

Annexe 7

Étude hydraulique 2



Gouvernement du Québec
Ministère des Transports
Direction des structures

ÉTUDE HYDRAULIQUE PRÉLIMINAIRE

Réfection d'une protection de pierre
le long de la route 132

Municipalité : Bonaventure

C.E.P. : Bonaventure

N/Référence : P-80123 (#6)



Christian Poirier, ing. M. Sc.
Section hydraulique
Service de la conception

Québec, le 22 avril 1999

CP/cp/cp

TABLE DES MATIÈRES

1.0 INTRODUCTION.....	3
2.0 MATÉRIEL UTILISÉ.....	4
3.0 MARÉES.....	4
4.0 VAGUES AU PIED DE L'OUVRAGE.....	5
5.0 FRANCHISSEMENT DE LA VAGUE.....	7
6.0 SOLUTIONS DE RÉFECTION.....	8
7.0 À PRÉVOIR À L'INTÉRIEUR DU RAPPORT HYDRAULIQUE FINAL.....	11
8.0 CONCLUSION.....	12
ANNEXE	
Annexe A	15

1.0 INTRODUCTION

Cette étude fait suite à une demande de monsieur Huan Nguyen, du Service plan, analyse et soutien technique du ministère des Transports. Elle consiste à déterminer, d'un point de vue hydraulique, les solutions pour la réfection de la protection en pierre localisée le long de la route 132 à Bonaventure (voir la figure 1.1).

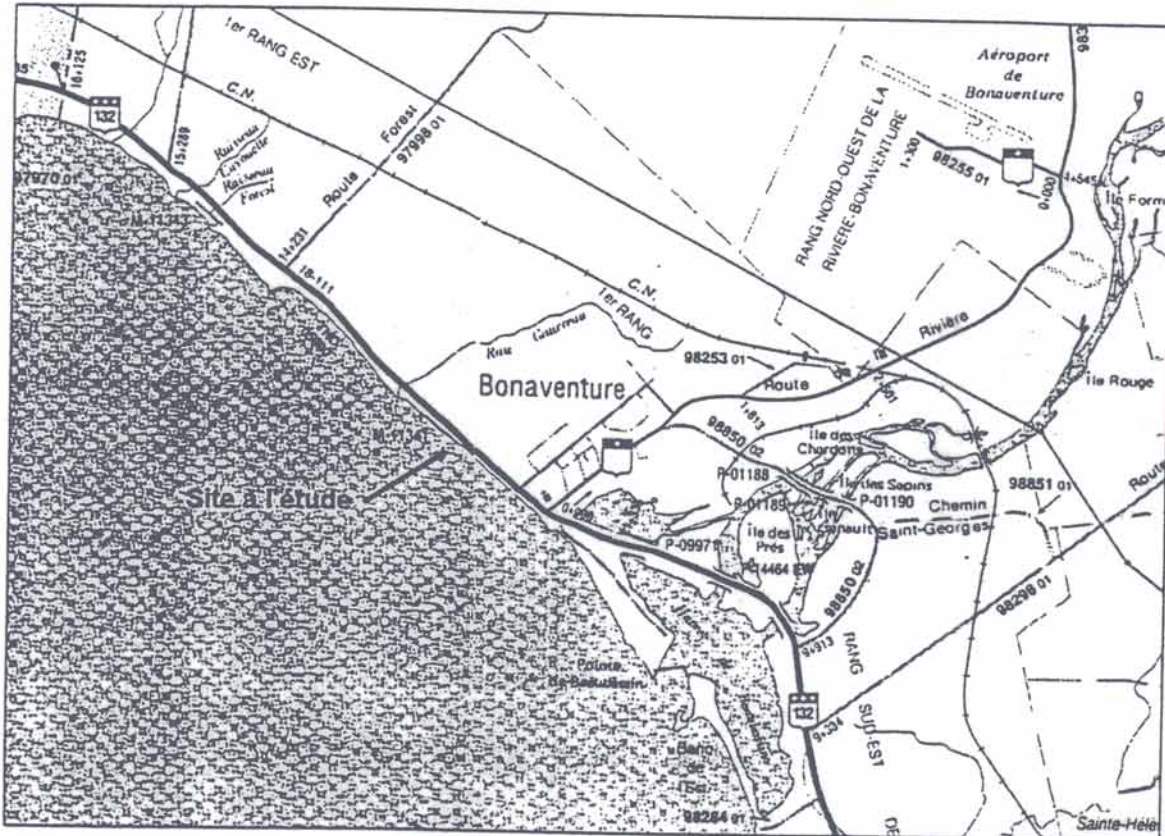


Figure 1.1 : Localisation du site à l'étude (carte municipale à l'échelle 1 : 50 000)

La protection en pierre, présente à ce site, protège la route 132 de l'action des vagues provenant de la Baie des Chaleurs. Des travaux de réfection qui consistent habituellement à remplacer la pierre existante et à rajouter de la pierre de carapace sont régulièrement requis. Dans le cadre de cette étude, nous discuterons des diverses méthodes de protection envisageables à ce site de façon à connaître les avantages et les inconvénients de chacune d'elles.

Les différents aspects hydrauliques relatifs au dimensionnement de l'ouvrage seront également présentés mais sous une forme préliminaire. Une seconde étude devrait être requise pour évaluer adéquatement les différents paramètres.

2.0 MATÉRIEL UTILISÉ

Pour effectuer cette étude, les cartes suivantes ont été utilisées :

- topographiques : 22 A 3 (échelle 1 : 50 000) ;
- topographiques : 22 A 4 (échelle 1 : 50 000) ;
- topographiques : 22 A 3 -200-0101 (échelle 1 : 20 000) ;
- topographiques : 22 A 4 -200-0102 (échelle 1 : 20 000) ;
- carte marine : LC 4002 (échelle 1 : 750 000) ;
- carte marine : LC 4024 (échelle 1 : 350 000).

3.0 MARÉES

Les marées à ce site sont de type mixte semi-diurne, c'est-à-dire qu'il y a deux marées par jour de hauteur et d'intervalle de temps différents. Pour déterminer les hauteurs de marée, les tables des marées et courants du Canada, pour le port principal de Pointe-Saint-Pierre et les ports secondaires de Paspébiac et de Pointe Howatson, ont été utilisées. Ces niveaux d'eau sont présentés au tableau suivant. Les valeurs en coordonnées géodésiques ont été établies à l'aide de la différence entre l'élévation zéro des cartes versus l'élévation géodésique et déterminées à partir des données fournies par Institut Maurice Lamontagne.

Tableau 3.1 : Niveau des eaux en coordonnées marégraphiques (zéro des cartes) et en coordonnées géodésiques

MARÉES	COORDONNÉES MARÉGRAPHIQUES	COORDONNÉES GÉODÉSIQUES *
Marée haute extrême (H.Ex.)	3,05 m	2,10 m
Pleine mer supérieure de grande marée (H.V.E.)	2,45 m	1,50 m
Marée haute moyenne (H.M.)	2,00 m	1,05 m
Niveau moyen des eaux	1,10 m	0,15 m
Marée basse moyenne (B.M.)	0,25 m	-0,70 m
Basse mer inférieure de grande marée (B.V.E.)	0,05 m	-0,85 m
Marée basse extrême (B.Ex.)	-0,55 m	-1,45 m

* : Différence de -0,943 m entre les coordonnées marégraphiques et géodésiques pour ce site

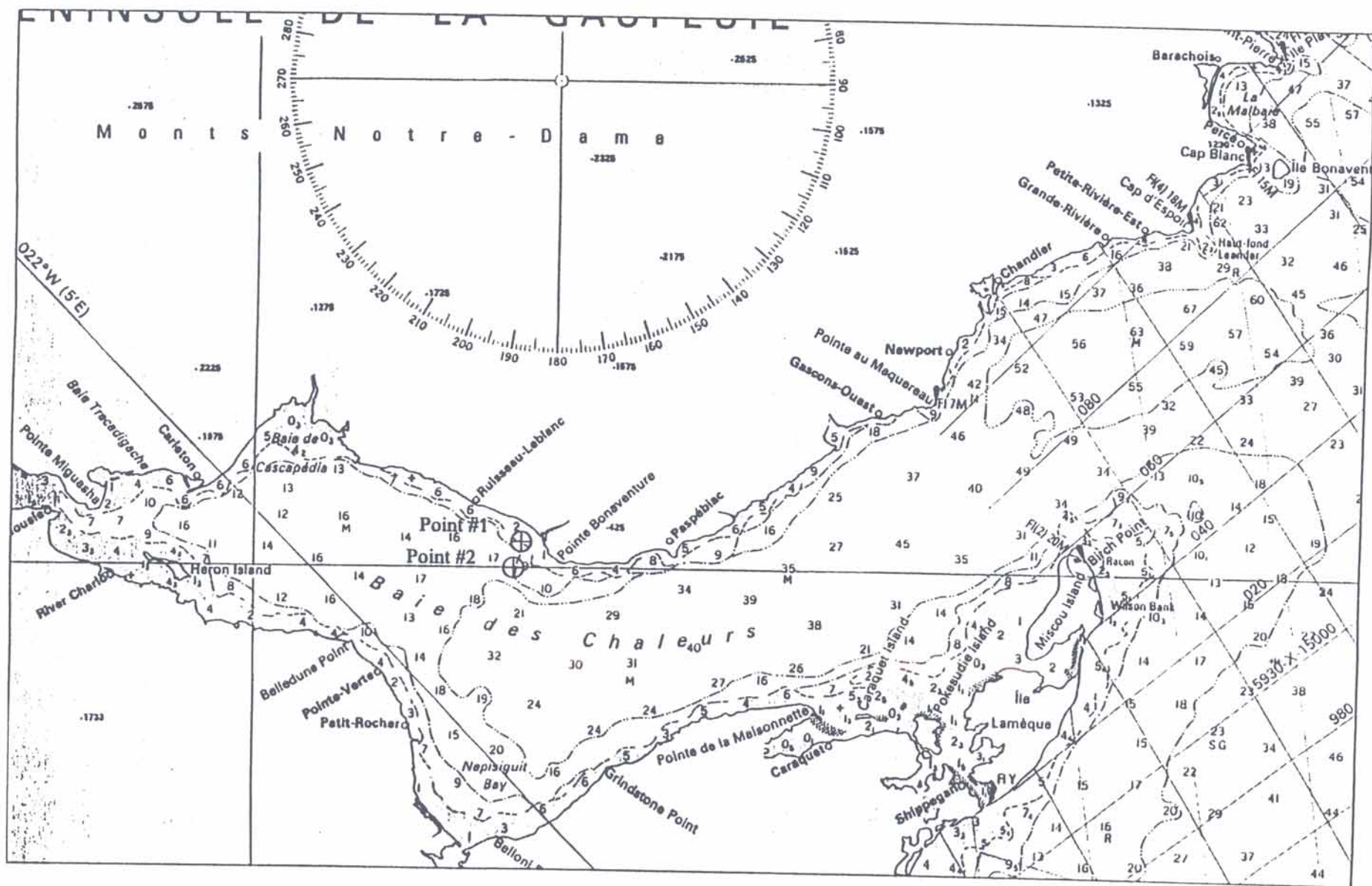
Le niveau de marée haute extrême a été utilisé pour effectuer les différents calculs hydrauliques.

4.0 VAGUES AU PIED DE L'OUVRAGE

Le site à l'étude est soumis aux vagues provenant entre les directions est-nord-est (ENE) et nord-est (NW). Pour caractériser les vagues provenant de ces directions et de la réfraction, les « fecth » ont été déterminés à partir de deux endroits distincts (voir la figure 4.1). À partir du fecth maximal pour ces directions (voir l'annexe A) et des vents susceptibles d'être observés, il fut possible d'établir, de façon préliminaire, une période de vague (T) maximale de 7,5 secondes et une hauteur de vague au large de l'ordre de 3,5 m.

La dimension des vagues à ce site est contrôlée par la profondeur d'eau au pied de l'ouvrage. Lorsque la vague atteint la région de faible profondeur, celle-ci déferle. Ceci se traduit habituellement par un gonflement de la hauteur de vague en premier lieu puis par une diminution lorsque l'on s'approche. Ainsi, à partir du relevé bathymétrique fourni par la Direction territoriale du Bas-Saint-Laurent-Gaspésie-Îles-de-la-Madeleine, il fut possible d'établir la vague maximale pouvant atteindre la rive pour différentes périodes. Ainsi, des hauteurs maximales préliminaires variant de 1,8 m à 4,0 m sont à anticiper à ce site (T=7,5 sec). La dimension des ouvrages étant reliée à cette hauteur de vague, la protection peut donc également varier tout le long du projet.

Figure 4.1 : Localisation des points de calcul du "Fetch"



Échelle : 1:750 000

5.0 FRANCHISSEMENT DE LA VAGUE

Lorsque la vague atteint une protection côtière, l'impact a pour conséquence de dévier les eaux vers le haut (fig. 5.1). Pour une protection trop basse, ces eaux peuvent la franchir.

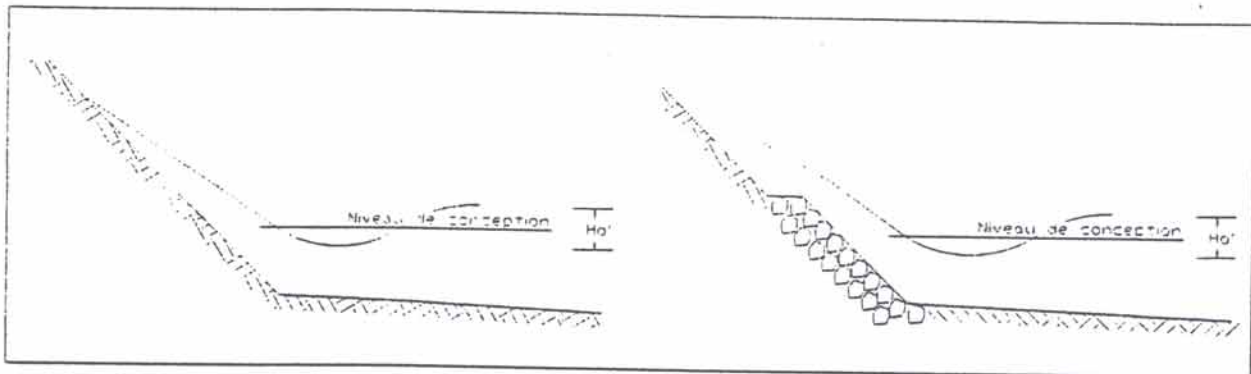


Figure 5.1 : Vague sur la rive

Les calculs préliminaires (sans l'influence de la réfraction) démontrent que pour le secteur situé entre la section #20, localisée à 275 m à l'Ouest de la rue Louisbourg et la section #24, localisée à 125 m à l'Est de la rue Louisbourg, la vague franchit la protection et qu'une certaine quantité d'eau atteint la route.

Les renseignements obtenus de monsieur Guy Lavolet du ministère des Transports, sont à l'effet que la vague, lors des tempêtes, est effectivement projetée au-dessus de la pierre mais que la route n'est pas atteinte.

Les quantités d'eau franchissant la protection de pierre présentement en place dans ce secteur ont également été déterminées. Les résultats démontrent que le débit moyen qui franchit cette protection est de l'ordre $0,06 \text{ m}^3/\text{s}/\text{m}$. Ce débit peut être considéré comme très important (ex : capacité maximale d'un puisard le long d'une route est de l'ordre de $0,002 \text{ m}^3/\text{s}/\text{m}$). Cette eau entraîne les matériaux sans protection et peut être l'une des causes des bris entraînés à la protection de pierre.

Selon ces mêmes calculs préliminaires, un franchissement important de la protection de pierre serait également présent entre les sections #5 et #11 sans toutefois atteindre la route à tous les endroits.

6.0 SOLUTIONS DE RÉFECTION

6.1 Mur avec déflecteur

La première alternative consiste à remplacer la partie Est de la protection présentement en place par un mur d'une longueur d'environ 500 m à 600 m et à prévoir la réfection de la pierre dans les autres secteurs.

Dans le secteur du mur proposé, il faut s'attendre à avoir, lors des tempêtes, de l'eau sur la route, ce qui n'est pas recommandé pour la sécurité des usagers. Pour ce faire, il est préférable d'envisager la mise en place d'un déflecteur dans la partie supérieure du mur (voir la figure 6.1).

La cote du dessus du mur a été fixée de façon à réduire au maximum, même en condition extrême, le franchissement de la vague. Cependant, sous l'effet de la turbulence du vent et de la vague qui se déferle, il faut s'attendre à avoir des gouttelettes (embruns) projetées sur la route et ce, même avec la présence d'un déflecteur.

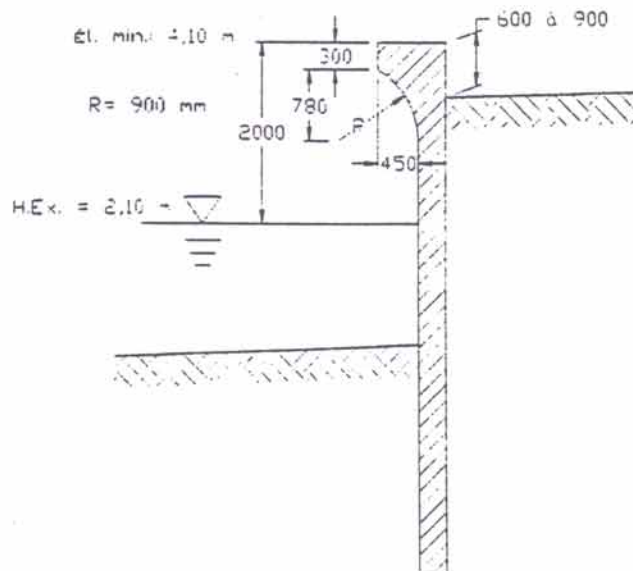


Figure 6.1 : Caractéristiques préliminaires du déflecteur

Il est toutefois important de préciser que la réflexion des vagues sur un mur est supérieure à celle engendrée par une protection de pierre. Ceci a pour effet d'accroître le transport vers le large donc de favoriser l'abaissement de la place et de ce fait, l'importance de la vague atteignant le mur. Pour contrer cet aspect négatif, la mise en place d'un système pour retenir une partie des sédiments, tel que des épis transversaux à la rive, est recommandée.

Imperméabilisation

Pour assurer la stabilité du mur, le dessus du remblai devra être imperméabilisé (ex. mise en place d'un trottoir) et drainé.

Affouillement

Dans le cas où la protection projetée ne serait pas construite sur un roc sain, des mesures devront être prises pour prévenir les risques d'affouillement au pied du mur. Pour ce faire, la stabilité d'un tel mur devra être assurée en considérant que l'élévation géodésique du lit au pied de l'ouvrage peut atteindre -1,0 m.

6.2 Empierrement

La dernière alternative préconisée est la mise en place d'un empierrement dont la carapace possède un calibre de 1500 à 1200 mm.

Ce type de protection ne peut être placé suffisamment haut pour empêcher tout franchissement de la vague. Pour cette raison, si cette solution est envisagée, le remblai localisé entre la route et la pierre devra être protégé et conçu de façon à permettre l'évacuation de l'eau vers la mer sans entraîner de bris à cet endroit.

Affouillement

Pour assurer la stabilité d'un éventuel empierrement, celui-ci devra être enfoui d'au minimum 1 m sous le niveau de la plage actuelle.

6.3 Champ d'épis

Un champ d'épis placé sans aucune autre protection de rive ne peut être envisagé sans recourir à un rechargement important de la plage. Une méthode combinant une protection traditionnelle et épis s'avère beaucoup moins onéreuse.

Cette alternative consiste à mettre en place, devant la protection (empierrement ou mur), un système d'épis tel que proposé, de façon préliminaire, à la figure 6.2.

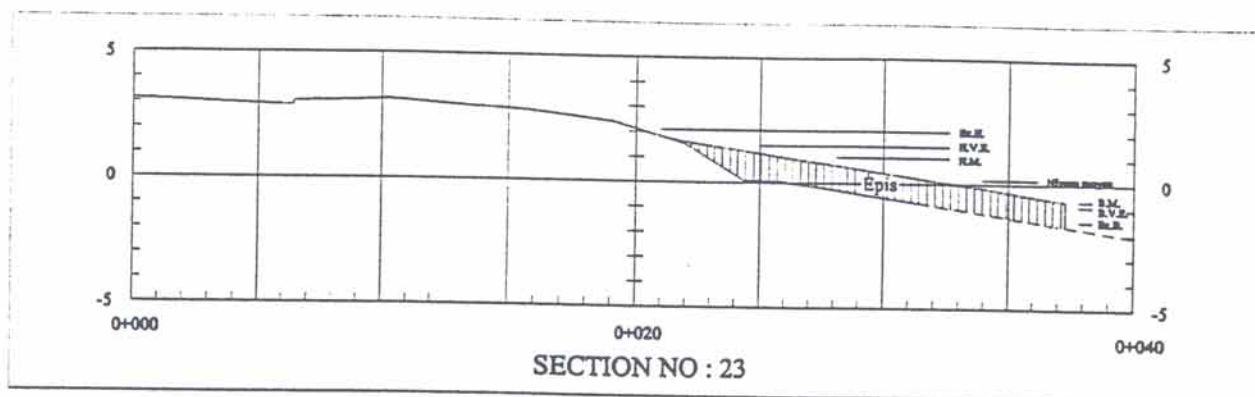


Figure 6.2 : Dimensionnement préliminaire des épis

Ces épis permettront l'accumulation des sédiments devant la protection afin de permettre le rehaussement de la place et une diminution de l'impact des vagues sur la structure de protection (force d'impact et franchissement moins importants).

Les dimensions de tels épis devront faire l'objet d'une étude plus avancée. Pour l'instant, il faut s'attendre, comme ordre de grandeur, à des épis d'environ 20 m de longueur espacés d'environ 50 m et fabriqués à partir de pieux de bois de 2,5 et 3,0 m de haut (dessus des pieux localisé à environ 1 m au-dessus de la plage). Ce type d'épis devrait retenir environ 50% du transport littoral. Toutefois, dans le cas où le roc serait en affleurement, les pieux de bois devront être substitués (ex. par de la pierre).

Il faut préciser que le dimensionnement des épis est prescrit par des principes empiriques. Ainsi, une solution très efficace à un endroit peut l'être moins à un autre. Pour cette raison l'utilisation de pieux de bois permet un démantèlement efficace dans le cas d'un rendement inférieur à celui escompté. Toutefois, certains indices sur le terrain nous permettent de croire au bon fonctionnement d'un système d'épis.

En effet, la figure 6.3, présente une petite rampe de mise à l'eau pour embarcations. Il est possible de constater, sur cette photographie, que cet obstacle au transport littoral joue un rôle d'épis en maintenant une plage plus importante du côté amont (côté droit sur cette photographie).

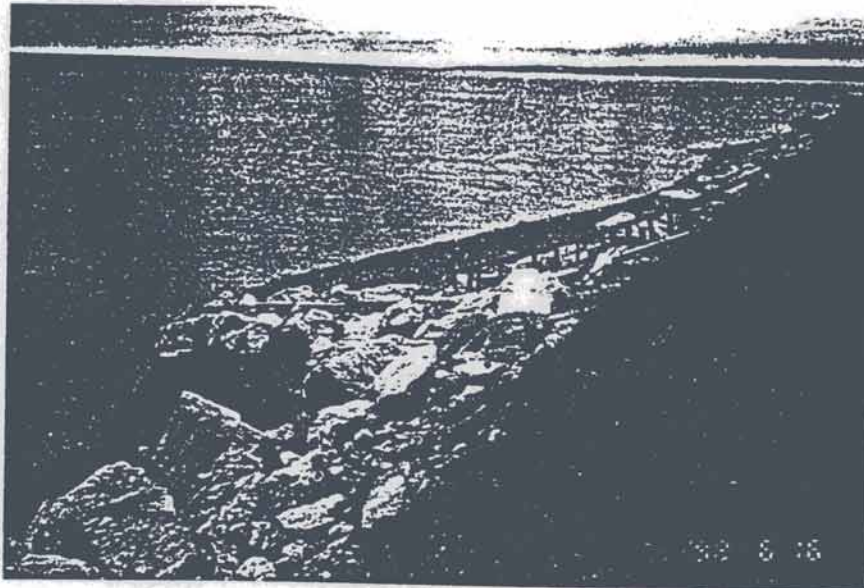


Figure 6.3 : Obstacle jouant le rôle d'épis

^ | Pour éliminer l'érosion de la plage à l'aval des épis, le remplissage des épis avec des matériaux de
o | même nature est recommandé. De plus, le système devra être conçu avec des épis de transition tel
que rapporté dans plusieurs publications.

Il est important de noter que ces épis peuvent nécessiter un rechargement de façon périodique. La nécessité (ou l'ampleur) de ces travaux ne pourra être connue qu'une fois le système en opération.

7.0 À PRÉVOIR À L'INTÉRIEUR DU RAPPORT HYDRAULIQUE FINAL

Les calculs effectués dans le cadre de cette étude préliminaire, ne tenaient pas compte des conditions réelles de vagues. Pour se faire, la génération des vagues à partir des données de vent enregistrées est nécessaire. Ces vagues doivent par la suite être projetées au site en tenant compte de la réfraction et de la diffraction.

Ces données sont essentielles pour dimensionner des épis. La hauteur des protections à envisager ainsi que le calibre de pierre peuvent également être établis avec plus de précision.

Les logiciels nécessaires au calcul des paramètres requis devront être disponibles à notre Direction dès le printemps 2000.

8.0 CONCLUSION

Cette étude avait pour but de répondre à une demande de monsieur Huan Nguyen, du Service plan, analyse et soutien technique du ministère des Transports concernant les solutions envisageables pour la réfection de la protection en pierre localisée le long de la route 132 à Bonaventure.

Nous avons dans le cadre de cette étude, regardé de façon préliminaire, trois alternatives :

- Mur

Cette alternative consiste à mettre un mur avec un déflecteur à l'endroit le plus atteint par le franchissement de la vague (sections #20 à #24) et une réfection de la pierre dans les autres secteurs.

- Empierrement

Cette alternative consiste à mettre en place un empierrement dont la carapace possède un calibre de 1500 à 1200 mm. Ce type de protection ne peut toutefois être placé suffisamment haut pour empêcher le franchissement de la vague. Pour cette raison, si cette solution est envisagée, le remblai localisé entre la route et la pierre devra être protégé et permettre l'évacuation des eaux vers la mer.

- Champ d'épis

Cette alternative consiste à mettre en place soit devant la protection existante soit devant le mur proposé précédemment, un système d'épis. Ceux-ci permettront l'accumulation des sables devant le mur, la réduction de l'impact des vagues sur l'ouvrage et la création d'une plage plus importante.

ANNEXE A

« FETCHS »

Tableau A.1 - Radiales selon les directions au large de Bonaventure (point #1)

Radiales [km]

	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW
-42	5.2	3.2	8.0	2.5	2.5	2.9	3.6	5.2	34.9	35.4	41.3	30.9	26.2	39.6	62.3	19.9
-39	4.7	3.1	3.1	2.5	2.5	3.0	3.8	5.5	34.4	36.5	42.0	29.5	26.6	43.7	56.4	17.5
-36	4.4	3.2	3.0	2.5	2.5	3.1	4.0	42.6	34.8	37.2	43.5	27.7	26.7	43.9	42.3	13.2
-33	4.1	3.3	2.9	2.6	2.6	3.1	4.1	39.8	34.5	38.8	41.8	27.2	26.4	48.6	39.8	9.5
-30	3.9	3.4	2.8	2.6	2.6	3.2	4.4	38.1	34.8	40.0	40.5	26.6	28.3	44.9	38.8	7.3
-27	3.7	3.3	2.8	2.6	2.7	3.4	4.7	36.9	34.9	41.0	39.1	26.1	29.8	50.0	38.5	6.5
-24	3.5	3.2	2.7	2.5	2.7	3.4	4.8	35.4	34.3	41.4	36.9	26.2	32.0	63.5	37.9	5.6
-21	3.4	3.1	2.6	2.5	2.8	3.6	5.0	34.9	34.3	41.3	33.3	26.2	35.6	62.3	37.0	5.2
-18	3.2	3.0	2.6	2.5	2.9	3.8	5.2	34.4	35.4	42.0	30.9	26.6	39.6	56.4	19.9	4.7
-15	3.1	2.9	2.5	2.5	3.0	4.0	5.5	34.8	36.5	43.5	29.5	26.7	43.7	42.3	17.5	4.4
-12	3.2	2.8	2.5	2.6	3.1	4.1	42.6	34.5	37.2	41.8	27.7	26.4	43.9	39.8	13.2	4.1
-9	3.3	2.8	2.5	2.6	3.1	4.4	39.8	34.8	38.8	40.5	27.2	28.3	48.6	38.8	9.5	3.9
-6	3.4	2.7	2.6	2.7	3.2	4.7	38.1	34.9	40.0	39.1	26.6	29.8	44.9	38.5	7.3	3.7
-3	3.3	2.6	2.6	2.7	3.4	4.8	36.9	34.3	41.0	36.9	26.1	32.0	50.0	37.9	6.5	3.5
0	3.2	2.6	2.6	2.8	3.4	5.0	35.4	34.3	41.4	33.3	26.2	35.6	63.5	37.0	5.6	3.4
3	3.1	2.5	2.5	2.9	3.6	5.2	34.9	35.4	41.3	30.9	26.2	39.6	62.3	19.9	5.2	3.2
6	3.0	2.5	2.5	3.0	3.8	5.5	34.4	36.5	42.0	29.5	26.6	43.7	56.4	17.5	4.7	3.1
9	2.9	2.5	2.5	3.1	4.0	42.6	34.8	37.2	43.5	27.7	26.7	43.9	42.3	13.2	4.4	3.2
12	2.8	2.6	2.5	3.1	4.1	39.8	34.5	38.8	41.8	27.2	26.4	48.6	39.8	9.5	4.1	3.3
15	2.8	2.6	2.6	3.2	4.4	38.1	34.8	40.0	40.5	26.6	28.3	44.9	38.8	7.3	3.9	3.4
18	2.7	2.6	2.6	3.4	4.7	36.9	34.9	41.0	39.1	26.1	29.8	50.0	38.5	6.5	3.7	3.3
21	2.6	2.5	2.7	3.4	4.8	35.4	34.3	41.4	36.9	26.2	32.0	63.5	37.9	5.6	3.5	3.2
24	2.6	2.5	2.7	3.6	5.0	34.9	34.3	41.3	33.3	26.2	35.6	62.3	37.0	5.2	3.4	3.1
27	2.5	2.5	2.8	3.8	5.2	34.4	35.4	42.0	30.9	26.6	39.6	56.4	19.9	4.7	3.2	3.0
30	2.5	2.5	2.9	4.0	5.5	34.8	36.5	43.5	29.5	26.7	43.7	42.3	17.5	4.4	3.1	2.9
33	2.5	2.6	3.0	4.1	42.6	34.5	37.2	41.8	27.7	26.4	43.9	39.8	13.2	4.1	3.2	2.8
36	2.6	2.6	3.1	4.4	39.8	34.8	38.8	40.5	27.2	28.3	48.6	38.8	9.5	3.9	3.3	2.8
39	2.6	2.7	3.1	4.7	38.1	34.9	40.0	39.1	26.6	29.8	44.9	38.5	7.3	3.7	3.4	2.7
42	2.6	2.7	3.2	4.8	36.9	34.3	41.0	36.9	26.1	32.0	50.0	37.9	6.5	3.5	3.3	2.6

Tableau A.2 - Fetchs effectifs selon les directions au large de Bonaventure (point #1)

Fetchs [km]

	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW
0	3.2	2.6	2.6	2.8	3.4	5.0	35.4	34.3	41.4	33.3	26.2	35.6	63.5	37.0	5.6	3.4
±3	3.2	2.6	2.6	2.8	3.4	5.0	35.7	34.6	41.2	33.7	26.1	35.7	58.5	31.6	5.8	3.4
±6	3.2	2.6	2.5	2.8	3.5	5.0	35.8	35.0	41.0	33.8	26.3	36.1	55.3	30.1	5.9	3.4
±9	3.2	2.6	2.5	2.8	3.5	10.2	36.1	35.1	40.9	33.8	26.4	36.0	52.3	28.8	6.1	3.4
±12	3.1	2.6	2.5	2.8	3.5	12.7	36.5	35.3	40.4	33.8	26.4	36.1	49.8	27.8	6.7	3.5
±15	3.1	2.6	2.5	2.8	3.5	14.0	33.4	35.4	39.8	33.8	26.7	35.8	48.1	27.1	7.3	3.5
±18	3.0	2.6	2.5	2.8	3.5	14.8	31.3	35.5	39.2	33.6	27.0	35.9	46.4	27.5	7.9	3.6
±21	3.0	2.6	2.5	2.8	3.5	15.3	29.7	35.5	38.4	33.3	27.4	36.7	44.9	28.1	9.3	3.6
±24	3.0	2.6	2.5	2.8	3.5	15.5	28.3	35.5	37.6	33.1	28.1	37.1	43.4	28.4	10.4	3.7
±27	3.0	2.6	2.5	2.8	3.5	15.6	27.3	35.4	36.8	32.8	28.8	37.1	41.3	28.0	11.2	3.7
±30	2.9	2.6	2.5	2.8	3.5	15.7	26.5	35.4	36.0	32.4	29.4	36.4	39.5	27.5	11.8	3.8
±33	2.9	2.6	2.5	2.8	4.7	15.7	25.8	35.3	35.2	32.0	29.9	35.8	37.7	27.0	12.3	3.9
±36	2.9	2.6	2.5	2.8	5.6	15.7	25.2	35.2	34.5	31.7	30.4	35.2	36.1	26.5	12.7	4.1
±39	2.9	2.6	2.5	2.8	6.2	15.6	24.7	34.1	33.8	31.3	30.7	34.6	34.6	26.0	13.3	4.3
±42	2.9	2.5	2.6	2.8	6.7	15.5	24.2	33.0	33.2	30.9	30.8	34.1	33.4	25.4	14.0	4.5
Moyenne	3.0	2.6	2.5	2.8	4.1	12.8	30.4	35.0	38.0	32.9	28.0	35.9	45.7	28.5	9.3	3.7
Écart-type	0.1	0.0	0.0	0.0	1.1	4.3	4.7	0.7	2.9	1.0	1.8	0.8	9.0	2.8	3.0	0.4
Fetch	3.1	2.6	2.5	2.8	4.7	14.9	32.8	35.3	39.4	33.4	28.9	36.3	50.2	29.9	10.9	3.9

Tableau A.3 - Radiales selon les directions au large de Bonaventure (point #2)

Radiales [km]

	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW
-42	15.5	8.1	12.0	6.0	5.5	5.4	72.0	40.3	31.2	32.1	36.2	28.7	22.8	29.4	62.5	39.3
-39	13.3	7.8	6.9	5.9	5.4	5.7	69.8	37.2	31.0	32.8	37.1	26.7	22.7	34.8	61.6	38.6
-36	12.1	7.5	6.7	5.8	5.3	5.9	71.0	35.8	31.1	33.7	38.3	25.4	23.0	39.0	55.9	38.4
-33	10.6	7.2	6.5	5.7	5.3	6.2	66.5	33.9	30.9	34.5	36.9	24.9	23.4	42.9	54.6	22.8
-30	9.7	7.0	6.4	5.7	5.3	8.2	64.3	32.4	30.4	35.5	35.7	23.8	23.9	45.4	42.4	21.5
-27	9.4	7.0	6.3	5.7	5.3	12.9	64.7	31.6	29.9	36.1	34.7	23.5	23.9	44.8	40.7	20.1
-24	8.9	7.0	6.2	5.7	5.2	73.3	58.5	31.2	30.6	36.2	33.6	23.1	25.2	45.1	40.0	17.0
-21	8.5	6.9	6.1	5.5	5.2	72.0	53.3	31.2	31.2	36.2	31.3	22.8	27.4	62.5	39.6	15.5
-18	8.1	6.7	6.1	5.4	5.4	69.8	40.3	31.0	32.1	37.1	28.7	22.7	29.4	61.6	39.3	13.3
-15	7.8	6.5	6.0	5.3	5.7	71.0	37.2	31.1	32.8	38.3	26.7	23.0	34.8	55.9	38.6	12.1
-12	7.5	6.4	5.9	5.3	5.9	66.5	35.8	30.9	33.7	36.9	25.4	23.4	39.0	54.6	38.4	10.6
-9	7.2	6.3	5.8	5.3	6.2	64.3	33.9	30.4	34.5	35.7	24.9	23.9	42.9	42.4	22.8	9.7
-6	7.0	6.2	5.7	5.3	8.2	64.7	32.4	29.9	35.5	34.7	23.8	23.9	45.4	40.7	21.5	9.4
-3	7.0	6.1	5.7	5.2	12.9	58.5	31.6	30.6	36.1	33.6	23.5	25.2	44.8	40.0	20.1	8.9
0	7.0	6.1	5.7	5.2	73.3	53.3	31.2	31.2	36.2	31.3	23.1	27.4	45.1	39.6	17.0	8.5
3	6.9	6.0	5.7	5.4	72.0	40.3	31.2	32.1	36.2	28.7	22.8	29.4	62.5	39.3	15.5	8.1
6	6.7	5.9	5.5	5.7	69.8	37.2	31.0	32.8	37.1	26.7	22.7	34.8	61.6	38.6	13.3	7.8
9	6.5	5.8	5.4	5.9	71.0	35.8	31.1	33.7	38.3	25.4	23.0	39.0	55.9	38.4	12.1	7.5
12	6.4	5.7	5.3	6.2	66.5	33.9	30.9	34.5	36.9	24.9	23.4	42.9	54.6	22.8	10.6	7.2
15	6.3	5.7	5.3	8.2	64.3	32.4	30.4	35.5	35.7	23.8	23.9	45.4	42.4	21.5	9.7	7.0
18	6.2	5.7	5.3	12.9	64.7	31.6	29.9	36.1	34.7	23.5	23.9	44.8	40.7	20.1	9.4	7.0
21	6.1	5.7	5.3	73.3	58.5	31.2	30.6	36.2	33.6	23.1	25.2	45.1	40.0	17.0	8.9	7.0
24	6.1	5.5	5.2	72.0	53.3	31.2	31.2	36.2	31.3	22.8	27.4	62.5	39.6	15.5	8.5	6.9
27	6.0	5.4	5.2	69.8	40.3	31.0	32.1	37.1	28.7	22.7	29.4	61.6	39.3	13.3	8.1	6.7
30	5.9	5.3	5.4	71.0	37.2	31.1	32.8	38.3	26.7	23.0	34.8	55.9	38.6	12.1	7.8	6.5
33	5.8	5.3	5.7	66.5	35.8	30.9	33.7	36.9	25.4	23.4	39.0	54.6	38.4	10.6	7.5	6.4
36	5.7	5.3	5.9	64.3	33.9	30.4	34.5	35.7	24.9	23.9	42.9	42.4	22.8	9.7	7.2	6.3
39	5.7	5.3	6.2	64.7	32.4	29.9	35.5	34.7	23.8	23.9	45.4	40.7	21.5	9.4	7.0	6.2
42	5.7	5.2	8.2	58.5	31.6	30.6	36.1	33.6	23.5	25.2	44.8	40.0	20.1	8.9	7.0	6.1

Tableau A.4 - Fetchs effectifs selon les directions au large de Bonaventure (point #2)

Fetchs [km]

	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW
0	7.0	6.1	5.7	5.2	73.3	53.3	31.2	31.2	36.2	31.3	23.1	27.4	45.1	39.6	17.0	8.5
±3	6.9	6.0	5.7	5.3	52.7	50.7	31.3	31.3	36.1	31.2	23.1	27.3	50.7	39.6	17.5	8.5
±6	6.9	6.0	5.6	5.4	47.1	50.7	31.4	31.2	36.1	30.9	23.1	28.1	51.7	39.5	17.4	8.5
±9	6.9	6.0	5.6	5.4	44.6	50.3	31.6	31.4	36.1	30.7	23.3	28.9	50.9	39.6	17.4	8.5
±12	6.8	6.0	5.6	5.5	42.6	50.0	31.8	31.5	35.8	30.6	23.4	29.7	49.8	39.2	18.8	8.5
±15	6.8	6.0	5.5	5.6	41.0	50.0	32.0	31.6	35.3	30.5	23.6	30.3	47.5	38.9	19.6	8.7
±18	6.8	5.9	5.5	6.1	39.9	49.7	32.2	31.7	34.7	30.2	23.8	30.6	45.4	38.9	20.1	8.8
±21	6.8	5.9	5.5	10.0	38.6	49.5	33.1	31.6	34.2	29.9	24.1	30.7	43.6	38.7	20.5	9.0
±24	6.8	5.9	5.5	12.8	37.3	49.3	33.9	31.5	33.5	29.6	24.5	31.6	42.1	37.4	20.6	9.2
±27	6.8	5.9	5.4	14.9	35.6	46.4	34.8	31.5	32.8	29.2	24.9	32.2	40.7	36.3	20.8	9.5
±30	6.8	5.8	5.4	16.5	34.1	43.9	35.5	31.4	32.1	28.9	25.4	32.4	39.5	35.3	20.8	9.7
±33	6.8	5.8	5.4	17.5	32.8	41.7	36.0	31.2	31.4	28.5	25.9	32.5	38.5	34.3	21.2	9.9
±36	6.8	5.7	5.4	18.3	31.6	39.8	36.4	31.1	30.8	28.2	26.4	32.2	37.1	33.3	21.5	10.5
±39	6.9	5.7	5.3	18.9	30.6	38.2	36.7	30.9	30.2	27.8	26.7	31.8	35.8	32.3	21.9	10.9
±42	6.9	5.7	5.5	19.1	29.6	36.8	36.9	30.7	29.7	27.4	26.9	31.4	34.7	31.3	22.1	11.3
Moyenne	6.9	5.9	5.5	11.1	40.8	46.7	33.7	31.3	33.7	29.7	24.6	30.5	43.6	37.0	19.8	9.3
Écart-type	0.0	0.1	0.1	5.9	11.1	5.3	2.2	0.3	2.3	1.3	1.4	1.8	5.8	2.9	1.8	0.9
Fetch	6.9	6.0	5.6	14.0	46.3	49.3	34.8	31.5	34.8	30.3	25.3	31.4	46.4	38.4	20.7	9.8