

## **ANNEXE 2**

---

Rapport technique/  
Étude d'impacts, Protection des berges de la rivière Maskinongé



**SNC • LAVALIN**

---

# **Municipalité de Maskinongé**

Rapport

---

## **Étude d'impacts Protection des berges de la rivière Maskinongé**

---

**Municipalité de Maskinongé**  
Étude d'impacts

Dossier no 501408  
août 2005

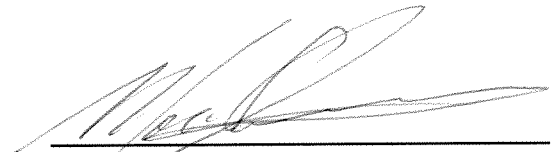
Rév. 03

Préparé par :



David Gélinas ing.  
SNC-Lavalin inc.

Vérifié par :



Marc Samson ing.  
SNC-Lavalin inc.

## Étude d'impacts

Protection des berges  
de la rivière Maskinongé

Dossier No : 501408

**TABLE DES MATIÈRES**

<b>1.0</b>	<b>MISE EN CONTEXTE .....</b>	<b>1</b>
1.1	HISTORIQUE .....	1
1.2	DESCRIPTION DES OBSERVATIONS.....	2
1.3	ÉTUDES ANTÉRIEURES .....	2
<b>2.0</b>	<b>DESCRIPTION DES RELEVÉS ET ÉTUDE GÉOTECHNIQUE.....</b>	<b>4</b>
2.1	CONTEXTE ET OBJECTIF .....	4
2.2	MÉTHODOLOGIE .....	4
2.3	CHOIX DES SECTIONS ET GÉOMÉTRIE DU MODÈLE .....	5
2.4	PROPRIÉTÉ DES MATÉRIAUX.....	5
2.5	NIVEAU DE LA RIVIÈRE ET CONDITIONS PIÉZOMÉTRIQUES .....	5
2.6	RÉSULTATS DES ANALYSES ET COMMENTAIRES.....	6
<b>3.0</b>	<b>VARIABLES DE CONFORTEMENT ENVISAGEABLES.....</b>	<b>9</b>
3.1	PROTECTION CONTRE L'ÉROSION.....	9
3.1.1	Méthodes de stabilisation par les végétaux.....	9
3.1.2	Méthodes mixtes .....	10
3.1.3	Méthodes mécaniques ou armures lourdes.....	11
3.2	PROTECTION LORS DE SURCHARGES .....	13
3.2.1	Méthodes mécaniques.....	13
<b>4.0</b>	<b>SÉLECTION DES VARIANTES LES PLUS PERTINENTES.....</b>	<b>15</b>
4.1	DESCRIPTION DES CRITÈRES DE SÉLECTION.....	15
4.1.1	Efficacité.....	15
4.1.2	Faisabilité .....	15
4.1.3	Simplicité.....	15
4.1.4	Coûts.....	15
4.1.5	Retombées économiques locales .....	15

## Étude d'impacts

Protection des berges  
de la rivière Maskinongé

Dossier No : 501408

<b>4.2</b>	<b>ÉVALUATION DES VARIANTES SELON LES CRITÈRES DE SÉLECTION .....</b>	<b>16</b>
4.2.1	Secteur 01 .....	16
4.2.2	Secteur 04 .....	17
4.2.3	Secteur 05 .....	18
4.2.4	Secteur 06 .....	19
4.2.5	Secteur 07 .....	20
4.2.6	Secteur 08 .....	21
4.2.7	Secteur 09 .....	22
4.2.8	Secteur 10 .....	23
4.2.9	Secteur 11 .....	24
4.2.10	Secteur 12 .....	25
4.2.11	Secteur 13 .....	26
<b>5.0</b>	<b>DESCRIPTION DES VARIANTES RETENUES .....</b>	<b>27</b>
<b>5.1</b>	<b>SECTEUR 01 .....</b>	<b>27</b>
5.1.1	Description de la zone des travaux.....	27
5.1.2	Activités de construction.....	27
5.1.3	Matériaux requis.....	28
5.1.4	Calendrier de réalisation .....	28
5.1.5	Main d'œuvre requise et horaire de travail.....	28
5.1.6	Durée de vie du projet.....	28
5.1.7	Coût du projet .....	28
<b>5.2</b>	<b>SECTEUR 04 .....</b>	<b>29</b>
5.2.1	Description de la zone des travaux.....	29
5.2.2	Activités de construction.....	29
5.2.3	Matériaux requis.....	30
5.2.4	Calendrier de réalisation .....	30
5.2.5	Main d'œuvre requise et horaire de travail.....	30
5.2.6	Durée de vie du projet.....	30
5.2.7	Coût du projet .....	31
<b>5.3</b>	<b>SECTEUR 05 .....</b>	<b>31</b>
5.3.1	Description de la zone des travaux.....	31
5.3.2	Activités de construction.....	31
5.3.3	Matériaux requis.....	32
5.3.4	Calendrier de réalisation .....	32
5.3.5	Main d'œuvre requise et horaire de travail.....	32
5.3.6	Durée de vie du projet.....	33
5.3.7	Coût du projet .....	33
<b>5.4</b>	<b>SECTEUR 06 .....</b>	<b>33</b>
5.4.1	Description de la zone des travaux.....	33
5.4.2	Activités de construction.....	33

## Étude d'impacts

Protection des berges  
de la rivière Maskinongé

Dossier No : 501408

5.4.3	Matériaux requis .....	34
5.4.4	Calendrier de réalisation .....	34
5.4.5	Main d'œuvre requise et horaire de travail.....	35
5.4.6	Durée de vie du projet.....	35
5.4.7	Coût du projet .....	35
<b>5.5</b>	<b>SECTEUR 07 .....</b>	<b>35</b>
5.5.1	Description de la zone des travaux.....	35
5.5.2	Activités de construction.....	36
5.5.3	Matériaux requis.....	36
5.5.4	Calendrier de réalisation .....	37
5.5.5	Main d'œuvre requise et horaire de travail.....	37
5.5.6	Durée de vie du projet.....	37
5.5.7	Coût du projet .....	37
<b>5.6</b>	<b>SECTEUR 08 .....</b>	<b>38</b>
5.6.1	Description de la zone des travaux.....	38
5.6.2	Activités de construction.....	38
5.6.3	Matériaux requis.....	39
5.6.4	Calendrier de réalisation .....	39
5.6.5	Main d'œuvre requise et horaire de travail.....	39
5.6.6	Durée de vie du projet.....	39
5.6.7	Coût du projet .....	40
<b>5.7</b>	<b>SECTEUR 09 .....</b>	<b>40</b>
5.7.1	Description de la zone des travaux.....	40
5.7.2	Activités de construction.....	40
5.7.3	Matériaux requis.....	41
5.7.4	Calendrier de réalisation .....	41
5.7.5	Main d'œuvre requise et horaire de travail.....	41
5.7.6	Durée de vie du projet.....	42
5.7.7	Coût du projet .....	42
<b>5.8</b>	<b>SECTEUR 10 .....</b>	<b>42</b>
5.8.1	Description de la zone des travaux.....	42
5.8.2	Activités de construction.....	42
5.8.3	Matériaux requis.....	43
5.8.4	Calendrier de réalisation .....	43
5.8.5	Main d'œuvre requise et horaire de travail.....	44
5.8.6	Durée de vie du projet.....	44
5.8.7	Coût du projet .....	44
<b>5.9</b>	<b>SECTEUR 11 .....</b>	<b>45</b>
5.9.1	Description de la zone des travaux.....	45
5.9.2	Activités de construction.....	45

## Étude d'impacts

Protection des berges  
de la rivière Maskinongé

Dossier No : 501408

---

5.9.3	Matériaux requis .....	46
5.9.4	Calendrier de réalisation .....	46
5.9.5	Main d'œuvre requise et horaire de travail.....	46
5.9.6	Durée de vie du projet.....	46
5.9.7	Coût du projet .....	47
<b>5.10</b>	<b>SECTEUR 12 .....</b>	<b>47</b>
5.10.1	Description de la zone des travaux.....	47
5.10.2	Activités de construction.....	47
5.10.3	Matériaux requis.....	48
5.10.4	Calendrier de réalisation .....	48
5.10.5	Main d'œuvre requise et horaire de travail.....	48
5.10.6	Durée de vie du projet.....	49
5.10.7	Coût du projet .....	49
<b>5.11</b>	<b>SECTEUR 13 .....</b>	<b>49</b>
5.11.1	Description de la zone des travaux.....	49
5.11.2	Activités de construction.....	49
5.11.3	Matériaux requis.....	50
5.11.4	Calendrier de réalisation .....	50
5.11.5	Main d'œuvre requise et horaire de travail.....	51
5.11.6	Durée de vie du projet.....	51
5.11.7	Coût du projet .....	51
<b>6.0</b>	<b>PRIORISATION DES SECTEURS.....</b>	<b>52</b>

**Étude d'impacts**Protection des berges  
de la rivière MaskinongéDossier No : 501408

---

**LISTE DES FIGURES**

Figure 1	Localisation des secteurs à l'étude
Figure 2	Localisation du secteur 01
Figure 3	Localisation du secteur 04
Figure 4	Localisation du secteur 05
Figure 5	Localisation du secteur 06
Figure 6	Localisation du secteur 07
Figure 7	Localisation du secteur 08
Figure 8	Localisation du secteur 09
Figure 9	Localisation du secteur 10
Figure 10	Localisation du secteur 11
Figure 11	Localisation du secteur 12
Figure 12	Localisation du secteur 13

**LISTE DES TABLEAUX**

Tableau 1	Paramètres des matériaux utilisés dans les analyses de stabilité.....	5
Tableau 2	Résultats des analyses de stabilité.....	7

**LISTE DES ANNEXES**

ANNEXE A	Figures 1 à 34 (étude de stabilisation)
ANNEXE I	Rapport/Étude de stabilité
ANNEXE II	Sondages en bordure des berges de la rivière Maskinongé
ANNEXE III	Plans techniques



## 1.0 MISE EN CONTEXTE

Le rôle de la stabilisation des berges est de protéger le public, les structures et les habitats aquatiques contre d'éventuels glissements de terrain. Il est donc important d'évaluer le risque associé aux mouvements de pente.

Afin de proposer des variantes de stabilisation envisageables pour contrer les risques de glissement de terrain, la ou les causes de cette instabilité doivent, en premier lieu, être identifiées. Parmi ces causes on note :

- **Érosion** ⇒ modification de la géométrie de la pente;
- **Surcharge** ⇒ augmentation des contraintes de cisaillement;
- **Infiltration d'eau** ⇒ augmentation des pressions interstitielles;
- **Propriétés mécaniques du sol** ⇒ comportement face aux contraintes.

Il est important de noter que les berges des rivières érosives sont dans un état de stabilité précaire. L'extérieur des méandres présente habituellement une érosion active et ce plus particulièrement en période de crue. L'évolution d'une pente est souvent l'indication d'une rupture potentielle.

## 1.1 HISTORIQUE

La zone d'étude fait partie des basses-terres du St-Laurent qui se caractérisent par d'épais dépôts d'argile post-glaciaire de la mer de Champlain surmontés de 1 à 3 mètres de sable.

Dans les années 1914 et 1970, il y aurait eu d'importants travaux de dragage du fond de la rivière Maskinongé entre l'embouchure et la municipalité de Maskinongé. Notons que selon les documents retrouvés, la rivière aurait été draguée avant 1914 sur une distance approximative de 8 000 m et environ 89 000 m<sup>3</sup> de matériaux y auraient été excavés. Ces travaux ont certainement un rôle majeur à jouer dans la stabilité précaire des talus de la rivière, surtout si comme on le prétend, les matériaux d'excavation ont été disposés au sommet des talus.

Plusieurs interventions pour la protection des berges ont eu lieu dans le passé. Parmi ces mesures de confortement on note la mise en place de pieux de bois, le déversement de pierres à partir du sommet des talus, le reprofilage des talus et l'érection de bermes en enrochement.

Depuis 1976, 13 glissements de nature rotationnelle ont été inventoriés aux abords de la rivière Maskinongé. Les glissements survenus dans les années 1990 ont fait l'objet d'études du Ministère des Transports du Québec et de l'Université Laval. Les glissements ne présentaient pas de rétrogression importante; elle était inférieure à la hauteur du talus.

## **1.2 DESCRIPTION DES OBSERVATIONS**

La zone d'étude s'étend de part et d'autre de la rivière Maskinongé entre l'autoroute 40 et la route 138, ce qui représente une distance d'environ 7 km. Deux routes municipales (le rang de la rivière sud-ouest et le rang de la rivière sud-est) servent de liens pour les résidents entre l'autoroute 40 et la route 138. Le rang de la rivière sud-ouest longe la rive droite tandis que le rang de la rivière sud-est longe la rive gauche. Par endroit, chacune de ces deux routes s'approchent de très près de la rivière. De chaque côté de la rivière Maskinongé, on note la présence d'habitations et de fermes.

La rivière Maskinongé présente plusieurs méandres où l'érosion est active. Les talus des berges sont de hauteurs variables, de 11 m à 3 m, diminuant généralement en allant vers l'aval. Ils sont caractérisés par des dépôts d'argile post-glaciaire de la mer de Champlain surmontés de 1 à 3 mètres de sable. Selon les études antérieures, les argiles présentes sont de molles à fermes et peu sensibles.

Plusieurs zones le long des berges de la rivière Maskinongé ont été plus ou moins bien protégées dans le passé, et ce par diverses méthodes. Les quatre derniers sites à avoir été protégés ont fait l'objet d'une étude de stabilité présentée à l'Annexe I de ce document.

## **1.3 ÉTUDES ANTÉRIEURES**

Rapport publié en août 2002 sur la surveillance des ouvrages et des berges de la rivière Maskinongé. Rapport complété par Procean Environnement dans le cadre du programme quinquennal de stabilisation des talus de la rivière Maskinongé.

Rapport publié en juillet 2002 sur la stabilité des ouvrages de protection des berges de la rivière Maskinongé. Rapport complété par SNC-LAVALIN suite à la protection de quatre (4) sites le long des berges de la rivière Maskinongé.

Rapport publié en janvier 2002 sur l'étude de la stabilité des berges de la rivière Maskinongé. Rapport complété par M. Denis Demers du service de la géotechnique et de la géologie du Ministère des Transports du Québec.

Des travaux de terrain et des analyses de stabilité ont été réalisés antérieurement par le **Laboratoire de services spécialisés MBF Itée (MBF)** au droit des quatre (4) sites de la présente étude :

- MBF (2002) Étude de stabilité – Talus naturel en bordure de la rivière maskinongé – chemin Rivière Sud-Est – près du numéro civique 203-B – Municipalité de St-Joseph-de-Maskinongé. Laboratoire de services spécialisés MBF Itée, dossier no 640-002-013. Décembre 2002.
- MBF (2002a) Étude de stabilité – Talus naturel en bordure de la rivière maskinongé – chemin Rivière Sud-Est – près du numéro civique 203-B – Municipalité de St-Joseph-de-Maskinongé. Laboratoire de services spécialisés MBF Itée, dossier no 640-002-015. Janvier 2002.
- MBF (2002b) Étude de stabilité – Talus naturel en bordure de la rivière maskinongé – chemin Rivière Sud-Ouest - Secteur « E » – près du numéro civique 324-A – Municipalité de St-Joseph-de-Maskinongé. Laboratoire de services spécialisés MBF Itée, dossier no 640-002-016. Mars 2002.
- MBF (2002c) Étude de stabilité – Talus naturel en bordure de la rivière maskinongé – chemin Rivière Sud-Ouest – Secteur « G » – près du numéro civique 354 – Municipalité de St-Joseph-de-Maskinongé. Laboratoire de services spécialisés MBF Itée, dossier no 640-002-017. Mars 2002.

À chaque site, MBF a réalisé un forage en haut de talus, un essai scissométrique à proximité du forage et un essai scissométrique dans le bas du talus à proximité de la rivière.

Demers et al (1999 : Demers D., Leroueil S. and d'Astous J. 1999. Investigation of a landslide in Maskinongé. Canadian Geotechnical Journal, 36:1001-1014) ont publié les résultats de l'étude rétroactive du glissement survenu à Maskinongé près de la route 138.

1972, Ministère des Travaux Publics, premier de six feuillets des plans et sections des travaux de dragage effectués sur la rivière Maskinongé.

1914, plans et sections des travaux de dragage effectués sur 11 000 m de la rivière Maskinongé.

## **2.0 DESCRIPTION DES RELEVÉS ET ÉTUDE GÉOTECHNIQUE**

### **2.1 CONTEXTE ET OBJECTIF**

Sur la base des informations disponibles suite aux travaux antérieurs, aux observations de terrain, aux relevés d'arpentage et relevés bathymétriques, de même qu'aux forages effectués en janvier dernier présentés à l'Annexe II, des analyses de stabilité ont été réalisées sur 13 sites dans le but d'évaluer la stabilité actuelle des berges. Cette première analyse permettra de :

- cibler et prioriser les zones où des travaux de stabilisation doivent être effectués;
- déterminer les zones n'ayant pas besoin de protection;
- évaluer le niveau de protection requis dans les zones potentiellement problématiques.

La figure 1 présente la localisation de chacun de ces sites.

### **2.2 MÉTHODOLOGIE**

Pour chacun des sites, la section jugée la plus critique a été retenue. Les paramètres des matériaux formant le modèle de terrain ainsi que la position de la nappe phréatique ont été déterminés à partir des données provenant des études de MBF, des données rapportées dans Demers et al (1999) et des paramètres habituels pour ce genre de matériaux.

Les analyses de stabilité ont été modélisées par la méthode de Morgenstern-Price et celle de Bishop simplifiée à l'aide du logiciel SLOPE/W version 6.16, de Geo-Slope International. Ce logiciel de calcul de stabilité de pente est d'usage courant.

Un modèle numérique a été produit et analysé en contraintes effectives où l'on tient compte de la position de la nappe phréatique et de la distribution des pressions interstitielles pour chacun des cas.

## 2.3 CHOIX DES SECTIONS ET GÉOMÉTRIE DU MODÈLE

Pour chacun des 13 sites, la section la plus abrupte, présentant des signes d'instabilité a été sélectionnée.

Les conditions topographiques et stratigraphiques sont montrées sur les figures illustrant les modèles pour chaque site (voir figures 1 à 34, annexe A).

## 2.4 PROPRIÉTÉ DES MATÉRIAUX

La stratigraphie a été estimée sur la base de forages réalisés antérieurement dans chacun des secteurs à l'étude.

Les propriétés des matériaux ont été estimées sur la base des valeurs habituellement établies pour ce genre de matériaux.

Les paramètres de poids volumique et de résistance au cisaillement utilisés dans les analyses de stabilité sont donnés au tableau ci-dessous.

**Tableau 1** Paramètres des matériaux utilisés dans les analyses de stabilité

Matériau	Poids volumique (kN/m <sup>3</sup> )	Résistance au cisaillement
Chaussée, sable et silt	20,0	c'=0 kPa $\phi'$ =35°
Argile silteuse – croûte	16,0	c'=7 kPa $\phi'$ =28°
Argile silteuse	15,8	c'=7 kPa $\phi'$ =28°
Perré de protection	20,0 (submergé) 16,5 (hors de l'eau)	c'=0 kPa $\phi'$ =45°
Berme de remblai compacté	21,0 (submergé) 17,0 (hors de l'eau)	c'=0 kPa $\phi'$ =35°

Les paramètres de résistance au cisaillement drainé sélectionnés pour l'argile silteuse (c'=7 kPa et  $\phi'$ =28°) correspondent à la limite inférieure du domaine de valeurs rapportées par Tavenas et Leroueil (1981) pour les argiles de la mer de Champlain.

## 2.5 NIVEAU DE LA RIVIÈRE ET CONDITIONS PIÉZOMÉTRIQUES

Le niveau de la rivière observé au cours de l'année 2003 montre un écart considérable entre les saisons. On rapporte qu'il arrive que la rivière soit quasiment à sec.

De plus, selon Demers et al (1999), les niveaux piézométriques en profondeur seraient relativement constants durant l'année et les variations significatives en période de crue se limiteraient au haut du talus. Les mesures effectuées à proximité de la zone de glissement (près de la route 138) entre 1990 et 1995 indiquent qu'il est justifié de modéliser les pressions interstitielles à l'aide d'une ligne piézométrique et d'une distribution hydrostatique sous celle-ci.

Les analyses ont été réalisées pour trois conditions différentes de niveau d'eau et de nappe phréatique :

- Conditions habituelles : conditions moyennes de nappe et niveau d'eau dans la rivière de novembre 2003;
- Conditions printanières : conditions printanières de nappe phréatique et niveau d'eau faible dans la rivière (1 m plus bas que novembre 2003);
- Conditions estivales sèches : conditions moyennes de nappe et niveau d'eau très faible dans la rivière (2,5 m plus bas que novembre 2003)

Le choix des facteurs de sécurité minimum visés a été fait en tenant compte des conséquences d'une rupture selon la surface de rupture analysée impliquait seulement le talus de la berge ou atteignait la route ou une habitation. En effet, tel que discuté avec Denis Demers lors de la réunion du 14 avril 2005, les talus de la rivière Maskinongé ne présente pas de risque de rétrogression. Les facteurs de sécurité minimum visés sont les suivants :

<b>Cercle de rupture impliquant :</b>	<b>Talus de la berge</b>	<b>Route</b>	<b>Maison</b>
Conditions moyennes	1.30	1.40	1.45
Conditions printanières		1.30	1.30
Conditions estivales sèches		1.30	1.30

## 2.6 RÉSULTATS DES ANALYSES ET COMMENTAIRES

Les résultats des analyses de stabilité sont présentés au tableau 2 ci-dessous. De façon générale, les facteurs de sécurité indiqués sont ceux obtenus selon la méthode de Morgenstern-Price. À titre de comparaison, on a aussi donné celui obtenu selon la méthode de Bishop simplifié pour les conditions moyennes et la géométrie actuelle.

## Étude d'impacts

Protection des berges  
de la rivière Maskinongé

Dossier No : 501408

**Tableau 2** Résultats des analyses de stabilité

Section	Conditions moyennes		Bishop	Conditions printanières		Conditions estivales		Mesure stabilisatrice
	Pente	Route		Pente	Route	Pente	Route	
1	<b>1.15</b>	1.22	1.15	<b>0.96</b>	1.06	<b>0.88</b>	1.04	Perré de protection de 2 m de largeur
1R	1.52	<b>1.45</b>		1.35	<b>1.30</b>	<b>1.27</b>	1.28	
2	<b>1.74</b>	1.74	1.74	<b>1.42</b>	1.42	<b>1.42</b>	1.43	
3	<b>1.49</b>	1.49	1.49	<b>1.28</b>	1.28	<b>1.26</b>	1.28	
4	<b>1.28</b>	1.42	1.30	<b>1.05</b>	1.08	<b>1.09</b>	1.15	Perré de protection de 2 m de largeur
4R	<b>1.59</b>	1.64		<b>1.37</b>	1.42	<b>1.38</b>	1.46	
5	<b>1.42</b>	1.50	1.45	<b>1.17</b>	1.23	<b>1.21</b>	1.24	Perré de protection de 2 m de largeur
5R	<b>1.58</b>	1.60		<b>1.31</b>	1.33	<b>1.29</b>	1.31	
6	<b>1.40</b>	1.43	1.41	<b>1.12</b>	1.13	<b>1.14</b>	1.19	Perré de protection de 2 m de largeur
6R	<b>1.68</b>	1.70		<b>1.40</b>	1.40	<b>1.32</b>	1.32	
7	<b>1.18</b>	1.54	1.18	<b>0.98</b>	1.27	<b>1.05</b>	1.32	Perré de protection de 2 m de largeur
7R	<b>1.55</b>	1.75		<b>1.35</b>	1.50	<b>1.40</b>	1.55	
8	<b>1.00</b>	1.08	1.01	<b>0.98</b>	0.98	<b>1.00</b>	1.00	Perré de protection de 2 m de largeur
8R	<b>1.54</b>	1.54		<b>1.41</b>	1.41	<b>1.41</b>	1.41	
9	<b>1.23</b>	1.23	1.23	<b>1.00</b>	1.00	<b>0.99</b>	1.00	Perré de protection de 2 m de largeur
9R	<b>1.57</b>	1.57		<b>1.32</b>	1.32	<b>1.35</b>	1.35	
10	<b>1.28</b>	1.28	1.27	<b>1.17</b>	1.17	<b>1.19</b>	1.19	Perré de protection de 2 m de largeur
10R	<b>1.40</b>	1.40		<b>1.28</b>	1.28	<b>1.28</b>	1.28	
11	<b>1.06</b>	1.12	1.06	<b>0.95</b>	1.01	<b>0.91</b>	1.02	Perré de protection de 2 m de largeur Berme de 2 m de largeur
11R	<b>1.34</b>	1.34		<b>1.23</b>	1.23	<b>1.23</b>	1.23	
11Rb	<b>1.41</b>	1.41		<b>1.34</b>	1.34	<b>1.30</b>	1.30	
12	<b>1.26</b>	1.35	1.27	<b>1.05</b>	1.12	<b>1.01</b>	1.10	Perré de protection de 2 m de largeur
12R	<b>1.65</b>	1.66		<b>1.41</b>	1.41	<b>1.34</b>	1.36	
13	<b>1.00</b>	1.15	1.00	<b>0.91</b>	1.04	<b>1.10</b>	1.25	Perré de protection de 2 m de largeur Berme de 2 m de largeur
13R	<b>1.30</b>	1.36		<b>1.20</b>	1.24	<b>1.24</b>	1.28	
13R-b	<b>1.41</b>	1.44		<b>1.30</b>	1.33	<b>1.32</b>	1.36	

Les analyses préliminaires indiquent une situation insatisfaisante dans la majorité des cas à l'étude. Seuls les secteurs 02 et 03 pourraient être considérés comme stables et ne demanderaient pas de travaux stabilisateurs dans l'immédiat.

En ce qui a trait aux secteurs dont le facteur de sécurité est insatisfaisant, des mesures correctives doivent être envisagées afin d'augmenter la stabilité des pentes. La mise en place d'une berme est recommandée dans les secteurs 11 et 13 tandis que la mise en place d'un perré de protection suffira à stabiliser et à protéger les autres secteurs.

Suite aux observations de terrain, aux forages et aux calculs effectués, tout porte à croire que la cause de l'instabilité des pentes est due à une surcharge de la pente; cause pouvant être amplifiée par un phénomène d'érosion au pied du talus.



### 3.0 **VARIABLES DE CONFORTEMENT ENVISAGEABLES**

La littérature propose plusieurs modes de protection en ce qui a trait aux glissements de terrain dépendamment de la ou des cause(s) préalablement identifiée(s). Les principales méthodes envisageables sont énumérées ci-après.

#### 3.1 **PROTECTION CONTRE L'ÉROSION**

Pour contrer l'**érosion**, qui a comme effet de modifier la géométrie de la pente, la méthode consistant à disposer un écran physique isolant ainsi le plan d'eau de la berge et des processus responsables de l'érosion tels le ruissellement, les courants, les vagues et les glaces est souvent employée. On distingue de trois (3) grandes familles de protection pour contrer l'érosion soit:

- Méthodes de stabilisation par les végétaux;
- Méthodes mixtes;
- Méthodes mécaniques ou armures lourdes.

##### 3.1.1 **Méthodes de stabilisation par les végétaux**

La densité de la végétation, particulièrement celle ayant un système racinaire très développé, peut contribuer dans certains contextes à diminuer l'érosion ou à empêcher qu'elle ne se produise.

###### Végétation herbacée

La mise en place d'une couverture herbacée suffit souvent à empêcher l'érosion et le transport de particules par les eaux de ruissellement sur des pentes moyennes. Les graminées et les légumineuses sont généralement utilisées en raison de leur système racinaire dense et profond. Pour favoriser la pousse des plants, il est habituellement nécessaire d'utiliser un agent protecteur tels les paillis.

Les surfaces ensemencées doivent se limiter aux pentes exondées car elles ne résistent pas à l'action des vagues. La zone en contact avec l'eau devra préférentiellement être stabilisée au moyen d'une autre méthode afin d'assurer une protection efficace de la berge.

La période d'ensemencement préconisée est le printemps ou l'automne. Ce mode de stabilisation ne demande pas de main-d'œuvre spécialisée.

###### Végétation arbustive

Les arbustes peuvent contribuer à stabiliser les pentes en limitant les effets du ruissellement et de l'érosion éolienne. Leur système racinaire, pouvant parfois être

très dense, contribue à retenir les particules du sol. Certaines variétés se développent bien en milieu riverain et tolèrent les inondations occasionnées par les crues pouvant ainsi aider à contrer l'érosion due à l'action des vagues et des courants. Certaines variétés peuvent même résister à la poussée des glaces grâce à leurs tiges flexibles.

Les espèces tels le saule et l'aulne sont utilisées pour améliorer la résistance des berges. Les plants sont installés à la main au-dessus de la limite des hautes eaux. Des systèmes d'appuis temporaires comme des fascines et fagots retenus par des piquets de bois peuvent être mis en place afin de les protéger de l'érosion le temps que leur système racinaire se développe.

Bien que la végétation arbustive puisse contrer l'érosion riveraine, elle nécessite souvent l'utilisation combinée d'une autre méthode lorsque le sol en présence est particulièrement sensible à l'action des vagues et des courants.

La période de plantation préconisée est le printemps ou l'automne. Ce mode de stabilisation ne demande pas de main-d'œuvre spécialisée et de machinerie lourde. Il est relativement facile de mise en place et requiert des pentes relativement douces.

### 3.1.2 Méthodes mixtes

Les méthodes mixtes font appel à l'utilisation combinée de produits synthétiques durables pour retenir le sol et d'une certaine végétation afin de stabiliser le sol et de renaturaliser le site. Les fabricants offrent différents modèles regroupés en deux grandes gammes de produits:

- Les tapis ou grillages faits de fibres synthétiques;
- Les structures hexagonales tridimensionnelles.

Les tapis servent à retenir le sol en permanence alors que la végétation qui pousse entre les fibres ajoute à la stabilité un aspect naturel des pentes.

Les structures hexagonales tridimensionnelles sont des grilles faites d'un ensemble de cellules ressemblant à des alvéoles. Le produit peut être utilisé comme tapis mis en place sur un talus ou installé en couches pour constituer un mur de soutènement.

Les tapis plats et les structures tridimensionnelles sont efficaces pour stabiliser des pentes dont l'inclinaison est forte. Ils peuvent être utilisés comme protection contre l'érosion due aux vagues et aux courants.

La préparation des sites exige l'enlèvement de la végétation et le nivellement du terrain. Les pentes fortes doivent être réduites à environ 25° pour éviter qu'un

mouvement de masse emporte l'ouvrage. Le terrassement doit se faire pendant la période estivale à l'aide de machinerie lourde. Il faut procéder à un réaménagement complet de la rive. L'ensemencement de la surface se fait lorsque tous les travaux sont complétés.

### 3.1.3 Méthodes mécaniques ou armures lourdes

Les armures lourdes consistent à mettre en place des ouvrages composés de matériaux solides sur la berge pour contrer l'action des vagues, des courants et des glaces. Les matériaux les plus souvent utilisés sont le béton, l'acier, le bois traité, le roc dynamité et le gravier naturel. Il existe une grande variété d'armures telles :

- Les murs de protection;
- Les gabions;
- La mise en place de perrés;

#### Les murs de protection

Les murs de protection sont des structures rectilignes, verticales ou faiblement inclinées, composées de matériaux rigides. Ils retiennent le sol tout en l'isolant des agents d'érosion tel les vagues, les courants et les glaces. Il existe plusieurs types de murs : les murs de béton armé, les murs caissons, les murs de terre armée et les murets de blocs.

L'érection d'un mur de soutènement implique le terrassement requis pour la préparation du site, la construction des fondations et du mur proprement dit, le remblayage du terrain à l'arrière du mur et l'ajout de matériaux pour en protéger la base. Lors de la mise en place de cette solution coûteuse, il faut s'assurer que le mur ne glissera pas, ne se renversera pas, ne s'enfoncera pas dans un sol mou et n'induera pas une surcharge déplaçant ainsi la cause de l'instabilité.

Les murs constitués de blocs de béton sont installés à la limite des talus et ne requièrent qu'une étroite bordure de terrain. Les murs de béton armé, les murs caissons et les murs de terre armée sont intégrés au talus et nécessitent une large bordure de terrain pour assurer leur solidité. De plus pour tous les types de murs, des accès pour acheminer les matériaux et faire circuler la machinerie doivent être prévus.

Les murs caissons sont conçus de façon à intégrer la végétation à la façade des ouvrages. Des pièces de bois ou de métal sont disposées horizontalement de façon à former des caissons qui sont par la suite remplis de gravier. Ce type d'ouvrage a été expérimenté pour la protection de certaines îles du Saint-Laurent de même qu'à la suite des pluies diluviennes survenues en juillet 1996 au Saguenay - Lac Saint-Jean.

Les travaux doivent préférablement être effectués l'été afin d'assurer une bonne compaction des assises et des matériaux de remblai. La conception de murs de soutènement doit être faite par des spécialistes qui tiendront compte des caractéristiques géotechniques et du drainage propres à chaque site. Ce mode de stabilisation demande donc une main-d'œuvre spécialisée et de la machinerie lourde.

#### Les gabions

Les gabions sont des structures plus légères et flexibles que les murs. Ils peuvent être empilés pour retenir le sol tout en le protégeant contre les vagues et les courants.

L'ouvrage est formé de paniers de broche remplis de pierres dont le diamètre est compris entre 80mm et 200mm. Les paniers sont empilés les uns sur les autres pour former un mur. Ce mode de protection est cependant fragile aux glaces.

Les travaux doivent préférablement être effectués l'été par une main-d'œuvre spécialisée et demande l'intervention de machinerie lourde.

#### Le perré de protection

La mise en place d'un perré au bas d'une pente peut contribuer à réduire l'érosion due au cours d'eau. Le perré est un recouvrement de pierres de calibres divers, selon l'intensité des forces de l'eau présentes, disposées librement dans la zone inondable.

Les perrés constituent le mode de protection et de stabilisation le plus souvent employé le long des cours d'eau. Les pierres sont généralement disposées selon une pente extérieure de 2H : 1V. Les matériaux proviennent de la fragmentation du roc par dynamitage. Les matériaux utilisés pour l'enrochement ne doivent pas contenir de strates qui s'altèrent facilement comme les schistes argileux, ou qui se délitent rapidement lors des cycles de gel/dégel. Les fragments de roc dynamité présentent des arêtes vives permettant aux blocs de s'emboîter et de se maintenir en pente forte sans possibilité de réaménagement par le courant et les vagues. L'ajout d'un géotextile peut être nécessaire lorsque l'ouvrage est étroit et ne permet pas d'empêcher entièrement le contact entre l'eau et le sol de la berge.

Les matériaux sont mis en place directement à la base du talus sans toucher à la végétation de la pente et sans exiger de travaux de terrassement majeurs.

Les travaux d'enrochement n'exigent pas de main-d'œuvre spécialisée. Ils peuvent être réalisés quel que soit la période de l'année à l'aide de machinerie lourde.

## 3.2 PROTECTION LORS DE SURCHARGES

### 3.2.1 Méthodes mécaniques

Lorsqu'il y a **surcharge** au sommet d'une pente, il est nécessaire de rétablir l'équilibre des poussés pour éviter tout risque de rupture de pente. Pour ce faire, on note principalement trois (3) méthodes mécaniques de confortement :

- Excavation du sommet de la pente;
- Mise en place d'un remblai léger;
- Construction d'une berme agissant comme contrepoids.

#### Excavation du sommet de la pente

L'excavation du sommet d'une pente contribue à éliminer un poids important de sols. Cette solution est souvent économique lorsque réalisable.

La méthode consiste à enlever toute végétation et excaver le sommet de la pente tout en la reprofilant de manière à accroître sa stabilité. On procède à l'ensemencement de la surface une fois que les travaux sont complétés. Ce mode de protection est très économique mais pas toujours réalisable en raison de la proximité d'infrastructures qui en limitent l'espace et l'accès.

Les travaux d'excavation exigent l'utilisation de machinerie lourde et peuvent être réalisés quelle que soit la période de l'année. En ce qui a trait à la revégétation du site, il est préférable de la faire au printemps ou à l'automne.

#### Remblai léger

Le poids d'un remblai effectué au sommet d'un talus peut en faire décroître considérablement la stabilité. On estime qu'un remblai standard d'une épaisseur de 2 mètres a le poids d'un édifice de six (6) étages. Depuis quelques années, divers types de remblais légers ont été développés tel que les blocs de polystyrène expansé, la fibre de bois et les fragments de pneus broyés.

Le poids volumique humide d'un matériau granulaire normalement utilisé dans les remblais peut être estimé à environ  $19 \text{ kN/m}^3$  comparativement à  $0,2 \text{ kN/m}^3$  pour le polystyrène,  $5 \text{ kN/m}^3$  pour les copeaux de pneus recyclés et  $7 \text{ kN/m}^3$  pour la fibre de bois.

La méthode consiste à remplacer une partie du remblai existant par un matériau dont la densité est plus faible. Ce procédé exige donc l'excavation du remblai, la mise en place des matériaux légers selon la technique propre à chacun des divers types de matériaux utilisés, leur recouvrement à l'aide de matériaux conventionnels

et, dans certains cas, la mise en place d'une surcharge pour raccourcir le temps de tassement.

L'utilisation de matériaux légers est une solution fiable mais très coûteuse. Elle demande la participation de personnels qualifiés en la matière, de main d'œuvre spécialisée et de machinerie lourde. Les travaux doivent préférablement être effectués en période de dégel pour permettre la compaction des matériaux.

#### Construction d'une berme

La mise en place d'une berme au bas d'une pente contribue à rétablir l'équilibre des poussés en agissant comme contrepoids et contribue aussi à réduire l'érosion. Le contrepoids est constitué d'un remblai de pierres de calibres variables disposées librement en pied de talus.

La construction de bermes est un mode de protection et de stabilisation souvent employé le long des cours d'eau. Les pierres sont généralement disposées selon une pente extérieure de 2H : 1V. Les matériaux proviennent de la fragmentation du roc par dynamitage. Les matériaux utilisés pour l'enrochement ne doivent pas contenir de strates qui s'altèrent facilement comme les schistes argileux ou qui se délitent rapidement lors des cycles de gel/dégel. Les fragments de roc dynamité présentent des arêtes vives permettant aux blocs de s'emboîter et de se maintenir en pente forte sans possibilité de réaménagement par le courant, les vagues et les glaces. Les matériaux sont mis en place directement à la base du talus sans toucher à la végétation de la pente et sans exiger de travaux de terrassement majeurs.

Il est recommandé d'effiler la géométrie de ces ouvrages afin de diminuer les effets de bout dans les cours d'eau. Le biseutage des extrémités contribue à diminuer la turbidité des courants.

Il est également possible de corriger un glissement qui s'est produit et d'en arrêter le mouvement pour permettre la récupération du site en encrant une butée à un niveau inférieur à celui du plan de rupture. Cette méthode implique donc dans un premier temps l'excavation de matériaux pour mettre en place une clé dans laquelle le contrepoids prendra forme.

Un suivi des travaux par une personne qualifiée est recommandé lors de la mise en place de berme. Ce mode de protection peut être réalisé quel que soit la période de l'année à l'aide de machinerie lourde.

## **4.0 SÉLECTION DES VARIANTES LES PLUS PERTINENTES**

### **4.1 DESCRIPTION DES CRITÈRES DE SÉLECTION**

Les critères de sélection suivants ont été adoptés en vue de l'évaluation comparative des différentes variables étudiées auparavant.

#### **4.1.1 Efficacité**

L'efficacité de la méthode utilisée est liée à la capacité de contrer les glissements de terrain et ce à long terme. Les ouvrages implantés doivent donc être un moyen fiable de protéger le milieu riverain.

#### **4.1.2 Faisabilité**

La faisabilité fait appel à la capacité de réaliser la variante dans les conditions actuelles du milieu comme par exemple les talus élevés, la présence de sols argileux et les terrains boisés.

#### **4.1.3 Simplicité**

La simplicité est liée à la quantité et à la diversité des interventions nécessaires à la mise en place du mode de protection. La simplicité de réalisation est un facteur majeur compte tenu de l'ampleur des travaux pour une petite municipalité comme Maskinongé.

#### **4.1.4 Coûts**

La minimisation des coûts des travaux de préparation des sites, de l'achat des matériaux, de leur transport et de leur mise en place est aussi un critère à considérer compte tenu du financement dont dispose la municipalité.

#### **4.1.5 Retombées économiques locales**

L'utilisation de matériaux disponibles dans la région, ainsi que des ressources humaines locales est souhaitable.

## 4.2 ÉVALUATION DES VARIANTES SELON LES CRITÈRES DE SÉLECTION

### 4.2.1 Secteur 01

Le secteur 01 présente principalement un problème de stabilité relié à l'érosion en bas de pente augmentant l'effet de surcharge en sommet du talus.

Le tableau suivant fait état de l'appréciation des critères technico-économiques d'un point de vue empirique.

Modes de confortement pour le site 01	Critères techniques et économiques				
	Efficacité	Faisabilité	Simplicité	Coûts	Retombées économiques
Végétation herbacée	Faible	Facile	Simple	Faible	Bon
Végétation arbustive	Faible	Facile	Simple	Faible	Bon
Grillages de fibres synthétiques	Faible	Moyenne	Difficile	Moyen	Faible
Structures hexagonales	Moyenne	Difficile	Difficile	Élevé	Faible
Murs de protection	Moyenne	Difficile	Difficile	Élevé	Moyen
Gabions	Moyenne	Moyenne	Moyenne	Élevé	Moyen
Perré de protection	Excellente	Facile	Simple	Moyen	Bon
Excavation du sommet de pente	Excellente	Facile	Simple	Faible	Bon
Remblai léger	Bonne	Difficile	Difficile	Très élevé	Faible
Construction d'une berme	Excellente	Facile	Simple	Moyen	Bon



**4.2.2 Secteur 04**

Le secteur 04 présente principalement un problème de stabilité relié à l'érosion en bas de pente augmentant l'effet de surcharge en sommet du talus.

Le tableau suivant fait état de l'appréciation des critères technico-économiques d'un point de vue empirique.

Modes de confortement pour le site 04	Critères techniques et économiques				
	Efficacité	Faisabilité	Simplicité	Coûts	Retombées économiques
Végétation herbacée	Faible	Facile	Simple	Faible	Bon
Végétation arbustive	Faible	Facile	Simple	Faible	Bon
Grillages de fibres synthétiques	Faible	Moyenne	Difficile	Moyen	Faible
Structures hexagonales	Moyenne	Difficile	Difficile	Élevé	Faible
Murs de protection	Moyenne	Difficile	Difficile	Élevé	Moyen
Gabions	Moyenne	Moyenne	Moyenne	Élevé	Moyen
Perré de protection	Excellente	Facile	Simple	Moyen	Bon
Excavation du sommet de pente	Bonne	Difficile	Simple	Très élevé	Bon
Remblai léger	Bonne	Difficile	Difficile	Très élevé	Faible
Construction d'une berme	Excellente	Facile	Simple	Moyen	Bon

### 4.2.3 Secteur 05

Le secteur 05 présente principalement un problème de stabilité relié à l'érosion en bas de pente.

Le tableau suivant fait état de l'appréciation des critères technico-économiques d'un point de vue empirique.

Modes de confortement pour le site 05	Critères techniques et économiques				
	Efficacité	Faisabilité	Simplicité	Coûts	Retombées économiques
Végétation herbacée	Faible	Facile	Simple	Faible	Bon
Végétation arbustive	Faible	Facile	Simple	Faible	Bon
Grillages de fibres synthétiques	Faible	Moyenne	Difficile	Moyen	Faible
Structures hexagonales	Moyenne	Difficile	Difficile	Élevé	Faible
Murs de protection	Moyenne	Difficile	Difficile	Élevé	Moyen
Gabions	Moyenne	Moyenne	Moyenne	Élevé	Moyen
Perré de protection	Excellente	Facile	Simple	Moyen	Bon
Excavation du sommet de pente	Bonne	Difficile	Simple	Très élevé	Bon
Remblai léger	Bonne	Difficile	Difficile	Très élevé	Faible
Construction d'une berme	Excellente	Facile	Simple	Moyen	Bon

**4.2.4 Secteur 06**

Le secteur 06 présente principalement un problème de stabilité relié à l'érosion en bas de pente augmentant l'effet de surcharge en sommet du talus.

Le tableau suivant fait état de l'appréciation des critères technico-économiques d'un point de vue empirique.

Modes de confortement pour le site 06	Critères techniques et économiques				
	Efficacité	Faisabilité	Simplicité	Coûts	Retombées économiques
Végétation herbacée	Faible	Facile	Simple	Faible	Bon
Végétation arbustive	Faible	Facile	Simple	Faible	Bon
Grillages de fibres synthétiques	Faible	Moyenne	Difficile	Moyen	Faible
Structures hexagonales	Moyenne	Difficile	Difficile	Élevé	Faible
Murs de protection	Moyenne	Difficile	Difficile	Élevé	Moyen
Gabions	Moyenne	Moyenne	Moyenne	Élevé	Moyen
Perré de protection	Excellente	Facile	Simple	Moyen	Bon
Excavation du sommet de pente	Bonne	Difficile	Simple	Élevé	Bon
Remblai léger	Bonne	Difficile	Difficile	Très élevé	Faible
Construction d'une berme	Excellente	Facile	Simple	Moyen	Bon

#### 4.2.5 Secteur 07

Le secteur 07 présente un problème de stabilité relié à l'érosion en bas de pente augmentant l'effet de surcharge en sommet du talus.

Le tableau suivant fait état de l'appréciation des critères technico-économiques d'un point de vue empirique.

Modes de confortement pour le site 07	Critères techniques et économiques				
	Efficacité	Faisabilité	Simplicité	Coûts	Retombées économiques
Végétation herbacée	Faible	Facile	Simple	Faible	Bon
Végétation arbustive	Faible	Facile	Simple	Faible	Bon
Grillages de fibres synthétiques	Faible	Moyenne	Difficile	Moyen	Faible
Structures hexagonales	Moyenne	Difficile	Difficile	Élevé	Faible
Murs de protection	Moyenne	Difficile	Difficile	Élevé	Moyen
Gabions	Moyenne	Moyenne	Moyenne	Élevé	Moyen
Perré de protection	Excellente	Facile	Simple	Moyen	Bon
Excavation du sommet de pente	Bonne	Difficile	Simple	Très élevé	Bon
Remblai léger	Bonne	Difficile	Difficile	Très élevé	Faible
Construction d'une berme	Excellente	Facile	Simple	Moyen	Bon

**4.2.6 Secteur 08**

Le secteur 08 présente un problème de stabilité relié à l'érosion en bas de pente.

Le tableau suivant fait état de l'appréciation des critères technico-économiques d'un point de vue empirique.

Modes de confortement pour le site 08	Critères techniques et économiques				
	Efficacité	Faisabilité	Simplicité	Coûts	Retombées économiques
Végétation herbacée	Faible	Facile	Simple	Faible	Bon
Végétation arbustive	Faible	Facile	Simple	Faible	Bon
Grillages de fibres synthétiques	Faible	Moyenne	Difficile	Moyen	Faible
Structures hexagonales	Faible	Difficile	Difficile	Élevé	Faible
Murs de protection	Faible	Difficile	Difficile	Élevé	Moyen
Gabions	Faible	Moyenne	Moyenne	Élevé	Moyen
Perré de protection	Excellente	Facile	Simple	Moyen	Bon
Excavation du sommet de pente	Faible	Difficile	Simple	Très élevé	Bon
Remblai léger	Faible	Difficile	Difficile	Très élevé	Faible
Construction d'une berme	Excellente	Facile	Simple	Moyen	Bon

**4.2.7 Secteur 09**

Le secteur 09 présente un problème de stabilité relié à l'érosion en bas de pente augmentant l'effet de surcharge en sommet du talus.

Le tableau suivant fait état de l'appréciation des critères technico-économiques d'un point de vue empirique.

Modes de confortement pour le site 09	Critères techniques et économiques				
	Efficacité	Faisabilité	Simplicité	Coûts	Retombées économiques
Végétation herbacée	Faible	Facile	Simple	Faible	Bon
Végétation arbustive	Faible	Facile	Simple	Faible	Bon
Grillages de fibres synthétiques	Faible	Moyenne	Difficile	Moyen	Faible
Structures hexagonales	Moyenne	Difficile	Difficile	Élevé	Faible
Murs de protection	Moyenne	Difficile	Difficile	Élevé	Moyen
Gabions	Moyenne	Moyenne	Moyenne	Élevé	Moyen
Perré de protection	Excellente	Facile	Simple	Moyen	Bon
Excavation du sommet de pente	Bonne	Difficile	Simple	Très élevé	Bon
Remblai léger	Bonne	Difficile	Difficile	Très élevé	Faible
Construction d'une berme	Excellente	Facile	Simple	Moyen	Bon

**4.2.8 Secteur 10**

Le secteur 10 présente un problème de stabilité relié à l'érosion en bas de pente augmentant l'effet de surcharge en sommet du talus.

Le tableau suivant fait état de l'appréciation des critères technico-économiques d'un point de vue empirique.

Modes de confortement pour le site 10	Critères techniques et économiques				
	Efficacité	Faisabilité	Simplicité	Coûts	Retombées économiques
Végétation herbacée	Faible	Facile	Simple	Faible	Bon
Végétation arbustive	Faible	Facile	Simple	Faible	Bon
Grillages de fibres synthétiques	Faible	Moyenne	Difficile	Moyen	Faible
Structures hexagonales	Faible	Difficile	Difficile	Élevé	Faible
Murs de protection	Faible	Difficile	Difficile	Élevé	Moyen
Gabions	Faible	Moyenne	Moyenne	Élevé	Moyen
Perré de protection	Excellente	Facile	Simple	Moyen	Bon
Excavation du sommet de pente	Excellente	Difficile	Simple	Très élevé	Bon
Remblai léger	Bonne	Difficile	Difficile	Très élevé	Faible
Construction d'une berme	Excellente	Facile	Simple	Moyen	Bon

**4.2.9 Secteur 11**

Le secteur 11 présente un problème de stabilité relié essentiellement à une surcharge en sommet du talus.

Le tableau suivant fait état de l'appréciation des critères technico-économiques d'un point de vue empirique.

Modes de confortement pour le site 11	Critères techniques et économiques				
	Efficacité	Faisabilité	Simplicité	Coûts	Retombées économiques
Végétation herbacée	Faible	Facile	Simple	Faible	Bon
Végétation arbustive	Faible	Facile	Simple	Faible	Bon
Grillages de fibres synthétiques	Faible	Moyenne	Difficile	Moyen	Faible
Structures hexagonales	Faible	Difficile	Difficile	Élevé	Faible
Murs de protection	Faible	Difficile	Difficile	Élevé	Moyen
Gabions	Faible	Moyenne	Moyenne	Élevé	Moyen
Perré de protection	Faible	Facile	Simple	Moyen	Bon
Excavation du sommet de pente	Excellente	Difficile	Simple	Très élevé	Bon
Remblai léger	Bonne	Difficile	Difficile	Très élevé	Faible
Construction d'une berme	Excellente	Facile	Simple	Moyen	Bon



**4.2.10 Secteur 12**

Le secteur 12 présente un problème de stabilité relié à l'érosion en bas de talus.

Le tableau suivant fait état de l'appréciation des critères technico-économiques d'un point de vu empirique.

Modes de confortement pour le site 12	Critères techniques et économiques				
	Efficacité	Faisabilité	Simplicité	Coûts	Retombées économiques
Végétation herbacée	Faible	Facile	Simple	Faible	Bon
Végétation arbustive	Faible	Facile	Simple	Faible	Bon
Grillages de fibres synthétiques	Faible	Moyenne	Difficile	Moyen	Faible
Structures hexagonales	Moyenne	Difficile	Difficile	Élevé	Faible
Murs de protection	Moyenne	Difficile	Difficile	Élevé	Moyen
Gabions	Moyenne	Moyenne	Moyenne	Élevé	Moyen
Perré de protection	Excellente	Facile	Simple	Moyen	Bon
Excavation du sommet de pente	Excellente	Difficile	Simple	Très élevé	Bon
Remblai léger	Bonne	Difficile	Difficile	Très élevé	Faible
Construction d'une berme	Excellente	Facile	Simple	Moyen	Bon

**4.2.11 Secteur 13**

Le secteur 13 présente un problème de stabilité relié à une surcharge en sommet du talus amplifié par l'érosion en bas de pente.

Le tableau suivant fait état de l'appréciation des critères technico-économiques d'un point de vue empirique.

Modes de confortement pour le site 13	Critères techniques et économiques				
	Efficacité	Faisabilité	Simplicité	Coûts	Retombées économiques
Végétation herbacée	Faible	Facile	Simple	Faible	Bon
Végétation arbustive	Faible	Facile	Simple	Faible	Bon
Grillages de fibres synthétiques	Faible	Moyenne	Difficile	Moyen	Faible
Structures hexagonales	Faible	Difficile	Difficile	Élevé	Faible
Murs de protection	Faible	Difficile	Difficile	Élevé	Moyen
Gabions	Faible	Moyenne	Moyenne	Élevé	Moyen
Perré de protection	Bonne	Facile	Simple	Moyen	Bon
Excavation du sommet de pente	Excellente	Moyenne	Simple	Moyen	Bon
Remblai léger	Bonne	Difficile	Difficile	Très élevé	Faible
Construction d'une berme	Excellente	Facile	Simple	Moyen	Bon

## 5.0 DESCRIPTION DES VARIANTES RETENUES

### 5.1 SECTEUR 01

#### 5.1.1 Description de la zone des travaux

La zone des travaux est située le long du chemin du rang Sud-Est à environ 60 mètres au NORD du numéro civique 202 (fig. 2).

Cette zone correspond au secteur où des problèmes d'érosion et de stabilité ont été observés sur environ 40 mètres. La route a été construite à une dizaine de mètres de la rive et les talus ont une hauteur approximative de six mètres.

#### 5.1.2 Activités de construction

Un plan technique détaillé est présenté à l'annexe III.

##### Déboisement

Le projet ne requiert pas de travaux de déboisement significatifs. Les arbres morts ou penchés vers la rivière devront être émondés ou coupés pour permettre la construction des ouvrages de protection et diminuer la charge appliquée au talus.

##### Excavation

L'excavation se limitera à la construction des accès nécessaires à la mise en place du perré.

Les matériaux d'excavation et les déchets ligneux devront être transportés hors du site dans un dépôt de matériaux secs ou dans un lieu d'enfouissement sanitaire.

##### Empierrement

L'empierrement serait réalisé jusqu'au niveau des hautes eaux. Dans le cas présent, l'enrochement devrait donc être mis en place jusqu'en crête du talus.

La réalisation de cet ouvrage est simple puisqu'il s'agit de mettre en place un empierrement composé de pierre de 150 à 750 mm. Le volume de roc requis est estimé à 500 m<sup>3</sup>.

##### Reboisement et ensemencement

Des travaux de renaturation du site et des accès sont prévus.

### 5.1.3 Matériaux requis

Les quantités de matériaux requis pour la réalisation du projet sont les suivants :

- Pierre 150 à 750 mm : 500 m<sup>3</sup>
- Ensemencement : 500 m<sup>2</sup>

### 5.1.4 Calendrier de réalisation

Les travaux seront réalisés en période estivale lors de l'étiage pour assurer la plus grande sécurité possible lors de l'excavation; les travaux seront donc réalisés à sec.

Une période de trois à quatre jours devrait être suffisante pour corriger le site.

### 5.1.5 Main d'œuvre requise et horaire de travail

La main d'œuvre requise pour les travaux se répartit comme suit :

Supervision :	1 contre-maître
Travaux divers :	2 manœuvres
Pelle mécanique :	1 opérateur
Transport :	4 camionneurs pour 4 camions lourds

L'horaire des travaux sera de 8 :00h à 17 :00h, pendant 4 jours.

### 5.1.5 Durée de vie du projet

La conception des ouvrages a été pensée en fonction de régler définitivement le problème de stabilité de ce site.

### 5.1.7 Coût du projet

Le coût de ce projet est estimé à 24 750 \$ basé sur le détail suivant :

• Aménagement des accès	Forfaitaire	2 000 \$
• Pierre 150 à 750 mm	500 m <sup>3</sup> x 40.00 \$/m <sup>3</sup>	20 000 \$
• Ensemencement	500 m <sup>2</sup> x 1.00 \$/m <sup>2</sup>	500 \$

Sous-Total	22 500 \$
Contingence (10%)	2 250 \$

<b>Total</b>	<b>24 750 \$</b>
--------------	------------------

## 5.2 SECTEUR 04

### 5.2.1 Description de la zone des travaux

La zone des travaux est située le long du chemin du rang Sud-Est en face du numéro civique 223 (fig. 3).

Cette zone correspond au secteur où des problèmes d'érosion et de stabilité ont été observés sur environ 270 mètres. La route a été construite à cinq mètres de la rive, les talus ont une hauteur approximative de quatre mètres et on remarque la présence de petits décrochements récents. Des travaux de stabilisation ont déjà été effectués en amont de ce secteur.

### 5.2.2 Activités de construction

Un plan technique détaillé est présenté à l'annexe III.

#### Déboisement

Le projet ne requiert pas de travaux de déboisement significatifs. Les arbres morts ou penchés vers la rivière devront être émondés ou coupés pour permettre la construction des ouvrages de protection et diminuer la charge appliquée au talus.

#### Excavation

L'excavation se limitera à la construction des accès nécessaires à la mise en place du perré.

Les matériaux d'excavation et les déchets ligneux devront être transportés hors du site dans un dépôt de matériaux secs ou dans un lieu d'enfouissement sanitaire.

#### Empierrement

L'empierrement serait réalisé jusqu'au niveau des hautes eaux. Dans le cas présent l'enrochement devrait donc être mis en place jusqu'en crête du talus.

La réalisation de cet ouvrage est simple puisqu'il s'agit de mettre en place un empierrement composé de pierre de 150 à 750 mm. Le volume de roc requis est estimé à 1 900 m<sup>3</sup>.

#### Reboisement et ensemencement

Des travaux de renaturalisation des accès au site sont prévus.

### 5.2.3 Matériaux requis

Les quantités de matériaux requis pour la réalisation du projet sont les suivants :

- Pierre 150 à 750 mm : 1 900 m<sup>3</sup>
- Ensemencement : 1 350 m<sup>2</sup>

### 5.2.4 Calendrier de réalisation

Les travaux seront réalisés soit en période estivale lors de l'étiage pour assurer la plus grande sécurité possible ou en hiver lorsque la rivière et le sol sont gelés.

Une période de une à deux semaines devrait être suffisante pour corriger le site.

### 5.2.5 Main d'œuvre requise et horaire de travail

La main d'œuvre requise pour les travaux se répartit comme suit :

Supervision :	1 contre-maître
Travaux divers :	2 manœuvres
Pelle mécanique :	1 opérateur
Transport :	5 camionneurs pour 5 camions lourds

L'horaire des travaux sera de 8 :00h à 17 :00h, du lundi au vendredi, pendant la durée des travaux.

### 5.2.6 Durée de vie du projet

La conception des ouvrages a été pensée en fonction de régler définitivement le problème de stabilité de ce site.

### 5.2.7 Coût du projet

Le coût de ce projet est estimé à 87 285 \$ basé sur le détail suivant :

• Aménagement des accès	Forfaitaire	2 000 \$
• Pierre 150 à 750 mm	1 900 m <sup>3</sup> x 40.00 \$/m <sup>3</sup>	76 000 \$
• Ensemencement	1 350 m <sup>2</sup> x 1.00 \$/m <sup>2</sup>	1 350 \$
		<hr/>
Sous-Total		79 350 \$
Contingence (10%)		7 935 \$
		<hr/>
<b>Total</b>		<b>87 285 \$</b>

## 5.3 SECTEUR 05

### 5.3.1 Description de la zone des travaux

La zone des travaux est située le long du chemin du rang Sud-Est. Elle débute en face du numéro civique 227-A et s'étend sur une distance d'environ 300m vers le Nord-Est (fig. 4).

Cette zone correspond au secteur où des problèmes d'érosion et de stabilité ont été observés sur environ 300 mètres. La route a été construite à moins d'une dizaine de mètres de la rive et les talus ont une hauteur approximative de quatre mètres. Des travaux de stabilisation ont déjà été effectués en amont de ce secteur (déversement de pierre en sommet de talus).

### 5.3.2 Activités de construction

Un plan technique détaillé est présenté à l'annexe III.

#### Déboisement

Le projet ne requiert pas de travaux de déboisement significatifs sauf pour la portion du talus qui sera excavé. Les arbres morts ou penchés vers la rivière devront être émondés ou coupés pour permettre la construction des ouvrages de protection et diminuer la charge appliquée au talus.

### Empierrement

L'empierrement serait réalisé jusqu'au niveau des hautes eaux. Dans le cas présent l'enrochement devrait donc être mis en place jusqu'au milieu du talus.

La réalisation de cet ouvrage est simple puisqu'il s'agit de mettre en place une berme composé de pierre de calibre 150 à 750 mm. Le volume de roc requis est estimé à 2 100 m<sup>3</sup>.

### Reboisement et ensemencement

Des travaux de renaturalisation des accès sont prévus.

## 5.3.3 Matériaux requis

Les quantités de matériaux requis pour la réalisation du projet sont les suivants :

- Pierre 150 à 750 mm : 2 100 m<sup>3</sup>
- Ensemencement : 2 160 m<sup>2</sup>

## 5.3.4 Calendrier de réalisation

Les travaux seront réalisés soit en période estivale lors de l'étiage pour assurer la plus grande sécurité possible ou en hiver lorsque la rivière et le sol sont gelés.

Une période de deux à trois semaines devrait être suffisante pour corriger le site.

## 5.3.5 Main d'œuvre requise et horaire de travail

La main d'œuvre requise pour les travaux se répartit comme suit :

Supervision :	1 contre-maître
Travaux divers :	2 manœuvres
Pelle mécanique :	1 opérateur
Transport :	8 camionneurs pour 8 camions lourds

L'horaire des travaux sera de 8 :00h à 17 :00h, pendant toute la durée des travaux.



### 5.3.6 Durée de vie du projet

La conception des ouvrages a été pensée en fonction de régler définitivement le problème de stabilité de ce site.

### 5.3.7 Coût du projet

Le coût de ce projet est estimé à 96 976 \$ basé sur le détail suivant :

• Aménagement des accès	Forfaitaire	2 000 \$
• Pierre 150 à 750 mm	2 100 m <sup>3</sup> x 40.00 \$/m <sup>3</sup>	84 000 \$
• Ensemencement	2 160 m <sup>2</sup> x 1.00 \$/m <sup>2</sup>	2 160 \$
		<hr/>
Sous-Total		88 160 \$
Contingence (10%)		8 816 \$
		<hr/>
<b>Total</b>		<b>96 976 \$</b>

## 5.4 SECTEUR 06

### 5.4.1 Description de la zone des travaux

La zone des travaux est située le long du rang de la rivière Sud-Ouest. Elle débute près du numéro civique 253-B et s'étend en amont sur une distance d'environ 300 m (fig. 5).

Cette zone correspond au secteur où des problèmes d'érosion et de stabilité ont été observés sur environ 300 mètres. La route a été construite de sept à huit mètres de la rive, les talus ont une hauteur moyenne de trois mètres. Des travaux de stabilisation ont déjà été effectués sur une partie de ce secteur (déversement de pierre en sommet de talus).

### 5.4.2 Activités de construction

Un plan technique détaillé est présenté à l'annexe III.

### Déboisement

Le projet ne requiert pas de travaux de déboisement significatifs. Les arbres morts ou penchés vers la rivière devront être émondés ou coupés pour permettre la construction des ouvrages de protection et diminuer la charge appliquée au talus.

### Excavation

L'excavation se limitera à la construction des accès nécessaires à la mise en place de la berme.

Les matériaux d'excavation et les déchets ligneux devront être transportés hors du site dans un dépôt de matériaux secs ou dans un lieu d'enfouissement sanitaire.

### Empierrement

L'empierrement serait réalisé jusqu'au niveau des hautes eaux. Dans le cas présent l'enrochement devrait donc être mis en place jusqu'en crête du talus.

La réalisation de cet ouvrage est simple puisqu'il s'agit de mettre en place un empierrement composé de pierre de 150 à 750 mm. Le volume de roc requis est estimé à 2 105 m<sup>3</sup>.

### Reboisement et ensemencement

Des travaux de renaturalisation des accès au site sont prévus.

## **5.4.3 Matériaux requis**

Les quantités de matériaux requises pour la réalisation du projet sont les suivants :

- Pierre 150 à 750 mm : 2 105 m<sup>3</sup>
- Ensemencement : 1 200 m<sup>2</sup>

## **5.4.4 Calendrier de réalisation**

Les travaux seront réalisés soit en période estivale lors de l'étiage pour assurer la plus grande sécurité possible ou en hiver lorsque la rivière et le sol sont gelés.

Une période de une à deux semaines devrait être suffisante pour corriger le site.

#### 5.4.5 Main d'œuvre requise et horaire de travail

La main d'œuvre requise pour les travaux se répartit comme suit :

Supervision :	1 contre-maître
Travaux divers :	2 manœuvres
Pelle mécanique :	1 opérateur
Transport :	5 camionneurs pour 5 camions lourds

L'horaire des travaux sera de 8 :00h à 17 :00h, du lundi au vendredi, pendant la durée des travaux.

#### 5.4.6 Durée de vie du projet

La conception des ouvrages a été pensée en fonction de régler définitivement le problème de stabilité de ce site.

#### 5.4.7 Coût du projet

Le coût de ce projet est estimé à 96 140 \$ basé sur le détail suivant :

• Aménagement des accès	Forfaitaire	2 000 \$
• Pierre 150 à 750 mm	2 105 m <sup>3</sup> x 40.00 \$/m <sup>3</sup>	84 200 \$
• Ensemencement	1 200 m <sup>2</sup> x 1.00 \$/m <sup>2</sup>	1 200 \$
		<hr/>
Sous-Total		87 400 \$
Contingence (10%)		8 740 \$
		<hr/>
<b>Total</b>		<b>96 140 \$</b>

### 5.5 SECTEUR 07

#### 5.5.1 Description de la zone des travaux

La zone des travaux est située le long du rang de la rivière Sud-Ouest à environ 50 mètres en amont du numéro civique 353 (fig. 6).

Cette zone correspond au secteur où des problèmes d'érosion et de stabilité ont été observés sur environ 30 mètres. La route a été construite à treize mètres de la rive et les talus ont une hauteur moyenne de trois mètres. Des travaux de stabilisation ont déjà été effectués en amont de ce secteur (construction d'une berme).

### 5.5.2 Activités de construction

Un plan technique détaillé est présenté à l'annexe III.

#### Déboisement

Le projet ne requiert pas de travaux de déboisement significatifs. Les arbres morts ou penchés vers la rivière devront être émondés ou coupés pour permettre la construction des ouvrages de protection et diminuer la charge appliquée au talus.

#### Excavation

L'excavation se limitera à la construction des accès nécessaires à la mise en place de la berme.

Les matériaux d'excavation et les déchets ligneux devront être transportés hors du site dans un dépôt de matériaux secs ou dans un lieu d'enfouissement sanitaire.

#### Empierrement

L'empierrement serait réalisé jusqu'au niveau des hautes eaux. Dans le cas présent l'enrochement devrait donc être mis en place jusqu'en crête du talus.

La réalisation de cet ouvrage est simple puisqu'il s'agit de mettre en place un empierrement composé de pierre de 150 à 750 mm. Le volume de roc requis est estimé à 400 m<sup>3</sup>.

#### Reboisement et ensemencement

Des travaux de renaturation des accès au site sont prévus.

### 5.5.3 Matériaux requis

Les quantités de matériaux requises pour la réalisation du projet sont les suivants :

- Pierre 150 à 750 mm : 400 m<sup>3</sup>
- Ensemencement : 170 m<sup>2</sup>

#### 5.5.4 Calendrier de réalisation

Les travaux seront réalisés soit en période estivale lors de l'étiage pour assurer la plus grande sécurité possible ou en hiver lorsque la rivière et le sol sont gelés.

Une période de quatre à cinq jours devrait être suffisante pour corriger le site.

#### 5.5.5 Main d'œuvre requise et horaire de travail

La main d'œuvre requise pour les travaux se répartit comme suit :

Supervision :	1 contre-maître
Travaux divers :	2 manœuvres
Pelle mécanique :	1 opérateur
Transport :	5 camionneurs pour 5 camions lourds

L'horaire des travaux sera de 8 :00h à 17 :00h, du lundi au vendredi, pendant la durée des travaux.

#### 5.5.6 Durée de vie du projet

La conception des ouvrages a été pensée en fonction de régler définitivement le problème de stabilité de ce site.

#### 5.5.7 Coût du projet

Le coût de ce projet est estimé à 19 987 \$ basé sur le détail suivant :

• Aménagement des accès	Forfaitaire	2 000 \$
• Pierre 150 à 750 mm	400 m <sup>3</sup> x 40.00 \$/m <sup>3</sup>	16 000 \$
• Ensemencement	170 m <sup>2</sup> x 1.00 \$/m <sup>2</sup>	170 \$

Sous-Total	18 170 \$
Contingence (10%)	1 817 \$
<b>Total</b>	<b>19 987 \$</b>

## 5.6 SECTEUR 08

### 5.6.1 Description de la zone des travaux

La zone des travaux est située le long du rang de la rivière Sud-Ouest en face du numéro civique 352 (fig. 7).

Cette zone correspond au secteur où des problèmes d'érosion et de stabilité ont été observés sur environ 100 mètres. La route a été construite de sept à huit mètres de la rive, les talus ont une hauteur moyenne de trois mètres et sont très abrupts. Des travaux de stabilisation ont déjà été effectués en aval de ce secteur (construction d'une berme).

### 5.6.2 Activités de construction

Un plan technique détaillé est présenté à l'annexe III.

#### Déboisement

Le projet ne requiert pas de travaux de déboisement significatifs. Les arbres morts ou penchés vers la rivière devront être émondés ou coupés pour permettre la construction des ouvrages de protection et diminuer la charge appliquée au talus.

#### Excavation

L'excavation se limitera à la construction des accès nécessaires à la mise en place de l'enrochement.

Les matériaux d'excavation et les déchets ligneux devront être transportés hors du site dans un dépôt de matériaux secs ou dans un lieu d'enfouissement sanitaire.

#### Empierrement

L'empierrement serait réalisé jusqu'en crête du talus avec une pente de 2H :1V.

La réalisation de cet ouvrage est simple puisqu'il s'agit de mettre en place un empierrement composé de pierre de calibre 150 à 750 mm pour prolonger le talus. Le volume de roc requis est estimé à 1 140 m<sup>3</sup>.

#### Reboisement et ensemencement

Des travaux de renaturalisation du site et des accès sont prévus.

### 5.6.3 Matériaux requis

Les quantités de matériaux requises pour la réalisation du projet sont les suivants :

- Pierre 150 à 750 mm : 1 140 m<sup>3</sup>

### 5.6.4 Calendrier de réalisation

Les travaux seront réalisés soit en période estivale lors de l'étiage pour assurer la plus grande sécurité possible ou en hiver lorsque la rivière et le sol sont gelés.

Une période de une à deux semaines devrait être suffisante pour corriger le site.

### 5.6.5 Main d'œuvre requise et horaire de travail

La main d'œuvre requise pour les travaux se répartit comme suit :

Supervision :	1 contre-maître
Travaux divers :	2 manœuvres
Pelle mécanique :	1 opérateur
Transport :	5 camionneurs pour 5 camions lourds

L'horaire des travaux sera de 8 :00h à 17 :00h, du lundi au vendredi, pendant la durée des travaux.

### 5.6.6 Durée de vie du projet

La conception des ouvrages a été pensée en fonction de régler définitivement le problème de stabilité de ce site.

### 5.6.7 Coût du projet

Le coût de ce projet est estimé à 52 360 \$ basé sur le détail suivant :

- |                         |  |           |
|-------------------------|--|-----------|
| • Aménagement des accès | Forfaitaire                                    | 2 000 \$  |
| • Pierre 150 à 750 mm   | 1 140 m <sup>3</sup> x 40.00 \$/m <sup>3</sup> | 45 600 \$ |

Sous-Total	47 600 \$
Contingence (10%)	4 760 \$
<b>Total</b>	<b>52 360 \$</b>

## 5.7 SECTEUR 09

### 5.7.1 Description de la zone des travaux

La zone des travaux est située le long du rang de la rivière Sud-Ouest en face du numéro civique 340 (fig. 8).

Cette zone correspond au secteur où des problèmes d'érosion et de stabilité ont été observés sur environ 140 mètres. La route a été construite à environ neuf mètres de la rive et les talus ont une hauteur moyenne de quatre mètres.

### 5.7.2 Activités de construction

Un plan technique détaillé est présenté à l'annexe III.

#### Déboisement

Le projet ne requiert pas de travaux de déboisement significatifs. Les arbres morts ou penchés vers la rivière devront être émondés ou coupés pour permettre la construction des ouvrages de protection et diminuer la charge appliquée au talus.

#### Excavation

L'excavation se limitera à la construction des accès nécessaires à la mise en place de la berme.

Les matériaux d'excavation et les déchets ligneux devront être transportés hors du site dans un dépôt de matériaux secs ou dans un lieu d'enfouissement sanitaire.



### Empierrement

L'empierrement serait réalisé en bas du niveau des hautes eaux.

La réalisation de cet ouvrage est simple puisqu'il s'agit de mettre en place un empierrement composé de pierre de 150 à 750 mm. Le volume de roc requis est estimé à 850 m<sup>3</sup>.

### Reboisement et ensemencement

Des travaux de renaturalisation des accès au site sont prévus.

## **5.7.3 Matériaux requis**

Les quantités de matériaux requises pour la réalisation du projet sont les suivants :

- Pierre 150 à 750 mm : 850 m<sup>3</sup>
- Ensemencement : 630 m<sup>2</sup>

## **5.7.4 Calendrier de réalisation**

Les travaux seront réalisés soit en période estivale lors de l'étiage pour assurer la plus grande sécurité possible ou en hiver lorsque la rivière et le sol sont gelés.

Une période de cinq à six jours devrait être suffisante pour corriger le site.

## **5.7.5 Main d'œuvre requise et horaire de travail**

La main d'œuvre requise pour les travaux se répartit comme suit :

Supervision :	1 contre-maître
Travaux divers :	2 manœuvres
Pelle mécanique :	1 opérateur
Transport :	6 camionneurs pour 6 camions lourds

L'horaire des travaux sera de 8 :00h à 17 :00h, du lundi au vendredi, pendant la durée des travaux.

### 5.7.6 Durée de vie du projet

La conception des ouvrages a été pensée en fonction de régler définitivement le problème de stabilité de ce site.

### 5.7.7 Coût du projet

Le coût de ce projet est estimé à 40 293 \$ basé sur le détail suivant :

• Aménagement des accès	Forfaitaire	2 000 \$
• Pierre 150 à 750 mm	850 m <sup>3</sup> x 40.00 \$/m <sup>3</sup>	34 000 \$
• Ensemencement	630 m <sup>2</sup> x 1.00 \$/m <sup>2</sup>	630 \$

Sous-Total	36 630 \$
Contingence (10%)	3 663 \$
<b>Total</b>	<b>40 293 \$</b>

## 5.8 SECTEUR 10

### 5.8.1 Description de la zone des travaux

La zone des travaux est située le long du rang de la rivière Sud-Ouest en face du numéro civique 326 (fig. 9).

Cette zone correspond au secteur où des problèmes d'érosion et de stabilité ont été observés sur environ 40 mètres. La route a été construite à douze mètres de la rive et les talus ont une hauteur moyenne de cinq mètres.

### 5.8.2 Activités de construction

Un plan technique détaillé est présenté à l'annexe III.

#### Déboisement

Le projet ne requiert pas de travaux de déboisement significatifs. Les arbres morts ou penchés vers la rivière devront être émondés ou coupés pour permettre la construction des ouvrages de protection et diminuer la charge appliquée au talus.

### Excavation

L'excavation se limitera à la construction des accès nécessaires à la mise en place de la berme.

Les matériaux d'excavation et les déchets ligneux devront être transportés hors du site dans un dépôt de matériaux secs ou dans un lieu d'enfouissement sanitaire.

### Empierrement

L'empierrement serait réalisé en bas du niveau des hautes eaux.

La réalisation de cet ouvrage est simple puisqu'il s'agit de mettre en place un empierrement composé de pierre de 150 à 750 mm. Le volume de roc requis est estimé à 200 m<sup>3</sup>.

### Reboisement et ensemencement

Des travaux de renaturation des accès sont prévus.

## **5.8.3 Matériaux requis**

Les quantités de matériaux requises pour la réalisation du projet sont les suivants :

- Pierre 150 à 750 mm : 200 m<sup>3</sup>
- Ensemencement : 180 m<sup>2</sup>

## **5.8.4 Calendrier de réalisation**

Les travaux seront réalisés soit en période estivale lors de l'étiage pour assurer la plus grande sécurité possible ou en hiver lorsque la rivière et le sol sont gelés.

Une période de quatre à cinq jours devrait être suffisante pour corriger le site.

### 5.8.5 Main d'œuvre requise et horaire de travail

La main d'œuvre requise pour les travaux se répartit comme suit :

Supervision :	1 contre-maître
Travaux divers :	2 manœuvres
Pelle mécanique :	1 opérateur
Transport :	6 camionneurs pour 6 camions lourds

L'horaire des travaux sera de 8 :00h à 17 :00h, du lundi au vendredi, pendant la durée des travaux.

### 5.8.6 Durée de vie du projet

La conception des ouvrages a été pensée en fonction de régler définitivement le problème de stabilité de ce site.

### 5.8.7 Coût du projet

Le coût de ce projet est estimé à 11 198 \$ basé sur le détail suivant :

• Aménagement des accès	Forfaitaire	2 000 \$
• Pierre 150 à 750 mm	200 m <sup>3</sup> x 40.00 \$/m <sup>3</sup>	8 000 \$
• Ensemencement	180 m <sup>2</sup> x 1.00 \$/m <sup>2</sup>	180 \$

Sous-Total	10 180 \$
Contingence (10%)	1 018 \$
<b>Total</b>	<b>11 198 \$</b>

## 5.9 SECTEUR 11

### 5.9.1 Description de la zone des travaux

La zone des travaux est située le long du rang de la rivière Sud-Ouest en face du numéro civique 308 (fig. 10).

Cette zone correspond au secteur où des problèmes d'érosion et de stabilité ont été observés sur environ 70 mètres. La route a été construite à une vingtaine de mètres de la rive et les talus ont une hauteur moyenne de six mètres.

### 5.9.2 Activités de construction

Un plan technique détaillé est présenté à l'annexe III.

#### Déboisement

Le projet ne requiert pas de travaux de déboisement significatifs. Les arbres morts ou penchés vers la rivière devront être émondés ou coupés pour permettre la construction des ouvrages de protection et diminuer la charge appliquée au talus.

#### Excavation

L'excavation se limitera à la construction des accès nécessaires à la mise en place de la berme.

Les matériaux d'excavation et les déchets ligneux devront être transportés hors du site dans un dépôt de matériaux secs ou dans un lieu d'enfouissement sanitaire.

#### Empierrement

L'empierrement serait réalisé en haut du niveau des hautes eaux.

La réalisation de cet ouvrage est simple puisqu'il s'agit de mettre en place un empierrement composé de pierre de 150 à 750 mm. Le volume de roc requis est estimé à 1 000 m<sup>3</sup>.

#### Reboisement et ensemencement

Des travaux de renaturalisation des accès au site sont prévus.

### 5.9.3 Matériaux requis

Les quantités de matériaux requises pour la réalisation du projet sont les suivants :

- Pierre 150 à 750 mm : 1 000 m<sup>3</sup>
- Ensemencement : 320 m<sup>2</sup>

### 5.9.4 Calendrier de réalisation

Les travaux seront réalisés soit en période estivale lors de l'étiage pour assurer la plus grande sécurité possible ou en hiver lorsque la rivière et le sol sont gelés.

Une période de une à deux semaines devrait être suffisante pour corriger le site.

### 5.9.5 Main d'œuvre requise et horaire de travail

La main d'œuvre requise pour les travaux se répartit comme suit :

Supervision :	1 contre-maître
Travaux divers :	2 manœuvres
Pelle mécanique :	1 opérateur
Transport :	6 camionneurs pour 6 camions lourds

L'horaire des travaux sera de 8 :00h à 17 :00h, du lundi au vendredi, pendant la durée des travaux.

### 5.9.6 Durée de vie du projet

La conception des ouvrages a été pensée en fonction de régler définitivement le problème de stabilité de ce site.

### 5.9.7 Coût du projet

Le coût de ce projet est estimé à 41 052 \$ basé sur le détail suivant :

• Aménagement des accès	Forfaitaire	2 000 \$
• Pierre 150 à 750 mm	1 000 m <sup>3</sup> x 35.00 \$/m <sup>3</sup>	35 000 \$
• Ensemencement	320 m <sup>2</sup> x 1.00 \$/m <sup>2</sup>	320 \$

Sous-Total	37 320 \$
Contingence (10%)	3 732 \$
<b>Total</b>	<b>41 052 \$</b>

### 5.10 SECTEUR 12

#### 5.10.1 Description de la zone des travaux

La zone des travaux est située le long du rang de la rivière Sud-Ouest entre les numéros civiques 384 et 382 (fig. 11).

Cette zone correspond au secteur où des problèmes d'érosion et de stabilité ont été observés sur environ 60 mètres. La route a été construite à six mètres de la rive et les talus ont une hauteur moyenne de quatre mètres.

#### 5.10.2 Activités de construction

Un plan technique détaillé est présenté à l'annexe III.

##### Déboisement

Le projet ne requiert pas de travaux de déboisement significatifs. Les arbres morts ou penchés vers la rivière devront être émondés ou coupés pour permettre la construction des ouvrages de protection et diminuer la charge appliquée au talus.

##### Excavation

L'excavation se limitera à la construction des accès nécessaires à la mise en place de la berme.

Les matériaux d'excavation et les déchets ligneux devront être transportés hors du site dans un dépôt de matériaux secs ou dans un lieu d'enfouissement sanitaire.

### Empierrement

L'empierrement serait réalisé au niveau des hautes eaux.

La réalisation de cet ouvrage est simple puisqu'il s'agit de mettre en place un empierrement composé de pierre de 150 à 750 mm. Le volume de roc requis est estimé à 600 m<sup>3</sup>.

### Reboisement et ensemencement

Des travaux de renaturalisation des accès au site sont prévus.

#### **5.10.3 Matériaux requis**

Les quantités de matériaux requises pour la réalisation du projet sont les suivants :

- Pierre 150 à 750 mm : 600 m<sup>3</sup>
- Ensemencement : 270 m<sup>2</sup>

#### **5.10.4 Calendrier de réalisation**

Les travaux seront réalisés soit en période estivale lors de l'étiage pour assurer la plus grande sécurité possible ou en hiver lorsque la rivière et le sol sont gelés.

Une période d'une semaine devrait être suffisante pour corriger le site.

#### **5.10.5 Main d'œuvre requise et horaire de travail**

La main d'œuvre requise pour les travaux se répartit comme suit :

Supervision :	1 contre-maître
Travaux divers :	2 manœuvres
Pelle mécanique :	1 opérateur
Transport :	6 camionneurs pour 6 camions lourds

L'horaire des travaux sera de 8 :00h à 17 :00h, du lundi au vendredi, pendant la durée des travaux.



### 5.10.6 Durée de vie du projet

La conception des ouvrages a été pensée en fonction de régler définitivement le problème de stabilité de ce site.

### 5.10.7 Coût du projet

Le coût de ce projet est estimé à 28 897 \$ basé sur le détail suivant :

• Aménagement des accès	Forfaitaire	2 000 \$
• Pierre 150 à 750 mm	600 m <sup>3</sup> x 40.00 \$/m <sup>3</sup>	24 000 \$
• Ensemencement	270 m <sup>2</sup> x 1.00 \$/m <sup>2</sup>	270 \$

Sous-Total	26 270 \$
Contingence (10%)	2 627 \$
<b>Total</b>	<b>28 897 \$</b>

## 5.11 SECTEUR 13

### 5.11.1 Description de la zone des travaux

La zone des travaux est située le long du rang de la rivière Sud-Ouest entre les numéros civiques 285 et 281 (fig. 12).

Cette zone correspond au secteur où des problèmes d'érosion et de stabilité ont été observés sur environ 75 mètres. La route a été construite à plus d'une trentaine de mètres de la rive et deux maisons surplombent le talus d'une hauteur moyenne de huit mètres.

### 5.11.2 Activités de construction

Un plan technique détaillé est présenté à l'annexe III.

#### Déboisement

Le projet ne requiert pas de travaux de déboisement significatifs. Les arbres morts ou penchés vers la rivière devront être émondés ou coupés pour permettre la construction des ouvrages de protection et diminuer la charge appliquée au talus.

### Excavation

L'excavation se limitera à la construction des accès nécessaires à la mise en place de la berme.

Les matériaux d'excavation et les déchets ligneux devront être transportés hors du site dans un dépôt de matériaux secs ou dans un lieu d'enfouissement sanitaire.

### Empierrement

L'empierrement serait réalisé en haut du niveau des hautes eaux.

La réalisation de cet ouvrage est simple puisqu'il s'agit de mettre en place un empierrement composé de pierre de 150 à 750 mm. Le volume de roc requis est estimé à 1 100 m<sup>3</sup>.

### Reboisement et ensemencement

Des travaux de renaturation des accès au site sont prévus.

## **5.11.3 Matériaux requis**

Les quantités de matériaux requises pour la réalisation du projet sont les suivants :

- Pierre 150 à 750 mm : 1 100 m<sup>3</sup>
- Ensemencement : 520 m<sup>2</sup>

## **5.11.4 Calendrier de réalisation**

Les travaux seront réalisés soit en période estivale lors de l'étiage pour assurer la plus grande sécurité possible ou en hiver lorsque la rivière et le sol sont gelés.

Une période de une à deux semaines devrait être suffisante pour corriger le site.

### 5.11.5 Main d'œuvre requise et horaire de travail

La main d'œuvre requise pour les travaux se répartit comme suit :

Supervision :	1 contre-maître
Travaux divers :	2 manœuvres
Pelle mécanique :	1 opérateur
Transport :	6 camionneurs pour 6 camions lourds

L'horaire des travaux sera de 8 :00h à 17 :00h, du lundi au vendredi, pendant la durée des travaux.

### 5.11.6 Durée de vie du projet

La conception des ouvrages a été pensée en fonction de régler définitivement le problème de stabilité de ce site.

### 5.11.7 Coût du projet

Le coût de ce projet est estimé à 47 322 \$ basé sur le détail suivant :

• Aménagement des accès	Forfaitaire	4 000 \$
• Pierre 150 à 750 mm	1 100 m <sup>3</sup> x 35.00 \$/m <sup>3</sup>	38 500 \$
• Ensemencement	520 m <sup>2</sup> x 1.00 \$/m <sup>2</sup>	520 \$
		<hr/>
Sous-Total		43 020 \$
Contingence (10%)		4 302 \$
		<hr/>
<b>Total</b>		<b>47 322 \$</b>

## 6.0 PRIORISATION DES SECTEURS

Un ordonnancement d'exécution a été établi en considérant que les travaux se feront dans le cadre du plan quinquennal débutant en janvier 2005. Les sites présentant une stabilité précaire en raison d'un faible facteur de sécurité ont été priorités et ce pour protéger le public et les infrastructures. Les travaux ont été regroupés en blocs de manière à répartir les coûts le plus équitablement possible tout au long de ces cinq années.

- **Hiver 2005**
  - Secteur 08
  - Secteur 11
  
- **Hiver 2006**
  - Secteur 13
  - Secteur 01
  - Secteur 09
  
- **Été 2006**
  - Secteur 07
  
- **Hiver 2007**
  - Secteur 12
  - Secteur 10
  - Secteur 04
  
- **Hiver 2008**
  - Secteur 06
  
- **Hiver 2009**
  - Secteur 05