

PROCESSUS À L'ORIGINE DE LA DÉGRADATION DES TALUS

Public-cible

Cette fiche a été rédigée à l'intention des conseillers techniques qui œuvrent au sein des Clubs-conseils en agroenvironnement et des Organismes de gestion de bassins versants. Elle a pour but de vulgariser des concepts fondamentaux de mécanique de sol et d'hydrologie et de faciliter ainsi la pose de diagnostic des processus d'érosion par des gens de terrain qui n'ont pas forcément une formation en génie.

PRÉAMBULE

Un bassin versant concentre les eaux de ruissellement dans un point bas appelé « cours d'eau » qui sert d'exutoire ultime aux eaux de surface. Le ruissellement entraîne des nutriments adsorbés ou dissous et des particules de sol qui aboutissent au cours d'eau. D'où le concept des « **trois lignes de défense** » visant à **prévenir** la pollution diffuse d'origine agricole : réduction des intrants à la source, contrôle de la lame ruisselée par gestion de la couverture du sol et stabilisation des rives et du lit du cours d'eau.

Le MAPAQ a d'ailleurs produit un documentaire en format DVD intitulé « *Pour une eau de qualité en milieu agricole* » illustrant cette approche et disponible sur le site WEB Agri-réseau. Chacune de ces 3 lignes de défense comporte une foule de stratégies techniques s'offrant au gestionnaire du territoire, ainsi :

1^{ère} ligne : *FERTILISATION ORGANIQUE ET MINÉRALE BALANCÉE SELON LES BESOINS DES PLANTES, PAEF, BILANS DE PHOSPHORE ÉQUILIBRÉS, RÉDUCTION DES REJETS DE PHOSPHORE VIA UNE ALIMENTATION ANIMALE MODIFIÉE, LUTTE INTÉGRÉE AUX RAVAGEURS DES CULTURES VIA LE DÉPISTAGE ET DES MOYENS DE CONTRÔLE MÉCANIQUES, BIOLOGIQUES OU CHIMIQUES, ETC.*

2^{ème} ligne : *ROTATIONS DES CULTURES, TRAVAIL RÉDUIT DU SOL, COUVRE-SOL ET CULTURES DE COUVERTURE, SEMIS DIRECT, NIVELLEMENT, INTERCEPTION D'EAU PAR AVALOIRS OU TRANCHÉES FILTRANTES, VOIES D'EAU ENGAZONNÉES OU EMPIERRÉES, ETC.*

3^{ème} ligne : *AVALOIRS, CHUTES ENROCHÉES, ENROCHEMENT DE PIEDS DE TALUS, GÉNIE VÉGÉTAL, SEUILS DISSIPATEURS D'ÉNERGIE, FOSSES DE SÉDIMENTATION, MARAIS FILTRANTS, RÉSERVOIRS DE LAMINAGE DE CRUES, PLAINES DE DÉBORDEMENT, ETC.*

Le présent document s'intéresse particulièrement aux mécanismes de dégradation des talus de cours d'eau et propose des solutions de stabilisation conventionnelles, l'empierrement étant une approche éprouvée procurant des résultats immédiats et durables. Ces interventions visent à corriger des problèmes « ponctuels » constatés au niveau des rives de chaque entreprise et pouvant résulter d'une mauvaise gestion du ruissellement sur la ferme ou de pratiques déficientes en bordure des cours d'eau. Si la

problématique est plutôt de nature « systémique », il faut alors prendre du recul et procéder à une caractérisation plus globale des processus de dégradation des rives à l'échelle du bassin versant. L'activité agricole peut alors ne constituer qu'une cause secondaire de détérioration du milieu naturel. Nous reviendrons sur ces concepts en conclusion du présent document.

1) LE RUISSELLEMENT

Le *ruissellement* est la portion des apports d'eau de précipitation ou de fonte de neige qui circule à la surface du sol en une lame plus ou moins uniforme et qui alimente le débit des cours d'eau. Le phénomène de ruissellement se produit lorsque la capacité d'infiltration de l'eau dans le sol est dépassée par une forte intensité de précipitation ou une fonte de neige printanière rapide sur sol gelé. Les sols pulvérulents sont particulièrement sensibles à l'érosion hydrique en nappe et à l'entraînement des sédiments fins dès que la vitesse de l'eau circulant à la surface du sol atteint 0,6 m/s.



RUISSELLEMENT ENTRAÎNANT DES SÉDIMENTS

Diagnostic

Les effets indésirables du ruissellement se manifestent plus particulièrement aux abords des cours d'eau. On note parfois des cheminements d'eau préférentiels à la surface du sol du champ vers le cours d'eau. La surface de la berge s'érode, créant des « *blessures* » dans le talus.

Des quantités importantes de sédiments provenant des champs et des berges sont entraînées vers le lit du cours d'eau, détériorant la qualité de l'eau et des habitats et occasionnant la formation de dépôts ou d'atterrissements aléatoires dans les tronçons aval à faible pente. Ces occlusions de la section d'écoulement peuvent entraîner des inondations ou le déplacement subit du lit du cours d'eau lors d'une crue et causer des dommages à la propriété. La durée de vie utile des cours d'eau est significativement réduite et les coûts d'entretien et d'enlèvement des sédiments considérablement accrus.

Deux réflexes doivent nous guider au niveau des moyens de correction : ralentir le ruissellement de surface à un niveau sécuritaire ou l'intercepter au moyen d'ouvrages hydrauliques.



VOIE D'EAU ENGAZONNÉE ACHEMINANT SÉCURITAIREMENT LE RUISSELLEMENT

Moyens de correction

On constate habituellement ce phénomène au printemps à la fonte des neiges ou après de forts orages d'été. Il faut protéger le sol sensible à l'érosion en ralentissant la vitesse de l'eau à la surface des champs. On peut recourir à des couvre-sol (rotations, travail réduit) ou canaliser le ruissellement par des voies d'eau vers des points d'entrée stabilisés.



CHUTE ENROCHÉE CONNECTANT UNE VOIE D'EAU À UN COURS D'EAU

On peut aussi intercepter le débit de ruissellement plus en amont dans le champ au moyen d'avaloirs ou de tranchées filtrantes en gravier ou en copeaux de bois. L'interception de la lame ruisselée, au moyen d'une colonne-avaloir perforée et d'une conduite souterraine en plastique à intérieur lisse, prévient la concentration de débit en un même point de la rive et l'attaque du sol par ces écoulements ponctuels. On peut de surcroît ajouter un diaphragme à l'avaloir pour réduire sa capacité d'évacuation et entourer la colonne d'un bassin de sédimentation en vue de faire déposer les particules de sol les plus grossières avant qu'elles ne s'engouffrent dans la conduite.



INTERCEPTION D'EAU PAR AVALOIR

2) LE RAVINEMENT

Le *ravinement* est causé par une concentration de débit de ruissellement en un point bas du relief. Les sols pulvérulents sont particulièrement sensibles à l'érosion en ravins.

Le ravinement se manifeste habituellement aux abords des cours d'eau, à l'interface entre le champ et la section d'écoulement du cours d'eau. La surface des berges et des talus s'érode, particulièrement si la couverture végétale riveraine est absente ou discontinue.



MANIFESTATION SPECTACULAIRE DE RAVINEMENT

L'usure du matériel de la rive crée des foyers d'érosion ponctuels dans la berge, où se concentrent les forces érosives de l'eau lors des événements de crue.

Diagnostic

À l'observation, on note parfois des cheminements d'eau préférentiels du champ vers le cours d'eau. Des ravins se creusent et des masses importantes de sédiments sont perdues ou mises en suspension dans l'eau.

Ces sédiments iront se déposer dans des tronçons à faible pente en aval du cours d'eau, et ce, de façon aléatoire en fonction de la fluctuation des débits, obstruant ainsi la section d'écoulement. Ces atterrissements peuvent être à l'origine de divagations de l'écoulement, causant l'attaque des pieds de berges, le déplacement du lit ou des inondations destructrices.



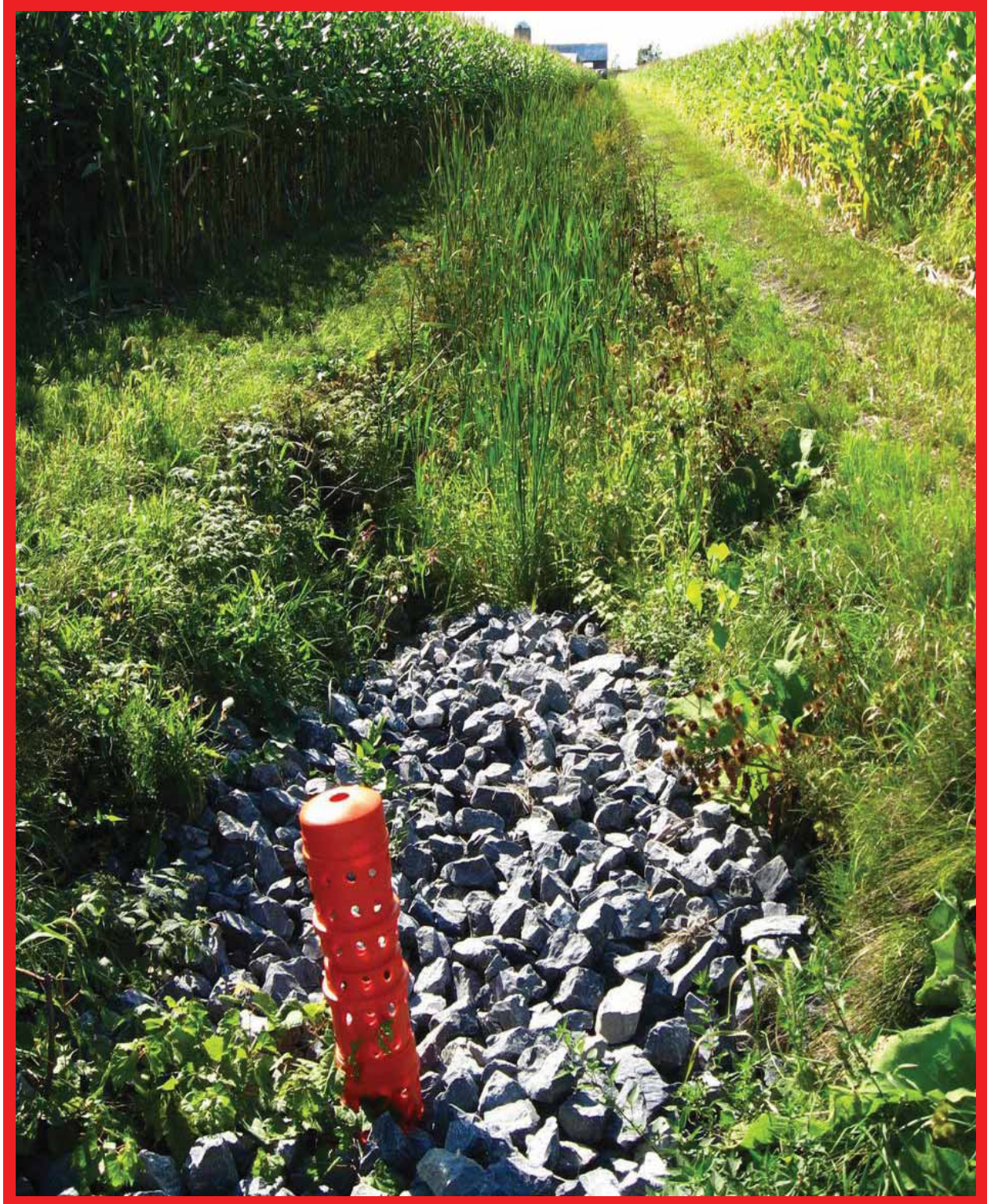
ÉROSION DE LA BERGE PAR CONCENTRATION DE DÉBIT ET RAVINEMENT

Deux réflexes doivent nous guider au niveau des moyens de correction : intercepter le ruissellement de surface ou protéger la confluence du champ et du cours d'eau par un perré.

Moyens de correction

On constate habituellement les phénomènes de ravinement au printemps à la fonte des neiges ou après de forts orages d'été. Il faut protéger le sol sensible à l'érosion en construisant des voies d'eau engazonnée dans les parties les plus basses des champs. On peut alternativement intercepter le débit de ruissellement plus en amont dans le champ au moyen d'avaloirs ou de tranchées filtrantes en gravier ou en copeaux de bois.

Il faut stabiliser les foyers d'érosion dans les meilleurs délais en empierrant les échancrures créées par l'érosion au moyen de roches de 100 à 250 millimètres de diamètre recouvertes de terre puis ensemercer ces sites avec des mélanges de plantes herbacées pérennes. L'angle des talus ainsi réparés ne doit jamais dépasser 1V : 1,5 H. Des arbustes pourront contribuer à solidifier davantage les rives et à accroître la biodiversité.



INTERCEPTION D'EAU PAR AVALOIR ET CANALISATION ENFOUIE

Par ailleurs, si on choisit de laisser l'eau atteindre le cours d'eau à la surface du sol, on peut canaliser l'eau vers des chutes enrochées protégées par un perré de taille moyenne (100 à 250 mm de diamètre) habituellement déposé sur un géotextile.

3) LA RUPTURE EN CERCLE

La *rupture en cercle* est un mécanisme d'affaissement de talus propre aux sols argileux possédant un mauvais drainage interne. La perméabilité de ces sols cohésifs est très faible, souvent de l'ordre de $1 \times 10^{-6} \text{ cm/sec}$ ou moins, de sorte que des pressions hydrauliques interstitielles se créent et contribuent à déstabiliser la masse de sol. La nappe phréatique se maintient profondément dans le sol à l'interface de deux couches de perméabilité différente et crée un plan de lubrification provoquant la rotation du talus.



EFFONDREMENT DE TALUS PAR RUPTURE EN CERCLE

Parfois ce mécanisme est associé à un processus de sapement de berge, causé par l'érosion du pied du talus due à l'écoulement de l'eau. L'usure du matériel de la rive décharge le bas du talus qui résiste alors moins bien au *moment menant* engendré par le poids et les caractéristiques géométriques de la masse de sol dans son plan de rupture. Le *moment menant* est égal à la *masse* du sol multipliée par le *bras de levier* qui correspond au rayon entre le centre de gravité de la masse de sol et le plan de rupture circulaire.

Diagnostic

À l'observation, on note parfois des fissures concentriques sur la partie supérieure de la rive, indiquant qu'un processus actif d'instabilité s'est enclenché. L'effondrement peut se produire graduellement par galettes ou soudainement en un seul évènement fortuit. Les talus argileux de grande dimension (4 mètres ou davantage) et au drainage interne très lent sont les plus susceptibles de céder de cette façon.

Moyens de correction

On ne constate habituellement ce phénomène qu'après la rupture du talus, rarement avant. Si on a la possibilité d'observer de la fissuration et de légers mouvements de sol au préalable, il peut quand même être risqué d'intervenir avec des pelles hydrauliques ou d'autres équipements motorisés en raison de leur poids important et des vibrations que leur fonctionnement engendre. Lorsqu'une masse d'argile sensible est soumise à des vibrations à basse fréquence, elle a le potentiel de se liquéfier, ce qui peut provoquer un effondrement subit et causer des dommages considérables.



RUPTURE EN CERCLE ASSOCIÉE À UN SAPEMENT DE BERGE

Deux réflexes doivent nous guider au niveau des moyens de correction : décharger le haut du talus pour réduire le *moment menant* ou charger le pied du talus pour contrer celui-ci.

Si l'accès est sécuritaire, on peut excaver la partie supérieure du talus à risque et l'aménager en paliers. On réduit ainsi le poids de la masse de sol instable et l'angle du talus par rapport à l'horizontale. Par ailleurs, on peut déposer de la grosse pierre (tout-venant de carrière de 300 à 1 000 millimètres de diamètre) au bas du talus pour contrer l'amorce de la rotation du dépôt argileux.

Si le talus a déjà cédé, on peut appliquer quand même cette procédure pour stopper tout autre mouvement de sol et éviter que le processus d'instabilité ne s'amplifie.



ADOUCCISSEMENT DE TALUS ET STABILISATION PAR PERRÉ

4) LA RÉGRESSION DE FOND

La *régression de fond* est causée par une érosion survenant au niveau du fond du lit d'un cours d'eau. Dès que les vitesses d'eau dépassent 1,0 m/s, le matériel meuble du fond est arraché et transporté par l'écoulement. Le phénomène se produit principalement lors des crues, au moment où la hauteur de la lame d'eau, et par conséquent les forces tractrices, sont maximales. On assiste alors à un approfondissement subit ou progressif du lit qui peut se creuser de plusieurs mètres et entraîner l'instabilité des berges et des talus.



RÉGRESSION DE FOND CRÉANT DE L'INSTABILITÉ

Diagnostic

On constate habituellement ce phénomène au printemps après la fonte des neiges ou lors de forts débits dus aux violents orages d'été. Les plans d'aménagement ou d'entretien des cours d'eau municipaux indiquent la ligne de fond projetée et le profil d'exécution réel après les travaux. Lorsqu'une régression de fond se manifeste, la ligne de fond s'abaisse considérablement et de façon inattendue. À l'observation, on note la formation d'un « précipice » là où il n'y avait autrefois qu'un petit cours d'eau.

La plupart des cours d'eau agricole ne sont censés mesurer que 1,8 mètre de profondeur environ alors qu'une régression peut abaisser la ligne de fond à 5 mètres ou plus. Les berges deviennent instables en raison de l'élargissement du fond du cours d'eau qui rend les talus plus abrupts (angles s'approchant parfois de la verticale). Des masses importantes de sédiments sont déplacées, la qualité de l'eau est altérée par une forte turbidité et ces atterrissements peuvent être à l'origine de déviations aléatoires de l'écoulement en aval causant l'érosion des berges ou des inondations inhabituelles.

Deux réflexes doivent nous guider au niveau des moyens de correction : contrôler les vitesses d'écoulement en réduisant la pente longitudinale par des seuils dissipateurs ou protéger la surface du fond et le pied des talus par un enrochement lourd.

Moyens de correction

On peut protéger le lit d'un cours d'eau sensible à l'érosion en construisant des seuils dissipateurs d'énergie* en vue de réduire la pente longitudinale et les vitesses d'eau. On réduit ainsi les forces de cisaillement qui mettent en mouvement le matériel du lit.



DISSIPATION D'ÉNERGIE ET RÉDUCTION DE VITESSE AU MOYEN DE SEUILS DE PIERRE

On peut par ailleurs enrocher, dans les tronçons à forte pente, le fond du lit et le pied des talus avec du tout-venant de carrière angulaire de diamètre variant de 100 à 600 millimètres en vue d'accroître la résistance aux fortes vitesses d'eau et de fournir une surface d'écoulement résistante à l'usure par l'eau.



ENROCHEMENT DE FOND ET DE PIED DE TALUS

* La construction de seuils en cascade exige l'obtention d'autorisations municipales, fauniques et environnementales par les autorités concernées (MRC, MRNF et MDDEP).

CONCLUSION

Nous avons effectué un survol des mécanismes physiques de dégradation des rives et des moyens conventionnels de stabilisation auxquels auront recours les conseillers agricoles assurant l'encadrement technique des entreprises agricoles. Ces solutions s'avèrent bien adaptées à des problématiques de dégradation « ponctuelles ». La réduction des volumes ruisselés par la conservation de couvertures végétales sur le sol est le moyen à prioriser pour atténuer ces problématiques. Lorsque les phénomènes d'instabilité d'origine naturelle sont présents à la grandeur d'un bassin versant, il faut davantage se tourner vers une approche « systémique » et effectuer une étude du territoire dans son ensemble.

Post-scriptum : L'APPROCHE SYSTÉMIQUE

L'approche systémique se fonde sur une « vision globale » de l'état du cours d'eau et requiert une caractérisation fine du territoire à l'échelle du bassin versant. Les solutions pourront alors être d'un autre ordre que les mesures de stabilisation ponctuelles des rives.

Une connaissance des caractéristiques hydrologiques et hydrauliques du bassin ainsi que des potentiels du territoire sous-tend cette approche globale. Il est nécessaire de connaître et de décrire précisément les superficies affectées aux activités fauniques, forestières, agricoles, municipales et industrielles ainsi que les impacts de ces activités sur l'état du cours d'eau. Le concept de « gestion par bassin versant » fournit un forum commun aux différents acteurs de l'eau où il est possible de définir les qualités écologiques spécifiques des divers milieux et d'en assurer la pérennité pour que ceux-ci demeurent productifs et propices à leur vocation spécialisée.

L'approche d'aménagement du territoire et sa spécialisation en fonction de ses potentiels permet la conciliation des usages en décrivant les impacts de chaque type d'activité humaine et en proposant des mesures d'atténuation ou de compensation de ces impacts en vue de maintenir ou de bonifier l'équilibre écologique du bassin versant.

Lorsque de longs tronçons de cours d'eau sont dégradés par l'érosion, les causes de ces processus doivent être expliquées et des mesures correctrices mises de l'avant.



DÉGRADATION SYSTÉMIQUE D'UN COURS D'EAU

Ainsi, la déforestation peut nuire à la conservation des habitats fauniques et causer l'accroissement des débits de pointe et du transport solide dans le cours d'eau. Une gestion plus conservatrice des couverts forestiers pourrait donc tendre à remédier à ces problèmes à moyen ou long terme.

Des apports massifs de sédiments d'origine agricole peuvent être réduits de moitié par la conservation de résidus de culture à la surface du sol et par l'adoption du travail réduit.

La réduction de la contamination de l'eau par des effluents municipaux ou industriels peut se réaliser par l'adoption d'objectifs de rejets correspondant à la capacité de support du milieu et par un suivi de qualité d'eau. Il faut faire preuve d'imagination et adapter les solutions aux problématiques existantes.

N. B. L'approche systémique suppose également que les paliers municipaux (les MRC notamment) assument leur responsabilité en tant que gestionnaires publics des cours d'eau municipaux et qu'ils procèdent à l'entretien du réseau hydrographique et aux travaux de stabilisation nécessaires lorsque l'on constate des phénomènes de dégradation d'origine anthropique ou naturelle partout le long des rives des cours d'eau.

RICHARD LAROCHE, ing.

Direction de l'agroenvironnement et du développement durable

En tout temps, il est recommandé de recourir aux services professionnels d'un ingénieur pour valider les diagnostics de dégradation des rives, en vue de concevoir et de proposer des solutions adaptées à la nature et à l'ampleur des problèmes d'instabilité.