

Études des incidences
éco-géomorphologiques de la route 138
Havre~Saint~Pierre~Rivière~Joachim

CANQ
TR
GE
CA
128

Gouvernement du Québec
Ministère
des Transports

MINISTÈRE DES TRANSPORTS
CENTRE DE DOCUMENTATION
700, BOUL. RENÉ-LÉVESQUE EST,
22^e ÉTAGE
QUÉBEC (QUÉBEC) - CANADA
G1R 5H1

ETUDE DES INCIDENCES ECO-GEOMORPHOLOGIQUES

DE LA ROUTE 138

HAVRE-SAINT-PIERRE - RIVIERE-JOACHIM

PAR

François Morneau
géomorphologue

Janvier 1988

Doc. 440

CAWQ

TR

GE

CA

128

i

Cette étude a été exécutée par le personnel du Service de l'environnement du ministère des Transports du Québec, sous la responsabilité de monsieur Daniel Waltz, écologiste.

EQUIPE DE TRAVAIL

Rédaction - recherche

François Morneau géomorphologue

Avec la collaboration de:

France Marcoux technicienne de la faune

Sous la supervision de:

Philippe Poulin géomorphologue, chef de la Division
des études environnementales Est

Bernard Letarte agronome

Graphisme et édition

Ghislaine Breton technicienne en arts appliqués et
graphiques

Soutien technique

Lucie Dussault dactylographe

TABLE DES MATIERES

EQUIPE DE TRAVAIL	i
TABLE DES MATIERES	ii
LISTE DES TABLEAUX ET FIGURE	v
LISTE DES STEREOGRAMMES ET PHOTOS	vi
1.0 INTRODUCTION	1
1.1 CADRE DE L'ETUDE	1
1.2 OBJET DE L'ETUDE	1
1.3 METHODE : LES PHASES DU TRAVAIL	2
1.3.1 LA PHOTO-INTERPRETATION ET L'ANALYSE DE CARTES ...	2
1.3.2 EXPERTISES SUR LE TERRAIN	2
1.3.3 ANALYSE ET FORMULATION DE MESURES DE MITIGATION ET DE RECOMMANDATIONS	3
2.0 DESCRIPTION ECO-GEOMORPHOLOGIQUE DE L'AIRE D'ETUDE ET DU TRACE ROUTIER	4
2.1 DESCRIPTION DE L'AIRE D'ETUDE	4
2.2 DESCRIPTION DU TRACE ROUTIER	6

3.0	DESCRIPTION DES INCIDENCES ECO-GEOMORPHOLOGIQUES APPREHENDÉES ET DES MESURES DE MITIGATION	7
3.1	LA PLAINE DELTAIQUE (SURFACE CONTROLÉE PAR LA COUCHE INDURÉE)	7
3.1.1	LA COUCHE INDURÉE : RISQUE D'ALTERATION	8
3.1.1.1	Protection de la couche indurée	8
3.1.2	LES ABORDS BOISÉS DE LA PLAINE	9
3.1.2.1	Impacts appréhendés de la route et mesures	9
3.1.3	LES SURFACES TOURBEUSES	10
3.1.3.1	Le drainage des tourbières	12
A-	Le drainage des tourbières uniformes	12
B-	Le drainage des tourbières structurées (réticulées)	12
3.1.4	LES LACS DE TOURBIÈRES	13
3.1.4.1	Les lacs de tourbières (mesures)	13
3.1.5	LES PUIITS DE SUFFOSION	14
3.1.5.1	Impacts appréhendés de la route sur les processus de suffosion	15
3.1.5.2	Mesures de mitigation	15
3.2	LES RAVINS (DYNAMIQUE FLUVIALE)	16
3.2.1	IMPACTS ET MESURES DE MITIGATION	17

3.3	LES FALAISES LITTORALES	18
3.3.1	LA MONTAGNE RONDE	18
3.3.2	MESURES DE MITIGATION	19
3.4	LES CHAMPS DE DUNES (DYNAMIQUE EOLIENNE)	19
3.4.1	MESURES DE MITIGATION	20
4.0	CONCLUSION	21

BIBLIOGRAPHIE

ANNEXES

LISTE DES TABLEAUX ET FIGURE

Tableau 1 : Types physiologiques des tourbières
dans la région de Havre-Saint-Pierre 11

Tableau 2 : Localisation des ponceaux en milieux tourbeux
(en annexe)

Figure 1 : Localisation du projet 5

LISTE DES STEREOGRAMMES ET PHOTOS

Stéréogramme 1 : Types de tourbières ombrotrophes

Stéréogramme 2 : Endiguement d'une tourbière

Photo 1 : Vue de la plaine côtière

Photo 2 : Assèchement des lacs et des tourbières

Photo 3 : Perforation d'un fond lacustre

Photo 4 : Puits de suffosion

Photo 5 : Concrétions ferrugineuses

Photo 6 : Vue aérienne d'un puits de suffosion

Photo 7 : Profil de sol en bordure d'un puits

Photo 8 : Vue vers le S-O d'un ravin en V

Photo 9 : Tête de ravin à l'est de la Grande Rivière

Photo 10 : Ravin en V avec amoncellement de blocs

Photo 11 : Vue du ravin vers l'est

Photo 12 : Zone perturbée au niveau de la Grande Rivière

Photo 13 : Vue vers l'ouest du ravin

Photo 14 : Canalisation de l'eau dans des puits verticaux

Photo 15 : Zone de suintement en bas de talus

Photo 16 : Mouvements de masses récents

Photo 17 : Mouvement de masse à l'est de la Montagne Ronde

Photo 18 : Vue des falaises littorales à l'est

Photo 19 : Endiguement d'un bog uniforme

1.0 INTRODUCTION

1.1 CADRE DE L'ETUDE

Dans le cadre de l'étude des répercussions environnementales du prolongement de la route 138 à l'est de Havre-Saint-Pierre sur la Moyenne-Côte-Nord, une analyse éco-géomorphologique du corridor routier a été réalisée. Cette expertise fait suite à l'étude géomorphologique et écologique de la région de Havre-Saint-Pierre - Baie-Johan-Beetz (Morneau, 1986) qui visait à présenter une description générale et une analyse sommaire des grands traits du paysage. Le présent document constitue donc un tiré à part sectoriel de l'étude d'impact.

1.2 OBJET DE L'ETUDE

L'objet de cette étude consiste en une présentation des principales répercussions éco-géomorphologiques appréhendées de la construction de la route 138 entre Havre-Saint-Pierre et la rivière Joachim.

Afin de bien situer les répercussions sur les éléments bio-physiques et les mesures de mitigation recommandées dans leur contexte dynamique (processus géomorphologiques), l'ensemble des observations faites lors des expertises sur le terrain et les résultats des différentes analyses subséquentes sont présentés.

Les objectifs spécifiques visés ici sont:

- la caractérisation des dynamiques géomorphologiques observables dans l'aire d'étude;
- l'évaluation des répercussions potentielles de la construction de la route en regard des différentes dynamiques;
- la détermination de mesures de mitigation et de recommandations générales.

1.3 METHODE : LES PHASES DU TRAVAIL

1.3.1 LA PHOTO-INTERPRETATION ET L'ANALYSE DE CARTES

L'analyse du tracé et de ses répercussions sur le milieu repose, dans un premier temps, sur la photo-interprétation et l'analyse de cartes topographiques. C'est à partir de l'interprétation des photographies aériennes panchromatiques (noir et blanc) récentes à l'échelle de 1 : 8 000 que sont analysées les données écologiques, pédologiques et morpho-sédimentologiques. C'est suite à cette exercice de photo-interprétation et d'analyse de cartes, que sont établies les premières hypothèses de travail (stratégie écologique) et le plan d'échantillonnage (choix des sites à visiter et variables à inventorier).

1.3.2 EXPERTISES SUR LE TERRAIN

Trois expertises géomorphologiques sur terrain ont été réalisées au cours des dernières années. Au printemps 1986, lors d'un survol de la région, une reconnaissance du corridor de la route a permis de cerner certains problèmes particuliers et de valider les premières hypothèses issues de la photo-interprétation. C'est en juillet 1986, lors d'une semaine d'expertise sur le terrain qu'ont été visités les différents secteurs pré-sélectionnés. Au printemps 1987, pendant plus d'une semaine, des expertises supplémentaires ont été effectuées entre Havre-Saint-Pierre et la rivière Joachim afin de compléter l'expertise géomorphologique. Les phénomènes de suffosion, l'hydromorphie des tourbières et la stabilité des ravins ont alors fait l'objet d'une attention particulière.

L'inventaire géomorphologique lors des reconnaissances sur le terrain consistait à:

- sonder le sol à la tarière pédologique afin de décrire le matériau géologique de surface, de confirmer la présence de la couche indurée, d'évaluer le drainage (CCP, 1978);
- analyser (CCP, 1878) certains pédons : description des horizons, épaisseur de la couche organique;

- évaluer les pentes (%) à l'aide d'un clinomètre Suunto;
- décrire la végétation : structure (hauteur-densité), type de végétation, forme de croissance);
- décrire les phénomènes géomorphologiques (suffosion, érosion littorale et fluviale, reptation, solifluxion, gélifluxion, processus cryogène);

1.3.3 ANALYSE ET FORMULATION DE MESURES DE MITIGATION ET DE RECOMMANDATIONS

L'évaluation environnementale du projet routier a été réalisée en parallèle aux autres phases du travail. Certains impacts sur le milieu ont très tôt été identifiés par photo-interprétation. D'autres incidences ou phénomènes particuliers tels les puits de suffosion (en milieu tourbeux et à la base des talus de ravins) ont été observés et analysés lors des expertises sur le terrain. C'est donc sur la base des données issues de la photo-interprétation, de l'analyse de carte et des expertises de terrain que repose l'énoncé des incidences environnementales du projet routier, les mesures de mitigation et les recommandations générales.

2.0 DESCRIPTION ECO-GEOMORPHOLOGIQUE DE L'AIRES D'ETUDE ET DU TRACE ROUTIER

2.1 DESCRIPTION DE L'AIRES D'ETUDE

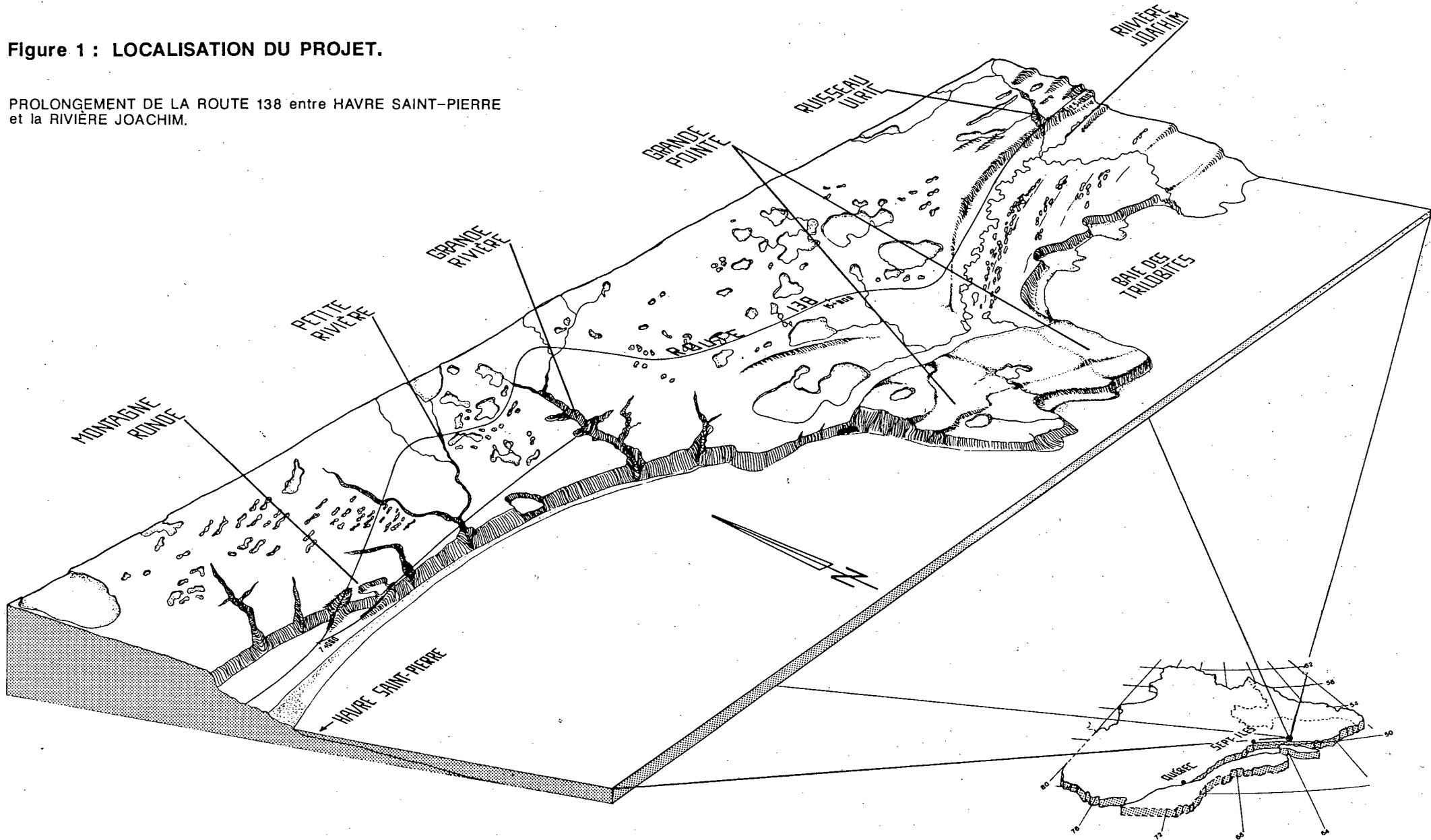
L'aire d'étude est située sur la zone côtière de la marge orientale du bouclier canadien dans la région de la Moyenne-Côte-Nord au coeur de la Minganie. Cette zone côtière présente un relief de plaine, d'altitude modeste, moins de 150 m, qui a été entièrement submergée lors de la transgression marine golthwaitienne. L'aire considérée dans le cadre de l'étude du prolongement de la route 138 entre Havre-Saint-Pierre et la rivière Joachim correspond à une frange littorale variant de 2 à 8 km de largeur et de 20 km de longueur. Elle est délimitée au sud par la mer, à l'ouest par la municipalité de Havre-Saint-Pierre, au nord par une limite arbitraire correspondant au 50° 16' parallèle et à l'est par la rivière Joachim.

Au niveau de l'aire d'étude, le paysage est constitué d'une vaste plaine tourbeuse marquée d'innombrables lacs et mares (figure 1). Cette plaine traversée par de longues entailles fluviales, est formée principalement de matériaux sableux et limoneux d'origine deltaïque qui ont été remaniés par l'action littorale, lacustre et éolienne avant l'entourbement de la surface de la plaine.

A l'ouest, une large pointe sableuse littorale (la municipalité de Havre-Saint-Pierre s'y est établie) s'avancant dans la mer, présente une surface ondulée par un étagement de cordons littoraux. Cette douce transition entre la plaine de 30 m et la mer disparaît rapidement vers l'est où des falaises littorales issues de l'action érosive des courants marins, découpent abruptement la plaine de 30 m. A l'est, des buttes calcaires aux surfaces tabulaires légèrement gauchies font saillies dans le paysage en perçant les formations meubles. Des alignements de cordons littoraux (qui ont favorisé la formation de champs de dunes) et d'anciennes falaises littorales témoignent des paléo-conditions hydrodynamiques de la mer au niveau de cet archipel aujourd'hui exondé.

Figure 1 : LOCALISATION DU PROJET.

PROLONGEMENT DE LA ROUTE 138 entre HAVRE SAINT-PIERRE
et la RIVIÈRE JOACHIM.



2.2 DESCRIPTION DU TRACE ROUTIER

Provenant du nord de la municipalité de Havre-Saint-Pierre sise sur la basse plaine côtière, la route projetée longe le bas des falaises mortes surplombant la basse et étroite frange côtière jusqu'au kilomètre 7. Elle accède à la haute plaine, qui s'élève à plus de 30 m au-dessus de la mer, par l'intermédiaire d'une rampe qui sera taillée dans le talus à proximité d'une falaise vive (moins de 80 m du haut du talus). Les anciens amphithéâtres de glissement de terrain au début du projet témoignent bien de la sensibilité de cette zone. Située entre le km 7+500 à 15, l'emprise projetée traverse une zone de tourbières d'épaisseur variable (± 3 m), légèrement bombées à leur centre et séparées par d'importants ravins. Cette zone tourbeuse repose principalement sur une couche de sable induré imperméable dont la capacité portante bien que non mesurée est considérée comme stable. Entre les km 15 et 23, le projet routier emprunte un secteur de la plaine qui est marqué de dunes paraboliques surmontant des alignements de cordons littoraux qui lui confèrent un modelé moutonné. Des bancs d'emprunts exploiteront certaines dunes à proximité de l'emprise et un cordon littoral. Une cuesta calcaire (La Grande-Pointe¹), vestige exondé et rattaché à la terre d'un des membres de l'archipel de la Minganie, perce les formations sédimentaires deltaïques de la plaine; un site de carrière y est prévu. L'exploitation des sablières et de la carrière exigera la construction de chemins de hallage de part et d'autre de la future route.

-
1. L'appellation "la Grande-Pointe" correspond à une butte calcaire résiduelle de type "cuesta" qui forme une pointe rocheuse à l'est de Havre-Saint-Pierre. Cette appellation n'est pas officiellement répertoriée et ne sert ici qu'à une fin de localisation et de différenciation avec d'autres cuestas.

3.0 DESCRIPTION DES INCIDENCES ECO-GEOMORPHOLOGIQUES APPREHENDÉES ET DES MESURES DE MITIGATION

L'analyse des données de terrain et l'interprétation des photographies aériennes ont permis d'identifier différentes incidences de la route sur des dynamiques éco-géomorphologiques et aussi d'évaluer les résistances du corridor routier. Les incidences de la route et les résistances du milieu peuvent être reliées à la précaire stabilité des zones de tourbières développées sur des sols sableux indurés, aux zones sensibles aux glissements, aux ravinelements et aux effondrements (puits de suffosion). Ces zones sensibles sont associées soit aux processus d'érosion de surface ou souterraine, soit aux processus d'érosion littorale.

3.1 LA PLAINE DELTAÏQUE (SURFACE CONTRÔLÉE PAR LA COUCHE INDURÉE)

L'emprise routière projetée entre le km 8 et 23, bien qu'elle traverse une vaste plaine d'origine deltaïque, présente plusieurs contraintes tant au niveau technique qu'au niveau environnemental. Cette plaine offre un extraordinaire amalgame de milieux où les conditions écologiques les plus contrastées se côtoient; des tourbières bombées percées par une multitude de mares et de lacs, aux talus abrupts des ravins qui incisent profondément la bordure de la plaine, nous passons des grandes muscinaies ouvertes aux grandes arborais fermées des ravins, des sols organiques saturés d'eau aux sols très secs des dunes paraboliques. D'une façon générale, de la bordure bien découpée de la plaine jusqu'en son centre, la végétation s'est établie selon un gradient d'humidité du sol. Celui-ci aurait influencé le développement et l'accumulation de tourbe qui s'accroît en épaisseur en s'éloignant des ravins et qui donne aux tourbières un aspect bombée.

Le développement des sols organiques et des tourbières proviendrait de l'imperméabilisation graduelle depuis plus de 5 000 ans de l'horizon sableux de surface de la plaine deltaïque. Cette imperméabilisation aurait été provoquée selon les endroits soit par une induration de l'horizon illuviale (Bf) du podzol (pouvant

atteindre plus de 40 cm), soit par la formation de concrétions ferrugineuses dans le sol (forme une croûte dure de \pm 8 mm d'épaisseur), soit par la compaction de dépôts organiques sur le sable au moment où celui-ci était gelé (contexte périglaciaire).

3.1.1 LA COUCHE INDURÉE : RISQUE D'ALTÉRATION

D'une façon générale le développement et la pérennité des tourbières de la région sont associés à la présence de la couche de sable induré (photo 9). L'importance de la distribution des deux autres agents (concrétions ferrugineuses et compaction organique), qui demeurent pratiquement inconnues, pourrait expliquer certains phénomènes tels l'assèchement de lacs et de petites tourbières suite à des actions anthropiques aussi banales que des trous de sondage à la tarière (photo 3). Le rôle de la couche indurée en plus de maintenir la nappe d'eau en surface d'où la croissance et le développement de tourbières et la présence de mares et de lacs, protège la surface de la plaine contre le ravinement.

Les travaux de consolidation sans surcharge, une très forte compaction des sols et les vibrations engendrées par la machinerie lourde pourraient altérer la couche indurée. Le bris de la couche indurée pourrait entraîner un assèchement des tourbières, des mares et des lacs par augmentation de l'infiltration de l'eau de surface vers les sables secs sous-jacents. Cette augmentation subite du volume d'eau dans les nappes phréatiques pourrait provoquer une plus grande instabilité du sol, soit par la formation de "renards" dans les sols sableux qui seraient à l'origine des puits et des phénomènes de suffosion (ouest de la Grande-Rivière) ou, soit par une élévation de la pression hydrostatique dans les argiles qui peuvent être présentes sous l'unité sableuse.

3.1.1.1 Protection de la couche indurée

Afin de minimiser les risques de bris de la couche indurée entre les km 7 et 23, les mesures suivantes devraient être appliquées:

- la consolidation sans surcharge, prévue au projet, devrait être effectuée en hiver ou lorsque les sols sont gelés;

- aucun fossé longitudinal à la route ne devra être creusé en milieux tourbeux (voir section 3.1.3.1);
- interdiction de procéder à une perforation ou excavation dans la couche indurée dans le but délibéré d'améliorer et d'accélérer le drainage;
- la machinerie devrait circuler sur toute la largeur de la plateforme sans s'approcher à moins de 1,5 m du bord du remblai. Durant toute la période de construction même en hiver, aucun véhicule au repos ou amas de matériau ne devra être toléré sur les sols organiques et d'une façon générale hors de l'emprise;
- les pentes du remblai à la fin du tassement et du terrassement devront être à un minimum de 1v-3h à 1v-4h (CCDG 26.03.4).

3.1.2 LES ABORDS BOISÉS DE LA PLAINE

Les principaux boisés de l'aire d'étude sont situés à proximité ou sur les talus stables des terrasses et des ravins. Leur végétation est constituée par des formations résineuses arborescentes et arbustives. Les structures de végétation ainsi que les formes de croissance de ces boisés s'articulent selon un gradient d'humidité du sol et selon des conditions microclimatiques. L'humidité du sol et l'épaisseur de la tourbe qui augmentent dès que l'on s'éloigne des ravins et des talus, créent des conditions édaphiques qui affectent le développement des arbres. Les "formes de croissances" de type "Krummolzs" des arbres qui ceinturent les boisés des abords de la plaine, témoignent des conditions rigoureuses d'enneigement et de vents qui limitent le développement des arborescences sur la plaine.

3.1.2.1 Impacts potentiels de la route et mesures de mitigation

La construction de la route sur les abords boisés de la plaine pourrait avoir des répercussions néfastes sur les peuplements forestiers adjacents aux aires déboisées. En créant des ouvertures dans le couvert forestier, les risques de chablis sont présents mais leur ampleur est difficile à évaluer.

Afin de prévenir l'intégrité des sols et de la frange forestière, une zone de transition entre la limite du déboisement et l'aire de travail (déblais-remblais) devrait être prévue; il s'agit d'une bande déboisée, non essouchée, d'environ 3 m de largeur.

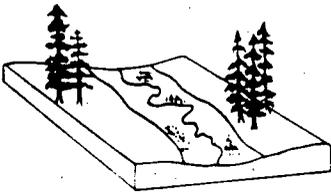
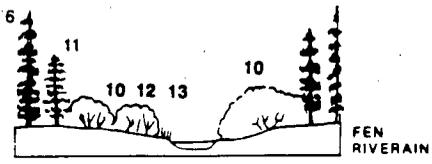
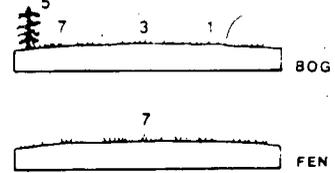
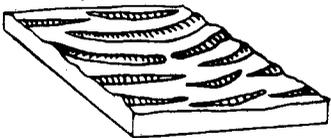
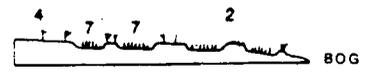
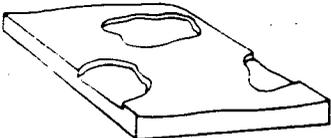
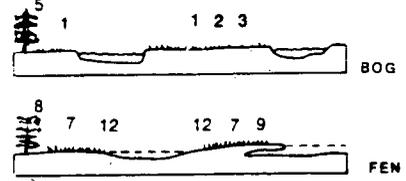
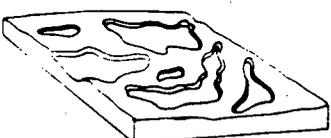
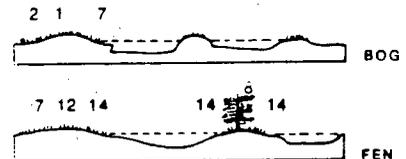
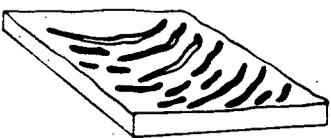
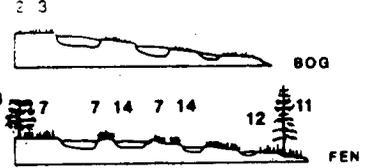
3.1.3 LES SURFACES TOURBEUSES

Plusieurs constructions routières récentes dans les milieux tourbeux de la Moyenne et Haute-Côte-Nord (Pointe-Noire, Pointe-Lebel, contournement de la route 138 à l'ouest de Havre-Saint-Pierre, etc.) ont démontré par les phénomènes d'érosion de types catastrophiques (ravinement de suffosion, érosion régressive des ravins) qu'elles ont suscités, à quel point ces milieux sont d'une extrême fragilité. Ces tourbières parce qu'elles sont situées géographiquement au-delà du 50°, soumises à des conditions climatiques sévères (T moy. ann. $\pm 1^\circ$ C, fortes précipitations, faible enneigement dû aux vents) et issues d'une morphogénèse cryogène responsable de la présence des réticulations (mares), présentent des particularités (forme, physionomie, étendue, végétation) qui les distinguent des tourbières du Québec méridional. Développées sur d'immenses plateaux deltaïques sableux qu'une carapace ferrugineuse a rendu imperméable, les tourbières présentent des profils convexes. Même sur des pentes très faiblement inclinées, ces tourbières démontrent une capacité à migrer par reptation (stéréogramme 1,A).

On distingue selon leurs physionomies (uniforme sans mare, à mares, à mares structurées, ridée), leur régime trophique (fen ou bog), leur épaisseur et la nature de leur végétation, différents types de tourbières (Gérardin et Grondin, 1986) voir tableau 1 et stéréogramme 1,A-1-2-3-4.

Le passage de la route dans ces milieux tourbeux affecte le drainage naturel en modifiant le sens de l'écoulement des eaux de surface et en perturbant le transfert d'eau d'un sous-bassin hydrographique à l'autre. Constituant par ses fondations une véritable digue, la route modifie le régime naturel d'écoulement des eaux de surface, qui a pour effet de former des zones d'inondation ou d'assèchement dans les tourbières (photo 19 et stéréogramme 2,A).

TABLEAU 1 TYPES PHYSIONOMIQUES DES TOURBIÈRES
DANS LA RÉGION DE HAVER-SAINTE-PIERRE

MODÈLE PHYSIONOMIQUE DES TOURBIÈRES		PLAN	PROFIL
RIVERAINE			
			FEN RIVERAIN
SANS MARE	UNIFORME		
	RIDÉ		
À MARES	NON STRUCTURÉ		
	MAL STRUCTURÉ		
	STRUCTURÉ		



Gouvernement du Québec
Ministère des Transports
Service de l'Environnement

CONCEPTION: François Morneau

DESIGN: François Morneau
Christine Breton

SOURCES:

Gérardin, V., Grondin, P. et Lebel, M., 1984.
Les tourbières de la Moyenne-et-
Basse-Côte-Nord: description et
distribution. Ser. des inv. Écologi-
ques, M.A. de l'Envt, Serv. de l'inv.
du Capital-Nature sp. 4, 155 p.

Couillard, L. et Grondin, P., 1986.
La végétation des milieux humides
du Québec. Gov. du Québec.

		RÉGIME TROPHIQUE	GROUPEMENTS ÉCOLOGIQUES TYPIQUES
OMNITROPHES	STRICTS		1 gr. <i>Clethra</i> spp. à <i>Kalmia augustifolia</i> 2 gr. <i>Ledum groenlandicum</i> à <i>Empetrum nigrum</i> 3 gr. <i>Sphagnum</i> spp.
	PRÉFÉRENTIELS		4 gr. <i>Chamaedaphne calyculata</i> à <i>Kalmia polifolia</i> 5 gr. <i>Picea mariana</i> (arbuste-trunkholz) à éricacées et à sphaignes
TRANSÉGRESSES	INDIFFÉRENTS		6 gr. <i>Picea mariana</i> (arbre) à éricacées et à sphaignes 7 gr. <i>Scirpus coepitosus</i>
	MINÉROTROPHILES		8 gr. <i>Larix laricina</i> (arbuste) 9 gr. <i>Carex lasiocarpa</i>
MINÉROTROPHES	PALUSTRIS		10 gr. <i>Alnus rugosa</i> 11 gr. <i>Larix laricina</i> (arbre) à <i>Myrica gale</i> 12 gr. <i>Myrica gale</i> 13 gr. <i>Carex aquatilis</i>
			14 gr. <i>Sphagnum warnstorffii</i>
	RICHES		

3.1.3.1 Le drainage des tourbières

Les mesures de mitigation générales concernant la construction sur tourbières doivent viser à maintenir les conditions naturelles de drainage de surface des tourbières que la route pourrait affecter. A partir de l'analyse des expériences de construction routière en milieu tourbeux, différentes mesures de mitigation devront être envisagées selon le type de tourbière à traverser. Ces mesures concernent essentiellement les conditions de drainage de surface (± 1 m) et la préservation de la couche indurée qui supportent les tourbières.

D'une façon générale, le drainage des eaux de surface ne devrait être jamais canalisé dans des fossés le long de la route ou vers des têtes de ravins où les eaux ainsi concentrées, pourraient lors de périodes de crues notamment au printemps (lorsque les sols sont gelés) favoriser une érosion catastrophique.

A - Le drainage des tourbières uniformes

Favoriser et maintenir, par des ponceaux, les conditions de drainage de surface des tourbières uniformes (tourbière uniforme sans mare, tourbière ridée) où un écoulement de surface est apparent (voir stéréogramme 1,B). Un monitoring du système de drainage devrait être envisagé. Il pourrait comprendre l'établissement d'un réseau d'équipements de mesures de la hauteur de la nappe d'eau dans les horizons tourbeux de part et d'autre de la route et une expertise phyto-écologique (cartographie écologique). L'analyse des relevés hydrogéologiques et phyto-écologiques pris avant et après la construction de la route permettrait d'évaluer l'efficacité du système de drainage.

B - Le drainage des tourbières structurées (réticulées)

Dans les situations où l'emprise routière doit traverser une tourbière réticulée (à mares), des ponceaux devront être installés au niveau des mares que la route remblayera afin de maintenir les conditions naturelles de drainage de surface en favorisant le drainage de part et d'autre du remblais de la route. Comme l'interférence de la route vis-à-vis le drainage de surface des tourbières est fonction de leur morphologie (hydromorphie), chacune des tourbières doit faire l'objet d'une analyse hydromorphique qui guidera le choix de l'emplacement des ponceaux (voir le tableau 2 et stéréogramme 1,A-B en annexe). La pose des ponceaux permanents

devrait être effectuée immédiatement avant la mise en place des fondations après que le tassement soit terminé (selon les directives 26.03.4 du CCDG).

Les mares et les lacs dans lesquelles devraient être canalisées les eaux de drainage pour franchir les fondations de la route, serviront de bassins de rétention. Lorsque le bassin est plein, l'eau se draine sur le pourtour de la dépression où elle s'infiltrerait lentement dans la tourbe.

3.1.4 LES LACS DE TOURBIERES

La grande plaine tourbeuse de la région de Havre-Saint-Pierre est caractérisée par une multitude de grands lacs peu profonds de forme polygonale ou ovale dont les contours présentent une ou plusieurs anses à courbure très régulières (photo 1). Ces lacs en arcs de cercle indiqueraient une croissance centrifuge d'une nappe d'eau aux dépens d'une tourbe émergée qui pourrait être le fait de la fonte de glace incluse dans la matière organique.

En plus de leurs éléments morphologiques particuliers, ce qui caractérise le plus ces dépressions lacustres demeure le fait qu'elles reposent sur une mince pellicule de dépôts fins imperméables. Celle-ci s'expliquerait par des conditions périglaciaires, alors que la couche de sable de surface était gelée. La moindre perturbation des sédiments de fond des lacs pourrait entraîner leur évitement (photos 2-3).

3.1.4.1 Les lacs de tourbières (mesures)

- Ne permettre en aucun temps la circulation de la machinerie ou tout autre activité (sondages, forages, enfoncement de pieux) dans les environs des lacs (même ceux qui sont vidés).
- Dans les situations où la route traverse des lacs, prévoir un enrochement ou toute autre mesure jugée pertinente afin d'éviter l'érosion du remblai par l'eau.

3.1.5 LES Puits DE SUFFOSION

Dans le secteur de la Grande Rivière à quelque 5 km à l'est de Havre-Saint-Pierre, des structures d'effondrement de la surface tourbeuse ont été décelées au cours de la photo-interprétation et des expertises de terrain (stéréogramme 2,E-2-3-4). Ces structures récentes consistent en des puits en forme d'entonnoir, généralement circulaires ou ovoïdes, de diamètre de 10 à 12 m et profonds de quelques mètres en son centre (photos 4-6). Les puits actuellement inventoriés, situés entre la Petite Rivière et la Grande Rivière, se retrouvent généralement à plus de 60 m des têtes de ravins. Notons de plus que ces structures sont situées entre des lacs évidés et les ravins et certaines sont contigües aux lacs.

L'origine de ces structures s'expliquerait par un processus d'érosion souterraine par l'eau dans les sédiments stratifiés d'origine deltaïque ou lacustre, composés de sable très fin et de limon. On parle alors de processus de suffosion (Mollard, 1986; 98).

Le phénomène de suffosion dans la région serait conditionné par la présence d'un épais (plus de 20 m) dépôt limoneux et sableux (fin et particulièrement uniforme granulométriquement) masqué par une couverture tourbeuse qui s'est développée grâce à l'imperméabilisation graduelle de la couche superficielle du sol (couche indurée, concrétion ferrugineuse; compaction de matériaux sur une surface gelée), voir les photos 5-7. L'écoulement souterrain peut se concentrer dans la subsurface d'une mince couche imperméable (ou moins perméable) qui serait associée à un changement brusque de perméabilité. Ces dépôts fins lorsque saturés d'eau, pouvant perdre un certain volume, sont susceptibles d'être érodés et entraînés par suintement de l'eau, créant ainsi des conduits horizontaux (appelés "renards") et des conduits verticaux et inclinés appelés "puits" (ibid). Ces "renard" peuvent être observés à la base de certains ravins (photos 14-15). L'effondrement des toits des puits crée des dépressions en forme d'entonnoir. Ces puits permettent localement un drainage des surfaces tourbeuses environnantes lorsqu'elles sont gorgées d'eau. Dans certains cas, les puits peuvent s'obstruer par l'accumulation de débris ligneux, tourbeux et de blocs de sable induré, et forment alors de petits lacs circulaires (stéréogramme 2,E-3-4).

Selon Mollard le ravinement souterrain serait amorcé durant de courtes périodes, bien qu'il puisse également être provoqué par le

suintement concentré des eaux souterraines dans les matériaux plus granulaires sous-jacents au limon.

Selon les travaux géophysiques commandés par le Service des sols et chaussées du ministère des Transports aux environs de la Grande Rivière, au printemps 1987, malgré les limites de la méthode microgravimétrique utilisée, l'auteur conclut qu'il serait possible qu'il n'y ait pas de véritable tunnel mais plutôt des "zones de largeurs variables (± 3 m) où la compaction est affaiblie et où la porosité élevée peuvent constituer d'excellents chemins de transports de l'eau et de matériaux de fraction mince" (Frydecki, J. 1987).

3.1.5.1 Impacts de la route sur les processus de suffosion

Le phénomène de suffosion et l'effondrement du toit des puits sont liés par le processus de formation. L'effondrement de certaines couches de sol est généralement dû au mouillage rapide et à la surface des dépôts limoneux meubles. Il appert que toutes activités qui tendraient à détourner, à confiner ou à concentrer le ruissellement de surface ou l'écoulement des eaux souterraines pourraient favoriser et accélérer la vitesse de suffosion et d'effondrement. Ces activités comprennent l'excavation d'assise de route, de canaux, de fossés; l'imperméabilisation d'une partie de la surface du sol par des pavés; la compression du sol par l'accumulation de remblais.

3.1.5.2 Mesures de mitigation

Afin de ne pas favoriser le développement de processus de suffosion, certaines mesures devront être envisagées telles:

- interdire toute construction à proximité des puits de suffosion connus;
- favoriser le drainage de surface pour éviter tout risque d'endiguement de la tourbière traversée par la route;

- prendre des mesures afin d'éviter de perforer ou d'altérer la couche indurée ou les autres éléments favorisant l'imperméabilisation de la tourbière (dépôts imperméables, concrétions, etc.); la **construction en hiver** lorsque la tourbière est complètement gelée est **fortement recommandée**.

3.2 LÉS RAVINS (DYNAMIQUE FLUVIALE)

Drainant de grandes surfaces tourbeuses et les nappes lacustres, les ravins sont des entailles linéaires, étroites, généralement profondes, ayant des dénivellations proportionnelles à celles des talus qu'ils incisent. Leurs talus ont des pentes supérieures ou égales au seuil de la stabilité ($\pm 30^\circ$) que les formations arborescentes stabilisent.

Nous pouvons distinguer selon des critères morphologiques trois types de ravins sur le pourtour et dans la plaine deltaïque. Le premier type consiste en une longue (plusieurs kilomètres) entaille fluviale ramifiée qui traverse et draine une grande superficie de la plaine. Sa pente longitudinale s'abaisse graduellement de sa source d'origine lacustre jusqu'à son embouchure dans la mer. Sur le plan géomorphologique ce premier type de ravin, du moins l'entaille principale, a atteint un profil d'équilibre définitif. Ce type de ravin caractérise entre autres les corridors fluviaux de la Grande Rivière, de la Petite Rivière et de ses deux bras affluents (stéréogramme 2,F).

Le deuxième type de ravin particulièrement abondant en bordure des talus de terrasses, présente des entailles ramifiées, longues de moins de 1 km. Leur profil longitudinal marqué de plusieurs seuils dénote une certaine jeunesse du système fluvial. Selon nos observations, il semblerait que la couche indurée qui n'est vraisemblablement pas altérée sous les tourbières, empêcherait le recul de la tête des ravins au-delà des surfaces boisées qui colonisent des sols caractérisés par une couche indurée possiblement friable (photos 8-9-10-11 et stéréogramme 2,G).

Le troisième type de ravin correspond en une courte (moins de 500 m) entaille linéaire dont la profondeur est proportionnelle à celle du talus qu'il incise. Ce type de ravin présente une pente longitudinale caractérisée par une rupture de pente très abrupte qui ne rejoint pas en amont la surface de la plaine. La tête de

ces ravins présente un contour semi-circulaire (en bout de doigt) qui témoigne de l'importance de la couche indurée contre le ravinement (photos 12-13). L'enfoncement du talweg du ravin viendrait de l'érosion à la base des versants par suintement concentré des eaux souterraines et par reptation des versants (photos 14-15). Vraisemblablement ce dernier type de ravin semble évoluer lentement vers un recul de sa tête par effondrement de la couche indurée minée à sa base et par enfoncement graduel du talweg jusqu'à un niveau de base. Il constituerait une forme avancée d'évolution du deuxième type de ravin où les seuils ont été successivement érodés et abaissés. La résistance de la couche indurée à la surface de la plaine retarde l'érosion régressive et le recul de la tête du ravin, mais la situation de déséquilibre extrême du profil longitudinal pourrait favoriser une dynamique érosive de suffosion.

3.2.1 IMPACTS ET MESURES DE MITIGATION

La stabilité des ravins est précaire et ne tient souvent qu'à la présence d'un couvert végétal dense. Le printemps pendant que les tourbières sont encore gelées, l'eau de surface s'écoule vers les ravins plus rapidement augmentant le risque d'une reprise de l'érosion. Par ailleurs, formant de fortes incisions dans la plaine, les ravins constituent des sites préférenciels d'accumulation de la neige balayée de la plaine par les vents formant ainsi de pseudo-combes à neige. Celles-ci sont caractérisées par une fonte tardive le printemps et par des processus de gélifluxion sur certains sols des versants.

Le projet routier traverse quatre ravins d'importance. Les mesures de mitigation concernant les traverses de ravins visent essentiellement la préservation du couvert végétal sur la bordure du ravin et dans les pentes qui assurent la stabilité des talus. Les remblais de la route dans les ravins devront être conçus de façon à résister à l'érosion fluviale; des enrochements et des accotements bitumineux sont fortement recommandés ici. Dans les situations où le remblai de la route intercepte et canalise les eaux de surface des tourbières contigües au ravin, une attention particulière devra être portée sur le danger d'un ravinement provoqué par le ruissellement concentré le long du remblai allant vers le ravin.

3.3 LES FALAISES LITTORALES

En regard de sa situation côtière, la région à l'est de Havre-Saint-Pierre est particulièrement affectée par la dynamique littorale qui dans le contexte actuel d'un rehaussement eustatique, favorise une érosion très vive des falaises formées de matériaux non consolidés. Bien que l'archipel de la Minganie puisse contribuer à réduire l'érosion sur la côte, en y induisant des conditions hydrodynamiques qui ont favorisé notamment le développement de la pointe littorale sur laquelle la municipalité s'est établie, certain secteur de par leur situation, n'ont aucune protection naturelle contre les assauts de la mer (les Caps-Blancs, baie à l'est de Havre-Saint-Pierre, baie des Trilobites). Le "chenaal de la vache maigre" entre la Grosse-Ile-au-Marteau et la GrandePointe (membre de l'archipel rattaché à la côte), permet l'introduction de courants marins et des vagues de tempêtes qui viennent alors enfouiller les falaises et provoquer des mouvements de masse majeurs (photos 16-17-18).

Les falaises littorales en dépôts meubles présentes dans l'aire d'étude constituent des talus à pente raide (supérieure à 30°) qui découpent la surface deltaïque soit en terrasses étagées (au tout début du projet), soit en falaises vives de plus de 25 m, vers l'est. Ces falaises sont marquées par endroits d'anciens grands amphithéâtres de glissements de terrain (plus de 400 m) et de nombreux coups de cuillère particulièrement dynamiques (stéréogramme 1,C).

3.3.1 LA MONTAGNE RONDE

Provenant de la basse terrasse l'emprise routière accède à la terrasse de 15 m par une rampe qui sera construite, en partie, en déblais dans la falaise morte au niveau de la Montagne Ronde. Cette rampe en plus de tailler dans la couche indurée, modifiera le drainage de surface d'une portion de la tourbière sise entre l'extrémité de deux ravins. De plus cette rampe canalisera par ses fossés latéraux toutes les eaux de surface de l'emprise sur une longueur inférieure à 600 m selon une pente longitudinale de 6% (stéréogramme 1,D).

La présence d'une unité argileuse "sensible" sous-jacente à l'unité sableuse et l'érosion littorale actuelle qui sape le bas du talus de 18 m, représentent deux facteurs qui permettent de considérer la Montagne Ronde comme un secteur à **haut risque de glissement de terrain** (Tanguay, L., 1988; Cogemat Inc., 1987).

3.3.2 MESURES DE MITIGATION

D'une façon générale, les mesures de mitigation concernant les travaux de construction (remblais et déblais) au niveau des falaises et des talus doivent viser à maintenir la stabilité des surfaces et ne pas favoriser des dynamiques érosives.

- La limitation du déboisement des formations arbustives et arborescentes dans l'emprise et le maintien au sol des souches et du système racinaire devraient être maintenus au sol;
- un enrochement en bas de pente et une stabilisation des talus par des mesures jugées les plus appropriées (engazonnement, matière organique maintenue mécaniquement, plantation) sont fortement recommandés au niveau du déblai de la Montagne Ronde;
- afin de protéger les fossés de la route au niveau du déblai de la Montagne Ronde contre un probable affouillement, la mise en place d'une membrane géotextile et un enrochement du lit des fossés sont fortement recommandés.

3.4 LES CHAMPS DE DUNES (DYNAMIQUE EOLIENNE)

Les sites de sablières prévus pour la construction du tronçon Havre-Saint-Pierre à rivière Joachim sont situés soit sur des surfaces légèrement convexes bien drainées à proximité des ravins, soit sur des dunes ou des cordons littoraux. Dans les deux situations, le déboisement de ces surfaces pourrait favoriser une reprise de l'érosion éolienne, compte tenu de la granulométrie fine des sables de la région. Par ailleurs, comme l'exploitation de sablière exigera sur certains sites la perforation de la couche indurée, des mesures pour prévenir le danger d'une canalisation des eaux de surface des tourbières environnantes devront être envisagées.

3.4.1 MESURES DE MITIGATION

- Les zones d'extraction de sable devraient être situées à une distance minimale de 75 m d'un cours d'eau ou d'un lac;
- l'exploitation devrait être entourée d'une bande de végétation ou autre méthode de stabilisation (clôtures, paillis, plantation) afin de minimiser le transport du sable par le vent et après l'exploitation;
- il est préférable d'exploiter complètement une dune de sable ou un cordon sableux jusqu'au niveau de la nappe phréatique, afin de permettre une meilleure régénération de la végétation;
- ne jamais exploiter en dessous des nappes phréatiques et en dessous des niveaux maxima des crues et des cours d'eau environnants.

4.0 CONCLUSION

L'inventaire et l'analyse éco-géomorphologique entre Havre-Saint-Pierre et la rivière Joachim nous ont révélé une région qui se distingue passablement du Québec méridional. Les différentes formes prostrées et érodées de la végétation ainsi que les éléments morphologiques développés sous des conditions périglaciaires confèrent à la région un paysage nordique. Bien que plusieurs éléments constituant le paysage de la région sont un héritage de conditions bio-climatiques passées, plusieurs de ces éléments jouent aujourd'hui un rôle déterminant au niveau de certains processus éco-géomorphologiques. A cet égard le rôle de la couche indurée sur la stabilité des sols et sur l'intégrité des tourbières n'a plus à être démontré. De plus les processus géomorphologiques actuellement très actifs dans la région tels l'érosion littorale, fluviale et éolienne, et les dynamiques de ravinement doivent être pris en compte lors de la construction de la route.

C'est en considérant les dynamiques naturels du milieu que l'étude des incidences éco-géomorphologiques du prolongement de la route 138 à l'est de Havre-Saint-Pierre s'est principalement appliquée à comprendre comment le projet routier pourrait affecter ou provoquer différents processus éco-géomorphologiques particuliers à la région et à proposer des mesures de mitigation et des recommandations générales appropriées.

BIBLIOGRAPHIE

- COGEMAT INC., 1987. Reconnaissance des sols, Route 138, site de la Montagne Ronde, Havre-Saint-Pierre, comté de Duplessis. Ministère des Transports du Québec. N/contrat: 1140-87-043. N/Dossier: 3786.
- COMMISSION CANADIENNE DE PEDOLOGIE (C.C.P.), 1978. Le système canadien de classification des sols, ministère de l'Agriculture du Canada, Publ. 1646, 170 p.
- COUILLARD, L. et P. GRONDIN, 1986. La végétation des milieux humides du Québec, Gouvernement du Québec, Publ. du Québec, 399 p.
- FRYDECKI, J., 1987. Rapport des travaux géophysiques dans la région de La Grande-Rivière - Havre-Saint-Pierre, Université Laval, Groupe de recherche en Géochimie et Géophysique appliquées, 10 p.
- GERARDIN, V., GRONDIN, P. et M. LEBEL, 1984. Distribution et description des tourbières de la Moyenne et de la Basse Côte-Nord. Série de l'inventaire du Capital-Nature, No 4, Env. Québec, Env. Canada, Hydro-Québec.
- MARSAN, A. & Ass., 1983. Prolongement de la route 138 entre Havre Saint-Pierre et Baie-Johan-Beetz, étude détaillée d'impacts sur l'environnement du tracé retenu. Rapport d'étape # 3. Ministère des Transports, Service de l'environnement, 96 p. et annexes.
- MOLLARD, J.D., et R. JANES, 1986. La photo-interprétation et le territoire canadien. Ministère des Approvisionnements et Services Canada.
- MORNEAU, F., 1986. Route 138; région Havre-Saint-Pierre - Baie-Johan-Beetz, géomorphologie et aperçu du cadre écologique. Ministère des Transports, Service de l'environnement, D.E.E.Est, 40 p., 3 annexes, 2 cartes en pochettes.
- TANGUAY, L., 1988. Etude de stabilité, site de la Montagne Ronde Havre-Saint-Pierre, comté de Duplessis. Ministère des Transports du Québec, Service des sols, Division géotechnique. No dossier: 0138-11-100(19)87, 9 p.

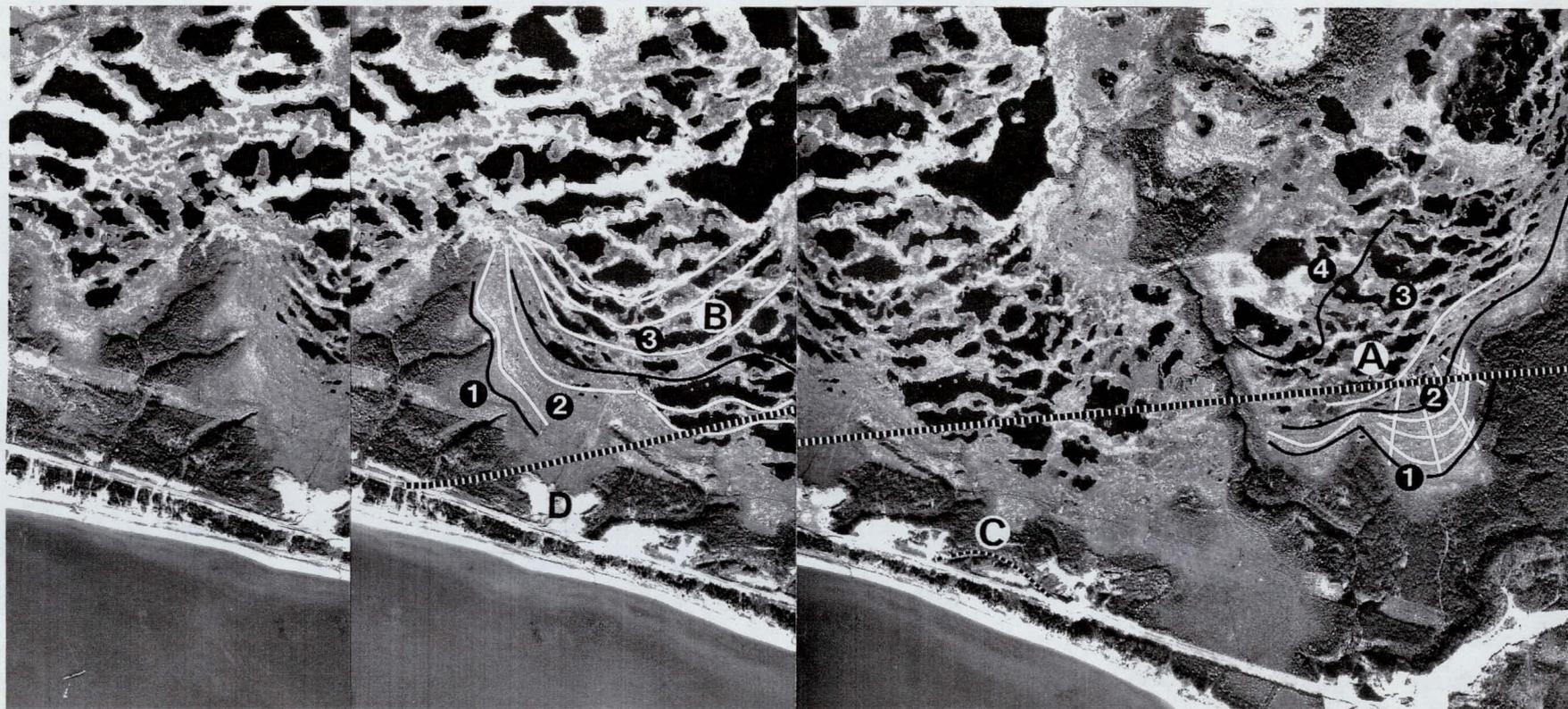
TABLEAU 2 : LOCALISATION DES PONCEAUX EN MILIEUX TOURBEUX

ROUTE 138 - HAVRE-SAINT-PIERRE / RIVIERE JOACHIM

Recommandations

Mise en place de ponceaux en milieu tourbeux
TTOG 900 mm

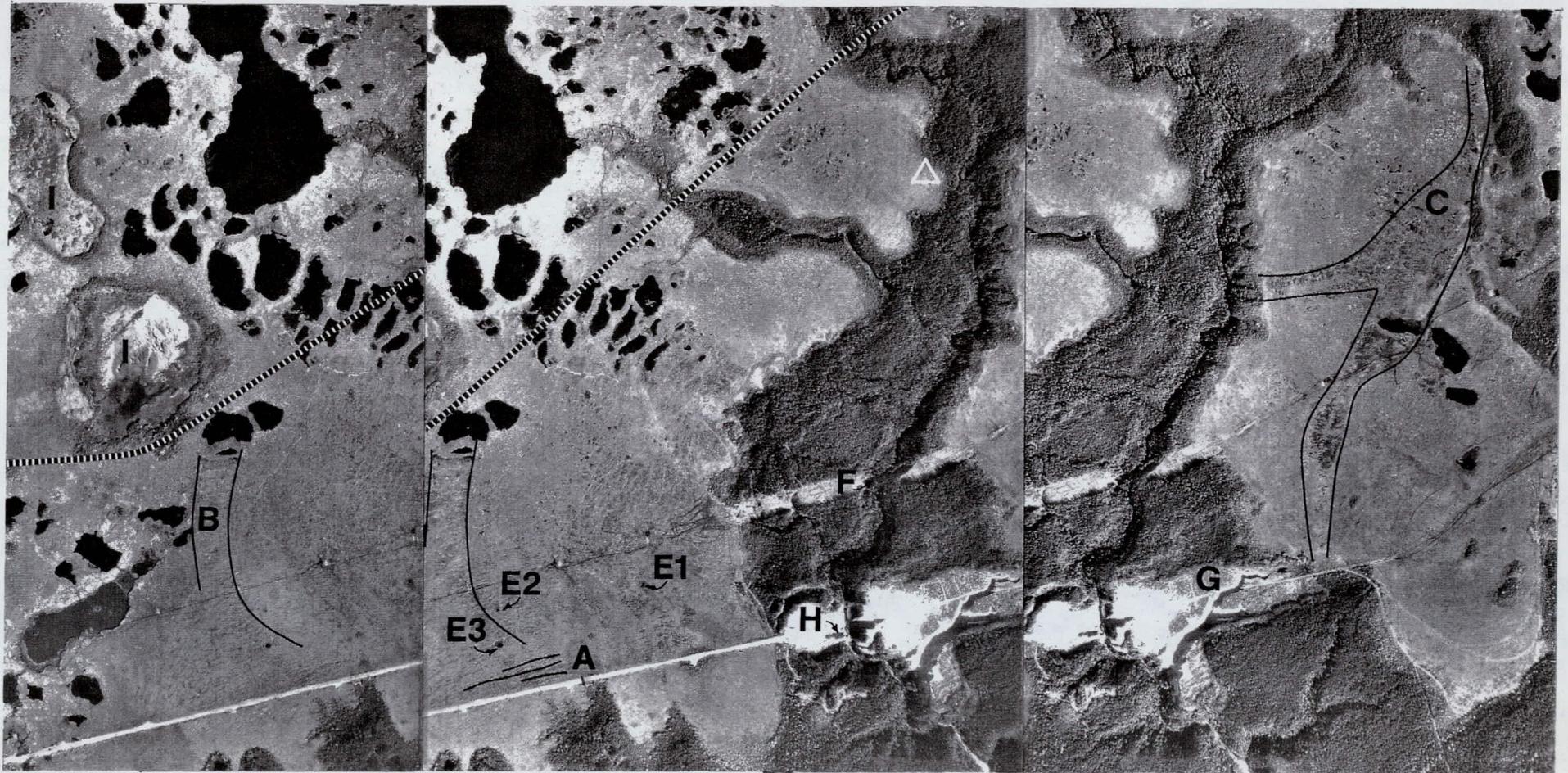
7 + 600	10 + 968
7 + 720	11 + 760
7 + 860	11 + 820
8 + 235	12 + 320
8 + 327	12 + 410
8 + 390	13 + 540
8 + 480	14 + 230
9 + 750	14 + 600
9 + 850	équation de chaînage
9 + 930	14 + 800
10 + 040	15 + 000
10 + 200	15 + 200
10 + 510	15 + 790
10 + 660	16 + 600
10 + 840	22 + 530
	22 + 950



(Photo: M.T.Q., 85 026, 7,8,9)

STÉRÉOGRAMME 1:

Types physiologiques des tourbières (A, B); on aperçoit le bog uniforme [1], le bog ridé sans mare [2], le bog à mares mal structuré [3] et le bog à mares non structuré [4]. Ancien amphithéâtre de glissement (C). Montagne Ronde (D).



(Photo: M.T.Q., 86 027, 60, 61, 62)

STÉRÉOGRAMME 2:

Endiguement d'une tourbière uniforme par un remblais de route (A). Zone préférentielle de drainage des eaux de surface sur une tourbière ombrotrophe (Bog) uniforme (B, C). Puits de suffosion; (E1) puits récent, (E2, E3) puits colmatés et remplis d'eau. Ravin de la Grande-Rivière (F). Ravinement de type catastrophique (G) provoqué par le nivellement des dépôts de surface et du déboisement en bordure d'un bog uniforme. La surface décapée a favorisé la canalisation des eaux de surface provenant d'une zone préférentielle de drainage (C) du bog uniforme. Ravin en "forme de doigt" progressant par suintement et écoulement à la base des versants (H). Lacs évités (I).



▲
1

(Photo: M.T.Q., S.E., F.Morneau)

PHOTO 1:

Vue aérienne de la plaine côtière de la région de Havre-Saint-Pierre. À noter la forme des lacs aux contours rectilignes en arc de cercle.

PHOTO 2:

Assèchement des lacs et des tourbières causé par l'altération de la couche indurée sous le remblais du chemin de fer.

PHOTO 3:

Perforation d'un fond lacustre par enfoncement d'une tarière (à droite sur la photo). Les trous (à gauche sur la photo) sont des voies d'infiltration naturelles.

2
▼



(Photo: M.T.Q., S.E., F.Morneau)

3
▼



(Photo: M.T.Q., S.E., F.Morneau)



(Photo: M.T.Q., S.E., F.Morneau)

5



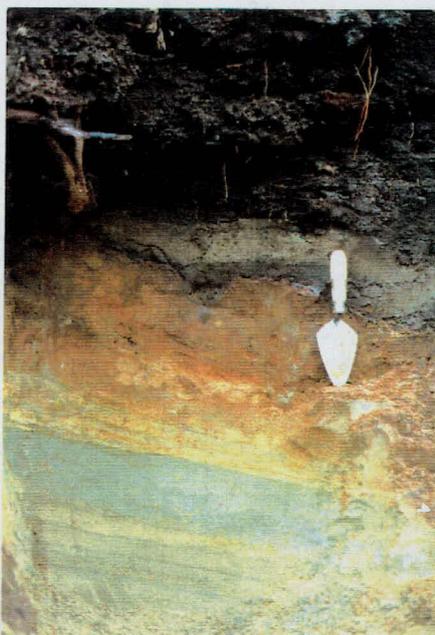
(Photo: M.T.Q., S.E., F.Morneau)

6



(Photo: M.T.Q., S.E., F. Marcoux)

4



(Photo: M.T.Q., S.E., F.Morneau)

7

PHOTO 4:

Puits de suffosion (E1, stéréogramme 2)

PHOTO 5:

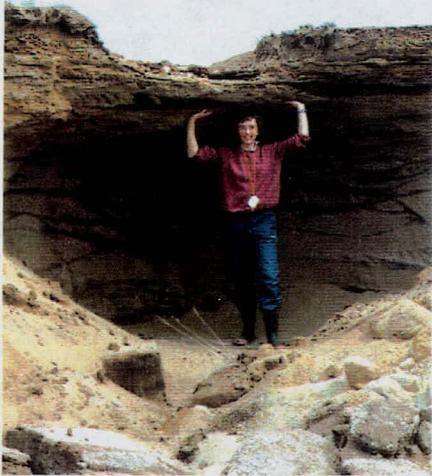
Concrétions ferrugineuses (bande rougeâtre 8 mm) dans un profil de sol creusé en bordure de la structure d'effondrement.

PHOTO 6:

Vue aérienne d'un puits de suffosion. À noter de quelle façon la végétation a suivi la surface effondrée.

PHOTO 7:

Profil de sol en bordure d'une structure d'effondrement (puits de suffosion) laissant voir l'accumulation de matière organique sur un dépôt sableux non induré. L'hypothèse d'une accumulation de matière organique sur un sol gelé apparaît plausible ici pour expliquer l'origine de ce profil. La compaction de la tourbe à la surface du sol minéral imperméabiliserait la surface.



(Photo: M.T.Q., S.E., F.Morneau)



(Photo: M.T.Q., S.E., F.Morneau)

▲
8

PHOTO 8:

Vue vers le S-O du ravin en V (G, stéréogramme 2)

PHOTO 9:

Tête d'un ravin à l'est de la Grande-Rivière (photo 8).
À noter l'incision fluviale en surface et l'importance de la couche indurée en surplomb.

PHOTO 10:

À noter la forme en V du ravin et l'amoncellement de blocs de sable induré provenant de l'effondrement de la couche indurée.

PHOTO 11:

Vue du ravin vers l'est.

◀9

11▶

10
▼



(Photo: M.T.Q., S.E., F.Morneau)



(Photo: M.T.Q., S.E., F.Morneau)



◀ 12

(Photo: M.T.Q., S.E., F.Morneau)

PHOTO 12:

Zone perturbée par des travaux de nivellement au niveau de la Grande-Rivière. À noter au centre de la photo, le ravin au profil transversal en U et en forme de bout de doigt.



13 ▶

(Photo: M.T.Q., S.E., F.Morneau)

PHOTO 13:

Vue vers l'ouest du ravin.

PHOTO 14:

Canalisation des eaux de ruissellement dans des puits verticaux.



◀ 14

(Photo: M.T.Q., S.E., F.Morneau)

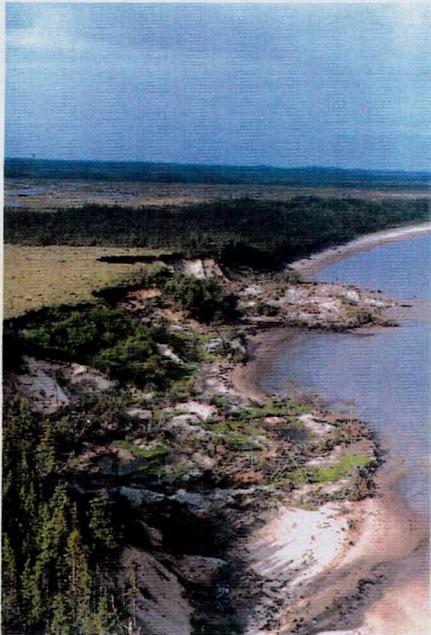
PHOTO 15:

Zone de suintement en bas de talus. Des "renards" ou puits horizontaux peuvent être présents sous des talus d'éboullis.



15 ▶

(Photo: M.T.Q., Service des Sols)



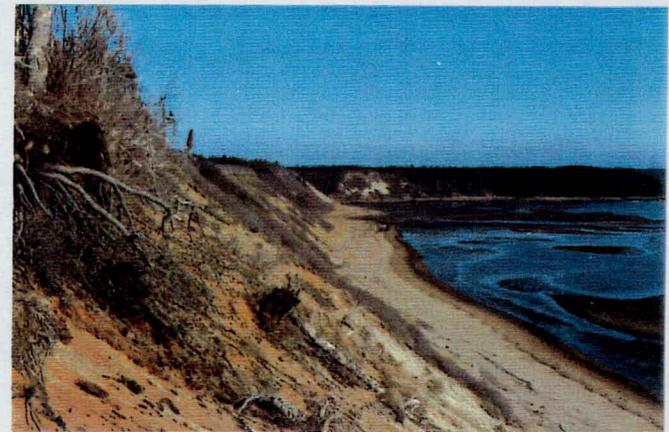
▲
16

(Photo: M.T.Q., S.E., F.Morneau)



(Photo: M.T.Q., S.E., F.Morneau)

▲
17



(Photo: M.T.Q., S.E., F.Morneau)

▲
18

PHOTO 16: Mouvement de masse récent de falaises littorales dans la baie des Trilobites à l'est de la Grande-Pointe.

PHOTO 17: Mouvement de masse dans une falaise littorale à plus d'un km à l'est de la Montagne Ronde.

PHOTO 18: Vue de falaises littorales à l'est de la Montagne Ronde.

PHOTO 19: Endiguement d'un bog uniforme (A, stéréogramme 1). À remarquer l'accumulation d'eau (à droite sur la photo), l'érosion du remblais et la sédimentation de sable sur la tourbe (à gauche du remblais)

19
▼



(Photo: M.T.Q., S.E., F.Morneau)

Bibliothèque du Ministère des Transports



QTR A 029 623