

8 Glaces et océanographie physique

Les glaces, les vagues et les courants océaniques sont des attributs déterminants du milieu physique de la zone LE 420 qui modifient les conditions de l'habitat et les activités humaines dans la zone. Les interactions du programme avec les glaces, les vagues et les courants océaniques sont également des considérations importantes dans la planification et la conception du programme. Les effets du programme sur les glaces et le milieu océanique physique sont traités dans la présente section. Les effets des glaces et de l'océanographie physique sur le programme sont traités à la section 21 intitulée « Effets de l'environnement sur le programme ».

8.1 Conditions de base

Les données de base sur les conditions de glaces marines et océanographiques physiques à l'intérieur et aux alentours de la zone LE 420 ont été obtenues des sources suivantes :

- une étude des données, des rapports et des documents produits à partir d'études antérieures de l'industrie, du gouvernement et d'autres intervenants sur les glaces et l'océanographie de la mer de Beaufort, englobant la période de l'activité d'exploration du début des années 1970 à la fin des années 1980;
- une analyse des modèles de formation, d'étendue et de débâcle des glaces de rive dans la zone du programme, à partir de l'imagerie récente obtenue par satellite de la *National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA)* sur une période de 11 ans (1991 à 2002) (Wright et Canatec, 2002);
- une reconnaissance des glaces à la mi-février 2003, comportant des observations des glaces à neuf cibles de forage préliminaire en mer par Devon et la mesure du mouvement des glaces à trois sites (Wright et Spedding, 2003; ASL, 2004);
- des observations des glaces de mer, des conditions océaniques et météorologiques dans la mer de Beaufort et de certaines variations récentes dans ces conditions, obtenues à partir des connaissances traditionnelles des résidents du nord.

Durant les périodes de prise de la glace, d'hiver et de débâcle, trois zones de glaces sont évidentes dans la région (voir la figure 8-1) : la zone des glaces de rive, la zone de glaces à la dérive saisonnières (c'est-à-dire transition) et la banquise polaire permanente. De la fin octobre à la fin novembre, les glaces de rive commencent à se former dans les eaux littorales peu profondes de la mer de Beaufort, y compris la majeure partie de la zone LE 420. Le rebord externe des glaces de rive progresse vers le nord en une série d'étapes imperceptibles causées par les vents périodiques du nord qui entraînent la formation de crêtes de glace dans la glace mince qui s'accroît. Certaines de ces crêtes s'ancrent dans le fond marin et, avec le temps, stabilisent la couverture de glaces à des distances de plus en plus grandes du rivage. Le rebord externe des glaces de rive se stabilise normalement à proximité du contour de la profondeur d'eau de 20 m vers la fin décembre jusqu'à la mi-janvier. Dans les parties ouest de la zone LE 420, ces dates sont plus variables selon le régime des vents à la fin de l'automne et au début de l'hiver de chaque année (voir le tableau 8-1). Les glaces de rive sont très stables. La surface des glaces de rive est en général très lisse jusqu'à des profondeurs d'eau de six à dix mètres, devenant

progressivement plus rugueuses avec les crêtes et les décombres de pression, à des profondeurs croissantes (voir la figures 8-2 et 8-3).

La débâcle des glaces de rive commence normalement entre la mi-juin et le début de juillet (voir le tableau 8-1), allant jusqu'au dégagement total des glaces dans des profondeurs d'eau allant jusqu'à environ 20 m vers la fin juillet. Dans la partie sud de la mer de Beaufort, la saison d'eau libre dure habituellement trois mois, de la mi-juillet à la mi-octobre. Les vagues sont en général de faible hauteur (un mètre et moins). Des vagues de tempête extrêmes (jusqu'à cinq et six mètres) peuvent se produire durant les fortes tempêtes d'automne, mais sont rares, étant donné que la houle est limitée par les glaces. Les courants océaniques sont en général faibles, de l'ordre de 0,2 m/s et moins. Le débit sortant du Mackenzie a une forte influence sur les courants, en particulier dans les parties ouest de la zone LE 420, créant un écoulement des courants généralement vers le nord-est dont les valeurs maximales de débit de pointe dépassent 0,5 m/s au début de l'été.

Durant la saison d'eau libre, les glaces denses à la dérive peuvent être poussées vers les eaux littorales de la mer de Beaufort sous l'effet des vents forts du nord. Ces intrusions de glaces donnent lieu au haut degré de variabilité de la longueur de la saison d'eau libre observé d'une année à l'autre. Les glaces denses à la dérive s'ancrent en général dans 12 à 15 m d'eau et n'affectent pas de façon importante les eaux côtières moins profondes où se trouve la majeure partie de la zone LE 420. Dans ces zones peu profondes, les glaces à la dérive sont en général constituées de petits floes (de dizaines de mètres à plusieurs centaines de mètres de diamètre), dont l'épaisseur et les crêtes ne sont pas excessives.

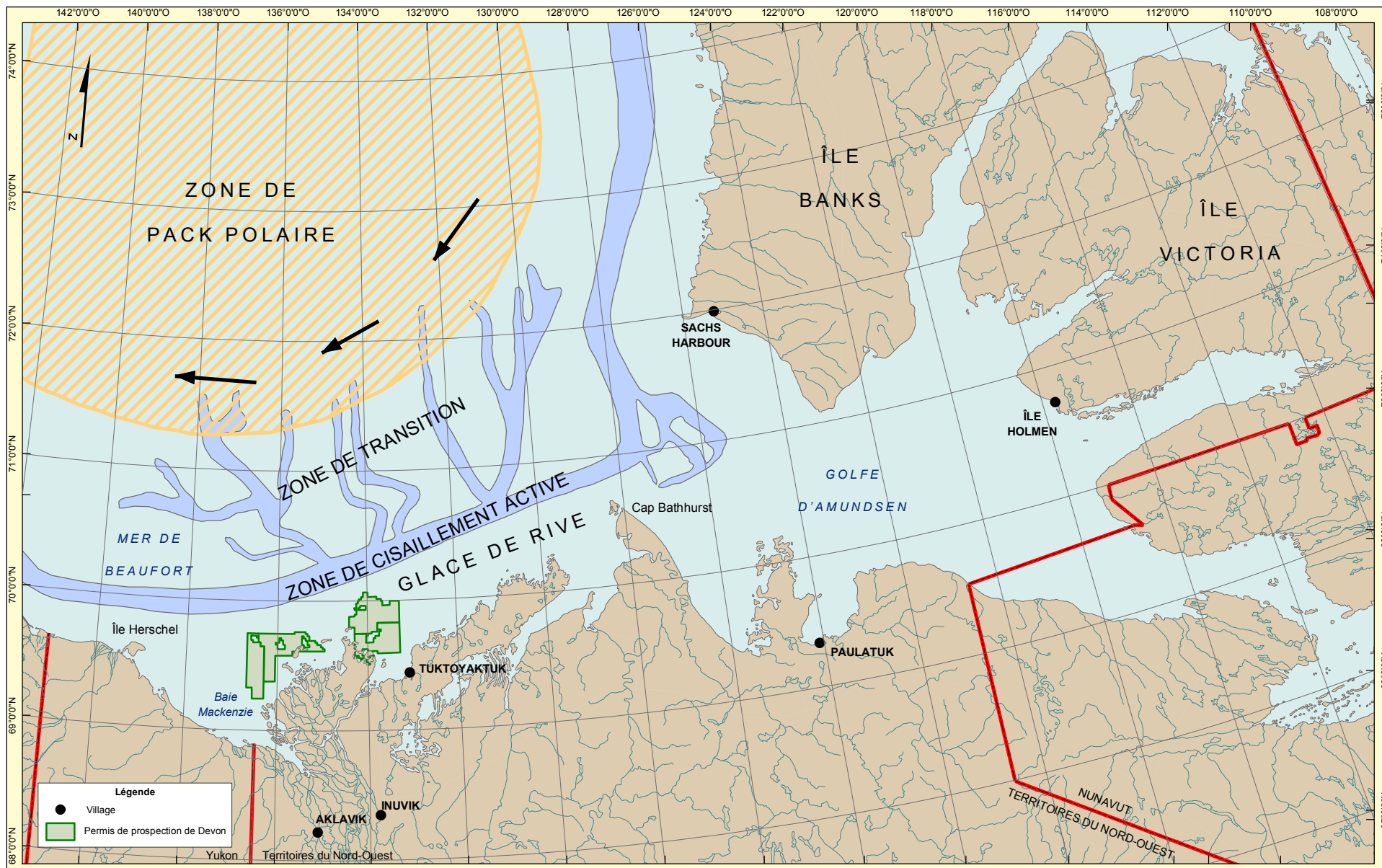
Les périodes de première apparition et de débâcle des glaces de rive à chacun des neuf sites possibles de forage en mer de Devon sont résumées au tableau 8-1. Ces périodes déterminent le calendrier de construction des socles de glace et des activités de forage consécutives.

Tableau 8-1 Périodes d'apparition des glaces de rive aux cibles de forage (1991-2002)

Cible	Période¹ de première apparition initiale des glaces de rive à la cible de forage	Période² de disparition des glaces de rive de la cible de forage
Tuwak	du 20 octobre au 3 janvier	du 21 juin au 14 juillet
Nayak sud	du 23 octobre au 1 ^{er} février	du 17 juin au 14 juillet
Kekertak	du 23 octobre au 2 janvier	du 21 juin au 14 juillet
Pullen nord	du 16 octobre au 16 décembre	du 21 juin au 19 juillet
Nipterk nord	du 20 octobre au 20 janvier	du 17 juin au 14 juillet
Omat	du 20 octobre au 20 janvier	du 13 juin au 14 juillet
Minuk est	du 20 octobre à jamais ³	du 17 juin au 19 juillet
Paktoa	du 20 octobre au 16 février	du 2 juin au 19 juillet
Tiggak	du 20 octobre au 16 février	du 1 ^{er} juin au 19 juillet

Nota :

- 1 À compter de la date de la première image satellite qui montre la couverture des glaces de rive à la cible de forage.
- 2 À compter de la date de la première image satellite qui montre qu'une cible de forage est exempte de couverture des glaces de rive.
- 3 L'hiver 1998-1999, les glaces de rive ne se sont pas formées à ce site.



Légende

- Village
- Permis de prospection de Devon

KA036 - Illustration schématique de la glace de rive, de la banquise saisonnière et des zones de pack polaire en relation avec la zone du permis de prospection 420
 Le 30 mars 2004

Zone détaillée

Sources de données:
 Carte du monde numérique
 AMEC
 Projection de Mercator transverse universel de la zone 8 (NAD 27)

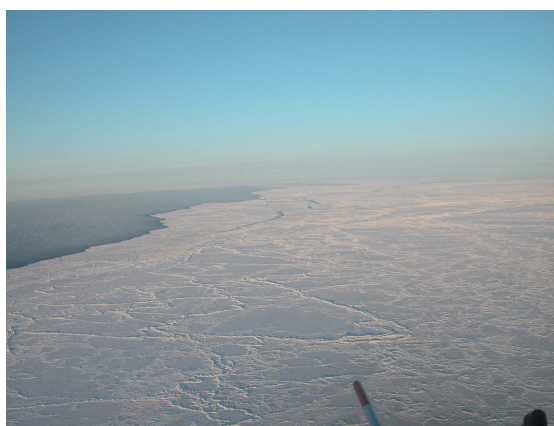
Figure 8-1
 Illustration schématique de la glace de rive, de la banquise saisonnière et des zones de pack polaire à proximité de la zone du permis de prospection 420



Tiggak



Paktoa



Rebord externe des glaces de rive, nord-ouest de Paktoa

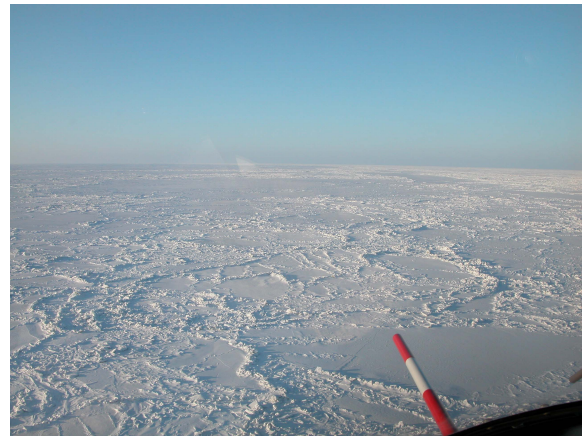
Figure 8-2 Vues types des glaces de rive à trois cibles de forage de Devon dans la partie occidentale de la zone LE 420, à la mi-février 2003



Tuwak



Nayak sud



**Rebord externe des glaces de rive, nord
de Nayak sud**

Figure 8-3 Vues types des glaces de rive à trois cibles de forage de Devon dans la partie orientale de la zone LE 420, à la mi-février 2003

Les données ci-dessus indiquent que des glaces de rive peuvent se former n'importe quand, de la fin octobre jusqu'à la mi-février, selon l'emplacement et l'année. Le synchronisme de la débâcle est quelque peu plus constant, variant entre le début de juin et la mi-juillet, selon l'emplacement et l'année. D'autres détails sont fournis dans Wright et KAVIK-AXYS Inc. (2004) et Wright et Canatec (2002).

Les résidents de l'endroit ont signalé une variété de récents changements observables dans les caractéristiques météorologiques et des glaces (Krupnik et Jolly, 2002; Riedlinger et Berkes, 2000; voir la section 18 intitulée « Connaissances traditionnelles et utilisation des terres »), notamment :

- températures de l'air en général plus chaudes, tant l'été que l'hiver;
- distribution du vent différente, en particulier, davantage de vents d'est;
- glaces plus minces en mer et fonte du permafrost sur le rivage;
- plus grande variabilité dans la période de référence de prise de la glace et de débâcle;
- zones de glaces de rive plus étroites et chenaux plus nombreux et plus larges au rebord des glaces de rive;
- moins d'intrusions de glaces à partir de la banquise polaire et saisons d'eau libre plus longues.

Plusieurs études ont été menées sur les effets possibles du changement climatique sur les conditions des glaces de la mer de Beaufort (Crocker et Carrières, 2000a, 2000b; Falkingham et coll., 2001; Melling, 2002, pers. comm.), mais elles n'indiquent pas des variations statistiquement significatives dans les conditions récentes des glaces de la mer de Beaufort par rapport aux conditions antérieures. Bien que les effets possibles du changement climatique sur les conditions des glaces de la mer de Beaufort revêtent un certain intérêt à long terme, ils ne sont pas susceptibles de porter atteinte au programme, compte tenu de son échéancier et de sa durée (quatre ans entre 2005 et 2009).

Devon a examiné l'imagerie par satellite relevée pendant 11 ans (1991-2002) afin de comparer les modèles de croissance, d'étendue et de débâcle des glaces de rive aux données historiques des années 1970 et 1980 (Wright et KAVIK-AXYS Inc., 2004). Les conclusions de l'analyse sont les suivantes :

- Les dates d'apparition des glaces de rive sont légèrement plus tardives ces dernières années, dans des profondeurs d'eau de 10 m et plus, dans la partie ouest de la zone LE 420. Les dates tardives correspondent à de plus grands vents soufflant de l'est et du sud durant la prise de la glace et le début de l'hiver (mesurés à Tuktoyuktuk). Cette situation est conforme aux observations des résidents de l'endroit.
- Les positions du rebord des glaces de rive, ces dernières années, se situent en deçà des limites prévues selon des données antérieures. Tous les sites de forage possibles de Devon se trouvent dans les glaces de rive à l'exception de Minuk est, dans environ 14 m d'eau, qui était situé légèrement au-delà du rebord externe de la zone des glaces de rive en 2001-2002. Les relevés doivent montrer que les glaces de rive recouvrent les sites de forage possibles de Devon tous les hivers sauf le plus exceptionnel.
- Les périodes de débâcle aux sites de forage sont considérablement plus restreintes que celles de formation des glaces de rive, et bien en deçà des périodes observées dans les années 1970 et 1980.

Ces dernières années, la tendance penche vers des saisons plus courtes de formation des glaces de rive au site de Paktoa, liée à des vents soufflant davantage certaines années de l'est et du sud, ce qui tend à retarder la formation des glaces de rive.

Des préoccupations ont été exprimées relativement aux effets, sur les opérations, des chenaux d'eau libre ou des grandes fractures dans la couverture de glaces durant l'hiver. Ces apparitions ne se manifestent que dans les zones d'eau plus profonde (de 15 à 20 m), dans des circonstances inhabituelles, à proximité de la limite nord des glaces de rive. Les zones de concession de Devon ne devraient pas être affectées par les fractures de glace importantes, sauf peut-être dans des circonstances inhabituelles aux sites ouest plus profonds.

Une réduction importante de l'épaisseur des glaces a été observée dans la mer de Beaufort au cours de la dernière décennie. Les données disponibles et le programme permanent de mesure de l'épaisseur des glaces dans les glaces à la dérive saisonnières au nord de Tuktoyaktuk (Melling, 2000) et des mesures ponctuelles dans la zone des glaces de rive (Wright et KAVIK-AXYS Inc., 2004) n'indiquent pas, ces dernières années, de changements importants dans l'épaisseur des glaces marines.

8.2 Évaluation des impacts

Les glaces, les vagues et les courants océaniques sont définis comme étant des CVE, car ils constituent des attributs déterminants du milieu physique de la zone LE 420. Les interactions du programme avec les glaces, les vagues et les courants océaniques sont également des considérations importantes dans la planification et la conception du programme. Les paramètres mesurables utilisés afin de déterminer les effets liés au programme sont indiqués au tableau 8-2.

Tableau 8-2 CVE et paramètres mesurables relatifs aux glaces et à l'océanographie physique

CVE	Paramètres mesurables
Couverture des glaces de rive	<ul style="list-style-type: none">• synchronisme de la formation et de la débâcle• étendue maximale• épaisseur• rugosité
Mouvements des glaces de rive	<ul style="list-style-type: none">• ampleur, direction, modèle
Vagues	<ul style="list-style-type: none">• hauteur, période, modèle
Courants	<ul style="list-style-type: none">• vitesse, direction, modèle

Comme aucune méthodologie scientifiquement définie n'existe pour prédire ou évaluer les effets possibles des activités liées au programme sur les conditions de glaces marines et océanographiques physiques, les comparaisons qualitatives et les jugements fondés sur l'expérience sont utilisés pour évaluer les effets liés au programme et cumulatifs. Les effets possibles liés au programme sont caractérisés au tableau 8-3.

Tableau 8-3 Caractéristiques des effets relatifs aux glaces et à l'océanographie physique

Direction	
Négative	Changement dans la CVE persistant et au-delà des limites de la variabilité naturelle
Neutre	Changement dans la CVE non perceptible en deçà des limites de la variabilité naturelle, sur une échelle régionale ou locale
Ampleur	
Faible	Effet sur la CVE observable, mais bien en deçà des limites de la variabilité naturelle
Modérée	Effet sur la CVE observable, mais commençant à s'approcher des limites de la variabilité naturelle
Élevée	Effet créant des changements dans la CVE qui se situent hors des limites de la variabilité naturelle
Étendue géographique	
Locale	Effet perceptible en deçà de centaines de mètres à deux kilomètres du site de forage (ou activité maritime dans le cas des activités préopérationnelles – par exemple, passage de navire)
Régionale	Effet perceptible au-delà de deux kilomètres
Durée	
Courte durée	Effet ne survenant que durant une saison de forage, ou durant des périodes de courte durée pendant cette saison (par exemple, les vagues)
Durée moyenne	Effet survenant durant des saisons et des années au cours d'un programme de forage
Longue durée	Effet persistant au-delà du programme de forage

Un effet est important s'il est négatif, élevé, régional et que sa durée est de durée moyenne à longue.

D'une année à l'autre, les modifications éventuelles aux régimes des glaces et océanographiques physiques par suite du programme ne devraient pas être perceptibles dans le cadre de la variabilité naturelle. L'échelle des activités et des installations liées au programme n'est pas significative dans le contexte des processus océanographiques physiques et du régime des glaces dans la partie sud de la mer de Beaufort (voir le tableau 8-4) et aucune mesure d'atténuation n'est requise. Par conséquent, les effets prévus liés au programme sur les glaces et l'océanographie physique ne revêtent aucune importance réelle.

8.3 Mesures d'atténuation

Comme aucun effet important n'est prévu, aucune mesure d'atténuation n'est requise.

8.4 Effets résiduels liés au programme et importance

Aucun effet résiduel important des glaces et de l'océanographie physique n'est attendu du programme.

8.5 Effets cumulatifs et importance

Aucun effet résiduel important n'est prévu. Il n'existe aucune activité ou installation en mer existante connue ou raisonnablement prévisible à proximité de la zone LE 420 ayant des effets sur les glaces et l'océanographie physique qui soit susceptible d'empiéter sur le programme. Par conséquent, les effets cumulatifs prévus ne sont pas être importants.

Tableau 8-4 Effets liés au programme sur les glaces et l'océanographie physique

Effet possible	Interaction avec la CVE	Niveau de l'effet				Importance de l'effet	
		Direction	Ampleur	Étendue	Durée	Effet lié au programme	Effet cumulatif
Activités préopérationnelles et opérations							
Effet de la mobilisation, de l'approvisionnement et de la mise en place de la plate-forme sur les vagues et les courants	Les effets liés au programme sont comparables aux opérations maritimes habituelles.	Neutre	Faible ¹	Locale	Courte durée	Non important	Non important
Effets de la présence de plate-forme et du socle de glace ancré sur : <ul style="list-style-type: none"> • le synchronisme de la prise de la glace; • la croissance et l'étendue des glaces de rive; • le synchronisme et le modèle de débâcle des glaces de rive; • l'épaisseur des glaces; • la rugosité des glaces; • le mouvement des glaces. 	Les effets liés au programme sont très localisés dans un milieu naturel de glaces très variable et de grande échelle.	Neutre	Faible ²	Locale	Courte durée	Non important	Non important
Fermeture							
Aucun effet	S.O.	S.O.	S.O.	S.O.	S.O.	S.O.	S.O.

Nota :

- 1 Après la mise en place du SDC ou du LTD, les vagues et les courants sont amplifiés dans la zone locale en deçà de plusieurs centaines de mètres de la structure.
- 2 Aucune influence sur le synchronisme de la prise de la glace, la croissance et l'étendue de la couverture des glaces de rive, ou sur le synchronisme et le modèle de débâcle des glaces de rive au printemps.
Aucune influence sur l'épaisseur, la rugosité ou le mouvement de la couverture des glaces de rive sur le plan régional
Les glaces deviennent plus rugueuses en deçà de quelques centaines de mètres du socle de glace dans le cas de toutes les structures en raison de la formation de crêtes et de décombres durant le mouvement des glaces.
Les modèles de mouvement des glaces en hiver peuvent changer en deçà de 1 km à 2 km de la plate-forme.

8.6 Surveillance

Les programmes de surveillance sont résumés au tableau 8-5.

Tableau 8-5 Programmes de surveillance relatifs aux glaces et à l'océanographie physique

Effets possibles	Objectifs du programme	Méthodes générales	Rapports	Mise en œuvre
Aucun effet résiduel important	<ul style="list-style-type: none"> • Fournir des données relatives à la planification et à l'ordonnement du programme • Vérifier la stabilité de la plate-forme • Assurer la sécurité de fonctionnement 	<ul style="list-style-type: none"> • Observations et prévisions régulières des glaces, de la météo des vagues, régionales et propres au site de forage • Mesures et observations de l'interaction des glaces, de la force des glaces et de la performance de la plate-forme à l'emplacement de forage particulier • Systèmes décisionnels opérationnels et d'alerte de sécurité prédéfinis 	Comme prescrit par l'APF	Systèmes de prévision régionaux existants et systèmes propres au programme de Devon
	<ul style="list-style-type: none"> • Vérifier les prévisions d'impact 	<ul style="list-style-type: none"> • Surveillance de la performance au titre de la stabilité de la plate-forme 	Comme prescrit par l'APF	Devon

9 Géologie, terrain et sédiments

La géologie, le terrain et les sédiments sont des attributs déterminants du milieu physique de la zone LE 420 qui touchent les conditions de l'habitat sous-marin et les conditions d'exploitation du programme.

9.1 Conditions de base

La zone LE 420 recouvre quatre régions physiographiques (voir la figure 9-1) constituées de plateaux et de fossés immergés alternants (O'Connor 1982) :

- le fossé de Mackenzie et le plateau de Kringalik dans le bloc ouest;
- le plateau d'Akpak et le canal de Kugmallit dans le bloc est.

En général, les régions de fossés ont été injectées d'une plus grande épaisseur d'argiles et de limons mous, tandis que les régions des plateaux sont faites de limons et d'argiles de plus grande résistance et à grain plus grossier. Dans une perspective d'ingénierie, ces dernières sont préférables comme fondations de plates-formes de forage. Klohn-Crippen (2003) a mené une étude géotechnique des sédiments des fonds marins peu profonds à huit sites de la zone LE 420 afin de confirmer les conditions de fondation à des fins de conception.

Le permafrost sous-marin est généralisé à la grandeur de la mer de Beaufort, atteignant jusqu'à 700 m d'épaisseur dans certaines zones. Dans les eaux peu profondes, le sommet de la zone de permafrost peut être de seulement quelques mètres au-dessous du fond marin. La zone sus-jacente de sédiments superficiels non gelés augmente au fur et à mesure que la profondeur de l'eau augmente (AMEC 2002). Le *bloc est* de la zone LE 420 se trouve dans la zone de sédiments continus agglomérés par la glace, alors que les sédiments du *bloc ouest* s'échelonnent de peu ou rien, dans des conditions d'agglomération par la glace, de discontinues à continues. Devon utilisera de la boue de forage au KCl réfrigérée qui peut être refroidie à -1°C sans geler, afin de réduire la possibilité de dégel du permafrost durant le forage.

La mer de Beaufort est considérée comme étant sismiquement active, bien que les intensités des séismes tendent à ne pas être extrêmes (magnitude de $M < 4$). Les données historiques n'indiquent pas que des séismes se soient produits à proximité de la zone LE 420. Le calcul des plates-formes de forage et des opérations du programme de forage tiennent compte de l'activité sismique éventuelle. Les activités liées au programme n'exacerberont pas les effets de l'activité sismique naturelle sur l'intégrité des fonds marins de la zone.

Les hydrates de gaz sont une forme cristalline de molécules de gaz emprisonnées dans une sphère de molécules d'eau. La plus abondante molécule de gaz présente est le méthane. L'on s'attend à ce que des hydrates de gaz soient présents au-dessous de certaines parties de la zone LE 420. L'utilisation de boues de forage refroidies et d'autres méthodes de forage atténuera les effets possibles de l'instabilité et la subsidence des sédiments peu profonds, à l'intérieur et autour de la plate-forme de forage, qui sont causés par la dégradation du permafrost et la libération d'hydrates de gaz.

9.2 Évaluation des impacts

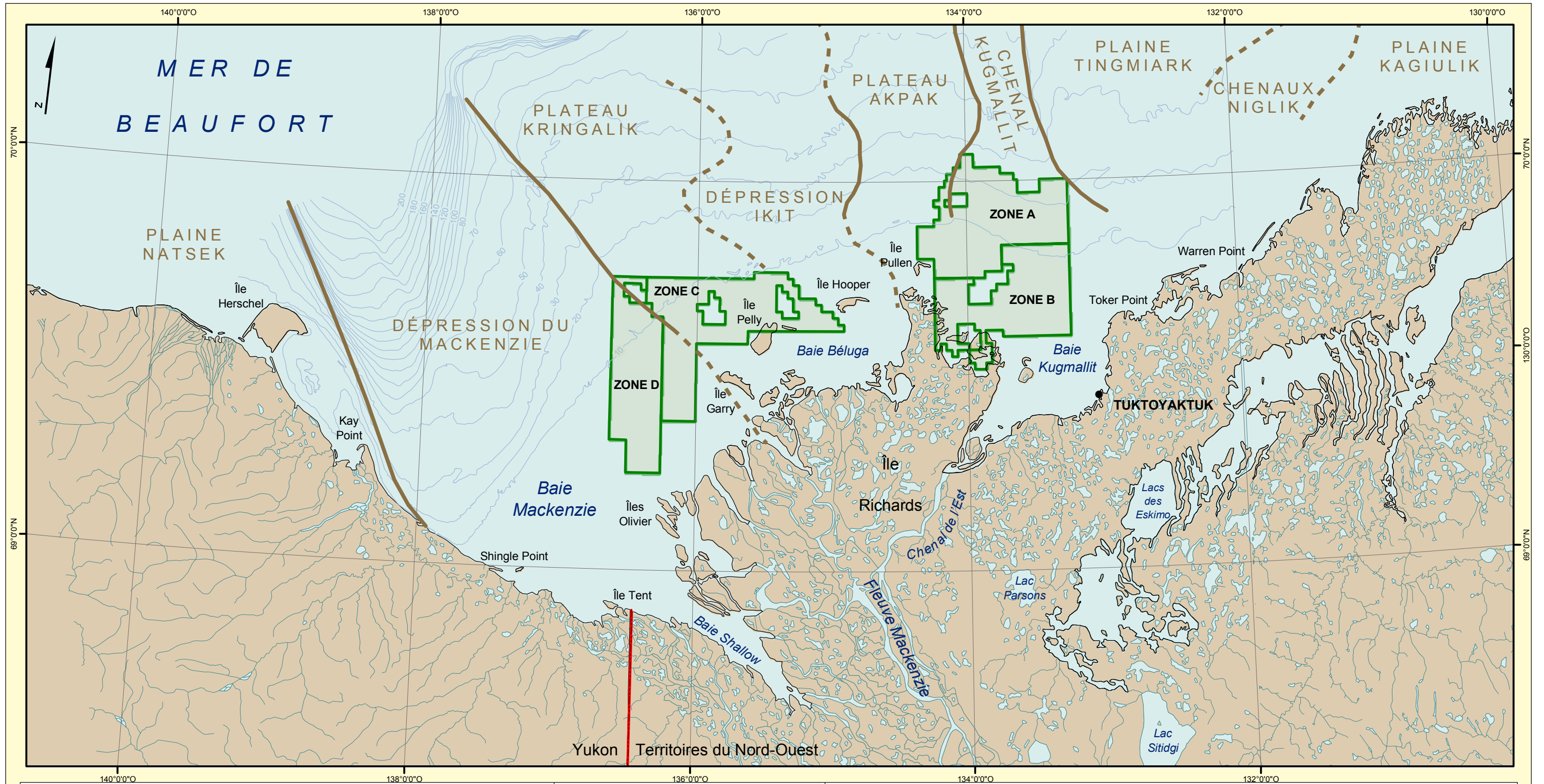
Étant donné que l'échelle des activités et des installations liées au programme est très petite dans le contexte de la géologie, du terrain et des processus naturels touchant les sédiments dans la zone du programme (voir le tableau 9-1), les caractéristiques des effets (direction, ampleur, étendue géographique) n'ont pas été évaluées au titre de la géologie, du terrain et des sédiments. Aucune forme de relief unique en son genre n'a été repérée à proximité des neuf sites de forage en mer. Les effets localisés possibles du forage sur le permafrost et la stabilité du fond marin connexe seront traités de façon efficace par la conception du programme (voir le tableau 9-2). Par conséquent, le programme n'aura aucun effet important sur ces éléments. Les effets des séismes sur le programme sont traités à la section 21 : Effets de l'environnement sur le programme.

Tableau 9-1 Effets du programme sur la géologie, le terrain et les sédiments


Effet possible	Niveau de l'effet	Importance de l'effet	
		Effet lié au programme	Effet cumulatif
Activités préopérationnelles			
<ul style="list-style-type: none"> • Perturbation des sédiments causée par le désancrage de la plate-forme. • Compaction et perturbation des sédiments causées par la mise en place de la plate-forme. 	<ul style="list-style-type: none"> • Aucun effet perceptible en raison de la très petite zone touchée (moins de 0,0002 % du SEL) et conditions très dynamiques et variables du substrat dans la zone des glaces de rive du delta du Mackenzie. 	Non important	Non important
Opérations			
Effets du forage sur : <ul style="list-style-type: none"> • les sédiments sous-marins (déblais de forage); • les formes de relief uniques en leur genre; • la stabilité du fond marin (dégel du permafrost et libération des hydrates de gaz gelés, activité sismique). 	<ul style="list-style-type: none"> • Aucun effet perceptible sur le fond marin en raison des conditions très dynamiques et variables du substrat dans la zone des glaces de rive du delta du Mackenzie. • Aucun effet sur les formes de relief uniques en leur genre. • Effets possibles sur la stabilité du fond marin traités de façon efficace par la conception et les mesures d'atténuation du programme (voir le tableau 9-2). 	Non important	Non important

9.3 Mesures d'atténuation

Les mesures d'atténuation en vue de résoudre les effets sur la géologie, le terrain et les sédiments dans la zone du programme sont indiquées au tableau 9-2.

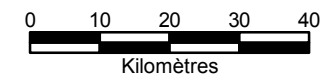


KA036 - Carte de géologie de surface
Le 3 mars 2004

 Permis de prospection
de Devon



Zone détaillée



Sources de données:
Devon Canada
M.J. O'Connor & Assoc. (1986)

Projection de Mercator transverse universel de la zone 8 (NAD 27)

Figure 9-1
Régions naturelles de la
mer de Beaufort au Canada

Tableau 9-2 Mesures d'atténuation relatives aux effets sur la géologie, le terrain et les sédiments

Effet possible	Mesures d'atténuation
<ul style="list-style-type: none">• Effets localisés possibles sur la stabilité du fond marin durant les opérations.	<ul style="list-style-type: none">• Étude géotechnique afin de déterminer les caractéristiques des sédiments et du fond marin.• Calculs géotechniques en vue de régler les questions propres au site (sismicité et stabilité).• Boue de forage au KCl réfrigérée afin de maintenir des températures basses et de prévenir la dégradation du permafrost.• Système PRE et de diversion en vue d'aider au contrôle de toute libération de gaz imprévue des sédiments porteurs d'hydrates.• Normes d'architecture antisismique.
<ul style="list-style-type: none">• Dégradation possible des formes de relief uniques en leur genre.	<ul style="list-style-type: none">• Étude des lieux de forage avant le forage afin de confirmer l'absence de ces formes ou d'autres formes de relief uniques en leur genre. Si des caractéristiques sont repérées au site de forage ou à proximité, l'emplacement de la plate-forme sera ajusté dans la mesure opérationnellement possible afin d'éviter de nuire à ces caractéristiques.

9.4 Effets résiduels liés au programme et importance

Les effets résiduels liés au programme sur la géologie, le terrain et les sédiments ne devraient pas être importants.

9.5 Effets cumulatifs et importance

Aucune autre activité ayant des effets importants sur la géologie, le terrain et les sédiments du fond marin n'est prévue à proximité de la zone LE 420 durant l'exécution du programme. Par conséquent, les effets cumulatifs sur la géologie, le terrain et les sédiments ne devraient pas être importants.

9.6 Surveillance

Comme aucun effet résiduel important n'est prévu, aucune surveillance, autre que la surveillance standard des opérations de forage, n'est recommandée. Comme l'indique le tableau 9-2, Devon compte mener des études aux sites de forage et des études géotechniques supplémentaires avant le lancement du programme de forage en hiver. Ces études serviront :

- à optimiser l'emplacement du site de forage afin de prévenir les risques éventuels liés au forage et d'éviter de porter atteinte à un fond marin unique en son genre;
- à définir les risques éventuels liés au forage en eaux peu profondes qui pourraient nuire à la sécurité et à l'efficacité des opérations de forage réelles;
- à déterminer les conditions géologiques et géotechniques susceptibles de nuire à l'intégrité de la plate-forme de forage.

10 Processus côtiers

Les processus côtiers comprennent les facteurs qui modifient la morphologie des rivages, notamment :

- la composition des matières côtières;
- les vagues, les vents et les glaces qui contribuent aux processus d'érosion des rivages;
- les modèles de courants littoraux qui entravent le mouvement des sédiments et des matières érodées le long des rivages.

Les milieux côtiers peuvent avoir un habitat ou des attributs culturels uniques en leur genre (ressources patrimoniales, sites d'usage traditionnel), et ils peuvent être sensibles à la perturbation.

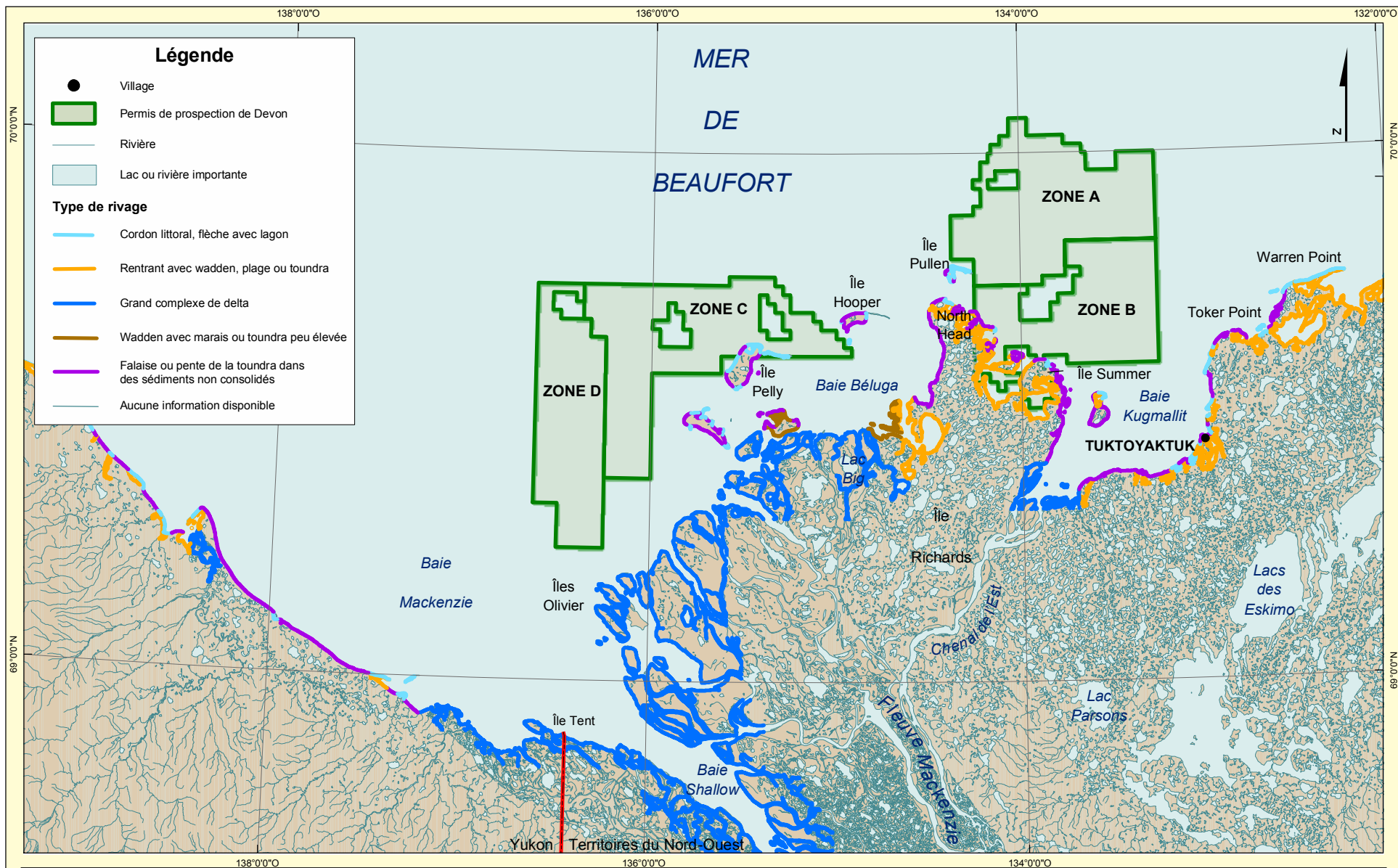
10.1 Conditions de base

Les types de rivage, les taux d'érosion et d'accrétion et le transport des sédiments côtiers sont tous des éléments importants du processus côtier dans la région du delta du Mackenzie. Les types de rivage de la région du delta du Mackenzie sont résumés au tableau 10-1 et leur distribution est illustrée à la figure 10-1. Le transport des sédiments côtiers dans le SER est essentiellement orienté vers l'est. La majeure partie du rivage du SER s'érode. Les connaissances traditionnelles obtenues à la suite d'entrevues avec les membres des collectivités de Tuktoyaktuk et d'Aklavik ont établi que l'érosion des rivages dans la zone d'étude était préoccupante (voir la section 18 intitulée « Connaissances traditionnelles et utilisation des terres »).

Tableau 10-1 Description générale des types de littoraux se trouvant dans la région du delta du Mackenzie

Type de littoral	Hauteur typique	Type de matériaux typiques
Cordons littoraux, lagons et flèches	Basse hauteur, facilement submergée par les vagues	Sable, gravier, galets
Échancrures à bas fonds intertidaux, plages ou toundra	Basse hauteur, facilement submergée par les vagues	Bas fonds intertidaux : limon, tourbe et sable sus-jacents à des dépôts de till glaciaire ou de sable glaciaire Plages : sable et gravier Toundra : till glaciaire et dépôts de sable et de gravier fluvioglaciaires et morainiques
Vastes complexes delta	Basse hauteur, facilement submergée par les vagues	Limon, sable et légers dépôts fluviaux de gravier
Bas fonds intertidaux à toundra basse ou marais	Basse hauteur, facilement submergée par les vagues	Limon, tourbe et sable, sus-jacents à des dépôts de till glaciaire ou de sable glaciaire, susceptibles de contenir de la glace fossile ou massive
Falaises et pentes de toundra dans des sédiments meubles	Hauteur élevée, moins susceptible d'être submergée par les vagues	Principalement limon et argile, accompagnés de quelques strates de sable et de gravier

Sources : Selon Monroe (1972) et Dickins et coll. (1987)



devon
 KA036 - Carte des types de rivage
 Procédés côtiers
 Le 11 août 2004



0 10 20 30 40
 Kilomètres

Sources de données:
 Dickins et Call. (1987)
 Forbes et Lewis (1984)
 Monroe (1972)

Projection de Mercator transverse universel de la zone 8 (NAD 27)

Figure 10-1
Distribution des types de rivage
dans le secteur d'étude régional

L'*Environmental Atlas for Beaufort Sea Oil Spill Response* (Dickins Associates, 1987) (atlas environnemental relatif à l'intervention en cas de déversement de pétrole dans la mer de Beaufort) présente une évaluation de la sensibilité des rivages dans le cas du SER. Les îles situées dans le SEL ont obtenu une cote faible de sensibilité environnementale du littoral. D'autres côtes, plus loin des activités liées au projet extracôtier, notamment North Head et l'île Summer, ont une cote de sensibilité modérée.

Les processus côtiers sont touchés par les conditions de glace et d'eau libre, qui sont à leur tour soumises à des variations en raison du changement climatique planétaire. La comparaison des données relatives à la formation et à la débâcle des glaces pour la période de 1991-1992 à 2001-2002 à des données semblables de plusieurs décennies antérieures laisse supposer qu'il y a une tendance vers des durées plus courtes de glaces de rive, en particulier au cours des dernières années (Wright et KAVIK-AXYS Inc., 2004). Les saisons plus courtes sont censées découler d'un retard dans l'établissement des glaces de rives, car des vents d'est et du sud plus fréquents soufflent durant la prise de la glace, ce qui peut être dû au changement climatique. Bien qu'il y ait eu une légère tendance vers des valeurs de degré-jour inférieures à Tuktoyaktuk ces dernières années, la mesure de l'épaisseur des glaces ne laisse supposer aucun changement statistiquement significatif dans l'épaisseur des glaces à la dérive saisonnières au nord de Tuktoyaktuk (Wright et KAVIK-AXYS Inc., 2004).

10.2 Évaluation des impacts

Le niveau des effets liés au programme sur les processus côtiers est caractérisé en termes d'ampleur, de direction, de durée et d'étendue géographique de l'impact, selon les critères énumérés au tableau 10-2. Les effets de faible ampleur de n'importe quelle durée et les effets modérés de courte durée ou de durée moyenne ne sont pas importants. Les effets de longue durée sont importants. Les effets de grande ampleur, de n'importe quelle durée sont importants.

Tableau 10-2 Caractéristiques des effets relatifs aux processus côtiers

Direction	
Négative	Le changement dans la CVE est persistant et présente un défi à la gestion (notamment l'érosion accélérée qui affecte l'utilisation, l'installation ou l'habitat du précieux littoral).
Neutre	Le changement dans la CVE n'est pas perceptible en deçà des limites de la variabilité naturelle, sur une échelle régionale ou locale.
Ampleur	
Faible	L'effet sur la CVE est inférieur à 1 %.
Modérée	L'effet sur la CVE est de 1 à 5 %.
Élevée	L'effet sur la CVE est supérieur à 5 %.
Étendue géographique	
Locale	Effet perceptible en deçà de quelques centaines de mètres à deux kilomètres de la source d'impact.
Régionale	Effet perceptible au-delà de deux kilomètres.
Durée	
Courte durée	L'effet se produit durant moins d'1 an.
Durée moyenne	L'effet se produit durant 1 à 5 ans.
Longue durée	L'effet se produit durant 5 à 10 ans.
Fréquence	
Intermittente	Impact se produisant de façon intermittente et sporadique au cours de la période d'évaluation.
Continue	Impact se produisant de façon continue au cours de la période d'évaluation.

Aucun effet n'est à prévoir sur les processus côtiers durant les périodes à couverture de glaces. Durant les périodes d'eau libre, les remorqueurs de plates-formes et la circulation des barges maritimes et fluviales pourraient nuire à l'activité des vagues et causer une légère érosion le long de certaines côtes. Les effets possibles du programme sur les processus côtiers ont été évalués en comparant l'énergie des vagues associée au mouvement des barges d'approvisionnement et au mouvement des plates-formes, à l'énergie naturelle des vagues de fond dans les lits de rivière et dans le mer de Beaufort.

Le remorquage des plates-formes aux sites de forage ne devrait pas avoir d'effet sur les processus côtiers, car les sites sont en général loin de la côte (plus de 5,5 km) et les activités sont de courte durée. Aucun accroissement mesurable de l'énergie des vagues n'est prévu aux côtes les plus proches.

La mobilisation du SDC ou du LTD, au moyen de remorqueurs de grande puissance, créera une énergie supplémentaire des vagues. Ces activités seront toutefois de courte durée (en termes de jours) et auront lieu à une certaine distance du littoral. Par conséquent, l'énergie incrémentielle des vagues qui atteignent le littoral n'affectera pas, de façon mesurable, les taux d'érosion des rivages (infimes en comparaison des conditions de base).

L'activité des barges liée aux opérations d'approvisionnement des plates-formes engendrera des vagues mesurables, mais elle sera de courte durée et d'une énergie totale moindre que les vagues produites par les vents durant la saison d'eau libre (à proximité d'Inuvik). Les effets des mouvements des barges d'approvisionnement sur les berges du Mackenzie ne seraient pas mesurables par rapport aux conditions de base.

Les barges d'approvisionnement et de transport de matériel pour l'île de glace seront autorisées à rester prises dans les glaces de rive pour être par la suite déchargées afin que le matériel soit transporté au site de forage par route de glace. Les points de transit seront situés dans un endroit abrité (p. ex., le versant sous le vent des îles au large des côtes Garry, Pelly, Hooper ou Pullen). Aucun matériel ne sera apporté sur les rivages. Les eaux peu profondes de ces régions par suite de la sédimentation prédominant en général sur le versant sous le vent des îles. Les remorqueurs et les barges se trouveront ainsi à une certaine distance de la côte où l'énergie des vagues est normalement faible et où aucun effet défavorable ne se manifesterait sur les rivages des îles. Si un point de transit des barges est nécessaire, un processus de sélection de site sera mis en place et on recourra à la consultation des CTT et des organismes de cogestion inuvialuit.

Les effets des activités habituelles liées au programme sur les processus côtiers sont résumés au tableau 10-3.

Tableau 10-3 Effets du programme sur les processus côtiers

Effet possible	Interaction avec la CVE	Niveau de l'effet ¹					Importance de l'effet ²	
		Direction	Ampleur	Étendue	Durée	Fréquence	Effet lié au programme	Effet cumulatif
Activités préopérationnelles								
Mobilisation du LTD et du SDC	Énergie accrue des vagues engendrée par les remorqueurs de grande puissance et érosion éventuelle des rivages	Neutre	Faible	Locale	Courte durée	Intermittente	Non important	Non important
Circulation accrue des barges d'approvisionnement en provenance d'Inuvik	Énergie accrue des vagues et érosion éventuelle des berges	Neutre	Faible	Locale	Courte durée	Intermittente	Non important	Non important
Point de transit des barges adjacent aux îles au large des côtes, destiné à la plate-forme de glace	Énergie accrue des vagues affectant le rivage des îles	Neutre	Faible	Locale	Courte durée	Intermittente	Non important	Non important
Opérations								
Aucun effet	S.O.	S.O.	S.O.	S.O.	S.O.	S.O.	S.O.	S.O.
Fermeture								
Aucun effet	S.O.	S.O.	S.O.	S.O.	S.O.	S.O.	S.O.	S.O.

Nota :
 1 Selon les critères établis au tableau 10-2
 2 Selon les critères établis à la section 10-2

10.3 Mesures d'atténuation

Les effets possibles sont de faible ampleur; la situation ne requiert donc pas de mesures d'atténuation. Si un point de transit des barges est nécessaire pour l'option île de glace, une évaluation des sites candidats (voir le tableau 10-4) sera effectuée afin d'étudier des caractéristiques telles que la profondeur, le mouvement des sédiments et l'abri contre les ondes de tempête. Les données recueillies de la consultation des collectivités locales, des CTT et des organismes de cogestion inuvialuit joueront également un rôle dans le choix final de l'emplacement.

Tableau 10-4 Mesures d'atténuation relatives aux effets sur les processus côtiers

Effet possible	Mesures d'atténuation
Point de transit des barges adjacent aux îles au large des côtes, destiné à la plate-forme de glace	<ul style="list-style-type: none">• Évaluer les sites candidats (profondeur, mouvement des sédiments, abri contre les ondes de tempête, etc.).• Consulter et utiliser les données recueillies des collectivités locales, des CTT et des organismes de cogestion inuvialuit.

10.4 Effets résiduels liés au programme et importance

Les effets résiduels liés au programme sur les processus côtiers ne devraient pas être importants.

10.5 Effets cumulatifs et importance

Aucune autre activité ayant des effets importants sur les processus côtiers n'est prévue à proximité de la zone LE 420 durant l'exécution du programme. Par conséquent, les effets cumulatifs sur les processus côtiers ne devraient pas être importants.

10.6 Surveillance

Comme aucun effet important n'est prévu, aucun programme de surveillance n'est requis.