur retard potentiel, et implique que le GNL contenu dans les réservoirs puisse être expédié vers le réseau suivant un rythme moyen compatible;

- d'autre part, une période de stockage prolongée peut conduire à un phénomène appelé « vieillissement du GNL ». En effet, au fil du temps, le GNL perd progressivement des composants dont les températures d'équilibre liquide/vapeur sont les plus basses (azote et méthane), ce qui contribue à augmenter sa densité et son pouvoir calorifique. On estime que la capacité calorifique d'un GNL augmente en moyenne de 0,023 % par jour. Le vieillissement pouvant conduire au non respect des spécifications acceptables pour l'expédition de gaz naturel, la rotation des volumes de GNL sur un terminal méthanier est généralement rapide et implique l'ensemble des réservoirs disponibles (pas de stock « dormant »). Dans le cas du terminal Rabaska, cette contrainte sera d'autant plus forte que le vieillissement d'un GNL devra être compensé par une injection supplémentaire d'azote (voir section 4.8.3), entraînant une augmentation de l'énergie consommée et des coûts;
- enfin, les réservoirs recevront des GNL de caractéristiques différentes (voir section 4.2.4) et doivent pour ce faire pouvoir en assurer le mélange. Cette fonction est en effet indispensable pour prévenir le phénomène de stratification. Elle permet également d'homogénéiser le GNL contenu dans les réservoirs, pour obtenir des caractéristiques résultantes les plus constantes possibles, ou tout du moins une plage de caractéristiques beaucoup moins large que celle des GNL déchargés. Les changements brusques dans le procédé de transformation du GNL ou dans l'expédition de gaz naturel peuvent ainsi être évités, tout en optimisant le fonctionnement et la consommation énergétique des équipements (production d'azote en particulier). Les réservoirs permettent donc d'assurer le mélange des GNL, soit lors du déchargement, soit en utilisant les pompes immergées de soutirage (voir section 4.8.3).

Les livraisons de GNL se succédant généralement suivant un cycle établi sur de longues périodes (de l'ordre de l'année), l'exploitant est en mesure de prévoir l'utilisation de ces réservoirs sur les périodes correspondantes. Ces programmes sont ensuite confirmés à la date de chargement du méthanier à l'usine de liquéfaction, puis pendant le voyage (durant de 2 à 3 semaines), et enfin 24 heures avant l'arrivée du méthanier au terminal.

### **4.11.3 Entretien**

#### **4.11.3.1 Organisation de l'entretien**

L'inspection et l'entretien général des installations sont effectués quotidiennement par un effectif constitué du personnel du terminal et d'entrepreneurs spécialisés :

- tout ou une partie de l'entretien de premier niveau (réglages, remplacement d'articles consommables, contrôles...) est assuré par le personnel d'exploitation lors des rondes;
- l'entretien de niveau plus élevé est assuré par le personnel de Rabaska dans le cadre d'interventions programmées, ou par des entrepreneurs spécialisés.

Des plans d'entretien seront élaborés sur la base des recommandations des fournisseurs.

Les équipements et les installations seront en grande majorité inspectés et entretenus en conservant le terminal en exploitation. C'est pourquoi des équipements de réserve sont prévus (section 4.4.5). Toutefois quelques équipements (par exemple les ballons séparateurs, les échangeurs ou les unités de production d'azote) nécessiteront d'arrêter le terminal quelques jours, tous les quatre à six ans.

L'ensemble des codes et normes applicables à la construction, à la mise en service et à l'exploitation des réservoirs à intégrité totale, développé sur presque 30 ans d'expérience, permet de garantir leur intégrité pendant toute leur durée de vie. L'intérieur des réservoirs de GNL ne nécessite donc pas d'inspection dans des conditions normales d'exploitation. Les accessoires (instrumentation, équipements dont les pièces sont en mouvement) sont le plus souvent doublés pour assurer la durée de vie nécessaire.

Le choix des équipements sera fait de façon à assurer le meilleur cycle de vie possible, de même que des conditions optimales d'efficacité, d'entretien et d'exploitation.

#### **4.11.3.2 Principes généraux d'entretien**

Les principes d'entretien du terminal reposeront sur l'utilisation maximale de techniques non destructives.

L'accent est mis sur la surveillance globale de l'état des systèmes. L'entretien est organisé autour de la fiabilité des installations et les inspections sont fondées sur les risques et l'analyse des causes premières des pannes et défaillances, sauf dans les cas où des exigences légales, réglementaires ou autres ont préséance.

Une politique de gestion globale de l'intégrité des installations sera mise en place. Un plan d'entretien sera rédigé, couvrant toutes les pièces d'équipement critiques pour la sécurité, la fiabilité et la disponibilité des installations. Ce plan comprendra les inspections et entretiens périodiques des accessoires de sécurité, des équipements, des appareils sous pression et de la tuyauterie, ainsi que les critères d'évaluation ou de calibration. Son contenu sera alimenté par les pratiques d'inspection et d'entretien préventif recommandées

par les vendeurs, ainsi que par le recours à l'analyse des risques et des modes de défaillance des installations.

Toutes les procédures seront enregistrées dans un système informatisé d'aide à l'entretien, qui servira à gérer et consigner toutes les activités d'entretien dès l'achèvement de la construction des installations (avant la mise en service initiale). Ce système permettra également de planifier les opérations d'entretien et la gestion des ressources nécessaires.

Un ordre de priorité entre toutes les tâches d'entretien est établi pour les étaler dans le temps.

#### **4.11.3.3 Moyens techniques**

##### **Pièces de rechange**

Une exploitation sûre et efficace à long terme nécessite de trouver un équilibre entre les besoins en pièces de rechange pour l'exploitation et un niveau de stocks raisonnable. Pour la plupart des pièces le terminal Rabaska visera une politique de « juste à temps », tout en conservant certains équipements ou pièces de rechange critiques en stock. La politique relative aux pièces de rechange sera établie précisément pendant l'ingénierie détaillée. L'objectif général est de veiller à ce que le terminal satisfasse aux objectifs de sécurité et de disponibilité.

##### **Entrepôt**

Un entrepôt permettra de stocker les pièces de rechange dans des conditions adéquates. Il s'agira d'un bâtiment fermé et à l'épreuve des intempéries. L'entrepôt sera équipé d'un pont roulant et disposera d'espace suffisant pour la circulation de chariots élévateurs. Des détecteurs de fumée et d'incendie y seront installés.

Les produits inflammables ou corrosifs utilisés pour l'entretien et l'exploitation seront stockés dans un local séparé : gaz, huiles, graisses, peintures, nettoyeurs et solvants chimiques, inhibiteurs, etc. Ces produits y seront à l'abri de l'incidence directe des rayons du soleil, du froid et de la pluie. Ce local sera intégralement ventilé.

##### **Ateliers et laboratoire**

Le personnel d'entretien disposera des ateliers, locaux et matériel nécessaires pour effectuer les travaux d'entretien mécanique ou électrique, la vérification et la calibration de l'instrumentation, la vérification et l'entretien du matériel de lutte contre l'incendie.

Un laboratoire proche de la salle de contrôle permettra de stocker des échantillons de gaz (à l'extérieur), de réaliser des analyses ponctuelles et de vérifier la calibration des analyseurs automatiques.

### **Manutention mécanique**

L'accent sera mis sur la capacité d'accéder à l'équipement, de l'immobiliser et de le démonter de façon sécuritaire avec un minimum de répercussions sur la production ou sur les équipements voisins. Les réglementations en matière de manutention mécanique s'appliqueront.

Pendant la phase d'ingénierie détaillée des études de manutention seront réalisées afin de s'assurer de la présence des moyens mécaniques et de l'espace nécessaire, pour réduire au minimum les manutentions manuelles répétitives et potentiellement dangereuses.

Des formations en techniques de manutention mécanique et manuelle seront données à tout le personnel concerné.

### **Surveillance des installations**

Le rendement des installations sera surveillé quotidiennement afin de prévenir très tôt des dérives de fonctionnement et un besoin d'entretien. Les cibles de rendement seront établies et mesurées pendant la période de mise en service et serviront de guide à la surveillance des installations. Les paramètres nécessaires seront surveillés grâce à des instruments de télémétrie ou par des relevés effectués sur place.

Le personnel effectuera des visites régulières de chaque zone du terminal afin d'en vérifier l'état et de détecter très tôt d'éventuelles détériorations. Au moins une inspection visuelle annuelle sera réalisée et enregistrée pour déceler les dommages et la corrosion.

#### **4.11.4 Accès au site et aux installations**

Le contrôle des identités pour accès au site est assuré par du personnel dédié, présent en permanence dans le poste de garde et lorsqu'un navire est à quai, dans la guérite de la jetée.

L'accès aux installations pour travaux d'entretien, tant pour le personnel des entreprises extérieures que pour le personnel du terminal, nécessite l'obtention de permis. On peut notamment citer les permis suivants délivrés par le personnel habilité d'exploitation:

- permis de feu;
- permis de fouille;
- permis de circulation;
- attestation de consignation électrique.

#### 4.11.5 Programme de formation

La formation du personnel du terminal Rabaska débutera plusieurs mois avant la mise en froid et la mise en service du terminal. En particulier le personnel d'exploitation et d'entretien recevra une formation sur le GNL et l'exploitation des terminaux méthaniers par Gaz de France, au travers notamment de cours et de stages pratiques sur un de ses terminaux.

Un programme de formation obligatoire, conforme aux codes applicables, sera mis en place pour assurer la protection du personnel, des installations et de l'environnement du terminal. Ce programme comprendra notamment :

- **les règlements et procédures de sécurité applicables à l'exploitation quotidienne des installations** - cela comprend, entre autres les numéros d'urgence, les alarmes, les procédures d'évacuation, les équipements de protection et les comportements appropriés, etc. Tout le personnel, de même que les entrepreneurs devront suivre cette formation avant d'être autorisés à entrer sur le site;
- **les pratiques et procédures en cas de fuite de gaz naturel, d'épandage de GNL ou d'incendie** - tout le personnel ainsi que les entrepreneurs seront formés sur la conduite à tenir et sur les procédures d'alerte. De plus le personnel d'exploitation recevra une formation spécifique pour maîtriser ces incidents et pour lutter contre l'incendie. Des exercices réguliers seront pratiqués;
- **l'identification des produits chimiques et des procédures appropriées** - cette formation sera donnée à tout le personnel, de même qu'aux entrepreneurs afin d'éviter toute blessure ou intoxication;
- **les pratiques et procédures pour assurer la protection de l'environnement** - cette formation sera donnée à tout le personnel d'exploitation et d'entretien (y compris les entrepreneurs intervenant régulièrement) afin d'assurer une intervention efficace en cas d'incident touchant l'environnement;
- **les procédures de sûreté et de protection du site** - cette formation sera obligatoire pour tous les agents de sûreté, ainsi que pour le personnel d'entretien et d'exploitation.

Elle aborde entre autres les mesures de sécurité, les systèmes de surveillance, les rondes de garde et les comportements appropriés;

- **les procédures d'exploitation des équipements et des différents systèmes** - cette formation sera donnée à tout le personnel d'exploitation et d'entretien. Elle assurera la bonne exploitation des installations et la mise en place des mesures appropriées pour maintenir un fonctionnement sûr et efficace des installations.

De plus, le personnel du terminal, et plus particulièrement le personnel d'exploitation, est formé à la lutte contre l'incendie. Il est à même de mettre en œuvre et d'utiliser les moyens fixes pilotables et mobiles de lutte contre l'incendie, dans les plus brefs délais : camions incendie, générateurs à mousse, extincteurs, lances à eau, etc.

Le programme de formation comprendra une politique écrite sur la formation des intervenants, les objectifs généraux du programme, les types et les moyens de formation, les tests, la fréquence de la formation et les moyens de s'assurer de son efficacité.

Le programme de formation sera conforme à toutes les exigences réglementaires, y compris celles qui figurent dans le Code canadien du travail.

#### **4.12 DÉMANTÈLEMENT**

Le terminal et toutes les installations associées sont conçus et construits pour être opérés pour une période d'au moins 45 ans. Comme cela se fait couramment dans l'industrie, la durée de vie des installations peut être allongée substantiellement si l'entretien est fait régulièrement en utilisant des techniques appropriées. Éventuellement, cependant, il faudra procéder à la démobilitation du site ce qui sera fait conformément aux exigences réglementaires du moment.

#### **4.13 NUISANCES ET REJETS LIÉS AUX ACTIVITÉS DE CONSTRUCTION**

##### **4.13.1 Sources de bruit**

Durant la construction, des équipements tels que des pelles mécaniques, des bétonnières, des camions et des grues, seront utilisés sur le chantier. Les travaux de préparation du site et de mise en place des fondations incluant l'installation des pieux à la jetée et le bétonnage des réservoirs représentent les activités les plus susceptibles de causer un impact sonore.

Par ailleurs, le transport de matériaux granulaires pour la préparation du site et des fondations nécessitera le passage de camions sur les routes locales, généralement entre



7 h à 19 h. Les camions et les bétonnières vont accéder au site via la route 132 ou l'autoroute 20 si un accès est autorisé par le MTQ. Pendant la période de construction, entre 25 et 600 voitures et 25 et 150 camions vont fréquenter le site chaque jour (voir tableau 4.13 ci-dessous).

**Tableau 4.13 Nombre de véhicules desservant le site chaque jour**

Période	2007										2008									
	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	
Voitures	25	50	50	50	60	60	80	90	60	50	80	300	400	600	650	650	600	525	450	
Camions	25	25	25	80	90	120	130	120	70	60	100	140	140	180	180	140	130	100	110	
<b>TOTAL</b>	<b>50</b>	<b>75</b>	<b>75</b>	<b>130</b>	<b>150</b>	<b>180</b>	<b>210</b>	<b>210</b>	<b>130</b>	<b>110</b>	<b>180</b>	<b>440</b>	<b>540</b>	<b>780</b>	<b>830</b>	<b>790</b>	<b>730</b>	<b>625</b>	<b>560</b>	
Durée du trafic	<-----10 h/jour ----->										<----- 24 h/jour ----->									
Période	2008		2009										2010							
	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	
Voitures	300	200	200	220	240	280	330	350	450	450	320	250	150	120	150	180	200	120	80	
Camions	110	80	80	80	70	70	90	120	130	140	140	130	100	80	80	110	80	80	60	
<b>TOTAL</b>	<b>410</b>	<b>280</b>	<b>280</b>	<b>300</b>	<b>310</b>	<b>350</b>	<b>420</b>	<b>470</b>	<b>580</b>	<b>590</b>	<b>460</b>	<b>380</b>	<b>250</b>	<b>200</b>	<b>230</b>	<b>290</b>	<b>280</b>	<b>200</b>	<b>140</b>	
Durée du trafic	<----- 10 h/jour ----->																			

Les principales activités génératrices de bruits pendant les travaux de construction sont :

### Construction des réservoirs de GNL

La fabrication et le coulage du béton pour la construction des enceintes externes des réservoirs de GNL s'effectuent en continu 24 heures sur 24. Les matériaux pour la fabrication du béton et l'acier d'armature seront transportés au site par 15 000 voyages s'échelonnant sur une période de 6 mois soit environ 100 camions par jour. À cette circulation il faut ajouter la main d'œuvre, évaluée à environ 175 véhicules par équipe à raison de trois équipes par jour pour un total de 525 voyages.

La soudure et le montage de la cuve interne des réservoirs, la mise en place de l'isolant, des accessoires et les finitions occupent une période d'environ 18 mois. L'acier est livré sur le site par camion, par contre, l'assemblage se fait à l'intérieur des enceintes de béton ce qui limite la diffusion du bruit à l'extérieur du chantier.

### Construction installations terrestres

La construction du reste des installations terrestres va nécessiter 50 à 80 camions par jour sur une période de 18-24 mois. Les activités pourront être sensiblement ralenties en hiver.

## **Construction des lignes cryogéniques de GNL entre la jetée et les installations terrestres**

La construction du corridor de service prend environ 18 mois avec une période hivernale d'arrêt ou de ralentissement des activités. Les activités de construction telles que l'excavation, le remplissage, le bétonnage et la mise en place des conduites requièrent environ 70-90 camions par jour.

### **La jetée**

La fourniture de matériel pour la jetée arrive par la route 132 et le fleuve Saint-Laurent. Les équipements les plus lourds sont livrés par le fleuve. L'installation des pieux et du tablier s'étale sur environ 24 mois, avec deux périodes hivernales d'arrêt ou de ralentissement des activités.

#### **4.13.2 Sources de poussières**

La circulation de camions sur le site durant les travaux de préparation du terrain constitue une source d'émission de poussières qui peut être contrôlée au moyen d'abats poussières (eau ou autre substance autorisée) lorsque nécessaire. La route d'accès sera pavée au début de la construction pour limiter les émissions de poussières pour les résidents vivant près de la route 132.

#### **4.13.3 Déchets de construction**

Durant la construction du terminal, divers déchets seront générés pour lesquels un mode de gestion et de contrôle conforme aux bonnes pratiques et aux réglementations applicables sera mis en place. Les principaux déchets de construction sont le bois, le métal, les papiers et cartons.

Les matériaux de construction pouvant être récupérés, réutilisés, recyclés, valorisés seront mis de côté et envoyés à des sites de récupération. Les autres matériaux seront transportés par des entrepreneurs spécialisés vers des sites d'élimination autorisés.

Les matériaux d'excavation seront réutilisés sur place pour ériger les talus ou stockés provisoirement pour être utilisés comme matériaux de remblais. Les travaux sont organisés pour éviter d'exporter des déblais hors site (section 4.9.3).

#### **4.13.4 Huiles usées de vidange**

La plupart des équipements roulants seront entretenus dans des installations situées à l'extérieur du site des travaux. Par contre, pour certains équipements moins mobiles tels que les pelles hydrauliques ou les grues, les vidanges pourraient être effectuées sur le site par les propriétaires des équipements (entrepreneurs).

Une procédure spéciale sera mise en place pour gérer ces activités et pallier à tout risque de contamination du sol. Cette procédure inclura l'obligation d'effectuer les changements d'huile à une distance d'au moins 10 m des fossés de drainage et d'utiliser un géotextile absorbant, une géomembrane imperméable ou un bac de récupération pour éviter tout déversement sur le sol. L'entreposage des huiles usées sur le site sera interdit et les entrepreneurs devront disposer de leurs huiles usées, conformément au règlement en vigueur, au fur et à mesure qu'elles sont générées.

#### **4.13.5 Déchets domestiques**

Les déchets domestiques et de bureaux proviennent pour l'essentiel des roulottes de chantier et sont principalement composés de déchets de table et de papiers de rebut. Ces types de déchets sont récupérés par des entrepreneurs spécialisés et éliminés à un site autorisé.

#### **4.13.6 Déchets sanitaires**

Des toilettes chimiques sont installées près des aires de construction. Une firme spécialisée est chargée de la vidange périodique et de l'élimination des déchets dans un site autorisé.

#### **4.13.7 Eaux de ruissellement**

Des fossés périphériques captent les eaux à l'extérieur du chantier pour éviter qu'elles n'entrent sur le site de construction.

Les eaux de ruissellement du chantier sont canalisées vers des bassins de sédimentation avant d'être rejetées au ruisseau Saint-Claude. Le fond du bassin est recouvert d'un géotextile afin de filtrer les sédiments en suspension et si nécessaire, des ballots de pailles seront ajoutés afin de s'assurer que les eaux rejetées à l'environnement respectent un contenu en MES inférieures à 25 mg/l.

Le bassin de sédimentation utilisé pendant la mise en place des conduites cryogéniques et la construction du tunnel et de la route d'accès entre la route 132 et la jetée, deviendra la cuvette de rétention en cas de déversement de GNL en phase d'exploitation.

#### **4.14 REJETS LIÉS À L'EXPLOITATION**

Cette section décrit les rejets atmosphériques, liquides et solides liés à l'exploitation du terminal de même que les technologies de traitement qui seront installées afin de minimiser ces rejets.

##### **4.14.1 Rejets atmosphériques du terminal**

Les fumées de combustion des vaporiseurs de GNL constituent les principaux rejets en continu à l'atmosphère du terminal. D'autres sources intermittentes sont aussi présentes: les pompes incendie à moteur diesel, les génératrices de secours, la torchère et les émissions fugitives de gaz naturel.

Les méthaniers sont aussi une source d'émissions atmosphériques, principalement durant le déchargement, de même que les remorqueurs assistant les méthaniers à l'accostage et à l'appareillage.

Cette section présente une estimation des émissions de contaminants atmosphériques, oxydes d'azote (NOx), monoxyde de carbone (CO), dioxyde de soufre (SO<sub>2</sub>), matières particulaires et gaz à effet de serre (GES) reliés à chacune de ces sources. Le choix des équipements (modèle, fabricant) n'étant pas fixé, des émissions typiques sont présentées pour chacune des sources. Les équipements qui seront finalement sélectionnés le seront en fonction du respect des normes d'émission spécifiées au Règlement sur la Qualité de l'atmosphère ou au projet de modification au règlement sur la qualité de l'atmosphère lorsque celui-ci sera adopté.

En général, les émissions sont estimées à partir des consommations de gaz naturel ou de la puissance des moteurs et des facteurs d'émission AP-42 de l'US-EPA. Ces facteurs d'émission (quantité de contaminant/quantité de carburant brûlé) représentent une moyenne des émissions par type de source existante. Comme les équipements utilisés seront nouveaux, les émissions réelles de contaminants seraient vraisemblablement plus faibles.

#### **4.14.1.1 Vaporiseurs de GNL**

Les émissions atmosphériques du terminal seront essentiellement composées des gaz d'échappement provenant des brûleurs des vaporiseurs à combustion submergée. En régime nominal de fonctionnement, environ 27 MW par vaporiseur sont nécessaires pour regazéifier 150 tonnes de GNL par heure (environ 350 m<sup>3</sup>/h), avec une température minimale de gaz de 7 °C en sortie. Le tableau 4.14 présente la composition typique des gaz s'échappant de la cheminée des vaporiseurs en fonction sur le site. Les débits indiqués correspondent à un vaporisateur. Rappelons qu'il y a quatre vaporiseurs et qu'en régime nominal, seulement trois des quatre vaporiseurs suffisent à la tâche.

Comparativement à la combustion du gaz naturel dans des chaudières conventionnelles, les gaz des vaporiseurs contiennent moins de vapeur d'eau à cause de la faible température d'émission. En effet, une bonne fraction de la vapeur produite par la combustion du gaz est condensée lors du barbotage des gaz de combustion dans le bain du vaporiseur. Les émissions de matières particulaires sont considérées comme négligeables parce que le combustible est du gaz naturel qui produit peu de particules au départ et parce que l'eau avec laquelle les gaz de combustion entrent en contact retient la plus grande partie de celles qui se forment. Cette eau retient également une partie du CO<sub>2</sub> et des oxydes d'azote, ce qui contribue à acidifier le bain, mais la fraction de ces gaz qui est captée est négligée dans le calcul des émissions atmosphériques; par prudence on suppose que tout le CO<sub>2</sub> et tous les NO<sub>x</sub> formés sont émis à l'atmosphère.

#### **4.14.1.2 Génératrices de secours au diesel**

Les installations terrestres sont dotées d'une génératrice de secours de 2 MW et la jetée d'une génératrice de 250 kW. Chaque semaine pendant environ 30 minutes, ces génératrices sont mises à l'essai sans charge. Les gaz chauds du moteur sont émis à une hauteur sécuritaire via une cheminée verticale.

**Tableau 4.14 Composition typique des émissions atmosphériques des vaporiseurs**

	Valeur			Unités
<b>Caractéristiques du gaz naturel</b>				
Masse volumique (15 °C)	0,757			kg/m <sup>3</sup>
Pouvoir calorifique supérieur (par volume, à 15 °C)	41,32			MJ/m <sup>3</sup>
Pouvoir calorifique supérieur (massique)	54,58			MJ/kg
Alimentation en gaz naturel	1 781			kg/h
	27			MW
<b>Gaz de combustion</b>				
Température à la cheminée	40			°C
Diamètre de la cheminée	0,92			m
Hauteur de la cheminée*	15			m
Vitesse des gaz	14,2			m/s
Débit massique	37 994			kg/h
Débit volumique (normal)	29 623			Nm <sup>3</sup> /h
Débit volumique (actuel)	33 963			Am <sup>3</sup> /h
<b>Composition des gaz de combustion</b>	<b>(% vol)</b>		<b>(% masse)</b>	
N <sub>2</sub>	78,7		76,7	
O <sub>2</sub>	4,6		5,2	
CO <sub>2</sub>	8,5		13,0	
H <sub>2</sub> O	7,3		4,6	
Contaminants	NOx	CO	SO <sub>2</sub>	
Masse molaire	46	28	64	
Facteur d'émission**	26	35,4	1,34	g/GJ à l'alimentation
Concentration	85	116	4	mg/Nm <sup>3</sup>
	41,5	92,9	1,5	ppm (vol)
	44,8	100,2	1,7	ppm (vol, sec)
	50,5	112,9	1,9	ppm (vol, sec, 3 %O <sub>2</sub> )
Taux d'émission	2,53	3,44	0,13	kg/h

\* Hauteur finale à être revue à l'étape de l'ingénierie détaillée

\*\* NOx: norme proposée au projet de modification au règlement sur la qualité de l'atmosphère pour les appareils de combustion inférieur à 30 MW à l'alimentation.

CO: Facteur d'émission AP-42 pour la combustion du gaz naturel.

SO<sub>2</sub>: Bilan du soufre dans le gaz naturel.

Les facteurs d'émission AP-42 pour les gros moteurs diesel ont été utilisés avec une teneur en soufre du carburant diesel de 0,05 % pour l'estimation des émissions.

#### 4.14.1.3 Pompes d'eau incendie au diesel

Les pompes d'eau incendie au diesel doivent être mises à l'essai chaque semaine pendant 30 minutes tel que requis par le NFPA (National Fire Protection Association). Ces pompes

ont une puissance de 380 kW chacune. Deux pompes sont situées à la jetée et deux autres sur les installations terrestres.

Les facteurs d'émission AP-42 pour les gros moteurs diesel ont été utilisés avec une teneur en soufre du carburant diesel de 0,05 % pour l'estimation des émissions.

#### **4.14.1.4 Torchère**

La torchère a été conçue pour être utilisée dans plusieurs situations différentes :

- la majeure partie du temps, elle va tout simplement brûler suffisamment de combustible pour entretenir la flamme du pilote. Les besoins en combustible du pilote sont évalués à 50 kg/h;
- lorsque le terminal est en mode d'attente (arrêt du terminal), la torchère doit être utilisée pour brûler le surplus de vapeur de GNL qui est généré dans les réservoirs et par la recirculation de GNL pour le maintien en froid des installations. Ceci constitue une situation opérationnelle fortuite, plutôt qu'une situation d'urgence, qui ne devrait pas survenir plus de 48 heures par année à un taux d'alimentation de la torchère estimé à 11 t/h de gaz naturel;
- la torchère est aussi utilisée pour détruire les vapeurs produites et collectées dans des cas de fonctionnement anormaux ou d'urgence. La quantité maximale de gaz qui pourrait être dirigée vers la torchère est estimée à 165 t/heure, pour moins de huit heures par année en moyenne (cette estimation est prudente en incluant des cas de fonctionnement à débit moindre).

Pour l'estimation des émissions de la torchère, les facteurs d'émissions AP-42 pour les torchères industrielles ont été utilisés conjointement aux modes d'opérations présentés précédemment. De plus, pour l'estimation des émissions de méthane (gaz à effet de serre), un facteur d'efficacité de destruction minimum de 98 % a été considéré, le 2 % restant étant considéré comme du méthane pour l'estimation des émissions.

#### **4.14.1.5 Émissions fugitives**

Les émissions fugitives sont constituées d'un ensemble d'échappements ou de fuites, principalement d'hydrocarbures légers, provenant d'un grand nombre de sources mineures telles que les rejets des soupapes et événements non collectés et les fuites sur les tiges de vanne, les joints d'étanchéité, les brides, etc. Des recherches sur des sites ayant des opérations similaires ont fait ressortir que de faibles niveaux d'émissions fugitives de gaz de

l'ordre de 100 t/an peuvent être atteints. Ces émissions sont essentiellement composées de méthane.

#### **4.14.1.6 Navires et remorqueurs**

Quatre remorqueurs assisteront les méthaniers lors de l'accostage et deux remorqueurs seront nécessaires lors de l'appareillage. En plus des émissions atmosphériques des remorqueurs et des méthaniers lors des manœuvres, des émissions sont reliées aux moteurs des génératrices alimentant les pompes de déchargement présent sur les méthaniers.

Pendant les manœuvres, la puissance requise des remorqueurs est variable. Pour fins d'estimation des émissions, il a été supposé que les émissions de l'ensemble des remorqueurs équivalaient aux émissions d'un remorqueur diesel de 4 MW à pleine puissance durant 6 heures pour un cycle d'accostage et d'appareillage.

Lors du déchargement du méthanier, la puissance requise par les pompes de ce dernier est de l'ordre de 6 MW durant la durée du déchargement (12-14 heures). Étant donné que le type d'équipement peut varier d'un navire à l'autre, il est estimé que les émissions d'un méthanier sont équivalentes à celles d'un groupe à moteur diesel de 6 MW opérant durant 20 heures, ce qui permet de tenir compte des émissions du navire à bas régime lors de l'accostage et de l'appareillage.

Les facteurs d'émission AP-42 pour les gros moteurs diesel ont été utilisés avec une teneur en soufre du carburant diesel de 0,5 %.

Finalement, les émissions annuelles sont basées sur une fréquence de 60 navires méthaniers par année.

#### **4.14.1.7 Bilan des émissions de contaminants et de gaz à effet de serre**

Le tableau 4.15 présente le bilan annuel de contaminants et de gaz à effet de serre du terminal et des navires (méthaniers et remorqueurs) dans la zone d'étude.

Les vaporiseurs sont la source principale de GES et de NOx. Les navires contribuent aussi significativement aux émissions atmosphériques totales, surtout au niveau des NOx et du SO<sub>2</sub>. Enfin, la torchère est une source significative de GES, mais les émissions (ég. CO<sub>2</sub>) seraient beaucoup plus importantes si les gaz captés et envoyés à la torchère étaient simplement libérés à l'atmosphère. À nombre de tonnes égales, le méthane (CH<sub>4</sub>) rejeté à l'atmosphère contribue environ 21 fois plus à l'effet de serre que le dioxyde de carbone



(CO<sub>2</sub>). Dans le cas d'une combustion par une torchère, une molécule de méthane brûlé produit une molécule de dioxyde de carbone, ce qui, ramené au poids, réduit d'environ 7,6 fois les émissions (éq. CO<sub>2</sub>).

Concernant les contaminants classiques, le terminal est une source marginale de CO, de SO<sub>2</sub> et de matières particulaires et n'est pas un émetteur important de NOx, même en tenant compte de l'ensemble des sources.

**Tableau 4.15 Bilan des émissions atmosphériques et des gaz à effet de serre (t /an)**

Sources	Hypothèses (*)	CO	NOx	PM	SO <sub>2</sub>	GES			
						CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	éq. CO <sub>2</sub>
Vaporiseurs de GNL	3 x 27 MW à l'année	90	66	0	3,4	129 514	2,5	2,3	130 268
Torchère	98 % destruction								
Pilote	0,05 t/h, à l'année	3,8	0,7	0	0,03	1 188	8,8	0,02	1 378
Terminal en mode d'attente	11 t/h, 48 h/an	4,6	0,8	0	0,04	1 432	10,6	0,02	1 661
Urgence	165 t/h, 8 h/an	11,5	2,1	0	0,10	3 580	26,4	0,06	4 154
Sous-total torchère		19,8	3,6	0	0,17	6 200	45,7	0,11	7 193
Pompes incendie de secours	2 x 380 kW (jetée), 2 x 380 kW (installations terrestres) 30 minutes par semaine	0,12	0,29	0,02	0,01	26	0,0012	0,0008	26
Génératrices de secours	1 x 250 kW (jetée) 1 x 2 MW (installations terrestres I) 30 minutes par semaine	0,36	0,85	0,05	0,03	76	0,0036	0,0022	77
Émissions fugitives	Typique pour ce type d'installation	0	0	0	0	0	100	0	2 100
<b>Total (terminal)</b>		<b>111</b>	<b>71</b>	<b>0</b>	<b>4</b>	<b>135 815</b>	<b>148</b>	<b>2</b>	<b>139 664</b>
Navires et remorqueurs	60 arrivages par an								
Méthaniers	6 MW diesel durant 20 heures par arrivage	24	57	3,1	18	5 078	0,24	0,15	5 129
Remorqueurs	Équivalent à un remorqueur de 4 MW diesel durant 6 heures par arrivage	5	11	0,6	4	1 016	0,05	0,03	1 026
<b>Sous-total navires</b>		<b>29</b>	<b>68</b>	<b>3,7</b>	<b>21</b>	<b>6 094</b>	<b>0,29</b>	<b>0,18</b>	<b>6 155</b>
<b>Grand total</b>		<b>140</b>	<b>139</b>	<b>4</b>	<b>25</b>	<b>141 909</b>	<b>149</b>	<b>3</b>	<b>145 819</b>

(\*) Cette colonne présente les hypothèses posées pour arriver à calculer les émissions sur une base annuelle.

Les émissions (excluant le transport du GNL et l'utilisation finale) de gaz à effet de serre (GES) pour le terminal et le navire à quai sont évaluées à 0,146 Mt éq. CO<sub>2</sub> par année.

Ces émissions correspondent à 0,16 % des émissions québécoises (91,5 Mt par année) et 0,020 % des émissions canadiennes (731 Mt par année) en 2002.

#### 4.14.2 Gestion des eaux usées et des eaux de ruissellement

La figure 4.20 de l'annexe A illustre la gestion des eaux au terminal. Les eaux usées générées au terminal seront ségréguées selon leur provenance afin d'être traitées de manière à répondre aux exigences du MDDEP. Les rejets liquides sont présentés au tableau 4.16.

##### 4.14.2.1 Eaux usées sanitaires

Les eaux usées domestiques proviendront des installations sanitaires. Le débit maximal prévu est de 80 % de la consommation d'eau potable ou environ 12 m<sup>3</sup>/j. Le tableau 4.17 présente les caractéristiques des eaux usées domestiques.

**Tableau 4.16 Principaux rejets liquides**

Type et source d'eau usée	Débit	Traitement
Eaux usées sanitaires: Bâtiment administratif, salle de contrôle, laboratoire, ateliers, entrepôts, station incendie.	12 m <sup>3</sup> /h max.	Fosse septique et champ d'épuration.
Eaux provenant du laboratoire.	Puisard d'une capacité de 2 m <sup>3</sup>	Collecte périodique par camion aspirateur pour élimination à un site autorisé.
Eaux huileuses: Génératrice de secours, entreposage du diesel, drains des bases des pompes, trappes à huiles des compresseurs des gaz de vaporisation.	DNN à 7,5 m <sup>3</sup> /h	Eaux mélangées aux hydrocarbures recueillies dans des puisards et collectées par camion aspirateur pour élimination à un site autorisé.
Trop plein des vaporiseurs, neutralisé avant rejet.	8,8 à 12,5 m <sup>3</sup> /h	Neutralisation et décharge vers le bassin de sédimentation puis vers l'environnement.
Eaux de ruissellement du site et venues d'eau souterraine: Aire des immeubles, aire de service, cuvettes de rétention de GNL.	Variable	Effluent au bassin de sédimentation puis à l'environnement.

DNN = Débit normalement nul.

Sur les installations terrestres, les eaux sanitaires des bâtiments sont acheminées par gravité vers une fosse septique où la matière organique sera décantée et décomposée et le surnageant envoyé vers un champ filtrant aménagé sur le site. La fosse sera nettoyée environ une fois par année par camion d'aspiration et les résidus traités hors site.

La capacité totale est basée sur la présence de tous les employés du terminal 365 jours/an. Pendant les courtes périodes où la présence de personnel sera plus importante (arrêts pour entretien par exemple), la fréquence de vidange sera augmentée ou des installations temporaires seront mises en place.

Le secteur de la jetée n'a pas de système d'égout mais est équipé de toilettes chimiques qui seront vidées par un entrepreneur local.

**Tableau 4.17**      **Caractéristiques des eaux usées domestiques avant traitement**

Caractéristiques	Unité	Valeur moyenne	Valeur maximale
Débit	(m <sup>3</sup> /jour)	12	29
DBO total	(mg/L)	200	450
Solides en suspension	(mg/L)	180	380
Phosphore total	(mg/L))	10	20
Azote total Kjeldahl	(mg/L)	25	100
Azote ammoniacal	(mg/L)	20	25
Température	(°C)	15	25

#### **4.14.2.2**      **Eaux de ruissellement ou de lavage du site**

Les eaux de ruissellement dues à la pluie, au lavage, aux décharges d'eau incendie lors des essais périodiques ou au débordement de réservoir d'eau, seront collectées de deux manières.

##### **Eau propre**

Dans les zones dépourvues de contaminants (graisse, huile, hydrocarbures, produits chimiques), les eaux de ruissellement sont captées grâce aux fossés de drainage parcourant les installations terrestres (ces fossés sont représentés sur la figure 4.9 de l'annexe A). Ces zones sont :

- les aires étanches, les routes, les toitures et les bâtiments ne contenant pas de contaminants;
- les points bas et les cuvettes de rétention où l'eau est pompée pour être renvoyée vers les fossés.

L'eau s'écoulant dans les fossés de drainage est dirigée vers un bassin de sédimentation, puis de là vers le ruisseau Saint-Claude.

##### **Eau huileuse**

Dans certaines zones, les eaux de ruissellements ou de lavage peuvent être potentiellement contaminées par l'huile :

- les stockages et les équipements diesel (pompes incendie et génératrices);
- les transformateurs de puissance;
- les équipements utilisant de l'huile de lubrification (compresseurs d'évaporation).

Ces zones sont équipées pour collecter toute fuite éventuelle, soit en aménageant des surfaces étanches avec une pente adéquate vers un point bas, soit en installant une cuvette de rétention sous les équipements. Ces cuvettes sont suffisantes pour collecter 100 % du plus grand volume d'huile. Lorsque ces cuvettes sont situées à l'extérieur, elles sont surdimensionnées de 25 % pour tenir compte du volume de la neige.

Les liquides ainsi récupérés sont suivant les cas, soit collectés dans un puisard qui sera vidangé régulièrement par camion d'aspiration, soit dirigés vers un déshuileur, où l'eau se sépare de l'huile et peut être ainsi renvoyée vers les fossés de drainage. L'huile résiduelle est aspirée par camion.

### **Effluents chimiques**

Suivant les mêmes principes que pour l'eau huileuse, les zones où il existe un risque de fuite de produits chimiques sont équipées de systèmes de captation :

- le stockage et les pompes de soude caustique;
- les effluents du laboratoire.

Les liquides sont récupérés dans des puisards qui sont vidangés régulièrement par camion d'aspiration.

### **Mousse incendie**

Le produit utilisé pour la fabrication de la mousse (propriétés de l'annexe J) est biodégradable et non toxique pour les organismes aquatiques à la concentration utilisée pour combattre les incendies. La mousse générée lors des essais annuels se désagrège en quelques heures sans laisser de trace.

#### **4.14.2.3 Eaux de rejet du procédé**

### **Rejets des vaporiseurs**

Lorsqu'ils sont en opération, les vaporiseurs génèrent de l'eau en raison de la condensation des gaz de combustion. Pour maintenir l'eau des vaporiseurs à un niveau constant, le trop-

plein neutralisé qui devait être déversé vers le fossé de drainage à un débit d'environ 11 m<sup>3</sup>/h ce qui correspond à trois vaporiseurs en régime nominal, sera plutôt rejeté au fleuve à titre de mesure d'atténuation pour protéger l'environnement. Le tableau 4.18 montre les caractéristiques de cet effluent.

**Tableau 4.18**      **Qualité des effluents des vaporiseurs**

Paramètre	Trop-plein du bain des vaporiseurs
Nitrites et nitrates de sodium	1 500 mg/L
Carbonates de sodium (Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> )	380 mg/L
Température	Environ 33 °C
PH	entre 6.5 et 9.0

### Rejet des sécheurs d'air

Les sécheurs d'air, utilisés pour la production d'air comprimé et d'azote, condensent l'eau contenue dans l'air et produisent de petites quantités d'eau pure. Cette eau est rejetée dans les fossés de drainage.

#### 4.14.2.4 Collecte des déversements de GNL

Les installations terrestres et la jetée seront pourvues d'un système de collecte des déversements et de cuvettes de rétention en cas d'urgence de façon à ce que les déversements éventuels soient contenus sur une surface la plus restreinte possible afin de limiter les évaporations. Ces cuvettes sont localisées sur une plate-forme du poste d'amarrage, sur les installations riveraines et sur les installations terrestres, et sont munies de détection de froid pouvant signaler un déversement de GNL. Les précipitations captées par ces cuvettes seront propres et régulièrement rejetées vers l'environnement.

#### 4.14.3 Autres déchets liquides et solides

Le terminal générera d'autres déchets liquides ou solides, déchets domestiques, déchets de bureau, emballages, huiles usées, solvants, etc. Ces déchets seront triés pour être recyclés ou éliminés par des entreprises locales agréées. En particulier, les matières résiduelles potentiellement dangereuses seront entreposées selon le règlement sur les matières dangereuses et acheminées à des éliminateurs/recycleurs autorisés.

#### **4.14.3.1 Huiles et solvants usés**

Les huiles usées provenant des divers équipements seront mises en barils puis transportées hors du site par une firme autorisée.

L'entretien de l'équipement nécessitera également l'usage de petites quantités de solvants pour l'entretien mécanique. Les solvants usés seront entreposés sur le site dans le dépôt temporaire de matières dangereuses et transportés hors du site par une firme autorisée.

#### **4.14.3.2 Déchets domestiques et de bureau**

Les déchets domestiques générés par le terminal seront recueillis et éliminés par les entrepreneurs mandatés par la Ville de Lévis pour la collecte des déchets. Par contre, les rebuts de bureau, tels le papier et le carton, seront envoyés au recyclage.

### **4.15 NUISANCES LIÉES À L'EXPLOITATION**

#### **4.15.1 Bruit pendant l'exploitation**

Certaines composantes du terminal sont des sources de bruit qui peuvent affecter le milieu sonore environnant. Les principales sources de bruit sont :

##### **Sur les installations terrestres:**

- les compresseurs de gaz d'évaporation et les tuyauteries environnantes;
- les vaporiseurs;
- les unités de production d'azote;
- les pompes d'expédition;
- les transformateurs;
- la torchère (utilisation sporadique).

##### **À la jetée :**

- les pompes de surpression;
- les transformateurs;
- les méthaniers à quai;
- les remorqueurs.

Le terminal sera également muni de génératrices de secours et de pompes incendie diesel. Ces équipements ne seront pas utilisés pour l'opération normale du terminal.

#### 4.15.2 Nuisances visuelles

Le cadre visuel sera modifié par la présence des installations du terminal. Afin de limiter la visibilité des installations terrestres, des talus seront érigés et des plantations d'arbres seront faites aux endroits stratégiques.

En ce qui concerne la luminosité en période nocturne, les valeurs recommandées par le « Illuminating Engineering Society » seront appliquées, soit :

- stationnement : 2 - 5 lux;
- route d'accès : 7 lux;
- accès/barrière : 50 lux;
- secteur de la jetée : 20 lux sans navire à quai;  
50 lux avec navire à quai.

À titre de comparaison, les niveaux d'illumination couramment employés sur les routes asphaltées, et qui sont conformes au « Illuminating Engineering Society » sont :

- autoroute : 13 lux;
- route collectrice : 10 lux;
- rue résidentielle : 4 lux;
- stationnement avec circulation : 8 lux.

Autant que possible, un éclairage surbaissé sera privilégié afin d'atténuer l'impact visuel de ce dernier. L'éclairage sera orienté de manière à éviter de perturber les zones habitées situées à proximité du terminal.

#### 4.16 Coûts

Tous les coûts sont exprimés en dollars canadiens constants de 2005 et reflètent les conditions économiques actuelles.

Les coûts des immobilisations pour le terminal Rabaska sont estimés à 774,7 millions de dollars. Ces coûts ne comprennent pas les coûts d'immobilisation du gazoduc qui sont de 65,5 millions et sont traités au tome 4. Ils sont résumés dans le tableau 4.19 suivant.

**Tableau 4.19 Coûts des immobilisations**

	<b>Coûts (Millions \$)</b>
Coûts de construction	
Infrastructures de la jetée	79,6
Installations de déchargement et corridor de service	94,1
Préparation de site et travaux civils <sup>(1)</sup>	46,8
Réservoirs GNL	148,0
Bâtiments, installations et équipements	210,1
Ingénierie, gestion de projet et contingences	124,9
Sous-total – Construction	703,5
Coûts de développement	71,2
<b>Total des immobilisations <sup>(2)</sup></b>	<b>774,7</b>

(1) Incluant les coûts d'acquisition de terrain.

(2) Excluant les coûts de financement.

Les coûts d'exploitation annuels sont donnés en fonction d'une composition moyenne de GNL. Ils sont présentés dans le tableau 4.20.

**Tableau 4.20 Coûts d'exploitation**

	<b>Coûts (Millions \$/an)</b>
Coûts d'énergie	22,0
Entretien et achats de matériel et de services	6,0
Personnel et dépenses administratives	18,5
<b>Total coûts d'exploitation</b>	<b>46,5</b>

Ces coûts ne comprennent pas un montant d'environ 10 M\$ par an, de frais maritimes.

## **4.17 DESCRIPTION DETAILLÉE DES ÉQUIPEMENTS ET DES MATÉRIAUX**

### **4.17.1 Bras de déchargement**

#### **4.17.1.1 Caractéristiques principales**

La figure 3. 2 de l'annexe A présente des schémas et photos de bras de déchargement.



Les trois bras de GNL et le bras de retour gaz sont constitués d'une structure métallique supportant des tubes d'un diamètre nominal de 16 po qui sont articulés grâce à des joints à rotule. Les pièces en contact avec du GNL ou de la vapeur froide de GNL sont en acier inoxydable (inox 304) contenant 18 % de chrome (Cr) et jusqu'à 10 % de nickel (Ni) dans certains cas. Un bras auxiliaire d'azote liquide, de diamètre nominal de 2 po, est monté sur le bras de retour gaz pour, en cas de besoin, avitailler le navire en azote liquide à partir d'un camion amené sur l'appontement.

Les bras de déchargement de GNL, le bras de retour gaz et le bras d'azote liquide sont conçus pour les conditions suivantes :

- pression de calcul : 1 896 kPag/vide total;
- température de calcul :  $-196\text{ °C}/+75\text{ °C}$ .

Le débit de calcul des bras de déchargement de GNL est de 4 000 m<sup>3</sup>/h (par bras); pour le bras de retour de vapeur, le débit maximal est de 12 000 m<sup>3</sup>/h. Dans le cas où un navire à quai ne pourrait gérer son propre gaz d'évaporation, le bras de retour gaz a été conçu pour transférer la vapeur du navire vers le terminal pour être recyclée avec les autres évaporations, ou brûlée à la torchère.

Tous les bras sont mécaniquement interchangeables.

Les conditions hivernales extrêmes sont prises en compte dans la conception des bras et de leurs auxiliaires.

#### **4.17.1.2 Manœuvre et raccordement des bras**

Chacun des bras est conçu et installé de telle sorte qu'il n'y ait aucune collision possible avec la tuyauterie ou les structures adjacentes.

Les bras sont purgés à l'azote avant et après chaque utilisation. Le sommet de chaque bras est muni d'une ligne de purge avec robinet, relié à un tuyau flexible et à un raccord rapide situé au pied du bras (côté rive).

Les joints à rotule sont étanches pour empêcher la pénétration d'humidité et la formation de glace. Des raccords de purge à l'azote sont prévus sur chacun des joints.

Les bras comprennent les raccords suivants :

- sortie de liquide/entrée de vapeur (côté rive) : brides de 16 po ASME B16.5, classe 150, type RF (état de surface lisse);
- entrée de liquide/sortie de vapeur (côté navire) : raccord rapide pouvant se connecter à divers types de brides rencontrés sur les traverses de méthanier (des manchettes d'adaptation des diamètres sont parfois nécessaires);
- raccord de purge d'azote : 1 po (préliminaire, à confirmer lors de l'ingénierie détaillée);
- raccord d'azote liquide (LIN) : 2 po à brides, ASME B16.5, classe 150, type RF.

Les bras et les raccords sont manœuvrés grâce à un système électro-hydraulique. Ils sont munis d'un système de contrôle centralisé situé dans la cabine de contrôle des bras où un opérateur est posté en permanence pendant le déchargement (les informations de position sont répétées au navire, au bâtiment des opérations marines et à la salle de contrôle du terminal). Un système de contrôle portable est également utilisé localement lors des manœuvres. En cas de panne électrique ou hydraulique, les bras restent raccordés à la traverse du navire. Des accumulateurs ou d'autres dispositifs de secours sont prévus pour un découplage manuel.

#### **4.17.1.3 Enveloppe de travail des bras et déconnexion d'urgence**

Chacun des bras est équipé à son extrémité (côté navire) d'un système de déconnexion automatique d'urgence appelé PERC - « Powered Emergency Release Coupling ». Ce système permet d'isoler le navire du bras de déchargement au moyen de deux robinets à boisseau sphérique et d'un découplage automatique, en cas d'allongement excessif du bras de déchargement. Le déversement de GNL est alors limité aux quelques litres contenus entre les deux robinets à boisseau sphériques.

La figure 3. 2 de l'annexe A illustre l'enveloppe de travail des bras. Les dimensions qui y sont indiquées sont préliminaires et devront être confirmées lors de l'ingénierie détaillée.

Les mouvements de la bride de raccordement (côté navire) sont contrôlés et doivent rester à l'intérieur de l'enveloppe de travail des bras. En cas de dérive du navire, un système de fin de course à deux seuils, déclenche des alarmes visuelles et sonores, ainsi qu'un dispositif d'arrêt d'urgence :

- 1<sup>er</sup> seuil : Un premier seuil d'alarme assure la fermeture des robinets d'isolement côté appontement et l'arrêt des pompes de déchargement du navire;
- 2<sup>e</sup> seuil : Un deuxième seuil d'alarme entre en fonction avant qu'un bras de déchargement n'atteigne la limite correspondant à son enveloppe de calcul; il entraîne

la répétition des actions du 1<sup>er</sup> seuil et déclenche la déconnexion d'urgence (PERC) et l'arrêt d'urgence du déchargement (côté navire et terminal).

Ce système répond au cahier des charges de conception et de construction OCIMF, relatif aux bras de chargement (MLA), 1987.

#### 4.17.2 Réservoirs de GNL

Les principales fonctions des réservoirs GNL sont les suivantes :

- contenir le liquide à température cryogénique (- 160 °C) en toute sécurité;
- permettre le remplissage et le soutirage du GNL en toute sécurité;
- permettre le mélange de GNL de qualités différentes;
- permettre au gaz d'évaporation d'être évacué en toute sécurité;
- empêcher l'entrée d'air et d'humidité;
- minimiser les entrées de chaleur;
- résister aux agressions externes potentielles (séisme, incendie, projectile, etc.).

Les réservoirs qui seront construits pour le terminal Rabaska sont des réservoirs dits « à intégrité totale ». Ce type de réservoir, parce qu'il remplit toutes les exigences fonctionnelles de protection et de sécurité, s'est imposé aujourd'hui comme étant la meilleure technologie disponible, bien que d'un coût plus élevé que les autres technologies. Le chapitre 3 et la figure 3.3 de l'annexe A présentent les différentes technologies disponibles pour la construction de réservoirs de GNL. La figure 4.12 de l'annexe A donne une coupe d'un réservoir tel que prévu pour le terminal Rabaska.

Les réservoirs du terminal Rabaska répondent aux dernières normes nationales et internationales.

La distance qui sépare les deux réservoirs de GNL satisfait aux exigences des normes CSA Z276, NFPA 59A et EN 1473. Les dimensions des réservoirs (diamètre extérieur max. 90 m, hauteur totale 46 m) seront confirmées lors de l'ingénierie de détail.

La sismicité au site choisi est jugée moyenne et à ce stade, l'utilisation d'isolateurs sismiques n'est pas jugée nécessaire. Rappelons que comme indiqué à la section 4.4.7.8, les réservoirs sont conçus pour résister à des séismes de récurrence décamillénaire.

La conception du réservoir de GNL est fondée sur la combinaison de charges indiquées dans la norme BS 7777, ainsi que sur les charges dues à l'accumulation de neige.

Dans le cadre de son processus d'acquisition, Rabaska demandera à chacun des soumissionnaires de présenter son mode de fondation. En général, une analyse de type éléments finis sur le mode de fondation proposé est effectuée par le constructeur. Cette modélisation estimera à la fois les tassements radiaux et circonférentiels au cours du fonctionnement et des essais hydrostatiques. Ces chiffres sont alors intégrés aux essais de réception au cours des essais hydrostatiques.

Les caractéristiques techniques préliminaires des réservoirs de GNL sont données dans le tableau 4.21 ci-après :

Chaque réservoir de GNL comporte un ensemble complet d'instrumentation de surveillance et notamment :

- mesures de pression absolue (contrôle des compresseurs d'évaporation et des systèmes casse-vide);
- mesures de pression manométrique pour la régulation du déverseur de torchère;
- plusieurs systèmes de jaugeage multiple pour les mesures de niveau, de densité et de température;
- mesures de température de la paroi interne et du fond du réservoir;
- mesures de température de l'espace annulaire (entre la cuve interne et la cuve externe) et échantillonnage pour la détection des fuites;
- détection d'incendie à l'exutoire des soupapes de sécurité.

**Tableau 4.21** Caractéristiques principales des réservoirs de GNL

Caractéristiques de conception	Type de réservoir : intégrité totale
Endurance de calcul	45 ans
Nombre de réservoirs	2
Taux d'évaporation/jour, réservoir plein à 100 %	0,05 %
Spécifications des matériaux du réservoir intérieur	ASTM 553, type 1
Spécifications des matériaux de réservoir extérieur	Chappe en béton précontraint avec toit en acier et béton armé
Dimensions hors tout du réservoir	85,5 m Ø x 35,5 m hauteur paroi verticale
Dimensions intérieures du réservoir	83,5 m Ø x 33,6 m hauteur
Norme	EN 1473
Combinaison de charge	BS 7777, Part 1
Sismique	EN 1473
Colonnes de pompes immergées	2 + 1 de rechange (deux pompes uniquement installées)
Capacité nette du réservoir	160 000 m <sup>3</sup>
Niveau minimal de GNL	1,5 m
Niveau maximal de GNL	Approx. 33 m
Essai hydrostatique	Selon API 620, Q
Isolation du fond	Verre cellulaire « Foam glass » + paroi annulaire intérieure en perlite
Isolation annulaire	Perlite expansée + fibre de verre
Toit suspendu	Couvertures en fibre de verre
Chauffage des fondations	Doublé à 100 %

Chaque réservoir de GNL est également équipé d'un ensemble complet de systèmes de protection et notamment (section 4.8.2) :

- protection contre les débordements;
- protection contre les basculements de couche;
- protection en cas de surpression ou de dépression;
- doublement des éléments de chauffage des fondations;
- purge et échantillonnage continus des joints électriques et des instruments au sommet des puits de pompes;
- détection d'incendies et extinction sur les soupapes de décharge.

Les différents robinets d'arrêt compris dans chaque réservoir de GNL sont les suivants :

**Au niveau du sol (à l'extérieur des réservoirs):**

- robinet motorisé d'arrêt d'urgence sur la conduite de déchargement de GNL;

- robinet motorisé d'arrêt dans chaque conduite de remplissage supérieur et inférieur de GNL;
- robinet manuel pour isoler la conduite de déchargement de GNL pour l'entretien;
- robinet manuel pour isoler la conduite de gaz d'évaporation pour l'entretien;
- robinets motorisés de la purge d'azote de l'espace annulaire du réservoir;
- robinets manuels pour l'anneau de pulvérisation du réservoir de GNL (utilisé seulement pour la mise en froid).

**Sur le dôme du réservoir (plate-forme située sur le côté du dôme) :**

- robinet manuel pour isoler la purge d'azote de l'espace annulaire du réservoir pour entretien;
- robinets motorisés d'évent des puits de pompe;
- robinets motorisés sur la conduite de sortie de la pompe de GNL;
- vanne de régulation du recyclage de chaque pompe;
- vanne de réglage manuel du débit de refoulement de chaque pompe;
- robinets manuels d'isolement pour entretien des différentes vannes et soupapes.

#### **4.17.3 Autres réservoirs**

Le terminal comprend plusieurs réservoirs de liquide dont les caractéristiques sont données dans le tableau 4.22 ci-dessous. Ces équipements répondent aux standards de l'industrie et sont conçus suivant les normes rappelées à l'annexe K.

**Tableau 4.22**      **Caractéristiques des principaux réservoirs du terminal (autres que ceux de GNL)**

Description	Lieu	Nb	Type	Capacité	Dimensions (m) L x l x H ou Ø x H (chacun)	Matériaux
Réservoir de soude caustique	IT	1	Vertical cylindrique; Isolation thermique et chauffé	Nette : 116 m <sup>3</sup> Réchauffeur : 25 kW	4,3 Ø x 10,4	Acier carbone
Réservoir d'azote liquide	IT	3	Cryogénique; vertical cylindrique; Isolation thermique	Capacité totale : 620 m <sup>3</sup>	Par le fournisseur (hauteur environ 30 m)	Acier inoxydable
Réservoir d'azote liquide	J	1	Cryogénique; vertical cylindrique; Isolation thermique	Nette : 75 m <sup>3</sup>	Par le fournisseur	Acier inoxydable
Réservoir incendie	IT	1	Couverte; Partiellement enterrée	Nette : ≥ 4 000 m <sup>3</sup> Totale : 7 000 m <sup>3</sup>	42 x 42 x 4	Béton
Réservoir d'eau potable	IT	1	Vertical; Base plate; Toit conique	Nette : 40 m <sup>3</sup>	3,7 Ø x 4	Acier carbone
Réservoir journalier pompe incendie	J	2	Double paroi	Suffisante pour 8 h de marche	Par le fournisseur	Acier carbone
Réservoir journalier pompe incendie	IT	2	Double paroi	Suffisante pour 8 h de marche	Par le fournisseur	Acier carbone
Réservoir journalier génératrice	IT	1	Double paroi	Suffisante pour 8 h de marche	Par le fournisseur	Acier carbone
Réservoir journalier génératrice	J	1	Double paroi	Suffisante pour 8 h de marche	Par le fournisseur	Acier carbone

J : Jetée

IT : Installations terrestres

#### 4.17.4 Pompes GNL - Autres pompes

Le terminal comprend de nombreuses pompes dont les caractéristiques sont données dans le tableau 4.23 à la fin de cette section. Ces pompes répondent aux standards de l'industrie et sont conçues suivant les normes rappelées à l'annexe K. La figure 4.21 de l'annexe A présente différents schémas et photos de pompes GNL.

##### 4.17.4.1 Pompes de soutirage basse pression

Les pompes de soutirage basse pression sont montées à l'intérieur de puits individuels (colonnes en acier cryogénique) plongeant dans les cuves. C'est également le cas des pompes des méthaniers.

Pour un réservoir terrestre, le sommet des puits de pompe est accessible depuis la plate-forme située sur le côté du dôme. Cette plate-forme accueille également les vannes et l'instrumentation installées sur la tuyauterie d'entrée et de sortie du réservoir.

Chaque pompe est installée en bas du puits dans un logement prévu à cet effet. Une vanne d'évent située au sommet du puits permet de renvoyer les vapeurs produites dans la colonne vers le ciel du réservoir. Le respect d'un niveau minimum dans le réservoir permet de maintenir la pompe en froid.

Le système d'entraînement, un moteur électrique de type cage d'écureuil, est placé dans la section supérieure du corps de pompe. La lubrification des roulements et le refroidissement du moteur sont assurés par une circulation interne de GNL déviée de l'écoulement principal de la pompe.

Le câble ombilical de la pompe permet de la suspendre pour la retirer ou la mettre en place. Sur la plate-forme au sommet du réservoir, l'ombilical est raccordé à une boîte de jonction purgée à l'azote afin d'éviter toute transmission de gaz par les gaines des conducteurs électriques.

Chaque pompe est démarrée ou arrêtée individuellement par l'opérateur en fonction de la demande. Une vanne de réglage manuelle située au refoulement de chaque pompe permet éventuellement d'en ajuster le débit. Les pompes sont équipées individuellement d'un recyclage de débit minimum renvoyant le GNL vers le remplissage du réservoir via un collecteur commun de recyclage.

Les alarmes et/ou arrêts de procédé (différents seuils) suivants sont prévus :

- pression basse de l'espace gazeux du réservoir (protection contre la dépression du réservoir);
- niveau bas du liquide et/ou température haute à l'intérieur du puits (protection contre la cavitation de la pompe);
- vibrations élevées (protection de la pompe et du puits);
- surintensité du moteur de la pompe (fonctionnement à débit nul).

Le suivi des mesures de vibration des pompes permettra de programmer l'entretien des pompes, en particulier le remplacement des roulements et/ou du rotor.

Une pompe de rechange complète est stockée à l'entrepôt.



#### **4.17.4.2 Pompes de surpression et pompes d'expédition HP**

Les pompes d'expédition HP et les pompes de surpression sont installées à l'intérieur de bâtiments similaires, partiellement ouverts pour en assurer la ventilation. Au niveau du sol une rigole permet d'évacuer d'éventuel déversement de GNL vers la cuvette de rétention voisine :

- cuvette de la zone procédé pour les pompes d'expédition;
- cuvette des installations riveraines pour les pompes de surpression. L'élévation du fond des puits en béton des pompes et de la cuvette de rétention se trouve au-dessus du niveau le plus haut du fleuve Saint-Laurent.

Les pompes d'expédition HP et les pompes de surpression sont montées individuellement à l'intérieur de barils en acier inoxydable (cryogénique) calculées suivant le code ASME aux conditions de service. Ces barils sont logés dans des puits en béton qui sont tracés pour éviter la transmission de froid au sol, et maintenu sous atmosphère d'azote pour éviter l'entrée d'humidité.

Comme pour les pompes de soutirage, la lubrification des roulements et le refroidissement du moteur sont assurés par du GNL dévié du flux principal. Les câbles électriques entrant dans le baril sont raccordés à une boîte de jonction purgée à l'azote, pour éviter toute migration de gaz par les gaines des conducteurs électriques.

Le niveau de liquide dans le baril doit être maintenu suffisamment haut pour conserver la pompe en froid. Ceci est assuré par des systèmes d'évacuation des gaz d'évaporation produits dans le baril. Ces systèmes de dégazage sont calculés pour maintenir à la fois une pression et un niveau acceptable dans le baril. Ils opèrent comme suit :

- pour les pompes d'expédition, chaque baril est en permanence connecté au ciel du recondenseur via un collecteur commun. Les vapeurs sont ainsi évacuées et remplacées en permanence par du liquide provenant du bas du recondenseur;
- pour chaque pompe de surpression, un contrôle du niveau et/ou de température ouvre une vanne de dégazage vers la ligne de retour gaz via un collecteur commun. Les vapeurs sont ainsi évacuées et la baisse de pression relève le niveau de liquide.

À l'arrêt, la recirculation de GNL dans les circuits assure un apport de liquide plus froid; le débit est alors suffisamment faible pour ne pas entraîner de rotation de la pompe.

Chaque baril comporte également une soupape de sécurité pour évacuer les surpressions.

Les pompes doivent également être protégées contre la cavitation causée par la présence de bulles de gaz dans le liquide, et pouvant conduire à des vibrations importantes.

- les pompes d'expédition sont protégées par le recondenseur. Celui-ci sert de séparateur pour éliminer les éventuelles bulles de gaz, et maintient un niveau de liquide suffisant à l'aspiration des pompes;
- pour les pompes de surpression, la hauteur de refoulement des pompes du navire est suffisante pour éliminer les risques de liquide diphasique.

Chaque pompe est démarrée ou arrêtée individuellement par l'opérateur en fonction de la demande. Les pompes sont équipées individuellement d'un recyclage de débit minimum renvoyant le GNL vers :

- le remplissage du réservoir via le circuit de maintien en froid pour les pompes d'expédition;
- le collecteur d'aspiration pour les pompes de surpression. La durée de recyclage est limitée à quelques minutes en raison du réchauffement provoqué, ce qui est suffisant pour les phases de démarrage et d'arrêt des pompes.

Les alarmes et/ou arrêts de procédé (différents seuils) suivants sont prévus :

- niveau bas du liquide et/ou température haute à l'intérieur du baril (protection contre la cavitation de la pompe);
- vibrations élevées (protection de la pompe et du baril);
- surintensité du moteur de la pompe (fonctionnement à débit nul).

Une pompe complète de chaque type est stockée à l'entrepôt.

#### **4.17.5 Compresseurs de gaz d'évaporation - Autres compresseurs et génératrices**

Le terminal comprend les compresseurs et les génératrices dont les caractéristiques sont données dans le tableau 4.24 à la fin de cette section. Ces équipements répondent aux standards de l'industrie et sont conçus suivant les normes rappelées à l'annexe K. La figure 4.21 de l'annexe A présente une photo de compresseurs de gaz d'évaporations.

## Compresseurs de gaz d'évaporation

Les compresseurs de gaz d'évaporation sont installés dans un bâtiment muni de vanelles en partie haute et basse pour assurer une ventilation adéquate et maintenir une température ambiante acceptable pour garantir le démarrage des compresseurs lorsque requis.

Ces compresseurs de type alternatif à pistons, sont lubrifiés avec une huile minérale spécifiée par le constructeur. Les éventuelles fuites d'huile sont récupérées dans un puisard.

Les compresseurs étant de type cryogénique, ne nécessitent pas de système de refroidissement complexe, le flux de gaz cryogénique suffisant normalement à évacuer la chaleur de compression.

Si la température de refoulement ou d'aspiration est trop élevée, un désurchauffeur situé en amont du collecteur commun d'aspiration permet de refroidir le gaz d'évaporation à la température adéquate en l'aspergeant de GNL prélevé sur le collecteur d'expédition basse pression.

La présence de liquide pouvant endommager les composants internes des compresseurs, un séparateur est installé peu après le désurchauffeur pour empêcher tout entraînement de liquide. Une capacité située sous le séparateur, pouvant être isolée par une vanne, sert de sas pour purger les liquides piégés sans interrompre le flux des évaporations vers les compresseurs.

Chaque compresseur, grâce à un système de poches, peut faire varier sa capacité par pas de 25 % de la capacité totale. Pour les débits très bas, chaque compresseur est équipé d'un recyclage de débit minimum renvoyant le gaz à l'aspiration, en amont du désurchauffeur.

Le démarrage, l'arrêt et le réglage de capacité des compresseurs sont pilotés automatiquement par la pression du ciel des réservoirs de GNL.

**Tableau 4.23 Liste et caractéristiques des principales pompes**

Description	Lieu	Nombre	Type	Capacité	Puissance (kW chacune)	Matériaux
Pompes de surpression	J	5 x 20 % + 1 stock	Verticale immergée en barrel; centrifuge multi-étages; moteur électrique.	2 400 m <sup>3</sup> /h à 150 m de ΔH	Max. : 700 Nom. : 615	Acier inoxydable
Pompes de soutirage BP	IT	2 x 2 x 66 % + 1 stock	Verticale immergée dans les puits des réservoirs; centrifuge simple étage; moteur électrique.	700 m <sup>3</sup> /h à 323 m de ΔH	Max. : 450 Nom. : 390	Acier inoxydable
Pompes d'expédition HP	IT	4 x 33 % + 1 stock	Verticale immergée en barrel; centrifuge multi-étages; moteur électrique	348 m <sup>3</sup> /h à 2 334 m de ΔH	Max. : 1 500 Nom. : 1 245	Acier inoxydable
Pompes de soude caustique	IT	2 x 100 %	Horizontale; centrifuge; moteur électrique; tracée et isolée.	12,1 m <sup>3</sup> /h à 30 m de ΔH	Max. : 5 Nom. : 3,8	Acier carbone
Pompes incendie électriques	J	2 x 50 %	Verticale; centrifuge; moteur électrique; conforme à la NFPA.	725 m <sup>3</sup> /h à 122 m de ΔH	Max. : 340	Carter en fonte; roue en AC
Pompes incendie diesel	J	2 x 50 %	Verticale; centrifuge; moteur diesel; conforme à la NFPA; réserve de diesel 8 h.	725 m <sup>3</sup> /h à 122 m de ΔH	Max. : 380	Carter en fonte; roue en AC
Pompes « Jockey »	J	2 x 100 %	Verticale; centrifuge; moteur électrique; conforme à la NFPA.	100 m <sup>3</sup> /h à 122 m de ΔH	Max. : 45 Nom. : 34	Carter en fonte; roue en AC
Pompes incendie électriques	IT	2 x 50 %	Verticale; centrifuge; moteur électrique; conforme à la NFPA.	725 m <sup>3</sup> /h à 122 m de ΔH	Max. : 340	Carter en fonte; roue en AC
Pompes incendie diesel	IT	2 x 50 %	Verticale; centrifuge; moteur diesel; conforme à la NFPA; réserve de diesel 8 h.	725 m <sup>3</sup> /h à 122 m de ΔH	Max. : 380	Carter en fonte; roue en AC
Pompes « Jockey »	IT	2 x 100 %	Verticale; centrifuge; moteur électrique; conforme à la NFPA.	100 m <sup>3</sup> /h à 122 m de ΔH	Max. : 45 Nom. : 34	Carter en fonte; roue en AC
Pompes de dosage d'hypochlorite eau incendie	IT	2 x 100 %	Pompe doseuse.	2 l/h (moyenne)	par le fournisseur	
Pompes de dosage d'hypochlorite eau incendie	J	2 x 100 %	Pompe doseuse	2 l/h (moyenne)	par le fournisseur	
Pompes d'eau potable	IT	2 x 100 %	Horizontale; centrifuge; moteur électrique	12,5 m <sup>3</sup> /h à 32,7 m de ΔH	Max. : 2,2 Nom. : 1,1	Carter en fonte; roue en aluminium- bronze

Description	Lieu	Nombre	Type	Capacité	Puissance (kW chacune)	Matériaux
Pompes de transfert d'eau potable	IT	2 x 100 %	Horizontale; centrifuge; moteur électrique	2,3 m <sup>3</sup> /h à 10 m de ΔH	Max. : 0,5 Nom. : 0,1	
Pompes hypochlorite (eau potable)	IT I	2 x 100 %	Pompe doseuse	0,17 litre/heure (moyenne)	par le fournisseur	
Pompes de relevage des cuvettes du bassin tertiaire réservoir 1	IT	2 x 100 %	Verticale; centrifuge; moteur électrique; conforme à la NFPA	575 m <sup>3</sup> /h à 20 m de ΔH	Max. : 55 Nom. : 50	
Pompes de relevage des cuvettes du bassin tertiaire réservoir 2	IT	2 x 100 %	Verticale; centrifuge; moteur électrique; conforme à la NFPA	575 m <sup>3</sup> /h à 20 m de ΔH	Max. : 55 Nom. : 50	

J Jetée.

IT Installations terrestres.

AC Acier carbone.

Les alarmes et/ou arrêts de procédé (différents seuils) suivants sont prévus :

- pression basse du ciel du réservoir (protection contre la dépression du réservoir);
- vibrations élevées (protection du compresseur);
- température haute de l'huile de lubrification;
- surintensité du moteur du compresseur (fonctionnement à débit nul);
- pression basse et température haute à l'aspiration;
- pression haute et température haute au refoulement;
- pression basse, pression haute et température haute entre les deux étages du compresseur.

**Tableau 4.24 Liste et caractéristiques des compresseurs et des génératrices**

Description	Lieu	Nombre	Type	Capacité	Puissance (kW chacun)
Compresseurs de gaz d'évaporation	IT	3 x 33 %	Alternatif; deux étages; moteur électrique; refroidissement à l'air	8 757 m <sup>3</sup> /h à 1 100 kPa de ΔP	Max. : 1 500 Nom. : 1 464
Compresseurs d'air d'instrumentation	IT	2 x 100 %	Alternatif ou à vis; deux étages; moteur électrique; refroidissement à l'air; filtres à l'aspiration	481 Nm <sup>3</sup> /h à 800 kPa de ΔP	80
Génératrice diesel	IT	1	Alternateur entraîné par moteur diesel; refroidissement à l'air; réserve de diesel 8 h	2,0 MW sous 4,16 kV	Auxiliaires : 11
Génératrice diesel	J	1	Alternateur entraîné par moteur diesel; refroidissement à l'air; réserve de diesel 8 h	250 kW sous 600 V	Auxiliaires : 2,2

J Jetée. IT Installations terrestres.

De plus, chaque étage du compresseur est muni de soupapes de sécurité pour évacuer d'éventuelles surpressions.

#### 4.17.6 Vaporiseurs à combustion submergée – Autres vaporiseurs et réchauffeurs

Le terminal comprend des vaporiseurs et des réchauffeurs dont les caractéristiques sont données dans le tableau 4.25 à la fin de cette section. Ces équipements répondent aux standards de l'industrie et sont conçus suivant les normes rappelées à l'annexe K. En particulier, les normes de calcul appliquées aux appareils à pression sont conformes au code ASME section VIII, Div. 1.

#### **4.17.6.1 Vaporiseurs à combustion submergée**

Le chapitre 3 et la figure 3.4 de l'annexe A présentent les différentes technologies disponibles pour la regazéification du GNL, en particulier les vaporiseurs à combustion submergée. Les constituants principaux d'un vaporiseur sont :

- une cuve généralement en béton contenant le bain d'eau chaude;
- un faisceau de tubes en acier inoxydable dans lequel circule le GNL qui en sort complètement vaporisé et réchauffé;
- un brûleur de gaz fournissant l'énergie thermique nécessaire;
- un ventilateur permettant de forcer le passage des fumées de combustion dans l'eau du bain.

Le pH du bain d'eau est contrôlé avec dosage automatique en utilisant une solution caustique.

L'arrangement des vaporiseurs permet de regrouper les éléments sensibles (brûleurs, injection de soude, instrumentation, etc.) dans des abris ventilés et chauffés pour supporter les conditions hivernales. Lorsqu'un vaporiseur est à l'arrêt en hiver, un brûleur d'appoint ou un autre dispositif de réchauffage permettra de maintenir le bain hors gel.

L'aspiration d'air du ventilateur est située en hauteur et du côté opposé aux installations du procédé, afin d'éviter l'aspiration de vapeurs de GNL dans le cas d'un déversement, ou l'obstruction par la neige.

Une vanne située à l'entrée de chaque vaporiseur permet d'en réguler le débit automatiquement. Par conséquent la pression de refoulement des pompes d'expédition s'ajuste en fonction de la régulation de débit des vaporiseurs.

Les vaporiseurs sont conçus pour fonctionner dans les conditions suivantes :

- pression de service des tubes (manométrique) : entre 7 300 kPa et 10 000 kPa;
- pression du bain : atmosphérique;
- température de service des tubes : entre - 163 °C et 20 °C environ, et jusqu'à 60 °C (séchage à l'azote);
- température du bain : entre 20 °C et 40 °C.

Chaque vaporiseur est doté d'une soupape de sécurité à la sortie pour évacuer les surpressions. Ces soupapes sont dimensionnées pour le cas extrême d'un emprisonnement de GNL dans le vaporiseur chaud (à la suite d'un arrêt d'urgence de haut niveau par exemple).

Les alarmes et/ou arrêts de procédé (différents seuils) suivants sont prévus :

- pression très basse à l'entrée;
- pression très haute à la sortie;
- température très basse à la sortie;
- acidité du bain hors plage;
- température élevée des fumées.

#### **4.17.6.2 Réchauffeurs de gaz carburant**

Le gaz carburant obtenu après détente du gaz prélevé au refoulement des compresseurs ou en sortie des vaporiseurs est réchauffé par un des deux réchauffeurs électriques à une température positive.

Les conditions normales de fonctionnement sont les suivantes :

- pression de service (manométrique) : entre 700 kPa et 750 kPa;
- température de service des tubes : entre -44 °C et 5 °C environ.

Une soupape de sécurité tarée à 1 034 kPa protège ces réchauffeurs contre les surpressions et libère le gaz vers le collecteur des événements basse pression.

#### **4.17.7 Autres appareils sous pression (ballons, échangeurs)**

En plus des équipements déjà décrits précédemment, le terminal comprend d'autres appareils sous pression dont les caractéristiques sont données dans le tableau 4.26 à la fin de cette section. Ces appareils répondent aux standards de l'industrie et sont conçus suivant les normes rappelées à l'annexe K. En particulier, les normes de calcul appliquées sont conformes au code ASME section VIII, Div. 1.



#### **4.17.7.1 Recondenseur**

Le recondenseur permet :

- d'assurer la condensation des évaporations par contact direct avec du GNL;
- de servir de séparateur et de réserve de liquide à l'aspiration des pompes HP.

Le recondenseur est une colonne à garnissage dont les conditions de fonctionnement sont les suivantes :

- pression de service (manométrique) : 1 000 kPa; il peut rencontrer des conditions de vide total;
- température de service : entre - 163 °C et 135 °C.

Dans des conditions de fonctionnement normal, si la pression du recondenseur dépasse 1 500 kPa, deux soupapes de sécurité installées sur le désurchauffeur (situés juste au-dessus du recondenseur) permettent de libérer la surpression au collecteur des événements basse pression.

#### **4.17.7.2 Désurchauffeur gaz d'évaporation/azote**

Le désurchauffeur gaz d'évaporation/azote permet de pré-refroidir le gaz d'évaporation (éventuellement additionné d'azote) pour faciliter sa condensation dans le recondenseur. Le fluide de refroidissement utilisé est du GNL haute pression prélevé au refoulement des pompes HP.

Cet échangeur de type tube (côté GNL HP) et calandre (côté gaz d'évaporation) est conçu pour fonctionner dans les conditions suivantes :

- pression de service de la calandre (manométrique) : entre 1 000 kPa et 1 400 kPa; elle peut rencontrer des conditions de vide total;
- pression de service des tubes (manométrique) : entre 11 295 kPa et 11 784 kPa;
- température de service de la calandre : entre -163 °C et 135 °C;
- température de service des tubes : entre -163 °C et 60 °C.

**Tableau 4.25 Liste et caractéristiques des vaporiseurs et principaux réchauffeurs**

Description	Lieu	Nombre	Type	Capacité	Puissance électrique (kW chacune)	Matériaux
Vaporiseurs à combustion submergée	IT	4 x 33 %	Vaporiseurs à combustion submergée.	150 t/h soit 29 MW à 14 °C en sortie ou environ 27 MW à 7 °C en sortie	Auxiliaires : 255,5	Voir texte
Réchauffeur de gaz carburant	IT	2 x 100 %	Réchauffeur électrique de type baïonnette.		300	Acier Inox.
Vaporiseurs d'azote	IT	2 x 100 %	Échangeur atmosphérique; possibilité d'un réchauffeur électrique pour la pointe.	1 490 Nm <sup>3</sup> /h soit 215 kW <sub>(thermique)</sub>	Par le fournisseur	Acier Inox.
Vaporiseurs d'azote	J	2 x 100 %	Échangeur atmosphérique; possibilité d'un réchauffeur électrique pour la pointe.	290 Nm <sup>3</sup> /h soit 40 kW <sub>(thermique)</sub>	Par le fournisseur	Acier Inox.
Réchauffeur de la base de béton du réservoir 1	IT	2 x 100%	Réchauffeur électrique.		200	
Réchauffeur de la base de béton du réservoir 2	IT	2 x 100%	Réchauffeur électrique.		200	
Réchauffeur du caisson des lignes de déchargement	C	2 x 100 %	Réchauffeur électrique.		300	

C Corridor.

J Jetée.

IT Installations terrestres.

Le désurchauffeur est protégé contre les surpressions provenant d'une rupture d'un tube de GNL :

- dans le cas où la calandre se remplit de liquide, deux disques de rupture permettent d'évacuer la surpression correspondante vers les lignes de drainage basse pression;
- dans le cas d'une surpression due à une vaporisation instantanée de GNL, une soupape de sécurité permet d'évacuer la surpression vers le collecteur des événements basse pression.

#### **4.17.7.3      *Ballon séparateur (bras de retour gaz)***

Ce ballon séparateur permet :

- pendant le déchargement, d'éliminer les liquides éventuellement présents dans la ligne de retour gaz, après refroidissement dans le désurchauffeur;
- de vidanger les bras après le déchargement.

Les liquides ainsi recueillis sont ensuite purgés avec de l'azote sous pression vers les lignes de déchargement.

Ce ballon est conçu pour fonctionner dans les conditions suivantes :

- pression de service (manométrique) : entre 21 kPa et 600 kPa (pression maximale d'azote); il peut rencontrer des conditions de vide total;
- température de service : entre - 163 °C et 135 °C.

Il a cependant été calculé pour une pression maximale de 1 400 kPa, correspondant à la pression maximale rencontrée en amont lorsque le gaz est comprimé pour être renvoyé au navire (cas d'une défaillance de la vanne de régulation de pression).

Le ballon est protégé par deux soupapes de sécurité, l'une connectée à la ligne de retour gaz pour être renvoyé vers le collecteur d'évaporation, l'autre (tarée à un seuil légèrement supérieur) connectée à l'événement local au cas où la ligne de retour gaz serait indisponible.

#### **4.17.7.4      *Ballon séparateur (aspiration des compresseurs)***

Ce ballon séparateur, situé à l'amont du collecteur d'aspiration des compresseurs d'évaporation, protège les machines contre l'entraînement de liquides. Les liquides ainsi recueillis s'écoulent par gravité vers le sas de vidange.

Ce ballon est conçu pour fonctionner dans les conditions suivantes :

- pression de service (manométrique) : entre 5 kPa et 25 kPa; il peut rencontrer des conditions de vide total;
- température de service : entre - 163 °C et 153 °C.

Il a cependant été calculé pour une pression maximale de 350 kPa, correspondant à la pression maximale de recyclage des compresseurs. Une soupape de sécurité connectée au collecteur d'évaporation, protège le ballon séparateur contre les surpressions.

#### **4.17.7.5 Sas de vidange du ballon séparateur des compresseurs**

Le sas de vidange reçoit par gravité les liquides récoltés par le ballon séparateur des compresseurs d'évaporation. Une vanne permet de l'isoler du ballon séparateur pour être pressurisé avec du gaz service, puis purgé vers les collectes de drainage basse pression. Ce dispositif automatique permet de ne pas interrompre le flux de gaz d'évaporation vers les compresseurs.

Ce sas est conçu pour fonctionner dans les conditions suivantes :

- pression de service (manométrique) : entre 5 kPa et 700 kPa (pression maximale du gaz de service); il peut rencontrer des conditions de vide total;
- température de service : entre - 163 °C et 153 °C.

Une soupape de sécurité tarée à 1 034 kPa protège ce ballon contre les surpressions, et libère le gaz vers la conduite d'entrée du ballon séparateur des compresseurs.

#### **4.17.7.6 Ballon séparateur (torchère)**

Ce ballon séparateur, situé à l'amont de la torchère, est localisé en point bas de l'ensemble des collectes d'évent et d'évaporation. Il protège la torchère contre l'entraînement de liquides. Les liquides recueillis sont réchauffés par une résistance interne et s'évaporent pour être brûlés à la torchère.

Ce ballon est conçu pour fonctionner dans les conditions suivantes :

- pression (manométrique) : entre 1,3 kPa et 50 kPa;
- température : entre - 163 °C et 153 °C.

Le ballon étant toujours connecté à la torchère il est intrinsèquement protégé contre les surpressions.

#### **4.17.7.7 Ballon séparateur (gaz carburant)**

Ce ballon séparateur situé à l'aval des détendeurs de gaz carburant élimine tous les liquides résiduels, y compris les hydrocarbures lourds condensés à la suite de la baisse de pression et de température provoquée par la détente.

Ce ballon est conçu pour fonctionner dans les conditions suivantes :

- pression (manométrique) : entre 700 kPa et 750 kPa;
- température : entre - 4 °C et 135 °C.

Une soupape de sécurité tarée à 1 034 kPa protège ce ballon contre les surpressions, et libère le gaz vers le collecteur des événements basse pression.

#### **4.17.8 Torchère**

Le système est conçu de telle sorte que la radiation thermique ne dépasse pas les limites permises au pied de la torchère, quelles que soient les conditions de fonctionnement. Cette contrainte conduit à retenir une torchère d'une hauteur de 60 m (à confirmer lors de l'ingénierie détaillée).

Une zone stérile d'un diamètre d'environ 100 m est établie autour de la torchère afin d'éviter tout risque envers le personnel ou les équipements.

La torchère est dimensionnée pour éliminer les échappements de gaz résultant de fonctionnements fortuits et de fonctionnements anormaux ou d'urgence, conduisant à des conditions opératoires très variées. Les conditions retenues sont les suivantes :

- débit maximal accidentel : 165 000 kg/h; ce fonctionnement dure tout au plus quelques minutes;
- débit nominal : 76 000 kg/h; ce qui correspond à une combinaison de fonctionnements très rares ou anormaux; ce fonctionnement dure tout au plus quelques heures;
- débit moyen, basé sur le gaz évaporé en cas d'arrêt complet du terminal (mode en attente) : 11 000 kg/h; ce fonctionnement peut durer plusieurs heures, notamment en période d'entretien (durée totale annuelle cumulée estimée à 48 heures).

**Tableau 4.26 Liste et caractéristiques des principaux appareils sous pression**

Description	Lieu	Nb	Type	Capacité	Dimensions (m) L x l x H ou Ø x H (chacun)	Matériaux
Recondenseur	IT	1	Vertical; garnissage interne			Acier inoxydable
Désurchauffeur gaz d'évaporation/azote	IT	1 x 100 %	Échangeur à tubes (GNL HP) et calandre (évaporation et azote)	3,8 MW		Acier inoxydable
Ballon séparateur (bras de retour gaz)	J	1	Horizontal; sans équipement interne	75 m <sup>3</sup>	3,1 Ø x 9,3	Acier inoxydable
Ballon séparateur (aspiration des compresseurs)	IT	1	Vertical; équipement interne (distributeur et débrumiseur en inox 316); pot de purge	20 m <sup>3</sup>	2,5 Ø x 3,6	Acier inoxydable
Ballon sas de vidange du ballon séparateur	IT	1	Horizontal; sans équipement interne	8 m <sup>3</sup>	1,4 Ø x 4,6	Acier inoxydable
Ballon séparateur (torchère)	IT	1	Horizontal; réchauffeur interne (1 x 100 %)	65 m <sup>3</sup> Réchauffeur : 210 kW	2,9 Ø x 8,7	Acier inoxydable
Ballon séparateur (gaz carburant)	IT	1	Vertical; équipement interne (distributeur et débrumiseur en inox 316)	3 m <sup>3</sup>	1,0 Ø x 3,75	Acier carbone
Capacité tampon (air d'instrumentation)	IT	1	Horizontal; revêtement interne époxy	43,2 m <sup>3</sup>	3,3 Ø x 5,0	Acier carbone
Capacité tampon (air d'instrumentation)	J	1	Horizontal; revêtement interne époxy	8,2 m <sup>3</sup>	1,9 Ø x 2,9	Acier carbone
Réservoir pressurisé d'eau potable	J	1	Vertical; pressurisé à l'air	1,25 m <sup>3</sup>		

IT = Installations riveraines

J = Jetée

Les matériaux de construction de la torchère sont les suivants :

- structure de la torchère et tuyauterie basse température : inox 304;
- accessoires basse température : inox 321 ou 316L;
- accessoires haute température : inox 304 ou incoloy 800;
- nez de torchère (haute température) : inconel 625.

La torchère est purgée en permanence avec de l'azote afin d'empêcher toute entrée d'air pouvant créer une atmosphère explosible. Elle est munie des alarmes suivantes :

- pression basse du gaz carburant (pilote);
- absence de flamme du pilote;
- défaut de purge;
- analyseur d'oxygène (détecte l'entrée d'air).

#### **4.17.9 Mesurage et analyseurs**

Le mesurage du gaz d'expédition est effectué dans le poste de mesurage à l'aval des vaporiseurs. La précision de mesurage est meilleure que 1 %.

Les compteurs seront de type ultrason avec une gamme de débit minimale de 1 pour 10. Une hypothèse de chute de pression de 100 kPa dans le compteur a été prise.

Le mesurage sera muni d'un bâtiment de protection contre les intempéries et l'accumulation de neige.

En plus des analyseurs utilisés pour le mesurage, le terminal comprendra plusieurs analyseurs listés dans le tableau 4.27 suivant.

#### **4.17.10 Matériaux de construction**

Les matériaux de construction des équipements sont indiqués dans les descriptions précédentes.

Les choix des matériaux et des procédures relatifs à la tuyauterie sont fondés sur les dernières normes ASTM/ASME/ANSI. Les classes de tuyauterie sont données dans le tableau 4.28 à la fin de cette section.

**Tableau 4.27 Liste des principaux analyseurs**

Type d'analyseur	Service	Description
Chromatographe en phase gazeuse	Poste de mesurage du gaz d'expédition	Cet analyseur sert à obtenir la composition du gaz naturel expédié, afin de contrôler la qualité du gaz, d'obtenir les paramètres nécessaires à un comptage commercial, et d'ajuster l'injection d'azote.
Chromatographe en phase gazeuse	GNL provenant des pompes de surpression	Cet analyseur sert à obtenir la composition du GNL déchargé.
Chromatographe en phase gazeuse	GNL en sortie du recondenseur	Cet analyseur rapide sert à obtenir la composition du GNL sortant du recondenseur afin de borner la consigne d'injection d'azote (mesure plus rapide mais moins précise que l'analyseur du gaz d'expédition).
Analyseur d'oxygène	Collecteur de torchère	Cet analyseur sert à avertir en cas d'entrée d'air dans le collecteur de la torchère.
Analyseurs d'hydrocarbures et d'oxygène	Évent du tunnel du corridor de service	Ces analyseurs servent à détecter une fuite éventuelle de gaz naturel ou la présence d'air dans le caisson des lignes de déchargement.
Analyseur de mercaptans	Gaz combustible pour le chauffage des bâtiments	Cet analyseur sert à avertir en cas de problème dans le dispositif d'odorisation, afin d'assurer que le gaz alimentant les bâtiments soit constamment odorisé.
Analyseur de pH	Contrôle du pH du bain des vaporiseurs	Le bain de chaque vaporiseur à combustion submergée est équipé d'un analyseur de pH.
Analyseur d'hypochlorite de soude	Contrôle de la concentration dans l'eau	Chaque pomperie incendie, ainsi que le système d'eau potable, est muni d'un analyseur pour contrôler le dosage d'hypochlorite.

#### **4.17.10.1 Classes de tuyauterie**

Les calculs d'épaisseur des tuyaux sont exécutés conformément à la norme ASME B31.3 pour les conditions particulières requises.

Le dimensionnement des tuyaux en acier carbone est conforme à la norme ASME B36.10.

Le dimensionnement des tuyaux en acier inoxydable est conforme à la norme ASME B36.19.

#### **4.17.10.2 Robinets**

Les vannes d'arrêt et les vannes à boisseau sphérique utilisées pour les gaz liquéfiés comporteront un système de décharge afin d'éviter une surpression dans le corps de la vanne.

Des robinets à passage intégral (vanne d'arrêt ou vanne à boisseau sphérique) seront utilisés pour les lignes d'entrée ou de décharge des soupapes.



Les vannes utilisées pour le service cryogénique sont obligatoirement soudées (les vannes à brides sont limités autant que possible).

Toutes les vannes à boisseau sphérique et les vannes papillon utilisées dans le procédé seront conçues pour résister aux incendies ou feront l'objet d'essais incendie suivant des normes approuvées.

#### **4.17.10.3 Isolation des systèmes à basse température**

La tuyauterie et les équipements utilisés à basse température (température de service de 21 °C et moins) sont isolés thermiquement. Aux conditions de référence, l'isolant permet de limiter les apports de chaleur à 25 W/m<sup>2</sup> ou moins, et empêche la condensation.

Le type d'isolation est choisi suivant les catégories suivantes (en fonction des températures de service) :

- **prévention de la condensation de surface (21°C à – 170°C)** : L'isolant est fabriqué à partir de mousse poly-isocyanurate (PIR) préformée;
- **réduction du gain de chaleur (21°C à – 170°C)** : L'isolant est fabriqué à partir de mousse PIR préformée;
- **réduction combinée du bruit et du gain de chaleur (21°C à – 170°C)** : L'isolant consiste en une ou plusieurs couches de mousse PIR, recouvertes d'une couche de laine minérale préformée;
- **protection du personnel (- 10°C à – 170°C)** : Si la tuyauterie ou l'équipement ne nécessite pas d'isolant pour une des raisons citées ci-dessus, mais dont l'emplacement présente un danger pour le personnel, les surfaces sont isolées. L'application de cette isolation s'étend généralement jusqu'à environ 2 m à la verticale ou 0,6 m à l'horizontale au-delà des voies d'accès, escaliers, échelles, plates-formes, etc., ainsi qu'aux zones de travail (au niveau du sol ou en élévation) utilisés par le personnel d'exploitation et d'entretien.

#### **4.17.10.4 Protection contre la corrosion**

##### **Peinture et revêtement de protection**

Les structures en acier, les surfaces extérieures des équipements et de la tuyauterie non enterrées sont peintes suivant des spécifications correspondant aux températures de service.

Les surfaces internes ne sont pas revêtues, sauf les cas particuliers (réservoir d'eau potable, réservoir et conduites de soude caustique, etc.).

Les réservoirs devant comporter un revêtement interne seront fabriqués selon les exigences de la norme NACE RP 0178.

Les revêtements galvanisés à chaud seront conformes aux exigences des normes ISO 1461, ASTM A123 ou ASTM A153.

### **Revêtement par bande anticorrosion appliquée sur la tuyauterie enterrée**

Tous les tuyaux, robinets, raccords etc., en acier carbone et en acier inoxydable, enterrés et non isolés (températures de service entre -20 à +75 °C), sont revêtus extérieurement par deux applications à froid de bande anticorrosion. Cette bande est constituée d'un composé bitumineux épais, très tenace et auto-adhésif combiné à un support malléable en PVC épais, l'ensemble formant une protection résistante, auto-adhérente et étanche pour la tuyauterie. Son épaisseur totale sera au minimum de 1,65 mm (0,75 mm de composé bitumineux et 0,9 mm de PVC).

**Tableau 4.28**      **Classes de tuyauterie**

Classe bride ASME	Pression maximum (kPag)	Plage de température °C	Services	Matériaux de tuyauterie	Surépaisseur de corrosion	Diamètre nominal max.
150	1 396 à 1 965	-29 à 200	Procédé général, gaz carburant, mazout/ diesel, eau incendie non enterrée.	acier carbone	1,2 mm	42 po
150	1 318 à 1 896	-196 à 200	Procédé à basse température, gaz naturel liquéfié, purge de gaz naturel, purge (robinets spécifiés avec rallonge d'axe).	inox 304 (double certification)	0,0 mm	36 po
150	1 810 à 1 960	-29 à 85	Air d'instrumentation (sec), air de service et azote gazeux.	acier carbone	1,2 mm	24 po
125/ 150	1 600	-29 à 85	Alimentation d'eau non enterrée, trop plein d'eau, égout sanitaire, égout produits chimiques.	acier carbone/ galvanisé ≤ 4 po/ époxy int. et ext. ≥ 6 po	0,0 mm	60 po
150	1 768 à 1 965	-29 à 100	Eau de service, eau potable, eau de procédé.	Acier carbone/ galvanisé	0,0 mm	6 po
300	3 450 à 4 960	-196 à 200	Procédé à basse température, gaz naturel liquéfié, purge de gaz naturel, purge (robinets spécifiés avec rallonge d'axe).	inox 304 (double certification)	0,0 mm	24 po
900	10 345 à 14 893	-196 à 200	Procédé à basse température, gaz naturel liquéfié, purge de gaz naturel, purge (robinets spécifiés avec rallonge d'axe).	inox 304 (double certification)	0,0 mm	24 po
900	13 139 à 15 307	-29 à 200	Procédé général, gaz naturel.	acier carbone	1,2 mm	42 po
150 FF	2 000	0 à 20	Eau potable enterrée, eau incendie enterrée.	PEHP (polyéthylène haute pression)	0,0 mm	12 po

#### **4.18 PROGRAMMES D'ASSURANCE ET DE CONTROLE DE LA QUALITE**

##### **4.18.1 Système de qualité de Rabaska**

Rabaska établira et implantera un système de gestion de la qualité conformément à la norme ISO 9001.

Rabaska documentera notamment ce qui suit :

- objet et portée du système qualité;
- responsabilités du personnel de projet, des entrepreneurs et des sous-traitants;
- contrôle des matériaux et services achetés;
- documentation et contrôle des dossiers;
- produit ou service non conforme;
- améliorations (mesures correctives et préventives);
- audit.

Le système de gestion de la qualité de Rabaska sera maintenu, amélioré et mis à jour en se fondant sur les résultats d'audits et le retour d'information des intervenants et tierces parties. Il sera ajusté selon les besoins en fonction des phases du projet afin de couvrir les domaines de la conception, de la construction, des essais, de l'exploitation et de l'entretien.

##### **4.18.2 Exigences relatives aux entrepreneurs principaux**

Les entrepreneurs principaux retenus pour la construction du terminal Rabaska devront avoir un système de gestion de la qualité conforme à la norme ISO 9001, certifié par un organisme reconnu, et valide jusqu'à la fin du projet.

Le système de gestion de la qualité des entrepreneurs principaux devra répondre aux prescriptions de l'ISO 9001 et prévoir en outre :

- les responsabilités documentées du personnel de projet et des sous-traitants;
- une méthode documentée pour l'évaluation, le choix et l'achat des matériaux et des composants principaux;
- une méthode documentée sur la façon de gérer les non-conformités du fabricant aux spécifications;

- les instructions documentées pour l'expédition, la manutention et le stockage des matériaux et équipements.

Les entrepreneurs principaux retenus devront produire un plan de qualité pour chaque phase du projet.

Le plan devra décrire :

- les activités à effectuer;
- le renvoi aux normes, dessins et modes opératoires applicables;
- les dossiers à produire;
- les directives (le cas échéant);
- la ou les personnes responsables des activités;
- les points d'arrêt, les points de surveillance et d'inspection.

Rabaska utilisera le plan pour contrôler les progrès et l'atteinte des objectifs de performances de qualité du projet.

#### **4.18.3 Exigences du système de gestion de la qualité pour les fabricants de matériaux et d'équipements**

Les matériaux et les équipements seront achetés auprès de fabricants munis d'un système de gestion de la qualité. Le fabricant devra documenter son plan de gestion de la qualité de la même façon que les entrepreneurs (section 4.18.2).

Ce plan sera examiné et approuvé par l'entité responsable des achats (entrepreneurs et/ou Rabaska).

Un plan d'audit et de surveillance du fabricant des matériaux et des équipements sera mis en place.

#### **4.18.4 Audit et surveillance de Rabaska**

Rabaska se réservera le droit d'auditer à tout moment les entrepreneurs ou les fabricants retenus, en particulier leur système de gestion de la qualité, ainsi que les dossiers attachés à chaque ensemble ou équipements (documents techniques, procédures et procès-verbaux).

De plus Rabaska se réservera le droit de surveiller l'ensemble des activités d'étude, de fabrication ou de construction des fabricants ou des entrepreneurs. Les résultats des essais, les dossiers dimensionnels non destructifs et les essais fonctionnels seront surveillés et examinés pour s'assurer qu'ils sont conformes aux exigences spécifiées.