

Guide de contrôle de l'érosion en milieu urbain

Corporation de gestion CHARMES

Secteur Suivi environnemental

Sherbrooke
Septembre 1999

SOMMAIRE

L'augmentation rapide de l'érosion et de la sédimentation causés par la construction peut causer de sérieux dommages environnementaux. Les taux élevés d'érosion se traduisent par la perte du sol végétal, le colmatage des structures de drainage, la perte d'habitat faunique et la détérioration générale des milieux naturels.

Plusieurs études se sont attardées à évaluer la quantité de sol perdu selon le type de construction, la végétation en place, le climat et le type de sol. On évalue de façon générale que le taux d'érosion relatif aux activités de construction n'ayant aucune mesure de contrôle s'élève en moyenne à une valeur 200-400 fois supérieure au taux d'érosion en milieu rural (City of Scarborough, 1983). De plus, avec la venue de nouveaux développements résidentiels, commerciaux et des infrastructures associées (rue, aqueduc, égouts), la superficie potentiellement affectée par l'érosion est gigantesque. On considère que le taux d'érosion associé au site de construction moyen est de 20,000 tonnes/km²/année. Le comité technique ayant le mandat d'implanter des mesures de contrôle d'érosion à Scarborough, Ontario, a avancé que l'érosion provenant de sites de construction non-contrôlés produisent environ 4 tonnes de sédiments pour chaque nouveau résident.

Le but d'une intervention dans ce secteur d'activités est sans doute d'informer les acteurs municipaux et les promoteurs des méthodes et techniques qui permettent de réduire au minimum la quantité de sol érodé provenant des sites de construction et acheminée dans les cours d'eau et dans le réseau de drainage adjacent.

TABLE DES MATIÈRES

SOMMAIRE	i
TABLE DES MATIÈRES	ii
LISTE DES FIGURES.....	iv
LISTE DES TABLEAUX.....	iv
LISTE DES ANNEXES.....	v
INTRODUCTION	1
1. ASPECT THÉORIQUE	2
1.1 Processus d'érosion	2
1.1.1 Érosion en nappe.....	2
1.1.2 Érosion en rigole.....	2
1.1.3 Ravinement.....	3
1.2 Processus de sédimentation	3
1.3 Les bassins versants des rivières Magog et Saint-François	3
1.4 Impacts de l'érosion et de la sédimentation	4
1.4.1 Impacts économiques	5
1.4.2 Impacts environnementaux	6
2. PRINCIPES DE BASE DE PLANIFICATION	7
2.1 Prendre en considération l'aspect général du terrain	7
2.2 Limiter le temps d'exposition des zones dénudées.....	7
2.3 Maintenir en place la végétation existante.....	7
2.4 Stabiliser les zones dénudées.....	8
2.5 Assurer un programme d'inspection et d'entretien.....	8
3. OUTILS DE DÉCISION	9
3.1 Formule adaptée du Vermont Geological Survey	9

3.1.1	Évaluation du potentiel d'érosion du site	9
3.2	La procédure de calcul	11
3.2.1	La superficie	11
3.2.2	La pente.....	12
3.2.3	Le temps.....	12
3.2.4	La distance	13
3.2.5	Cote totale de potentiel d'érosion.....	13
3.3	Plan de gestion des sites de constructions	14
3.4	La sélection des mesures de contrôle	15
4.	PRATIQUES DE GESTION OPTIMALE EN MILIEU URBAIN	17
4.1	Mesures routinières de contrôle d'érosion	17
4.1.1	Minimiser l'intervention en temps et en superficie	17
4.1.2	Zones tampons végétalisées	18
4.1.3	Digue de déviation	19
4.1.4	Recouvrir les matériaux	20
4.1.5	Ballots de paille.....	20
4.1.6	Protection des puisards.	22
4.1.7	Ensemencement avec agent protecteur.....	24
4.2	Mesures complémentaires pour les sites problématiques.....	25
4.2.1	Les paillis.....	25
4.2.1.1	Paille.....	25
4.2.1.2	Fibre de bois.....	26
4.2.1.3	La stabilisation chimique.....	26
4.2.2	La clôture à sédiment.....	27
4.2.3	Bassin de rétention	28
4.2.4	Engazonnement (Tourbe)	29
4.2.5	Les seuils dissipateurs d'énergie	30
4.2.6	Accès stabilisé	31
4.2.7	Digue d'interception	31
4.2.8	CBM.....	32
4.2.9	Le Sediment Mat.....	32
4.3	Construction en période hivernale	33
5.	PROGRAMME D'ENTRETIEN ET DE SUIVI.....	35
5.1	Points à vérifier lors de l'inspection.....	35
5.2	Programme d'entretien spécifique	36
5.2.1	Les ballots de paille	36
5.2.2	La protection des puisards	36
5.2.3	Clôture à sédiment.....	37
	RÉFÉRENCES	38

LISTE DES TABLEAUX

1.1	Quantité de sables, en tonnes, à la station d'épuration de Sherbrooke.....	6
3.1	Charte de conversion pour la valeur superficie, en hectare.....	11
3.2	Charte de conversion pour la valeur pente... ..	12
3.3	Charte de conversion pour la valeur temps.....	12
3.4	Charte de conversion pour la valeur distance.....	13
3.5	Les mesures de contrôle pour les endroits spécifiques.....	16

LISTE DES FIGURES

3.1	Mise en place des mesures sur un chantier de construction.....	14
4.1	La protection de la végétation en place.....	18
4.2	La digue de déviation.....	19
4.3	Recouvrement des matériaux de construction.	20
4.4	Critères d'installation des ballots de paille.....	21
4.5	Puisard envasé par les activités de construction.....	22
4.6	Le filtre StreamGuard tm	23
4.7	Protection des puisards par des bassins de rétention.	24
4.8	La clôture à sédiment.....	28
4.9	Bassin de rétention en milieu urbain.	29
4.10	Seuils dissipateurs d'énergie.....	30
4.11	Accès au site stabilisé.....	31
4.12	<i>Continuous Berm Machine</i>	32

INTRODUCTION

Ce guide se veut une aide technique pour le contrôle de l'érosion sur les sites de construction. L'objectif est de diminuer l'apport en sédiments aux cours d'eau environnants. Dans les pages qui suivent, vous trouverez des notions concernant l'approche préalable à la mise en chantier et les outils de contrôle d'érosion pouvant répondre aux particularités de chaque site.

L'implantation de mesures de contrôle de l'érosion sur les chantiers de construction s'avère essentielle dans le contexte d'un développement durable. Depuis les années soixante-dix, plusieurs États américains se sont dotés d'instruments légaux leur permettant d'agir directement sur le contrôle de l'érosion dans le secteur des transports, de l'agriculture, de la foresterie, et plus récemment en milieu urbain (Annexe 1).

Il y a relativement peu de mesure qui réduise ou qui empêche directement l'érosion en protégeant la surface du sol. On y compte la végétation, l'installation de paillis et le contrôle chimique. D'autres méthodes agissent en limitant la longueur d'une pente. En fait, ils réduisent la vitesse et par conséquent, la capacité d'entraînement des particules. On parle alors des bermes filtrantes, des digues de déviation et des tampons végétaux. Un autre groupe de mesures de contrôle agit principalement en enlevant les matières en suspension, une fois le phénomène de transport enclenché. Le principe vise à réduire la vitesse de l'eau chargée en sédiment de façon à ce qu'elle ne puisse plus transporter ou maintenir en suspension les particules de sol. On utilise les ballots de paille, le bassin de rétention, la clôture à limon et les barrières végétales pour répondre à ces besoins.

Les mesures de contrôle d'érosion n'ont aucune valeur si elles ne sont pas installées adéquatement, aux bons endroits, au bon moment et si elles ne sont pas correctement entretenues. De plus, pour s'assurer d'obtenir de bons résultats, il faut que les contracteurs, les dirigeants et le personnel concerné comprennent bien les besoins et les moyens appropriés dans la lutte contre l'érosion.

Il faut toutefois retenir que c'est le contrôle à la source qui demeure la meilleure solution, entre autre parce que ça n'implique généralement que des interventions simples et peu coûteuses. L'approche tout au long de ce guide en est une qui encourage les mesures préventives plutôt que correctives.

1. ASPECT THÉORIQUE

1.1 *Processus d'érosion*

Les processus d'érosion peuvent être divisés en deux étapes. La première consiste d'abord à l'action du décrochement des particules de sol sur la masse d'origine par l'impact des gouttes de pluie ou par l'impact du gel-dégel. La deuxième est caractérisée par le transport des particules, principalement par le ruissellement. Les formes d'érosion les plus susceptibles d'occasionner des problèmes en milieu urbain sont l'érosion en nappe, l'érosion en rigole et le ravinement.

1.1.1 Érosion en nappe

L'érosion en nappe survient généralement au printemps lors du dégel et de la fonte du couvert de neige. Elle agit lorsque le sol est saturé d'eau. De plus, la capacité d'infiltration se retrouve très limitée suite à l'action du martèlement des gouttes de pluies sur la surface du sol. Ce compactage du sol favorise un ruissellement diffus qui entraîne les particules les plus fines de la couche superficielle et entraîne généralement la matière organique et les éléments nutritifs. Elle ne laisse que le sol sous-jacent moins fertile. Cette situation peut donc engendrer des problèmes de recolonisation végétale des milieux dégradés.

1.1.2 Érosion en rigole

L'érosion en rigole commence à agir lorsqu'un ruissellement plus ou moins diffus se concentre dans les parties les moins élevés du terrain. Lorsque le ruissellement en nappe se transforme en ruissellement plus profond, plus encaissé dans le sol, la turbulence et la vitesse de l'eau de ruissellement augmentent. Cette énergie est donc concentrée et accessible pour à la fois, déloger et transporter les particules. Ce processus provoque de petits corridors d'écoulement d'environ 4 cm que l'on nomme rigoles. L'action érosive est plus importante à la fonte des neiges et lors des fortes averses.

1.1.3 Ravinement

Les formes de ravinement peuvent être observées suite au surcreusement des rigoles ou lorsque plusieurs rigoles se réunissent pour former un seul canal plus large et plus profond. Une pluie importante peut transformer une petite rigole en un ravin considérable en quelques heures. Lorsque que le ravinement est enclenché, il est très difficile de l'empêcher de s'agrandir et les correctifs peuvent être coûteux. Gray et Leiser (1982) précisent cependant que si le ravinement est plus spectaculaire et plus difficile à contrôler, l'érosion en rigoles demeure plus néfaste en terme de quantité de sédiments transportés.

1.2 Processus de sédimentation

La sédimentation se produit lorsque l'énergie du ruissellement, en décroissance, devient insuffisante pour transporter les particules. Les particules plus grossières, tel le gravier et le sable seront déposées les premières, tandis que les particules les plus fines seront maintenues en suspension pour une plus longue période.

1.3 Les bassins versants des rivières Magog et Saint-François

Cette partie du travail est essentielle pour bien comprendre comment l'érosion en milieu urbain peut créer autant de dommages à nos rivières. Pour ce faire, nous commencerons par décrire le bassin versant de chacune.

La rivière Magog, qui draine un bassin ayant une superficie d'environ 2 000 km² et qui possède un débit moyen de 33 m³/s, occupe une partie du bassin versant de la rivière Saint-François. Elle prend sa source à l'extrémité du lac Memphrémagog, parcourt une trentaine de kilomètres en passant par le lac Magog, puis se déverse dans la rivière Saint-François. Plusieurs ruisseaux se jettent dans la rivière Magog, dont les ruisseaux Nick, Lyon et Paré. Ces ruisseaux peuvent être porteurs de sédiments et puisqu'ils se jettent dans la rivière, ils peuvent contribuer à la dégradation de la qualité de l'eau, comme le ruisseau Nick par exemple qui, à une époque, déversait des quantités énormes de sédiments dans la rivière Magog.

Le bassin versant de la rivière Saint-François, quant à lui, draine un territoire de plus de 10 000 km², traverse les basses terres du Saint-Laurent et des Appalaches et même une partie du territoire américain. Ses principaux tributaires sont les rivières Eaton, Magog, Massawippi, Coaticook et au Saumon.

Avec l'urbanisation, d'autres composantes ont fait leur apparition dans les réseaux hydrographiques des bassins versants dans lesquels elles se trouvent. Nous parlons ici des canalisations qui drainent les eaux pluviales ainsi que les fossés. Bien qu'elles soient d'origine humaine, ces composantes ont un effet majeur sur les cours d'eau puisqu'ils s'y déversent directement.

Avec le développement urbain, petit à petit les ruisseaux ont été canalisés pour faire place à un système élaboré de drainage d'eau pluviale, c'est à dire les regards. Imaginez un instant qu'une maison est en construction, que le terrain est dénudé de toute végétation et qu'une forte pluie s'abat sur la ville de Sherbrooke. Les gouttes d'eau qui tomberont sur le terrain dénudé provoqueront un ruissellement, et cette eau sera évacuée par un regard ou par un fossé, dépendant lequel est à proximité. Cette eau, chargée en sédiment, se dirigera tout droit dans la rivière Magog ou Saint-François.

Également, avant l'arrivée de la recommandation sur l'entretien des fossés routiers, toute intervention dans ceux-ci était susceptible d'avoir des impacts négatifs sur la qualité de nos cours d'eau, comme le colmatage des frayères, l'envasement des plages, etc.

1.4 Impacts de l'érosion et de la sédimentation

Lorsque l'on perturbe le sol par des activités de constructions résidentielles et commerciales ou par les travaux routiers, l'action érosive s'amplifie de 2 à 40 000 fois (Goldman *et al*, 1986). Des milliers de tonnes de sédiments sont transportés jusque dans nos rivières et nos lacs. Conséquemment, chaque année, les contribuables, les municipalités, les promoteurs et les propriétaires dépensent des sommes d'argent importantes pour la réfection des routes délavées, des égouts pluviaux colmatés et la stabilisation des collines affectés par le ravinement

1.4.1 Impacts économiques

L'aspect économique des processus d'érosion est non-négligeable. En effet, des sommes importantes doivent être déboursées pour corriger les effets néfastes des différents processus d'érosion en milieu urbain. Le U.S. Environmental Protection Agency a produit un rapport dans lequel il démontre que l'utilisation adéquate des mesures de contrôle de l'érosion peut réduire de 90 à 96% la perte de sol sur les sites de construction. De plus, cette étude démontre que la mise en place de ces mesures implique des coûts qui représentent la moitié voir même le tiers des coûts habituels de nettoyage associé aux problèmes d'érosion qu'a subit un chantier non-protégé (U.S.E.P.A., 1973). À ce sujet, voici quelques expériences ou données recueillies dans la région ;

- Suite aux actions préventives mise de l'avant par la Direction régionale de l'Estrie du Ministère des Transports et des propositions du groupe environnemental RAPPEL, on a vite constaté les bienfaits d'une pratique fort simple de réduction de l'érosion. En effet, la méthode des tiers inférieurs, qui consiste à ne décaper que le tiers inférieur des fossés routiers a fait ses preuves aux Centres de Service de Sherbrooke et de Richmond. Cette méthode d'abord expérimentale pourrait bientôt être appliquée à la grandeur du Québec. La méthode traditionnelle d'entretien des fossés de drainage consistait à décaper complètement le fossé de tout couvert végétal. Conséquemment, le sol était facilement érodé et transporté par le ruissellement vers les cours d'eau naturels. Or, en ne prélevant que le tiers inférieur (zone d'écoulement réel), on réduit grandement le potentiel d'érosion. D'autres part, les coûts impliqués normalement dans le transport des matériaux retirés lors de ces interventions ont été réduits d'environ 60 % (Jean Gagné, Ministère des Transport, comm. pers., 1998). Le temps attribué à cette tâche, l'usure de la machinerie et la périodicité de l'entretien ont également été réduits, ce qui nous mène à croire à l'efficacité de cette méthode. Celle-ci permet également de diminuer les réclamations concernant les dommages causés aux propriétés tels que les bris de clôtures et de bornes d'arpentage.
- D'autres parts, la Régie d'assainissement des eaux de la région sherbrookoise doit disposer annuellement de 298 tonnes de sable. Ils récupèrent ces matériaux par les opérations de désablage/dégrillage qui visent à séparer les éléments solides du liquide. Le coût annuel pour acheminer le sable au site d'enfouissement s'élève à 9 000\$. Vraisemblablement, le sable recueilli par la Régie est acheminé par le réseau d'égouts pluviaux combinés à celui

des égouts sanitaires (Communication pers. André Robert, Régie d'assainissement, le 25 février 1998). Le tableau 1.1 illustre la quantité de sable récolté mensuellement par la Régie d'assainissement de la région sherbrookoise pour les années 1996 et 1997. Nous comprenons toutefois que ces chiffres incluent le sable qu'utilise la municipalité en période hivernale. Cependant, on remarque que la station d'épuration recueille des quantités élevées de sable tout au long de l'été. Cette observation nous confirme qu'un bon pourcentage de ces données provient directement de l'érosion urbaine.

Tableau 1.1 Quantité de sables, en tonnes, à la station d'épuration de Sherbrooke.

	Janv.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juill.	Août	Sept	Oct.	Nov.	Déc.	Total
1996	45	23	43	43	25	33	26	16	5	22	14	46	341
1997	17,2	19,3	11,7	30,8	35,4	26,4	30,9	44,5	33,5	17,6	23,1	7,5	298

(d'après la Régie d'assainissement des eaux de la région sherbrookoise, 1997)

- De plus, le budget annuel attribué à l'entretien des puisards à Sherbrooke s'élève à 71 900 \$ pour 1998. L'entretien des 7 616 puisards de la municipalité a permis de retirer, en 1997, 1 098 tonnes de sédiments. En 1996, on a prélevé 1 278 tonnes de sable, pour une moyenne de 0,17 tonne par puisard et en 1995, on en a retiré 902 tonnes pour une moyenne de 0,12 tonne par puisard (Communication pers. Gilles Thibault, Travaux publics, Ville de Sherbrooke).

1.4.2 Impacts environnementaux

Les sédiments peuvent altérer de façon plus ou moins marquée la qualité physico-chimique de l'eau. D'ailleurs en se déposant, ces sédiments participent à l'envasement du fond des cours d'eau et rendent ces milieux inaptés comme support aux différents organismes. Il faut également considérer le réchauffement des eaux de fossés dévégétalisés et des structures d'évacuation des eaux de pluies. La chaleur excessive et la charge en matières nutritives surfertilisent et asphyxient les plans d'eau naturels, qui se traduit par une diminution de l'oxygène dissous. L'apport en phosphore et en azote joue un rôle important dans le maintien et la prolifération des plantes aquatiques (Gouvernement du Québec, 1997). De plus, l'Indiana

EPA affirme que l'apport en sédiments favorise la prolifération des plantes et des algues nuisibles.

L'apport massif de sédiments dans les cours d'eau a pour effet de recouvrir la faune benthique et de détériorer les aires de fraie. La turbidité va également réduire les processus de photosynthèse à l'intérieur même du cours d'eau se traduisant ainsi en la perte d'habitat et de nourriture (Goldman *et al.*, 1986).

2. PRINCIPES DE BASE DE PLANIFICATION

2.1 *Prendre en considération l'aspect général du terrain*

Le meilleur moyen pour minimiser les problèmes d'érosion et de sédimentation causés par des sites de construction est de limiter le plus possible la superficie d'intervention. Il est également préférable de prendre en considération l'aspect général du site où les travaux seront réalisés. Donc, la topographie doit être respectée si possible, en limitant les interventions dans les pentes supérieures à 15%. Les activités doivent être limitées dans les zones sensibles et doivent être à une distance minimum des éléments contraignants.

2.2 *Limiter le temps d'exposition des zones dénudées*

Le temps est un aspect important dans l'action érosive sur les sites de construction. Donc, plus les travaux seront longs, plus l'impact sera grand. Il faut donc limiter au maximum la durée de l'intervention. On peut y arriver en divisant le site en secteurs en fonction des travaux à effectuer. Une fois les travaux terminés, chaque secteur doit être stabilisé, soit par des mesures temporaires ou permanentes. Il faut également prendre en considération les procédures spécifiques à la période hivernale.

2.3 *Maintenir en place la végétation existante*

Maintenir un couvert végétal contribue largement à contrôler l'érosion. En fait, un sol couvert de végétation non-perturbée est très peu susceptible à l'érosion. La végétation en place joue un

rôle de tampon entre le site perturbé et les zones à protéger. En effet, plusieurs études démontrent la capacité de rétention et de protection d'un couvert végétal qu'il soit arborescent, arbustif ou herbacé (Santha; Gratton, L, 1994). Suite à la revégétalisation du site, on considère que le taux d'érosion est tout de même supérieur, pour une période de cinq ans, au taux qu'avait le site avant la mise en chantier (Goldman *et al.*, 1986).

2.4 Stabiliser les zones dénudées

La stabilisation immédiate des sites perturbés demeure l'alternative la plus appropriée parmi les mesures correctives. En effet, si on ensemence le site immédiatement après les derniers travaux de nivellement, on augmente le rendement du contrôle d'érosion (Maine Department of Transportation, 1986). Plusieurs *Department of Transportation* américain optent pour la combinaison de l'ensemencement et d'un paillis protecteur. Des documents mentionnent que l'utilisation de la végétation comme mesure de protection a souvent été mal utilisée et qu'il serait profitable de garder le paillis protecteur jusqu'à ce que le gazon soit à pleine maturité, donc bien ancré et par conséquent, plus résistant face à l'action érosive (Lanka et Salista Santha, RoLanka International Inc.; Golman *et al.*, 1986).

2.5 Assurer un programme d'inspection et d'entretien

L'inspection et l'entretien des mesures sont essentiels au bon rendement de tout programme d'action contre l'érosion. D'ailleurs, 90% des *Department of Transportation* américain croient fermement à l'importance du suivi et de l'entretien des mesures de contrôle d'érosion pour s'assurer d'une protection adéquate (Mitchell).

3. OUTILS DE DÉCISION

3.1 *Formule adaptée du Vermont Geological Survey*

Nous proposons ici, une méthode relativement simple qui est tirée du *Vermont Handbook for Erosion and Sediment Control* (1987). Cette méthode implique l'utilisation de chartes de conversion qui permettent de transférer les données obtenues pour les différents paramètres en cotes individuelles. Finalement, ces cotes sont intégrées dans une formule qui nous donnera la cote finale du potentiel d'érosion évalué pour le site en question. Cette cote finale nous renseignera sur le potentiel d'érosion des travaux à cet endroit et sur le type de mesures à utiliser.

3.1.1 Évaluation du potentiel d'érosion du site

La planification doit débiter par une étude des caractéristiques du site en question. Plusieurs sites de construction peuvent être facilement divisés en sections homogènes. Cette division peut être basée sur l'intensité du développement proposé ou sur les conditions existantes du site (type de sol, pente...). S'il s'avère avantageux de morceler le terrain en parcelles homogènes, on devra alors évaluer le potentiel d'érosion et planifier des mesures de contrôle séparément, pour chacune de celles-ci. Par contre, le plan de gestion devra considérer l'ensemble du site.

On estime que le site de construction a un faible potentiel d'érosion ;

- Si la plus grande zone dénudée sur le site de construction est inférieure à 1 ha.
- Si la pente la plus forte est inférieure à 10%.
- Si les activités de construction, sans stabilisation, s'échelonnent sur moins de trois mois.

- Si l'on retrouve une bande protectrice de végétation de plus de 30 mètres qui sépare le site de construction des éléments bâtis existants (immeuble, rue, trottoir...) ou d'un cours d'eau **ET** si les propriétés adjacentes sont protégées par une bande de végétation de plus de 15 mètres.

Le site de construction peut rencontrer des problèmes d'érosion et de sédimentation qui mériteraient une attention particulière si une des conditions précédentes n'est pas rencontrée. On devra alors utiliser les mesures de contrôle détaillées dans la partie 4.2 de ce rapport.

Pour déterminer la sévérité du potentiel d'érosion, la formule adaptée du *Vermont Geological Survey* s'avère intéressante.

La formule pour évaluer le potentiel d'érosion pour les sites de construction est la suivante ;

$$\boxed{CFPE = S \times (P + T) \times D}$$

Où CFPE = Cote Finale du Potentiel d'Érosion

S = Superficie

P = Pente

T = Temps

D = Distance

- Si on obtient un CFPE inférieur à 100, on considère que le site a un faible potentiel d'érosion.
- Si le CFPE se situe entre 100 et 400, le site a un potentiel d'érosion moyen.
- Si on obtient un CFPE supérieur à 400, le site offre un potentiel d'érosion élevé.

Les mesures de contrôle d'érosion à utiliser varient selon le potentiel d'érosion et de sédimentation qu'offre le site en question. Généralement, le site qui obtient une cote finale inférieure à 100 demande des mesures de contrôle décrites à la section 4.1 (Mesures routinières de contrôle d'érosion). La section 4.2 intègre les mesures de contrôle particulières

adaptées aux sites offrant un potentiel d'érosion problématique (CFPE > 100). Les cotes individuelles sont également profitables pour déterminer les particularités du site qui requièrent une attention spéciale.

3.2 *La procédure de calcul*

La formule d'évaluation du potentiel d'érosion intègre les facteurs physiques suivants ; l'étendue des sols perturbés, la durée des travaux, la distance qui sépare le site des éléments contraignants et la pente. Voyons plus en détail chacun de ces éléments.

3.2.1 *La superficie*

On doit calculer, en mètres carrés, la superficie de sol perturbé par les activités de construction. On doit donc y inclure les routes d'accès, les aires de stationnement et les zones entourant les éléments bâtis.

On doit diviser la superficie totale en mètres carrés, par 10 000 pour obtenir la superficie en hectare.

Tableau 3.1 Charte de conversion pour la valeur superficie (en hectare)

Superficie(hectare)	S	Superficie	S
0 - 0,1	1	6,2 - 8,0	6
0,2 – 1,2	2	8,1 - 12,2	7
1,3 – 2,4	3	12,3 - 16,2	8
2,5 – 4,0	4	16,3 - 20,2	9
4,1 – 6,1	5	20,3 et +	10

Tiré du Vermont Geological Survey, (1987)

3.2.2 La pente

Utiliser une carte topographique de 1 : 1 000 et moins et mesurer la dénivellation, donc la différence entre le point le plus élevé et le point le plus bas du site avec les courbes de niveau. Ensuite, mesurer la distance horizontale qui sépare les deux points les plus rapprochés.

Dénivellation ÷ Distance x 100 = % d'inclinaison

Pour déterminer la cote individuelle, utiliser la charte suivante :

Tableau 3.2 Charte de conversion pour la valeur pente

% pente	P	% pente	P
0 – 1	1	8,1 - 10,0	6
1,1 – 2,0	2	10,1 - 12,0	7
2,1 – 4,0	3	12,1 - 14,0	8
4,1 – 6,0	4	14,1 - 16,0	9
6,1 -8,0	5	16,1 et +	10

Tiré de Vermont Geological Survey, 1987)

3.2.3 Le temps

Pour établir la cote individuelle du paramètre temporel, il faut déterminer la durée des travaux pendant laquelle le sol sera dénudé. Par contre, si le projet est échelonné sur plusieurs mois ou années, il convient d'évaluer séparément chaque phase de ce projet. Toutefois, si l'estimation de la durée des travaux s'avère impossible suite à un manque d'informations, il faut projeter une durée raisonnable la plus longue, soit six mois pour les petits projets et la date d'échéance du permis pour les plus gros projets. Le principe est de surestimer la durée des travaux.

Tableau 3.3 Charte de conversion pour la valeur temps

Semaines	T	Semaines	T
1	0	21 - 24	6
1,1 – 4	1	25 - 28	7
5 – 8	2	29 - 32	8
9 – 12	3	33 - 36	9
13 – 16	4	36 et +	10
17 - 20	5		

Tiré de Vermont Geological Survey (1987)

3.2.4 La distance

La cote individuelle du facteur de proximité est déterminée par la distance qui sépare le point le plus près du site perturbé jusqu'à un élément contraignant situé en bas de pente. Ces éléments peuvent être d'origine anthropique (aires de stationnement, immeubles, routes, puisards...) ou naturels (cours d'eau, milieux humides...).

Tableau 3.4 Charte de conversion pour la valeur distance

Distance	D	Distance	D
0 – 10	1	101 - 170	6
10,1 - 20,0	2	171 - 330	7
20,1 - 30,0	3	331 - 700	8
30,1 - 66,0	4	701 - 1 000	9
66,1 - 100,0	5	1 000 et +	10

Tiré de Vermont Geological Survey, (1987)

3.2.5 Cote totale de potentiel d'érosion

Pour obtenir la cote totale de potentiel d'érosion, il suffit d'intégrer chacune de cotes individuelles dans la formule suivante ;

$$\text{CTPE} = S _ \times (P _ + T _) \times D _$$

$$\text{CTPE} = _$$

Donc, le potentiel d'érosion calculé pour un site de construction est déterminé de la façon suivante ;

CTPE inférieure à 100	=	potentiel d'érosion faible
CTPE entre 100 et 400	=	potentiel d'érosion moyen
CTPE supérieure à 400	=	potentiel d'érosion élevé

3.3 Plan de gestion des sites de constructions

L'élément qui complète le processus de planification est le plan de contrôle d'érosion et de sédimentation. Ce document peut être accompagné d'un texte qui décrit les problèmes d'érosion potentiels et les mesures de mitigation proposées.

Ce plan peut être préparé en utilisant le plan de nivellement comme fond de carte ou document de base. Il est également possible de combiner ces deux documents. De façon globale, on doit retrouver une carte de localisation, une carte des conditions existantes du site, le plan de nivellement, le plan de contrôle d'érosion et le texte descriptif.

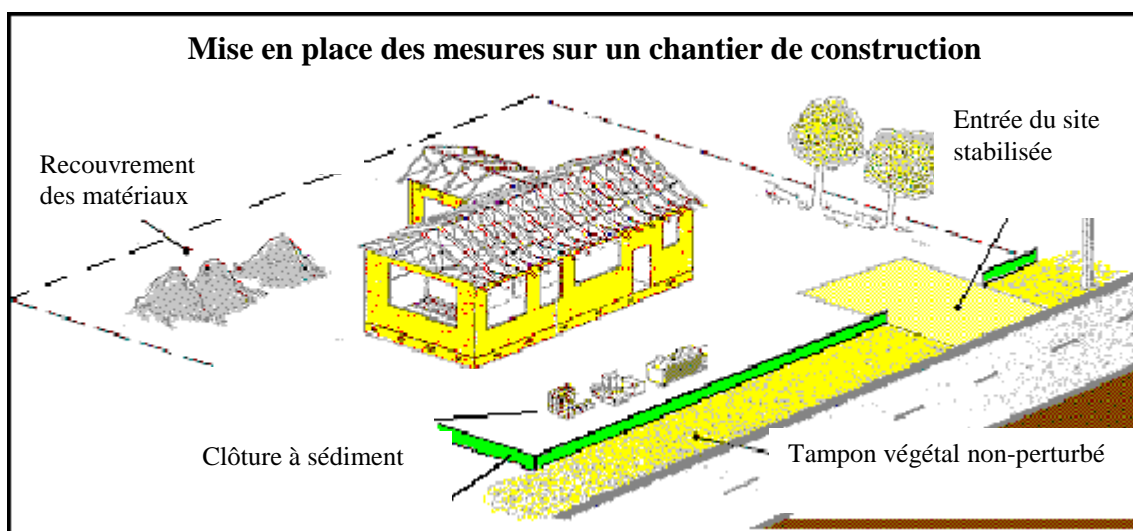


Figure 3.1 Mise en place des mesures sur un chantier de construction (d'après l'Australian Department of Environment, 1998).

Cette illustration démontre bien les aspects d'une planification préalable à la construction d'une résidence. En fait, l'Australian Department of Environment fait actuellement la promotion d'un programme de contrôle d'érosion et de sédimentation sur les sites de construction en milieu urbain. Ce site *idéal* présente des mesures de contrôle de l'érosion à la fois simples et efficaces. Ce sont, comme dans la plupart des interventions, des pratiques faisant appel au *gros bon sens*.

3.4.1 La sélection des mesures de contrôle

En ayant la cote finale de potentiel d'érosion, nous pouvons maintenant déterminer avec plus de précision quel type de mesure de contrôle à mettre en place. Les sites qui obtiennent une cote inférieure à 100 doivent présenter des mesures de contrôle routinières. Celles-ci sont décrites dans la section 4.1. Ce sont des mesures de prévention qui doivent être mises en place sur tous les sites, peu importe le potentiel d'érosion. Toutefois, l'adaptation ou la modification de ces mesures est encouragée dans le seul but de limiter l'apport en sédiment provenant des sites de construction vers les eaux de surface.

Les projets de construction qui obtiennent une cote de potentiel d'érosion moyenne (CFPE entre 100 et 400) devraient utiliser les mesures routinières en plus des mesures suivantes ;

- Barrière à sédiment ;
- Dissipateurs d'énergie ;
- Bassin de rétention pour recueillir les eaux chargées en sédiments.

Les sites ayant obtenus une cote de potentiel d'érosion élevé (CFPE supérieure à 400) devraient utiliser les mesures routinières en plus des mesures suivantes ;

- Barrière à sédiment ;
- Dissipateur d'énergie ;
- Bassin de rétention ;
- Digues d'interception sur une pente ayant plus de 50 mètres de distance vers le bas.

On devrait planifier un échéancier concernant les inspections et l'entretien de toutes les mesures mises en place.

On devrait également faire une description des mesures de contrôles spécifiques utilisées pour contrôler chaque paramètre ayant obtenu une cote individuelle de potentiel d'érosion supérieure (CIPE) à 5 (section 3.2 ; superficie, pente, distance et temps).

De plus, si la cote de potentiel d'érosion pour le facteur *distance*, obtenue dans la procédure de calcul (section 4.2.4), est égale ou supérieure à 9, une description des mesures mises en place pour protéger les éléments contraignants doit être faite.

Tableau 3.5 Les mesures de contrôle pour les endroits spécifiques.

Mesures de contrôle	Pente	Fossé de drainage	Site plat	Matériaux d'emprunt	Propriétés voisines	page
Zones tampons végétalisées						17
Bassin de rétention						27
Clôture à sédiment						26
Digue de déviation						18
Digue d'interception						30
Accès stabilisé						30
Dissipateur d'énergie						29
Engazonnement						28
Ensemencement avec un agent protecteur						23
Ballots de paille						19

(d'après Vermont Geological Survey, 1987)

4. PRATIQUES DE GESTION OPTIMALE EN MILIEU URBAIN

Les méthodes et les techniques qui suivent font partie des mesures qui sont connues et couramment utilisées. Un des paramètres utilisé dans le choix des méthodes présentées est leur faible coût. Ces méthodes peuvent être installées et entretenues par une main-d'œuvre non-spécialisée. Pour la sélection des mesures de contrôle, le chargé de projet ou le contremaître de chantier doit considérer la faisabilité et le rapport qualité-prix en fonction des buts de réduction de l'érosion et de la sédimentation. Il ne s'agit pas ici de faire une description de toutes les mesures de contrôle d'érosion disponibles sur le marché ou techniquement applicables. Ce sont principalement des mesures temporaires dont les détails de construction sont bien établis, sans toutefois être exigés. On vous encourage à être créatif et innovateur dans l'adaptation ou la modification de ces méthodes de façon à répondre au but ultime qui est de limiter au maximum la perte de sol entraîné dans les eaux de ruissellement issues des sites de construction. De plus, vous trouverez à l'annexe 2, une liste des fournisseurs de produits de contrôle d'érosion.

4.1 Mesures routinières de contrôle d'érosion

Sur la plupart des sites de construction il est possible de contrôler l'érosion et la sédimentation de façon efficace et sans problème majeur. Ces mesures sont décrites dans les pages suivantes. Il est important de rappeler que l'aspect d'entretien et d'inspection sont essentiels pour assurer l'efficacité du système mis en place.

4.1.1 Minimiser l'intervention en temps et en superficie

Pour minimiser le temps d'exposition d'un sol perturbé, on se doit de bien préparer le plan de gestion du site de construction. Planifiez les phases de la construction de façon à minimiser le temps d'exposition des zones mises à nu. Il faut tout de même stabiliser le terrain immédiatement après les travaux avec un couvert végétal et/ou un paillis.

Il est possible de réduire les perturbations sur le milieu en installant des clôtures à neige sur les limites de la zone des travaux. De cette façon, les véhicules et la machinerie spécialisée seront confinés à l'intérieur de ces limites et du même fait, l'impact sur le sol et la végétation sera limité à l'essentiel. Il faut toutefois ancrer la clôture à neige à des poteaux de bois ou métalliques. Il est recommandé de la garder en place jusqu'à la fin des travaux pour ainsi maximiser son efficacité. Des inspections à intervalles réguliers et un entretien rigoureux s'avèrent nécessaires (Goldman *et al.*, 1986; Vermont Geological Survey, 1987; Mitchell).

4.1.2 Zones tampons végétalisées

Une zone tampon de végétation de 15 mètres devrait être laissée en place afin d'isoler le site de construction des propriétés voisines, ou des cours d'eau naturels ou anthropiques. Cette bande végétale a la capacité de réduire considérablement la vitesse du courant et intercepte les sédiments. Ainsi, la protection de la végétation existante s'avère très importante. Il est fortement recommandé de clôturer le pourtour de la zone de construction comme le démontre la figure 4.1. De cette façon, on limite le stress infligé aux arbres et on augmente l'efficacité du programme de contrôle de l'érosion.



Figure 4.1 La protection de la végétation en place. (Tiré de North-Vancouver District, 1998)

4.1.3 Digue de déviation

Avant de débiter les travaux, il est recommandé d'évaluer la possibilité de faire des travaux qui permettraient de diminuer au maximum la quantité d'eau de ruissellement qui entre sur le site. En effet, une digue de déviation peut être érigée sur le périmètre du site ou d'un secteur où des perturbations du sol sont prévues. Cette structure devrait être érigée avant toutes autres activités menaçant la stabilité du sol.

Cette structure est utilisée pour diriger l'écoulement chargé en particules vers un bassin de rétention ou une trappe à sédiments. La figure 4.2 illustre le fonctionnement d'une telle mesure. Le chenal d'écoulement devrait être stabilisé le plus tôt possible par un enrochement si le bassin de drainage que reçoit cette structure est supérieur à 2 hectares. La digue devrait être végétalisée et recouverte d'un paillis aussitôt après sa construction. Les critères de construction sont les suivants ;

- Largeur au sommet : 1 mètre
- Hauteur : 45 cm
- Pente : 2 :1 ou plus faible

Figure 4.2 La digue de déviation (Tiré de Vermont Geological Survey, 1987)

4.1.4 Recouvrir les matériaux

En effet, le simple fait de recouvrir les stocks de matériaux de construction, tel que les amas de terre végétale, de gravier, de sable, élimine de façon instantané une source importante d'érosion. Le recouvrement est effectué simplement avec une bâche, une toile de plastique ou tout autre élément pouvant offrir une protection contre la pluie et le ruissellement. Il faut toutefois prendre soin de bien ancrer la toile de façon à ce qu'elle ne s'envole pas au vent. La Figure 4.3 permet de bien visualiser la disposition d'une telle mesure.



Figure 4.3 Recouvrement des matériaux de construction (Tiré de North Vancouver District, 1998).

4.1.5 Ballots de paille

Les ballots de paille sont généralement utilisés comme barrière temporaire et vise à intercepter et contenir de petites quantités de sédiments. Leur utilisation est très fréquente et répandue à travers les États Unis. D'ailleurs 60% des *Department of Transportation* en font une utilisation régulière (Mitchell). Disponible et accessible, cette méthode a souvent été mal utilisée. Plusieurs promoteurs, contracteurs et organismes ont fait usage des ballots de paille seulement pour adoucir l'opinion publique et pour répondre au critère d'obtention des permis (Beverly Barton, Erosion Prevention Specialist, City of Eugene, Oregon, 1998). Malgré sa simplicité si l'installation n'est pas conforme, l'efficacité s'en fait ressentir.

Il faut tenir compte dans la conception des barrières de ballots de paille, que celles-ci ne peuvent qu'être utilisées dans un bassin de drainage inférieur à 0,4 ha et pour des pentes qui ont une longueur inférieure à 30 mètres et un gradient inférieur à 2 : 1.

Voici les critères d'installation :

- Chaque ballot doit être bien positionné dans une tranchée d'une profondeur minimum de 10 cm.
- Si on installe la barrière au pied d'une pente on doit laisser un espace de 1,5 à 1,8 mètres pour faciliter l'accès pour l'entretien.
- Chaque ballot doit être ancré solidement avec un minimum de deux pieux de bois de 5 par 5 cm.
- Tous les ballots doivent être fermement attachés ensemble pour éviter les espacements qui permettraient l'infiltration de sédiments.
- Disperser de la paille sur le sol en avant la barrière a pour effet de bloquer les espaces entre les ballots et d'en augmenter l'efficacité lors de son utilisation contre l'érosion en nappe.
- Si on travaille dans une zone d'écoulement en ravinement ou dans un fossé, on doit centrer la structure dans le chenal d'écoulement et compacter le sol contre la barrière du côté qui reçoit l'écoulement.
- Après la stabilisation de la zone sensible, retirer les ballots pour ne pas limiter la capacité d'évacuation.

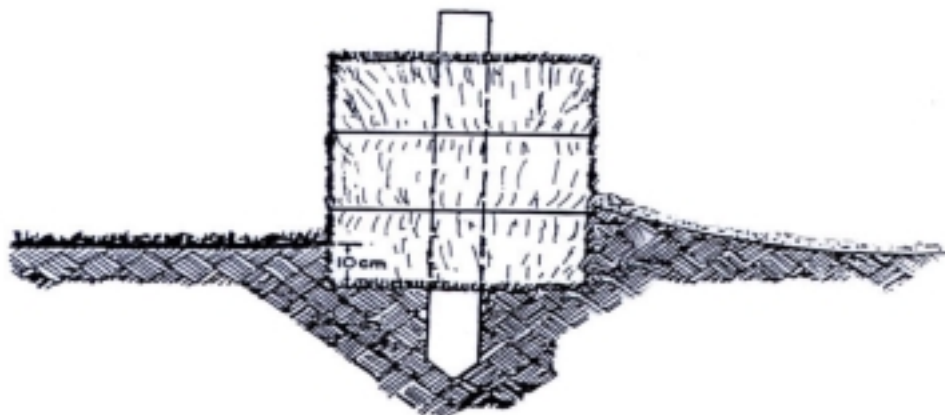


Figure 4.4 Critères d'installation des ballots de paille (Tiré du Maine Department of Transportation, 1986)

4.1.6 Protection des puisards.

Le moyen le plus efficace pour empêcher l'écoulement de l'eau chargée de sédiments dans un puisard est de stabiliser le site le plus tôt possible par la végétation et de retenir les sédiments à la source par des barrières à sédiments (section 4.2.1). Il est souvent difficile de rencontrer ces conditions et conséquemment on se doit de protéger directement les puisards. Si aucune mesure de protection n'est mise en place, le ruissellement chargé en sédiments s'écoulera jusqu'aux puisards et comme on peut le voir sur la figure 4.5, les conséquences peuvent être évidentes.



Figure 4.5 Puisard envasé par les activités de construction (CHARMES)

Les formes généralement rencontrées pour protéger les puisards sont les suivantes ;

- ballot de paille
- sacs de sable
- clôtures à limon
- filtres

Les ballots de paille peuvent être utilisés pour protéger les puisards aux endroits relativement plats (pente inférieure à 5%). Les spécifications d'installation sont les mêmes que pour les barrières à sédiments.

Les sacs de sable peuvent être utilisés dans la protection des puisards le long des trottoirs sur les rues asphaltés qui reçoivent une petite quantité de ruissellement. (inférieur à 0,014 m³/sec). La méthode de construction est simple. Il suffit de disposer les sacs de sable de façon à produire une barrière.

Il existe également des produits tel le SteamGuardtm, présenté à la figure 4.4 et le SiltSacktm qui agissent comme filtre sous le grillage des puisards. Certains fabricants prétendent que leurs produits retiennent jusqu'à 95 % de la charge en sédiments sans toutefois provoquer d'accumulation d'eau. Ces produits se vendent sur le marché à environ 60 \$ US l'unité.

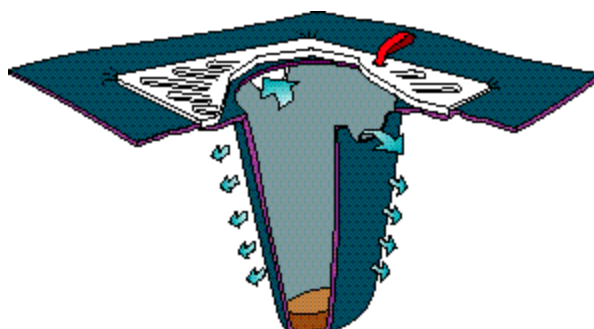


Figure 4.6 Le filtre SteamGuardtm

Il est également possible d'excaver un bassin de rétention sur le pourtour d'un puisard pour limiter l'apport en sédiments dans le réseau de drainage. La figure 4.7 illustre bien les critères d'installation d'une telle mesure.

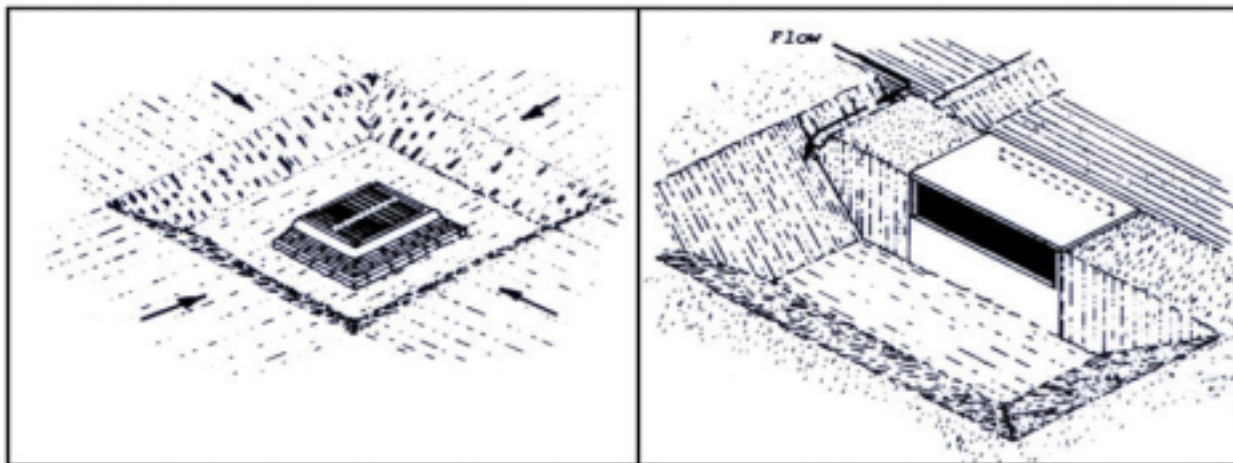


Figure 4.7 Protection des puisards par des bassins de rétention. (Tiré de Goldman *et al.*, 1986)

4.1.7 Ensemencement avec agent protecteur

Cette mesure est probablement la plus efficace du fait que la protection qu'elle offre est immédiate. Les agents (des paillis, de la fibre de cellulose de bois) fournissent une protection contre l'érosion pendant que le gazon prend racine. (Gouvernement du Québec, 1992). L'ensemencement avec un agent protecteur devrait être mis en place immédiatement lorsque les travaux de nivellement sont terminés.

Les particularités physiques qui déterminent le degré d'efficacité du couvert végétal sont la longueur et la rigidité des feuilles, la profondeur et la résistance du système racinaire, la densité des rhizomes, la structure des racines de surface et finalement la superficie couverte (*Hewlett et al.*, 1987).

L'étude de Lanka Santha démontre que l'utilisation du gazon comme mesure de contrôle de l'érosion s'avère très efficace. Cependant, il mentionne que l'utilisation du gazon sans agent protecteur a souvent été décevante. En fait, dans les premiers mois, le gazon, sans agent

protecteur, ne possède pas les qualités physiques requises pour agir efficacement. Ces agents de protection consistent la plupart du temps en des paillis, filet, tapis ou autres produits disponibles sur le marché.

4.2 Mesures complémentaires pour les sites problématiques

4.2.1 Les paillis

Les paillis forment une couverture de protection contre l'impact des gouttes de pluie et du ruissellement. Généralement ce type de mesure conserve l'humidité et agit comme tampon régularisateur face aux changements de température. Voici une description de différents types de paillis disponibles sur le marché :

4.2.1.1 Paille

- La paille est compactée en ballot et on peut se la procurer en grande quantité.
- Bien ancrée, elle procure une bonne protection contre l'impact des gouttes de pluie. permettant la croissance du gazon.
- Elle peut être appliquée manuellement et mécaniquement par un souffleur(les souffleurs ont une portée d'environ 15 mètres).
- On applique un ballot (80 lbs) par 200 mètres carrés (le sol devrait être légèrement visible à travers le paillis). Si on applique cette mesure sur un site ensemencé on doit étendre 3,4 tonnes/hectare, 1 à 2 pouces d'épaisseurs, qui couvre 80% de la surface du sol.
- Le paillis devrait être immédiatement ancré pour minimiser sa perte par le vent et par l'eau.

Les méthodes d'ancrage les plus utilisées sont les suivantes ;

- Le «tracking » est une technique qui consiste à couper la paille et l'enfoncer dans le sol par le passage et le poids d'un béliet mécanique. La pente doit être inférieure à 3 : 1 pour permettre l'accès et des manœuvres sécuritaires à la machinerie. Les manœuvres du béliet

mécanique doivent être effectuées du haut vers le bas de la pente pour que les traces laissées par les chenilles soient perpendiculaires au sens de l'écoulement.

- Une autre méthode d'ancrage de la paille qui peut être effectuée après l'épandage manuel sur les sites de petite superficie est aussi bien performante. Il s'agit tout simplement d'enfoncer une pelle ronde à tous les 0,5 mètres.
- Plusieurs types de filet biodégradable sont accessibles sur le marché. Leur utilisation doit être justifiée puisqu'ils peuvent emprisonner des petits animaux sous la couverture. Les filets peuvent être faits de jute, de produits de papiers ou de plastique. Le choix du produit doit être fait en fonction du prix et de la durabilité désiré. Il est conseillé d'utiliser les filets dans les pentes ayant un besoin de stabilisation immédiat et pour les sites de petites dimensions en milieu urbain (Goldman *et al.* , 1986).

4.2.1.2 Fibre de bois

- C'est l'agencement de fibres de cellulose de plus de 4 mm provenant de matière ligneuse.
- Ces fibres sont généralement utilisées dans les opérations d'hydro-ensemencement.
- Elles ne devraient pas être utilisées pendant les périodes de chaleur excessive.

Le paillis de fibre de bois couvre facilement toute la surface du sol. Par contre, ayant une masse volumique relativement faible, il n'agit pas efficacement contre l'impact des gouttes de pluie et du ruissellement. Pour cette raison, il est utilisé dans le mélange d'hydro-ensemencement, avec les fertilisants, l'eau et les semences. Son rôle consiste à maintenir les semences en place.

4.2.1.3 La stabilisation chimique

La stabilisation chimique fait référence à l'ajout de substances chimiques qui provoquent des changements aux propriétés de la surface du sol. On applique la solution chimique sur les sols récemment décapés pour augmenter sa cohésion. Son action est principalement axée sur la protection contre l'érosion en nappe.

Il existe également plusieurs types d'agent protecteur chimique. En voici une liste sommaire ;

- Aquatain
- DCA-70
- Petroset-SB
- Curasol AE
- Aerospray 52 Binder
- Terra Tack
- Bitumen
- Polyvinylalcohol (Elvanol)
- Hydrosilicates
- Methylcellulose

Cette méthode s'applique pour une protection temporaire. Plusieurs arrosages doivent être effectués pour assurer une protection à plus long terme. Par contre, l'implantation de la végétation peut devenir problématique puisque les semences sont maintenues dans un état où la germination est impossible (City of Scarborough, Works and Engineering Dept., 1983).

4.2.2 La clôture à sédiment

La clôture à sédiment (figure 4.8) est une structure temporaire qui joue principalement deux rôles dans la lutte contre l'érosion. Elle retient les sédiments sur le site et réduit la vitesse du ruissellement. Malgré le fait que le tissu retienne une certaine quantité de particules par filtration à sa surface, c'est la réduction de la vitesse du ruissellement qui provoque le plus d'accumulation. En fait, il s'agit de réduire la capacité de charge du ruissellement de façon à ce que les particules se déposent. La conception de la clôture à sédiment doit tenir compte des considérations suivantes :

- La clôture doit être dans une tranchée de 10 cm ;
- La hauteur de la clôture ne devrait pas excéder 1 mètre (Si elle est trop haute, un excès de poids par l'eau et les sédiments peut causer son effondrement) ;
- La distance entre les poteaux ne devrait pas excéder 3 mètres ;

- Si on n'utilise pas un grillage de renforcement, on doit diminuer l'espacement entre les poteaux de moitié ;
- Le calibre des poteaux doit être approprié. Les poteaux de bois doivent avoir un minimum de 10 cm diamètre tandis que ceux de métal doivent pouvoir résister à une force de 1,98 kg/m.
- Il faut également s'assurer à ce qu'ils soient bien enfoncés dans le sol à un minimum de 30 cm de profondeur.



Figure 4.8 La clôture à sédiment (Tiré de North-Vancouver District, 1998)

4.2.3 Bassin de rétention

Les bassins de rétention sont aménagés sur les sites de construction afin d'intercepter le ruissellement chargé de sédiments (figure 4.9). Ce type de structure permet d'intercepter de 70 à 80% de la charge totale en sédiments (City of Scarborough, 1983). Toutefois, si cette mesure s'avère inefficace, des mesures supplémentaires doivent être installées.

Le principe est que l'eau de ruissellement est temporairement emprisonnée dans le bassin. Les particules de sol, transportées par l'eau, se déposent alors que l'eau est évacuée par un déversoir à la surface du bassin.

Si l'on prévoit maintenir cette mesure de façon permanente, il faut alors prendre en considération tous les aspects de la gestion du drainage pluvial et les critères de construction qui sont généralement bien définis dans les ouvrages spécialisés.

Le choix de l'emplacement du bassin de sédimentation doit prendre en considération la superficie de drainage maximum en fonction de la zone perturbée. L'accumulation se fait très rapidement et pour cette raison, on doit inspecter et entretenir ces structures. Pour répondre aux besoins d'entretien et d'accessibilité, on doit localiser le bassin à un endroit approprié.



Figure 4.9 Bassin de rétention en milieu urbain (Tiré de North Vancouver District, 1997)

La capacité de rétention d'un bassin de rétention doit être au minimum de 125m^3 par hectare de superficie de drainage. Les exutoires doivent être en mesure d'évacuer les inondations de 10 ans sans engendrer de dommages à la structure.

4.2.4 Engazonnement (Tourbe)

L'utilisation de la tourbe est plus coûteuse que l'ensemencement. Par contre, celle-ci offre une protection immédiate. On l'utilise généralement aux endroits ayant des besoins de stabilisation rapide, sur des sites où une couverture complète du sol est requise et où l'ensemencement est

difficilement praticable (ex. fossé de drainage). L'engazonnement est également utilisé pour répondre à des besoins d'esthétique. La tourbe devrait être disposée sur un terrain préparé et bien ancrée sur les terrains en pente. L'arrosage ne doit pas être négligé si on effectue cette opération durant la période chaude et sèche.

4.2.5 Les seuils dissipateurs d'énergie

Un seuil dissipateur d'énergie est une forme de barrage fait de pierre, de bois, de sacs de sables, de ballots de paille ou de tout autre matériau résistant à l'érosion. On peut également utiliser une combinaison de ces matériaux pour obtenir l'efficacité voulue. On utilise cette mesure à l'intérieur même des petits cours d'eau et des fossés de drainage. Cet obstacle va donc réduire la vitesse du ruissellement et conséquemment, va favoriser le dépôt des matériaux.

On propose d'ériger un ou plusieurs petits seuils, dont la hauteur varie entre 0,5 et 1,5 mètres, de façon à réduire la vitesse de l'écoulement, donc le pouvoir érosif de l'eau (Dubois, 1991).

Les seuils dissipateurs d'énergie peuvent être endommagés suite aux averses et à un ruissellement intense. Il est donc important d'assurer un suivi régulier et d'y effectuer les réparations nécessaires.

Figure 4.10 Les seuils dissipateurs d'énergie

4.2.6 Accès stabilisé

L'entrée d'un site de construction est un endroit fort achalandé par le va-et-vient de la machinerie. En ayant une entrée recouverte de gravier sur une distance de 15 mètres et d'une épaisseur de 15 cm, on diminue considérablement les traînées boueuses dans les rues voisines. Si le gravier ne parvient pas à déloger les matériaux emprisonnés dans les roues des véhicules, on pourrait alors procéder au lavage de celles-ci en prenant soin d'évacuer les eaux de lavages vers une structure de rétention des sédiments. La figure 4.11 permet de visualiser cette mesure de protection.

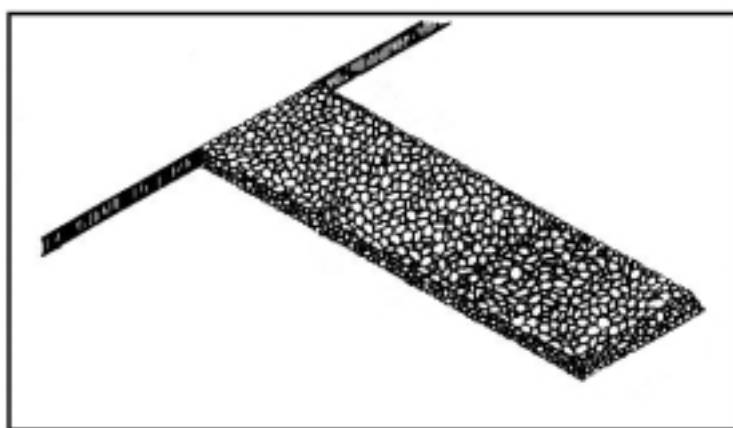


Figure 4.11 Accès au site stabilisé (Tiré de Goldman, 1986).

4.2.7 Digue d'interception

La digue d'interception est un bourrelet de terre compactée ou de gravier construit au milieu d'une pente sur un site perturbé. Son but est de réduire la longueur de la pente et d'intercepter le ruissellement pour le diriger vers un exutoire stabilisé ou vers un bassin de rétention.

Les critères de construction sont les mêmes que pour la digue de déviation ;

- Largeur au sommet : 1 mètre
- Hauteur : 45 cm
- Pente : 2 :1 ou plus faible
- La distance entre chaque digue varie selon l'inclinaison de la pente ;
 - 10% = 30 mètres
 - à 10% = 45 mètres
 - < 5% = 100 mètres

4.2.8 CBM

La **Continuous Berm Machine** crée une structure de protection innovatrice. La berme est formée par la CBM en enveloppant, dans un tissu géosynthétique souple, de la terre disponible sur le site. Le matériel de remplissage devrait cependant être constitué de petites particules pour permettre un compactage maximal assurant un bon contact entre la structure et le sol sous-jacent. Cette structure va créer une berme d'environ 30 cm de diamètre en continu sur la distance voulue. Il n'est pas nécessaire d'ancrer le boudin puisqu'il offre une masse d'environ 1600 kg/m³.



Figure 4.12 La Continuous Berm Machine(MBW Inc., 1998)

Lorsque la protection offerte par la berme n'est plus nécessaire, on procède tout simplement à son retrait. La méthode proposée est de déchirer le tissu, de répandre les matériaux de remplissage et les mélanger au sol sur place.

On utilise la CBM comme structure de rétention, permettant la sédimentation des particules avant d'atteindre les éléments contraignants. Il est également possible de l'utiliser comme mesure de protection des puisards.

L'avantage principal de cette technologie, est le fait qu'elle ne comporte aucun joint et s'adapte aux besoins spécifiques de chacun des sites.

4.2.9 Le Sediment Mat

Le Sediment Mat est un outil relativement nouveau qui offre une protection contre l'apport en sédiment provenant des activités de construction en amont. Chaque structure peut intercepter

et contenir jusqu'à 454 kilogrammes de sédiments. On applique généralement cette mesure à l'intérieur même du chenal d'écoulement, où on prend soin de bien ancrer la structure de 1 m par 3 m. Le principe est le suivant ; les sédiments sont transportés dans le courant, du site de construction jusqu'à ce qu'ils rencontrent la structure. Les sédiments s'infiltreront au travers d'un grillage de jute et sont par la suite emprisonnés dans une toile. Cet outil est totalement biodégradable et peut servir, une fois rempli, à la stabilisation des berges, en plus d'offrir un support à la végétation.

4.3 Construction en période hivernale

La période de gel au Québec influence grandement l'efficacité des mesures de contrôle de l'érosion et prédispose les terrains dénudés aux phénomènes d'érosion. Lorsque le sol est bien gelé, même s'il a été perturbé et demeure non-stabilisé, il a une très grande résistance face à l'érosion. Toutefois, les dégels qui surviennent vers la fin du mois de janvier et au début du printemps, combinés à la fonte des neiges et aux averses, produisent un écoulement intense sur des sols instables et gorgés d'eau.

Il est donc très important de minimiser les perturbations sur les sols qui ne peuvent être stabilisés par la végétation avant la fin de la saison normale de croissance (mi-octobre).

Si l'ensemencement s'effectue avant la mi-octobre, l'établissement d'un couvert végétal est quasi assuré. Par contre, après cette date, on diminue les chances d'établissement d'un couvert végétal de qualité pouvant agir efficacement pour contrôler l'érosion (Vermont Geological Survey, 1987).

Nous devrions donc porter une attention particulière aux sites de construction qui subissent des travaux de décapage ou qui sont laissés dénudés après la période de croissance des végétaux.

L'aspect le plus important à considérer durant les travaux hivernaux est associé à l'écoulement intense causé par la fonte des neiges et par les averses. Les deux principes suivants sont particulièrement importants ;

- L'installation des mesures de contrôle et leur entretien est plus difficile en présence d'un sol gelé. L'installation devrait donc être effectuée avant les premiers gels. De plus, l'entretien de ces mesures étant plus énergivores, l'échéancier devrait tenir compte de cet aspect qui influencera la durée des travaux.
- Le ruissellement excessif du printemps peut provoquer plus de problèmes d'érosion qu'en période estivale. La couche superficielle du sol est souvent saturée d'eau et repose sur une couche imperméable sous-jacente. Celle-ci peut donc faciliter le déplacement de la couche supérieure qui est caractérisé par son instabilité et sa faible capacité d'absorption.

5. PROGRAMME D'ENTRETIEN ET DE SUIVI

5.1 *Points à vérifier lors de l'inspection*

L'aspect de soutien et de suivi dans un programme de contrôle de l'érosion est essentiel. Une fois les mesures installées sur le site, une inspection périodique doit être prévue.

Les points suivants devraient être vérifiés ;

- Écoulement d'eau chargée de sédiments dans la rue, dans les égouts pluviaux, dans les cours d'eau naturels ou vers les propriétés voisines ;
- Formation de ravinement ou de rigoles sur un talus stabilisé ou non-stabilisé ;
- Dépôts de sédiments dans la rue, dans les égouts pluviaux, dans les cours d'eau naturels ou sur les propriétés voisines ;
- Enlèvement de la végétation dans un endroit non désigné initialement ;
- Érosion près des exutoires et des puisards ;
- Trappe à sédiment ou clôture à sédiment colmatées et requérant un nettoyage ;
- Écoulement qui n'est pas intercepté par la structure en place (ballot de paille, clôture...) ;
- Mesure indiquée sur le plan et qui n'est pas présente sur le site ;

5.2 Programme d'entretien spécifique

Plus spécifiquement, le programme d'entretien doit se pencher sur chacune des mesures mise en place sur un site. Nous allons donc, reprendre les mesures les plus fréquemment utilisées en s'attardant plus spécifiquement aux aspects à vérifier lors d'un suivi et aux corrections à apporter.

5.2.1 Les ballots de paille

Les ballots de paille ont une durée de vie très limitée, généralement moins de trois mois et leur efficacité peut être très précaire. Les problèmes les plus communs sont ; l'affouillement (surcreusement), le délogement, la désintégration et l'espacement entre les ballots. L'inspection des ballots de paille devrait être effectuée après chaque averse et quotidiennement si l'averse se prolonge sur plusieurs jours. Il faudrait vérifier s'ils sont installés convenablement dans leur encaissement. Il faut aussi vérifier s'ils sont toujours bien ancrés à l'endroit d'origine. Le cordage devrait être intact.

On conseille généralement d'enlever les dépôts de sédiments retenus par cette structure lorsqu'ils atteignent la moitié de la hauteur. Il faut toutefois disposer de ces sédiments à un endroit où ils n'entreront pas en contact avec le ruissellement.

Lorsque cette structure est enlevée, il faut niveler les dépôts de façon à ce qu'ils s'intègrent naturellement avec le paysage environnant et ensemercer le plus tôt possible.

5.2.2 La protection des puisards

Si on utilise du gravier filtrant (berme filtrante) autour des puisards il faut vérifier, lors des averses, si le ruissellement s'écoule dans celui-ci. Il faut toutefois s'assurer que l'eau de lavage ne ruisselle pas vers un cours d'eau naturel ou vers un autre puisard.

Si le gravier devient colmaté par les sédiments, on doit le retirer et en disposer dans un endroit approprié, le laver, puis le remettre en fonction comme matière filtrante. Il est toutefois possible

que la méthode de lavage ne soit pas appropriée. Dans un tel cas, on doit alors le remplacer par du matériel de remplissage nouveau.

Parfois, les mesures de protection des puisards peuvent provoquer une déviation du ruissellement. Si l'eau ne peut entrer dans le puisard, des phénomènes d'érosion peuvent se manifester. De plus, une accumulation d'eau peut se produire. Il est possible de régler ce problème en remplaçant la mesure de protection par une trappe à sédiments, excavée sur le pourtour du puisard de façon à ce que le puisard agisse comme un exutoire pour la trappe à sédiments.

5.2.3 Clôture à sédiment

La clôture à sédiment offre des caractéristiques de performance similaire à celles des ballots de paille. Les problèmes les plus fréquemment rencontrés sont l'affouillement, le déchirement du tissu, le contournement du ruissellement et le bris des poteaux.

L'affouillement est généralement dû à une installation déficiente. En fait, il faut prendre soin de bien ensevelir le tissu dans une tranchée de 10 cm de profondeur et de largeur.

Le déchirement du tissu est plutôt rare. La cause principale est sans doute le vandalisme. Toutefois, l'exposition prolongée au soleil peut détériorer passablement le tissu. Le remplacement du tissu se fait préférentiellement avec des longueurs complètes pour limiter la présence de joints.

L'éclatement de la clôture est principalement dû à ;

- l'accumulation trop importante de sédiments ;
- des poteaux trop courts ou trop espacés ;
- une clôture trop haute ;
- une installation dans un bassin de drainage trop grand ;
- une installation dans une pente trop longue ou trop abrupte.

Les sédiments doivent être enlevés lorsqu'ils atteignent 0,5 mètres de hauteur.

RÉFÉRENCES

Barton, Berverly (1997) Communication personnelle, City of Eugene, Erosion Control Program, Oregon, É.-U.

City of Scarborough (1983) Guidelines on Erosion and Sediment Control for Urban Construction Sites, Technical Sub-Committee no. 5, Urban Drainage Policy, 35 pages.

Dubois, Pierre (1991) Petites chutes pour réduire l'érosion, Québec Science, page 11.

Gagné, Jean (1998) Communication personnelle, Ministère des Transports, Direction de l'Estrie, Service Inventaires et Plan.

Goldman, S. et ass. (1986) Erosion and Sediment Control Handbook, McGraw-Hill.

Gouvernement du Québec (1997) Fiche de promotion environnementale, Ministère des Transports, Direction de l'Estrie, Service Inventaires et Plan FPE-01, 4 pages.

Gouvernement du Québec (1992) Pont et Ponceau, Lignes Directrices pour la protection environnementale du milieu aquatique, Ministère des Transports, Service de l'Environnement.

Hewlett H., L. Boorman et M. Bramley (1987) Design of Reinforced Grass Waterways, Construction Industry Research and Information Association (CIRIA) Report 116, London, p.14.

Maine Department of Transportation (1986) Runoff and Erosion Control Guidelines for Highway Crew Leaders, 23 pages.

Morin, Thérèse (1997) Les fossés prennent une autre dimension grâce au procédé du tiers inférieur, Le Fouineur, vol.3 no. 6, Transport Québec, Direction de l'Estrie.

Mitchell, G. (non-daté) A Review of Erosion and Sediment Control Specifications of Department of Transportation, Center for Geotechnical and Environmental Research, Ohio University, pages 41-118.

Gratton, L. (1989) L'utilisation des plantes ligneuses dans la stabilisation des berges en milieu agricole, CHARMES, Sherbrooke, 61 pages.

Gray, D.H. et A.T. Leiser (1982) Biotechnical Slope Protection and Erosion Control, Van Nostrand Reinhold Co., New York, 271 pages.

Régie d'assainissement des eaux de la région sherbrookoise (1997) Rapport du mois de décembre 1997, Station d'épuration, Sherbrooke, page 9.

Régie d'assainissement des eaux de la région sherbrookoise (1996) Rapport du mois de décembre 1996, Station d'épuration, Sherbrooke, page 9.

Robert, André (1998) Communication personnelle, Régie d'assainissement des eaux de la région sherbrookoise.

Santha, Lanka et C. Santha (non daté) Effective Utilization of Fully Matured Grass in Erosion Control, RoLanka International Inc., pages 161-171.

Thibault, Gilles (1998) Communication personnelle, Ville de Sherbrooke, Service de planification des travaux publics.

Trencia, G. (1987) L'érosion en zone agricole; origine, impact et méthodes de contrôle, Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche, Direction de la gestion des espèces et des habitats, Service des habitats fauniques, 39 pages.

U.S.E.P.A (1973) Comparative Costs of Erosion and Sediment Control; Construction Activities, Office of Water Programs Operations, EPA 430/9-73-016.

Vermont Geological Survey and Environmental Engineering (1987) Vermont Handbook for Soil Erosion and Sediment Control on Construction Sites, Special Publication no. 3, 49 pages.

ANNEXE 1

ÉTATS AMÉRICAINS AYANT UNE LOI CONCERNANT LE CONTRÔLE DE L'ÉROSION

ÉTATS AMÉRICAINS AYANT UNE LOI CONCERNANT LE CONTRÔLE DE L'ÉROSION

	Erosion & Sediment Control	Conservation Districts	Water Quality & Stream Control
Connecticut			
Delaware			
Maine			
Maryland			
New Hampshire			
New York			
New Jersey			
Pennsylvania			
District of Columbia			
Georgia			
North Carolina			
South Carolina			
Virginia			
Virgin Islands			
Illinois			
Indiana			
Iowa			
Michigan			
Minnesota			
Ohio			
Wisconsin			
Montana			
Nebraska			
South Dakota			
Colorado			
Oklahoma			
Hawaiï			
Nevada			

(d'après le National Association of Conservation District, 1992)

ANNEXE 2

LISTE DES FOURNISSEURS

LISTE DES FOURNISSEURS

Filtres pour la protection des puisards

(Ces produits se vendent en moyenne 60 \$ l'unité.)

- Atlantic Construction Fabrics
1801-A Willis Road
Richmond, VA 23237
☎ (800) 644-9223

Silt Sacktm et le Dirt Bagtm
- Foss Environnemental & Infrastructure Services Co.
7440 West Marginal Way South
Seattle, WA 98108-4141
☎ (206) 767-0441
Télec (206) 767-3460

StreamGuardtm

- Aqua Treatment Systems, Inc.
Stormwater et Wastewater Treatment
3200 Occidental Avenue South
Seattle, WA 98134
☎ (206) 343-5221
Télec (206) 343-8504

Gullywashertm

Ballots de paille

Producteurs agricoles de la région

Produits géosynthétiques et paillis

Solmax Géosynthétiques
1250, 2^{ième} rue
Ste-Marie-de-Beauce (Québec) G6E 1G8
☎ (418) 387-7494 ou 1 800 463-0088
Télec. (418) 387-2302

Le Curlex™ et le High Velocity Curlex™ (paillis de bois râpé maintenu dans un filet photodégradable) se vendent respectivement environ \$0.90 et \$2.75 le mètre carré.

Armater™ est une structure alvéolaire qui assure la stabilité de la couche supérieure dans les pentes fortes (jusqu'à 75°). Se vend à \$13 le mètre carré.

Erotex™ est un paillis de géotextile (de type «feutre gris») maintenus dans un filet biodégradable ou photodégradable. Ils favorisent la germination. Ces produits se vendent respectivement \$1.50 et \$2.00 le mètre carré.

Landlock TRM 1060

Les Matériaux techniques Côté inc.
1440, Joliot-Curie
Bourcherville (Québec) J4B 7L9
☎ (514) 449-1234
Télec. (514) 449-1228

Géomembrane
Géotextile
Produits Armater™ et Ero-Mat™

Tissus pour les clôtures à sédiments

Solmax Géosynthétiques
1250, 2^{ième} rue
Ste-Marie-de-Beauce (Québec) G6E 1G8
☎ (418) 387-7494 ou 1 800 463-0088
Télec. (418) 387-2302

Solmax type 4 (Clôture à sédiment)
Se vend 100 \$ le rouleau de 1,22 x 30,5 mètres avec les treize poteaux (piquets)

Tissus et fibres d'Amoco Ltée
955, boul. St-Jean Suite 402
Pointe-Claire (Québec) H9R 5K3
☎ (514) 694-9860