

## 11 EFFETS DE L'ENVIRONNEMENT SUR LE PROJET

L'article 19(1), alinéa h) de la *Loi canadienne sur l'évaluation environnementale (2012)* (L.C. 2012, ch. 19, art. 52) exige que l'évaluation environnementale d'un projet désigné prenne en compte notamment les changements susceptibles d'être apportés au projet du fait de l'environnement. De plus, tel que prescrit par la norme ISO 14001 : 2015, les engagements des leaders internationaux et le Conseil canadien des ministres de l'environnement (CCME) via le *Cadre de mise en œuvre pour la planification de l'adaptation aux changements climatiques à l'échelle du bassin versant* (CCME, 2015), les effets de l'environnement sur un projet doivent être considérés.

Le chapitre 11 de la présente ÉIE aborde donc les effets possibles de l'environnement sur le projet Beauport 2020. Cette évaluation consiste d'abord à prévoir les conditions locales, les risques naturels ou les événements extérieurs qui peuvent affecter les composantes et les activités du projet. Ces conditions pourraient à leur tour entraîner des effets sur l'environnement. Pour chacune des conditions identifiées, les probabilités des effets sur le projet seront indiquées en lien avec les mesures d'atténuation utilisées dans le cadre du projet (incluant les méthodes de conception). Dans une perspective à plus long terme, les effets potentiels anticipés des changements climatiques seront abordés.

Tout au long des étapes de planification, de conception et d'exploitation du projet Beauport 2020, les risques liés aux effets potentiels de l'environnement sur le projet ont été pris en compte et des mesures adéquates d'atténuation ont été appliquées.

### 11.1 IDENTIFICATION DES EFFETS DE L'ENVIRONNEMENT CONSIDÉRÉS

L'Administration Portuaire de Québec (APQ) possède une vaste expérience en conception, construction et exploitation de terminaux portuaires, notamment sur le site du secteur de Beauport. Son expérience de gestionnaire, ses pratiques, les meilleures de l'industrie, et sa connaissance de projets similaires permettent d'orienter l'évaluation préliminaire des effets potentiels de l'environnement sur la construction et l'exploitation des nouvelles installations projetées à partir de références pratiques.

Les effets potentiels de l'environnement sur le projet qui ont été identifiés sont liés aux conditions environnementales suivantes :

- ▶ les conditions géologiques;
- ▶ les conditions hydrodynamiques;
- ▶ les épisodes météorologiques extrêmes;
- ▶ les changements climatiques.

Pour chacune de ces conditions environnementales, les données de référence permettent de déterminer les risques et les effets possibles sur le projet. Il en va de même pour les mécanismes de gestion mis en place, tels que les mesures d'atténuation établies et les normes de conception utilisées afin de prévenir ces effets, ainsi que pour les effets résiduels possibles et leur importance, le cas échéant.

### 11.2 CONDITIONS GÉOLOGIQUES

#### 11.2.1 Effets potentiels des conditions géologiques

Différentes conditions géologiques particulières sont susceptibles d'avoir des effets sur les nouvelles installations projetées et les exploitations portuaires. C'est pourquoi celles-ci ont été prises en

considération dès la conception du projet pour les phases de construction et d'exploitation. Les effets potentiels des conditions géologiques sur le projet comprennent, entre autres :

- ▶ les risques liés à l'activité sismique;
- ▶ le potentiel de liquéfaction des sols lié aux séismes;
- ▶ les mouvements, les affaissements et les tassements de terrain;
- ▶ la résistance au glissement de terrain.

L'APQ considère que dans le cadre du projet, les potentiels de mouvement, d'affaissement et de tassement de terrain peuvent plutôt être générés par la mise en place du nouvel ouvrage. Par exemple, un tassement des sols est prévu sous les nouveaux caissons en béton armé à cause du poids de l'ouvrage. Ces éléments ne sont pas considérés comme des effets de l'environnement sur les nouvelles installations projetées et les exploitations portuaires. Les mouvements, tassements et affaissements de terrain ont tout de même été traités dans les sections suivantes. Ces éléments ont aussi été pris en compte dans la conception des ouvrages, selon les propriétés naturelles des sols en place et les cas de chargement utilisés.

#### 11.2.1.1 Risques liés à l'activité sismique

Les séismes sont imprévisibles et peuvent survenir partout au Québec. Il s'en produit en moyenne plusieurs centaines par année, mais la plupart sont de faibles amplitudes et causent peu ou pas de dommages. La région de Québec n'est par contre pas à l'abri de séismes de plus grandes amplitudes, tel que le passé l'a prouvé.

Les données de référence indiquent que Charlevoix-Kamouraska est la région de l'est du Canada qui est la plus active au point de vue sismique. D'après le *Code national du bâtiment – Canada 2010*, les aléas sismiques (situation qui a une certaine probabilité de se produire) sont de 2 % sur 50 ans pour Baie-Saint-Paul (Conseil national de recherches Canada, 2010).

Les données sur l'amplitude des aléas sismiques pour le secteur du Port de Québec sont quant à elles moins élevées que pour Baie-Saint-Paul. La région de Québec est donc considérée comme une région à risque sismique faible à moyen (Lacoursière, 2016).

#### 11.2.1.2 Potentiel de liquéfaction lié aux séismes

Un phénomène de liquéfaction des sols peut survenir lors d'un tremblement de terre de forte amplitude. Les ondes de choc compriment alors le sol plus rapidement que l'eau ne peut s'en échapper, ayant pour effet de faire grimper la pression interstitielle dans le sol. Plus la pression de l'eau augmente, plus l'eau supporte la charge et moins le sable est en mesure de la supporter. Le sol perd alors sa cohésion et commence à s'écouler comme un liquide. Ce phénomène peut se produire en général dans un sable de consistance lâche ( $N \leq 10$ )<sup>1</sup>.

#### 11.2.1.3 Mouvement, affaissement et tassement de terrain

Les données répertoriées par l'APQ à titre de gestionnaire du Port de Québec confirment qu'aucun mouvement ou tassement de terrain n'a été observé dans l'ensemble du secteur de Beauport (secteurs récréatif et portuaire) au cours des années.

<sup>1</sup> L'indice de pénétration standard N est obtenu par un test *in situ*, qui consiste à enfoncer une tige d'acier dans le sol avec un marteau spécial. Cet essai est normalisé et consiste à compter le nombre de coups (N) requis pour enfoncer la tige de 30 cm. Il permet de déterminer si un sol est dans un état lâche (N inférieur à 10), compact (N environ 15-20) ou très compact (N supérieur à 25).

Les effets de l'environnement découlant du mouvement ou de l'affaissement de terrain au droit du nouveau quai et de la plage seront limités. Le point d'équilibre de la plage sera atteint après une ou deux saisons, atteignant une pente d'équilibre d'environ 5 % (LaSalle, 2014).

#### 11.2.1.4 Résistance au glissement de terrain

Le secteur de Beauport est situé dans un milieu peu accidenté où il n'y a pas de risque de glissement de terrain. De plus, la stabilité globale des caissons en béton armé est fonction du poids de ces derniers, des propriétés géotechniques de l'assise et des charges d'entreposage (Qualitas, 2012). Elle n'est donc pas directement liée aux effets de l'environnement sur le projet.

### 11.2.2 Mesures d'atténuation relatives aux conditions géologiques

Dans tous les cas, le projet reposera sur les meilleures pratiques de gestion et d'ingénierie et sera conçu pour résister aux conditions géologiques du site sélectionné.

#### 11.2.2.1 Risques liés à l'activité sismique

La norme de conception CAN-S6-06 a été utilisée pour concevoir le nouveau quai. Selon celle-ci, l'intensité d'un séisme s'apparentant à un événement dont la probabilité de dépassement est de 10 % en 50 ans, soit une période de récurrence de 475 ans, est utilisée comme base de calcul.

En plus de soumettre la construction du nouveau quai à cette norme, l'APQ exigera que cette même norme de conception soit utilisée et respectée pour les ouvrages qui seront installés sur l'arrière-quai par les futurs utilisateurs.

#### 11.2.2.2 Potentiel de liquéfaction lié aux séismes

Au niveau du quai, l'étude géotechnique de Qualitas montre qu'il n'y a pas de risque de liquéfaction des sols sous ce nouvel ouvrage. Dans certains forages, l'épaisseur des sols est supérieure à 50 m et l'addition de plusieurs mètres de sable a pour conséquence une plus grande atténuation des ondes sismiques.

Pour ce qui est de l'aménagement de l'arrière-quai, les normes de conception en vigueur (Société canadienne de géotechnique, 2013) seront aussi utilisées pour concevoir les ouvrages qui y seront construits. Les fondations de ces ouvrages seront conçues pour permettre de tenir compte du potentiel de liquéfaction dans la partie supérieure du remblai. Les méthodes usuelles qui pourront être utilisées sont, soit l'utilisation de la compaction dynamique, de la vibrocompaction ou la surcharge des sols en place, soit l'utilisation de pieux pour les fondations pour aller s'appuyer sur la couche de sol compétent comme support.

#### 11.2.2.3 Mouvement, affaissement et tassement de terrain

Les possibilités de mouvement ou d'affaissement de terrain ont été prises en compte lors de la conception, et ce, selon les normes en vigueur et considérant les résultats de l'étude géotechnique réalisée par Qualitas (2012).

Le tassement de la zone d'arrière-quai (remblayage de sédiments dragués décantés) a été pris en compte lors de la conception de l'ingénierie et plusieurs éléments ont été considérés, dont :

- ▶ le niveau moyen de l'eau est à +2,6 m et le marnage est de 4,9 m pour les marées moyennes et 6,1 m pour les marées de vives-eaux;
- ▶ la zone remblayée est majoritairement localisée entre les niveaux naturels +1 m et -4 m, ce qui signifie qu'une partie importante des remblais devra être réalisée sous l'eau;
- ▶ un remblayage en pierre tout-venant de carrière est prévu directement à l'arrière des caissons en béton armé afin d'assurer une répartition adéquate des pressions du remblai;
- ▶ le remblayage est prévu jusqu'au niveau +6,1 m dans le projet;
- ▶ le remblayage entre les niveaux +6,1 m et +7,32 m, qui est le niveau final de la surface, sera effectué lors de la construction des aménagements qui seront exigés par le client.

En phase construction, les sédiments dragués hydrauliquement dans la zone de la tranchée seront gérés sur la terre ferme pour y être décantés puis poussés par béliet mécanique dans la zone prévue à remblayer. Étant donné qu'il ne sera pas possible de consolider les sédiments lors de leur mise en place à cause de la présence des marées, des tassements seront à prévoir pendant la première année suivant la fin des travaux.

Une première consolidation des sols s'effectuera naturellement par le poids propre des matériaux. C'est pourquoi aucune construction (réseau souterrain, matrice cimentaire, etc.) ne pourra être réalisée dans ce secteur situé à l'arrière des caissons en béton armé pendant l'année où s'effectuera le remblayage.

Les tassements engendrés seront corrigés lors de l'installation des infrastructures souterraines et des travaux de construction de l'arrière-quai (infrastructure de chaussée, pavage, etc.) qui s'effectueront lorsque le nouvel utilisateur sera connu. En fonction des besoins de ce dernier, une surcharge temporaire, de la compaction dynamique ou de la vibrocompaction, pourrait s'avérer nécessaire sur certaines zones, et ce, en fonction des charges d'exploitation qui seront appliquées sur le sol. Ces activités devront être réalisées préalablement à la mise en place de la structure de chaussée et des réseaux souterrains, lors de l'aménagement du client.

#### 11.2.2.4 Résistance au glissement de terrain

La résistance au glissement de terrain a été considérée dans les calculs de la stabilité des caissons en béton armé du quai, en fonction des paramètres des sols naturels et des facteurs de sécurité applicables.

Les terrains sur lesquels les activités de construction seront réalisées ont des pentes faibles à très faibles, ce qui diminue le risque d'un glissement de terrain.

Les caissons en béton armé prennent également en compte les potentiels de glissement, les tassements anticipés, les surcharges sur le dessus du quai, les charges d'accostage et d'amarrage ainsi que les effets d'un séisme éventuel.

Les charges produites par les vagues n'ont pas été considérées en raison des faibles contraintes qui leur sont associées.

Les caissons en béton armé seront remplis de pierre de carrière, ce qui leur donnera un poids suffisant pour résister à la charge horizontale causée par le remblai qui sera mis en place à l'arrière de ces derniers. La consolidation des sols sous les caissons en béton armé sera fonction de la consistance des sédiments en place au niveau de la base des caissons en béton armé et en fonction des charges vives qui seront appliquées sur les caissons en béton armé. Selon les résultats des essais réalisés par la firme

Qualitas dans le cadre de l'étude géotechnique, les tassements se produiront rapidement lors de l'application des charges et se limiteront à moins de 15 cm (Qualitas, 2012).

### 11.2.3 Effets résiduels et détermination de leur importance

Les conditions géologiques du site ont été considérées dans l'ingénierie détaillée du projet. Des mesures d'atténuation ont aussi été prises pour contrer les effets possibles des séismes et de potentiels sur les sols (tassements, mouvements, glissement, affaissement et liquéfaction). Le niveau de confiance dans ces mesures est élevé en raison de l'expérience acquise dans le cadre de projets antérieurs et de l'application des meilleures pratiques en matière de gestion et d'ingénierie, qui satisfont ou excèdent les normes de l'industrie.

## 11.3 CONDITIONS HYDRODYNAMIQUES

### 11.3.1 Effets potentiels des conditions hydrodynamiques

Les conditions hydrodynamiques (fluviales) peuvent comprendre des facteurs comme les fortes marées, les ondes de tempête et les conditions de glace. Ces facteurs peuvent se combiner pour créer des conditions à risques durant les activités de construction et d'exploitation des nouvelles installations proposées. Ils peuvent perturber les activités de construction et d'exploitation, et ainsi causer des retards. Les glaces peuvent représenter un risque pour la sécurité des travailleurs et augmenter le risque d'accident ou de défaillance durant l'accostage et le chargement des navires.

Pour la construction et d'exploitation des nouvelles installations projetées, deux effets potentiels ont été identifiés, soit l'érosion des berges et la perturbation des activités de construction et d'exploitation liée aux glaces.

#### 11.3.1.1 Érosion des berges

L'érosion des berges est un phénomène qui peut être causé par l'action des vagues, du vent ou des marées. Ce phénomène a été étudié et noté dans les secteurs nord et sud du secteur de Beauport.

##### Secteur sud de la zone Beauport

À l'extrémité du quai 53, entre 1999 et 2011, un recul important de la berge causé par une érosion occasionnée par l'action combinée des vagues et du vent a été constaté (Benoît, 2015).

##### Secteur nord de la zone Beauport

La portion centrale de la péninsule (limite aval est) est caractérisée par la présence de végétation qui nous laisse croire que les berges sont en apparence plus stables. Cependant, la plage récréative a subi des changements morphologiques importants entre 1987 et 2005 (LaSalle | NHC, 2010). D'après le transport sédimentaire observé, le moteur principal de l'érosion réside dans l'agitation et les courants littoraux créés par les vagues de tempêtes issues des secteurs nord-est (NE) à est (E).

#### 11.3.1.2 Perturbation des activités de construction et d'exploitation liée aux glaces

Le secteur des battures de Beauport est généralement couvert de glace à partir du mois de décembre. La glace s'étend de la plage de la Baie de Beauport jusqu'à la pointe de l'île d'Orléans. La glace est emportée par la marée à partir du mois de mars, laissant sur les battures quelques blocs qui fondent sur place.

Dans le secteur de l'estuaire de la rivière Saint-Charles, la glace est présente de décembre à avril. Cette glace est composée de blocs de petite taille. Le couvert glaciaire de l'estuaire est affecté principalement par la circulation maritime. L'épaisseur de la glace flottante est peu documentée, mais des blocs de glace de 5 m peuvent être retrouvés. Dans les zones plus abritées, la glace est le plus souvent lisse, avec des accumulations occasionnelles ne dépassant pas le demi-mètre au-dessus du plan d'eau.

À l'échelle de marée haute, le vent du nord-est peut pousser la glace dérivant dans le fleuve et conduire à des accumulations formant un relief du champ de glace morcelé pouvant atteindre 1,5 m au-dessus du niveau d'eau. Cette hauteur, combinée avec la cote maximale du plan d'eau à long terme (en raison du rehaussement progressif), soit +7,4 m, conduit à un niveau de +8,9 m, qui peut être arrondi à +9,0 m compte tenu de la précision limitée des différents facteurs entrants dans cette estimation (niveau marégraphique). Ces glaces prendront appui contre le mur du nouveau quai.

### 11.3.2 Mesures d'atténuation relatives aux conditions hydrodynamiques

#### 11.3.2.1 Érosion des berges

Le projet comprend la mise en place d'une digue de retenue et d'un brise-lames dans le secteur de la Baie de Beauport. Cette nouvelle configuration assurera la pérennité des berges dans le temps par rapport aux conditions hydrodynamiques.

En ce qui concerne le nouveau quai, le fait d'exposer le béton du quai à des conditions d'inondation et d'exondation successives, combinées à des cycles de gel et dégel en hiver, crée des contraintes dans le béton des caissons en béton armé. C'est la raison pour laquelle le béton utilisé pour construire ces derniers aura une résistance à la compression élevée et comportera certains additifs permettant d'augmenter sa durabilité.

#### 11.3.2.2 Perturbation des activités de construction et d'exploitation liée aux glaces

En ce qui a trait plus spécifiquement à l'état des glaces, il y aurait une tendance récente à la diminution des épaisseurs moyennes de glace sur le fleuve. Cependant, une grande variabilité annuelle de ces épaisseurs de glace est constatée, faisant en sorte que, pour le dimensionnement des infrastructures portuaires, il n'est pas recommandé actuellement d'utiliser des épaisseurs de glace réduites par rapport à ce que produisent les analyses statistiques faites sur les données disponibles récentes.

Le nouveau quai sera construit avec un béton de grande qualité qui lui permettra de résister aux attaques des glaces dans le temps. Ainsi, les premiers travaux de réparations majeures sont prévus dans un horizon de 75 ans après la construction de l'ouvrage. Les ouvrages construits sur le quai devront par ailleurs permettre le libre passage des glaces.

D'autre part, il est à souligner que l'orientation des nouveaux quais, qui fait un angle de 17 degrés vers le nord par rapport à l'alignement des quais 50-53 actuels, a été choisie principalement pour faciliter l'écoulement des glaces flottantes, puisque celles-ci ont tendance à suivre une trajectoire parallèle à cet alignement à marée montante.

### 11.3.3 Effets résiduels et détermination de leur importance

Tout comme pour les conditions géologiques, les effets potentiels des conditions hydrodynamiques ont été considérés dans l'ingénierie détaillée du projet.

Comme le décrit la section précédente, des mesures d'atténuation adéquates ont été prévues pour atténuer les effets résiduels possibles des conditions hydrodynamiques. Le niveau de confiance dans ces mesures est élevé en raison de l'expérience de l'APQ comme opérateur du site actuel, tout comme celle acquise dans le cadre de projets antérieurs. À cela s'ajoute l'application des meilleures pratiques en matière de gestion et d'ingénierie, qui satisfont ou excèdent les normes de l'industrie.

## 11.4 ÉPISODES MÉTÉOROLOGIQUES EXTRÊMES

### 11.4.1 Effets potentiels des épisodes météorologiques extrêmes

Les conditions météorologiques extrêmes pouvant toucher le projet, tant en phase de construction qu'en phase d'exploitation, sont bien connues. En effet, les stations climatologiques d'Environnement Canada installées à l'aéroport international Jean-Lesage de Québec et directement sur le site de Beauport offrent un ensemble complet de données permettant d'obtenir des moyennes annuelles représentatives de la région dans laquelle s'insère la zone d'étude. De plus, Climat-Québec (2016) rapporte des événements significatifs ayant eu des effets importants ou qui surviennent rarement.

Les vagues de froid, les tempêtes saisonnières, l'inondation et la sécheresse, les précipitations abondantes, les orages violents et les tornades peuvent avoir des effets sur le projet, tant en phase construction qu'en phase d'exploitation. Ces effets ont été pris en considération sur les nouvelles installations projetées et les exploitations portuaires.

#### 11.4.1.1 Vagues de froid et tempêtes saisonnières

Pour la région de Québec, une vague de froid intense a été observée du 30 décembre 2013 au 4 janvier 2014. La température moyenne de ces six jours a varié entre -20 °C -35 °C, ce qui représente dix degrés sous les normales. Une vague de froid de cette durée et de cette intensité revient tous les 15 ans en moyenne.

Le 15 décembre 2013, une tempête hivernale provenant du sud des États-Unis a laissé de 25 à 35 cm de neige sur le sud du Québec. Des vents de 50 à 70 km/h ont généré de la poudrière, qui a réduit la visibilité et causé des problèmes de transports. L'air très froid préalablement présent (-15 °C à -25 °C) a contribué à englacer les routes et de nombreux accidents ont été répertoriés sur l'ensemble du réseau routier de la province.

L'intensité d'une vague de froid ainsi que sa durée peuvent engendrer plusieurs effets sur un projet, tant en construction qu'en exploitation, dont des bris d'équipements de construction, l'impossibilité de réaliser certains travaux (p. ex. coulage de béton), des pannes et bris dans les transports et le réseau de distribution d'électricité, des accidents causés par les surfaces rendues glissantes et le ralentissement ou l'arrêt de plusieurs services publics, etc.

De plus, la durée d'une tempête hivernale et l'importance des précipitations reçues peuvent occasionner des retards dans les travaux et des répercussions sur le plan de la logistique opérationnelle, notamment causés par les exploitations de déneigement.

#### 11.4.1.2 Inondations et sécheresse

Le secteur du projet Beauport 2020 est situé à l'extérieur des zones inondables. Ainsi, il n'y aura aucun effet sur le projet en raison d'inondation.

Une sécheresse est un phénomène somme toute complexe pour lequel aucune définition précise n'existe, mais se caractérise comme étant une période prolongée de temps anormalement sec (Groupe d'étude des sécheresses du SEA, 1986). Ce phénomène a touché le sud du Québec en septembre 2008 (15 jours); la végétation s'assécha et le niveau de plusieurs rivières baissa dramatiquement.

Sur le projet, une sécheresse ne devrait avoir que peu ou pas d'effets sur la nappe phréatique au niveau de l'arrière-quai et elle n'aura aucun effet sur les ouvrages en place si ce n'est l'assèchement d'une partie de la végétation plantée sur le talus séparant l'arrière-quai de la Baie de Beauport. Comme le démontre l'historique du site de Beauport, l'abaissement du niveau du fleuve en cas de sécheresse sévère n'aurait aucun effet sur les travaux, sur l'exploitation ou les exploitations maritimes comme l'amarrage des navires.

#### 11.4.1.3 Précipitations abondantes, orages violents et tornades

Une séquence pluvieuse est rapportée, du 20 au 26 mai 2013, lorsque le sud du Québec a reçu d'importantes quantités de pluie attribuables à une « dépression bloquée », un système météorologique de mauvais temps demeurant sur place en raison d'une circulation atmosphérique qui stagne. La région de Québec a reçu, pendant cette période, de 100 à 120 mm de pluie.

Des orages violents causant de la pluie torrentielle, de la grêle, des vents violents et des inondations ont été rapportés le 22 août 2013 à Beauport et à l'île d'Orléans. Entre 40 et 80 mm de pluie sont tombés en deux heures. Selon les statistiques d'Environnement Canada, une quantité de 80 mm en deux heures revient une fois aux 100 ans en moyenne dans cette région, ce qui en fait un cas exceptionnel. Des orages très violents organisés le long ou à l'avant d'un front froid se produisent deux à trois fois par année au Québec. En phase d'exploitation, les fortes précipitations seront gérées par le réseau pluvial.

En moyenne, 5,4 tornades par année ont été recensées au Québec entre 1985 et 2010 (Climat Québec, 2016). Ces tornades se produisent généralement entre juin et août, mais peuvent survenir aussi tôt qu'en avril et aussi tard qu'en novembre. Toutefois, en date de 2011, la Ville de Québec ne figurait pas dans la liste des localités affectées par les tornades.

La firme Consultants Ropars Inc. a passé en revue les données météorologiques recueillies à la station de mesure de Beauport sur une période de treize années, de 1999 à 2013, et a relevé les épisodes de tempête les plus marquants pendant cette période. Les vents dominants sont en provenance des secteurs ENE et SO. Au total, 18 épisodes de 48 heures ont été observés pour le secteur nord-est, et 14 épisodes de 48 heures ont été recensés pour le secteur sud-ouest. Placées l'une à la suite de l'autre, ces tempêtes forment des séries temporelles de 36 jours pour le NE et de 28 jours pour le SO.

À noter que les vents horaires présentant les plus grandes vitesses proviennent de l'ENE et atteignent 80 km/h (22,2 m/s).

De fortes précipitations en peu de temps ou des vents violents pourraient avoir un effet sur les activités de construction et causer un ralentissement, voire un arrêt temporaire des travaux. Par exemple, en phase construction, de fortes précipitations pourraient entraîner une augmentation des volumes d'eau à traiter en provenance du bassin d'assèchement des sédiments de dragage. Cependant, il s'agit de conditions exceptionnelles qui ne se produisent que quelques fois par année.

Des vents violents pourraient avoir des effets sur le projet en phase exploitation et plus spécifiquement sur les exploitations de chargement et de déchargement des marchandises générales conteneurisées, ce qui pourrait causer un ralentissement ou même un arrêt temporaire des exploitations.



## 11.4.2 Mesures d'atténuation relatives aux épisodes météorologiques extrêmes

Les vagues de froid, les tempêtes saisonnières, les orages et vents violents peuvent avoir des impacts sur le déroulement du projet en phase construction. Il sera de la responsabilité de l'entrepreneur de s'assurer de la sécurité sur le chantier et du bien-être des travailleurs en fonction des conditions météorologiques du moment et des conditions prévues dans le plan de protection environnemental (PPE) qui sera mis en place pour le projet.

En phase d'exploitation, les utilisateurs, en collaboration avec la Capitainerie du Port de Québec, seront responsables de surveiller les conditions climatiques et d'ajuster les méthodes de travail en conséquence.

Les mesures d'atténuation qui pourront être prises en lien avec les effets potentiels des conditions météorologiques extrêmes sont :

- ▶ interrompre temporairement les travaux;
- ▶ élaborer un plan d'intervention en cas de conditions climatiques extrêmes;
- ▶ ajuster les horaires de construction, le cas échéant;
- ▶ reporter les activités;
- ▶ concevoir un plan d'intervention en cas de panne de courant;
- ▶ prévoir des mesures d'évacuation et de lutte contre les incendies;
- ▶ concevoir un plan d'intervention et d'évacuation d'urgence.

## 11.4.3 Effets résiduels et détermination de leur importance

Les épisodes météorologiques extrêmes ont été pris en considération dans la phase d'ingénierie détaillée. Les effets potentiels sont bien connus en raison de l'expérience acquise dans des projets antérieurs. L'application des meilleures pratiques en matière de gestion et d'ingénierie, jumelée à des mesures d'atténuation adéquates, permet de maîtriser les effets appréhendés.

## 11.5 CHANGEMENTS CLIMATIQUES

### 11.5.1 Effets potentiels des changements climatiques

De manière générale, les principaux sujets abordés dans la littérature axée sur les changements climatiques et les exploitations portuaires concernent les points suivants :

- ▶ changement dans les niveaux d'eau;
- ▶ sécheresse/inondation;
- ▶ augmentation de l'intensité et de la probabilité des tempêtes;
- ▶ augmentation de la vulnérabilité des infrastructures;
- ▶ augmentation de l'érosion côtière;
- ▶ augmentation de la difficulté de manœuvrabilité;
- ▶ impacts sociaux (prises d'eau pour les villes, industries et autres).

Les effets des changements climatiques sur les activités portuaires sont encore méconnus et de nombreux groupes se penchent sérieusement sur la question afin d'augmenter le niveau de

connaissance et permettre aux principaux acteurs de l'industrie de mettre en place des mesures d'atténuation et d'adaptation.

Localement, Ouranos a publié en 2016 un rapport traitant des effets potentiels des changements climatiques entre le tronçon Trois-Rivières–Montréal et a présenté trois scénarios d'adaptation en fonction de fluctuations faibles ( $\leq 15$  cm), moyennes ( $\leq 15-50$  cm) et fortes ( $\geq 50$  cm) du niveau de l'eau. Toutefois, les effets des changements climatiques au niveau du Port de Québec demeurent à l'étude.

Dans l'éventualité où les niveaux d'eau attribuables aux changements climatiques devaient diminuer de manière significative, un effet pourrait être à prévoir en matière de logistique de navigation (chenal, aide à la navigation).

Dans l'éventualité où une hausse des niveaux d'eau attribuable aux changements climatiques devait devenir significative, certains paramètres du projet devront être révisés, entre autres pour s'assurer de pérenniser la plage et rehausser l'élévation de sa crête. Cette situation pourrait nécessiter des exploitations d'entretien plus importantes ou plus fréquentes.

### 11.5.2 Mesures d'atténuation relatives aux changements climatiques

Le PIANC (Permanent International Association of Navigation Congresses), un organisme à but non lucratif qui est responsable de promouvoir les intérêts spéciaux de la navigation et des infrastructures portuaires, a mis sur pied la Think Climate Coalition, une coalition entièrement dédiée à l'étude des changements climatiques et des effets sur la navigation, les infrastructures portuaires et les mesures d'atténuation. L'APQ, via l'International Harbour Masters Association (IHMA), collaborera ainsi à la mise en œuvre des objectifs de cette coalition de recherche sur les changements climatiques.

Le Port de Québec, qui connaît une réalité géographique différente des autres ports étudiés par Ouranos, en raison de sa profondeur d'eau et de l'action des marées sur son territoire (Yann Ropars, Consultants Ropars Inc., com. pers., 22 février 2016), s'est montré très intéressé à poursuivre l'acquisition de connaissances en matière d'effets potentiels des changements climatiques sur les exploitations maritimes pour le tronçon Escoumin-Québec.

À cette fin, l'APQ compte adapter la démarche proposée par le CCME dans le *Cadre de mise en œuvre pour la planification de l'adaptation aux changements climatiques à l'échelle du bassin versant* (CCME, 2015). Cette démarche, divisée en six étapes distinctes, a pour but d'évaluer les effets des changements climatiques sur les nouvelles infrastructures portuaires et les exploitations. Ses étapes se déclinent comme suit :

- ▶ étape 1 : Amorcer la démarche d'adaptation, incluant l'implication avec PIANC;
- ▶ étape 2 : Accroître les connaissances et recueillir les données;
- ▶ étape 3 : Évaluer la vulnérabilité actuelle;
- ▶ étape 4 : Évaluer le risque futur;
- ▶ étape 5 : Élaborer des solutions d'adaptation;
- ▶ étape 6 : Faire le suivi et réviser (intégrer les connaissances aux projets de l'APQ).

Cette démarche évolutive permettra d'évaluer la vulnérabilité actuelle et impliquera la participation de chercheurs et d'experts afin de développer une approche de planification et d'adaptation par rapport à certains indicateurs de vulnérabilité, en phase d'exploitation, prescrite par le CCME (2015) en matière de changements climatiques.

### 11.5.3 Effets résiduels et détermination de leur importance

Les effets potentiels des changements climatiques sur le projet sont à l'étude. L'application des mesures d'atténuation et d'adaptation adéquates qui seront élaborées, et des pratiques exemplaires en matière de gestion et d'ingénierie permettront de maîtriser les effets potentiels appréhendés.

## 11.6 CONCLUSION

Les événements d'origine naturelle peuvent, dans certains cas, représenter des risques réels d'effets de l'environnement sur le projet, voire nuire au bon déroulement des activités de construction, ou d'exploitation. Ils peuvent aussi affecter l'intégrité des installations et des infrastructures.

Dans le cadre du projet Beauport 2020, les effets potentiels de l'environnement sur le projet peuvent être causés par les conditions géologiques et hydrodynamiques, par des épisodes météorologiques extrêmes ou à plus long terme, par les changements climatiques.

Dans le cas des effets possibles causés par les conditions géologiques, hydrodynamiques et les épisodes météorologiques extrêmes, le niveau de confiance dans les mesures d'atténuation mises en place est élevé et les effets résiduels et leur importance sont faibles.

Toutefois, dans le cas des effets possibles causés par les changements climatiques, le niveau de confiance n'est pas aussi certain. Malgré les mesures d'atténuation et d'adaptation qui seront élaborées, les effets résiduels et leur importance seront évalués régulièrement, comme le prévoit déjà l'étape 6 de la démarche du CCME présentée à la section 11.6.2.

Néanmoins, pour chaque phase du projet, et ce, pour toute la durée de vie de ce dernier, l'APQ a considéré dès la conception les effets potentiels de l'environnement sur le projet. Elle mettra en place les moyens nécessaires afin de prévenir ces effets potentiels et de suivre leur évolution. Dans le cas hypothétique où ceux-ci peuvent générer des risques d'accidents ou de défaillances, des scénarios ont été qualifiés à l'intérieur du chapitre 12 de l'ÉIE, qui comprend également la mise à jour du plan des mesures d'urgence (PMU).