

# L'implantation de zones tampons en milieu agricole



Source : Isabelle Breune (AAC)

## Avant-propos

L'intérêt pour l'implantation de zones tampons réside dans la possibilité d'ajouter un aménagement qu'on peut qualifier de « *troisième ligne* » dans le contrôle et la prévention de la contamination des cours d'eau en milieux agricoles.

Les zones tampons sont des espaces de transition entre les champs agricoles et les plans d'eau. Ces espaces, de forme et de grandeur variables, peuvent être localisés à différents endroits (sans nécessairement jouxter les cours d'eau). Les zones tampons, lorsqu'elles sont bien localisées et dimensionnées, peuvent ralentir les eaux de ruissellement, filtrer et retenir les différents types de polluants agricoles transportés par celles-ci, limitant ainsi la contamination des eaux de surface.

Les zones tampons ne constituent toutefois pas des filtres à toute épreuve. Aussi, avant même leur mise en place, les apports en polluant doivent être limités le plus possible à la source, en utilisant des pratiques de « *première ligne* » qui permettent de réduire les charges en sédiments, en nutriments et en pesticides dans les champs (rotation des cultures, fertilisation adaptée aux besoins des cultures, pratiques de lutttes intégrées, implantation d'engrais vert, cultures de couverture, etc.).

Les aménagements hydro-agricoles (voies d'eaux engazonnées, avaloirs, tranchées filtrantes) peuvent être qualifiés d'outils de « *deuxième ligne* ». Ils canalisent en certains points précis du champ les eaux de ruissellement dont la vitesse et la concentration pourraient conduire

à une forte érosion ou à la formation de masse d'eau stagnante. L'évaluation du besoin d'implantation de ces aménagements devrait être concomitante à l'évaluation du besoin en zones tampons, l'un et l'autre pouvant être complémentaire.

Cette fiche technique sur les zones tampons a comme objectif de jeter un regard d'ensemble sur la gestion du ruissellement et de l'érosion, en illustrant le rôle spécifique que peut jouer la zone tampon. De plus cette fiche propose une méthodologie simple pour déterminer la localisation et les superficies nécessaires à consacrer aux zones tampons sur une ferme<sup>1</sup>.

**Note :** Cette fiche ne traite pas de l'utilisation de bandes végétales filtrantes visant à limiter l'écoulement de lixiviats en provenance de sources de pollutions ponctuelles comme les amas de fumier au champ ou les enclos d'hivernage de bovins.

<sup>1</sup> Cette fiche se base principalement sur l'information fournie dans quatre documents : « *Manuel de conception des bandes tampons dans le Canada Atlantique* » (Stewart, A. et coll. 2011), « *Zones tampons de conservation: lignes directrices pour l'aménagement de zones tampons, de corridors boisés et de trame vertes* » (Bentrup G, 2008), « *Les fonctions environnementales des zones tampons - Les bases scientifiques et techniques des fonctions de protection des eaux* » (Corpen, 2007) et « *A design aid for sizing filter strips using buffer area ratio* (Dosskey et coll., 2011).





# 1. Les zones tampons : mode d'action et facteurs de contrôle

Pour déterminer la *pertinence*, le *type*, la *localisation* et la *superficie* d'une zone tampon, il convient d'abord de bien comprendre son mode d'action et les facteurs qui en déterminent l'efficacité.

## 1.1 Définition d'une zone tampon

Une zone tampon est un espace permettant de protéger un plan d'eau (lac, rivière, milieu humide, etc.) « d'un effet environnemental négatif provenant de parcelles agricoles » (CORPEN, 2007). Cet espace peut prendre différentes formes et être localisé à différents endroits. Il peut être longiligne pour suivre le bord d'un cours d'eau (bande riveraine), être en pointe au bas d'une pente, être placé sur le trajet du réseau hydrique des champs ou encore traverser un champ pour couper le ruissellement avant que celui ne devienne trop important (rigole d'interception). Les zones tampons peuvent aussi être de différents types : prairies permanentes, friches, voies d'eau engazonnées, bandes enherbées, haies, forêt, etc.



Source : Ferme Louis d'or



Source : Mikaël Guillou (MAPAQ)

## 1.2 Mode d'action

Les zones tampons visent à limiter le transfert des sédiments, des nutriments (phosphore et azote) et des pesticides vers les plans d'eau<sup>2</sup>. Il importe de bien distinguer ces éléments, puisque la conception d'une zone tampon devra prendre en compte le type de polluant à capter : les particules de sols (sédiments) entraînées par l'eau et les éléments fixés sur ces particules (ex. : phosphore ou pesticides); les éléments dissous et transportés dans l'eau (nitrates, phosphore, pesticides). La zone tampon peut retenir ces éléments en ralentissant la vitesse des eaux de ruissellement et, lorsqu'elle se situe en rive, en stabilisant les sols à l'intérieur des champs. La zone tampon permet également de limiter la contamination directe des eaux de surface en éloignant les activités agricoles (travail de sol, épandages, pulvérisations) du réseau hydrique.

Le ralentissement de la vitesse des eaux et la stabilisation des sols permettent :

- l'infiltration de l'eau et des éléments dissous dans le profil de sol,
- la sédimentation des particules,
- l'absorption des éléments nutritifs par les plantes présentes dans la zone tampon,
- l'adsorption des éléments nutritifs et des pesticides sur les particules de sol qui se dépose dans la zone tampon,
- la dénitrification, spécifique à l'azote,
- la décomposition de produits phytosanitaires (action des microorganismes).

<sup>2</sup> Au-delà de cette réduction de transfert, les zones tampons peuvent aussi être des lieux permettant de favoriser la diversité biologique terrestre et créer de l'ombrage pour les cours d'eau améliorant ainsi la qualité des habitats aquatiques, notamment si elles ne sont pas constituées uniquement d'espèces herbagères.





Ainsi, l'eau doit rencontrer des obstacles et circuler suffisamment lentement pour que les *sédiments* et les *produits fixés* sur les particules (phosphore, pesticides) puissent se déposer. Ceux-ci ne doivent pas non plus être remis en « circulation » lors d'un autre événement de ruissellement (à cet effet se référer à la section sur l'entretien).

La vitesse de l'eau doit être suffisamment lente et le sol suffisamment poreux pour qu'elle puisse s'y infiltrer et que les *éléments dissous* puissent se fixer dans le profil de sol. Une infiltration trop rapide dans un sol (dominé par exemple par une forte macroporosité) peut réduire grandement les possibilités d'adsorption des éléments dissous et résulter en un transfert de polluants vers les nappes et les réseaux de drainage souterrain.

En ce qui concerne l'azote, la zone tampon sera efficace s'il est absorbé par les végétaux ou s'il est dénitrifié (retour à l'état gazeux). Toutefois la dénitrification est favorisée par des situations de saturation en eau, donc d'anaérobie. Dans de tels cas, l'infiltration est limitée. De plus, ces conditions, nécessitent, que la zone tampon soit en secteur inondé ou en zone humide donc en dehors de la zone de production agricole.

### 1.3 Facteurs qui contrôlent l'action de la zone tampon

La mise en place d'une zone tampon et l'évaluation de l'efficacité potentielle de celle-ci demandent de tenir compte de plusieurs facteurs. Ceux-ci auront un impact déterminant sur la *pertinence*, le *type*, la *localisation* et la *superficie* de la zone tampon à mettre en place.

#### 1.3.1. La zone contributrice (ou bassin versant se drainant vers la zone tampon)

Les paramètres suivants de la zone contributrice, conditionnent l'intensité du ruissellement, mais également la quantité et le type de sédiments qui seront transportés (vulnérabilité de la zone à l'érosion).

- sa superficie,
- sa pente (plus la pente de la zone contributrice est importante, plus les zones tampons doivent être importantes),
- la texture du sol (grossière ou fine),
- le type de couvert végétal et le type de travail du sol sur cette surface,
- la capacité d'infiltration du sol (les sols avec une bonne capacité d'infiltration ont un potentiel de ruissellement plus faible) variable selon la période de l'année (Ex. : sols gelés).

#### 1.3.2. Les types de ruissellement générés (concentrés ou diffus)

Les surfaces de zones tampons devraient être plus importantes là où le ruissellement se concentre en un écoulement préférentiel qu'aux endroits où le ruissellement est plus diffus (*Figure 1*).

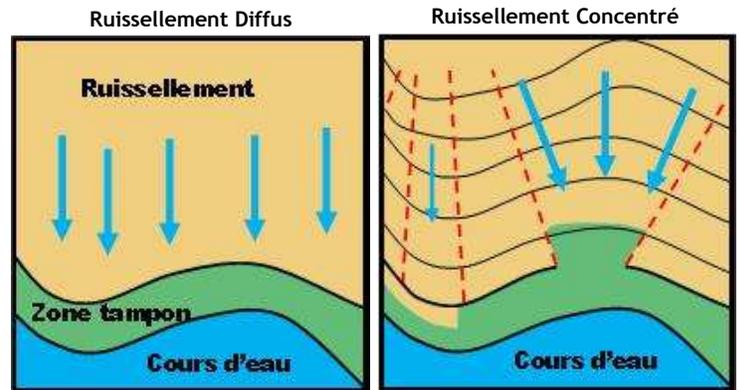


Figure 1 : Types de ruissellement  
Source : Adaptée de Bentrup 2008.



Source : Isabelle Breune (AAC)



Source : Marie-Andrée Audet (CAEE)





### 1.3.3. La surface effective de la zone tampon

Il s'agit de la surface qui est effectivement traversée par l'eau de ruissellement, ce qui ne correspond pas nécessairement à toute la surface de la zone tampon (Figure 2).

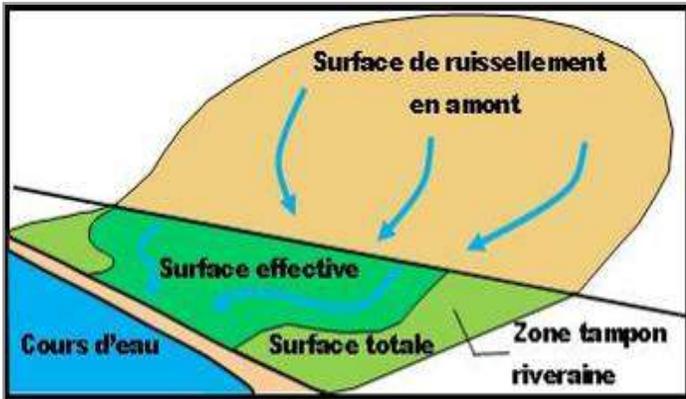


Figure 2 : Surface effective de la zone tampon

Source : Adaptée de Bentrup 2008.

### 1.3.4. Le type d'éléments qu'on souhaite capter

La superficie de la zone de captage sera aussi fonction du type d'éléments qu'elle doit retenir comme :

- des sédiments (grossiers ou fins) ou des éléments attachés aux sédiments (ex. : phosphore particulaire)
- de l'eau et des éléments dissous dans l'eau (ex. : phosphore dissous et nitrates)

### 1.3.5. Le type ou la condition de la zone tampon

Le type de végétation, sa densité, sa hauteur, la capacité d'infiltration du sol, la récolte ou non de la végétation, la période de l'année (la végétation est souvent couchée en hiver et sans croissance active donc peu efficace pour ralentir l'écoulement de l'eau ou absorber des nutriments) sont autant d'éléments qui influencent l'efficacité de la zone tampon.

Tous ces facteurs sont importants à considérer pour établir une zone tampon qui ait une certaine efficacité à capter les polluants d'origine agricole. Le nombre, la diversité et la complexité des facteurs à considérer laissent entrevoir les défis opérationnels lors la mise en place d'une zone tampon. Plusieurs chercheurs ont proposé des modèles d'intégration et d'opérationnalisation de la prise en compte de ces facteurs (Munos-Carpena et Parsons 2005; Gumière et coll. 2011). Pour cette fiche, nous avons choisi l'approche de M Dosskey et coll. (2011) qui nous semblait la plus pertinente et compréhensive tant d'un point de vue théorique qu'opérationnelle.

## 2. Un outil intégrateur

En 2008, le département américain de l'agriculture (USDA) proposait un outil simple qui permettait d'établir la largeur des bandes tampons à mettre en place selon leur efficacité prédéterminée à capter les sédiments ou l'eau (Bentrup, G. 2008). En 2011, Dosskey et coll. ont adapté cet outil en proposant d'utiliser non pas une largeur de bande tampon, mais plutôt ce qu'ils nomment le ratio de la zone tampon (buffer area ratio) qui correspond à la division de l'aire de la zone tampon effective par l'aire du bassin versant contributif. *Ainsi, il ne s'agit plus d'établir une largeur de bande tampon, mais plutôt la superficie que les eaux et les sédiments ruisselés doivent traverser pour qu'une certaine partie soit captée. C'est cette approche que nous avons retenue pour déterminer la superficie des zones tampons à établir dans les champs.*

### 2.1 Détermination de la superficie d'une zone tampon en fonction de son efficacité

Dans leur travail de 2011, Dosskey et coll. proposent un diagramme qui permet d'établir la superficie de la zone tampon, selon un niveau d'efficacité choisi, en fonction du type de nutriment ou polluant à capter, de la superficie contributrice, de la pente du terrain, de la classe texturale du sol, du type de couvert végétal et du travail de sol. Ce diagramme original est présenté à l'annexe 1 de même que la façon de l'utiliser. À partir de ce diagramme, nous avons produit deux tableaux (Tableau 1 et 2) qui fournissent les ratios de zone tampon pour capter les sédiments en provenance du champ selon trois niveaux d'efficacité.

Le modèle propose d'autres ratios pour le captage des éléments liés aux sédiments ou pour le captage des éléments dissous. Afin de simplifier l'utilisation de cet outil, nous ne proposons pas de tableaux résumés pour établir ces ratios (captage des éléments liés aux sédiments et captage des éléments dissous). Une personne intéressée à établir un ratio pour capter ces éléments pourra se référer au diagramme original présenté à l'annexe 1.



Tableau 1 : Ratio de la zone tampon à utiliser pour le captage des sédiments dans un champ en travail conventionnel du sol<sup>1</sup>

		Ratio de la zone tampon selon l'efficacité du captage (+ ou - 15%) *		
Pente (%)	Texture	80%	60%	30%
2	Fine	0,028	0,015	0,010
	Moyenne	0,010		
	Grossière	0,010		
4,5	Fine	0,079	0,043	0,016
	Moyenne	0,028	0,015	0,010
	Grossière	0,010		
7	Fine	CI	0,100	0,038
	Moyenne	0,079	0,043	0,016
	Grossière	0,028	0,015	0,010
9,5	Fine	CI	CI	0,072
	Moyenne	CI	0,100	0,038
	Grossière	0,079	0,043	0,016
12	Fine	CI	CI	CI
	Moyenne	CI	CI	0,072
	Grossière	CI	0,100	0,038
14,5	Fine	CI	CI	CI
	Moyenne	CI	CI	CI
	Grossière	CI	CI	0,072

CI : Captage insuffisant : Le modèle propose un ratio maximum de zone tampon de 0.15. Aussi, lorsque le calcul amenait un ratio plus élevé que 0,15, nous avons choisi d'indiquer « captage insuffisant » plutôt que de proposer un ratio plus élevé. Dans un tel cas, la zone tampon n'est pas le moyen approprié pour réduire les apports en sédiments.

<sup>1</sup> Facteur C de RUSLE (Revised Universal Soil Loss Equation, Équation Universelle des Pertes de Sol Révisée) : 0,5 (voir annexe 2)

\* : M. Dosskey communication personnelle

La pluie de référence est de 41 mm en 1 heure

### Étapes d'utilisation de ces tableaux

- Choisir le tableau approprié selon le type de travail de sol utilisé dans la parcelle contributrice :
  - Tableau 1 : Travail du sol conventionnel (labour)
  - Tableau 2 : Travail réduit du sol ou semis direct
- Déterminer la pente moyenne du champ concerné et choisir dans le tableau la pente qui se rapproche le plus de celle du champ. Pour les pentes inférieures à 2 % prendre la ligne 2 %.
- Déterminer la classe texturale moyenne du champ, choisir la catégorie qui correspond le mieux à cette texture. Choisir ensuite la ligne appropriée dans le tableau. Le modèle utilise trois catégories de sol :
  - Texture grossière : sable, sable loameux, loam sableux, loam sablo argileux
  - Texture moyenne : loam, loam limoneux, argile sableuse
  - Texture fine : Loam argileux, loam limono argileux, limon, argile, argile lourde, argile limoneuse
- Choisir le pourcentage d'efficacité de captage recherché.
- Lire le ratio (surface zone tampon active/surface bassin versant) dans la case correspondante.
- Multiplier ce ratio par la surface du bassin versant contributif pour obtenir la surface de la zone tampon.
- Lorsqu'on est en rive, on peut calculer la largeur de la zone tampon en divisant cette surface par la longueur de la bande riveraine effective (c.a.d. celle recevant l'eau de ruissellement).

Tableau 2 : Ratio de la zone tampon à utiliser pour le captage des sédiments dans un champ en travail réduit du sol ou semis direct<sup>1</sup>

		Ratio de la zone tampon selon l'efficacité du captage (+ ou - 15%)		
Pente (%)	Texture	80%	60%	30%
2	Fine	0,010		
	Moyenne	0,010		
	Grossière	0,010		
4,5	Fine	0,028	0,015	0,010
	Moyenne	0,010		
	Grossière	0,010		
7	Fine	0,079	0,043	0,016
	Moyenne	0,028	0,015	0,010
	Grossière	0,010		
9,5	Fine	CI	0,100	0,038
	Moyenne	0,079	0,043	0,016
	Grossière	0,028	0,015	0,010
12	Fine	CI	CI	0,072
	Moyenne	CI	0,100	0,038
	Grossière	0,079	0,043	0,016
14,5	Fine	CI	CI	CI
	Moyenne	CI	CI	0,072
	Grossière	CI	0,100	0,038

CI : Captage insuffisant : Le modèle propose un ratio maximum de zone tampon de 0.15. Aussi, lorsque le calcul amenait un ratio plus élevé que 0,15, nous avons choisi d'indiquer « captage insuffisant » plutôt que de proposer un ratio plus élevé. Dans un tel cas, la zone tampon n'est pas le moyen approprié pour réduire les apports en sédiments.

<sup>1</sup> Facteur C de RUSLE : 0,15 (voir annexe 2)

\* : M. Dosskey communication personnelle

La pluie de référence est de 41 mm en 1 heure

**Cette méthode présente des limitations importantes** (Dosskey et coll. 2011) :

- Elle n'est pas adaptée aux sols imperméables.
- Elle ne tient pas compte de l'accumulation de sédiments dans la zone tampon, donc de sa diminution d'efficacité au cours du temps (si les sédiments ne sont pas enlevés régulièrement, entretien).
- Elle ne tient pas compte des pertes de nutriments solubles, non captés par la zone tampon, qui s'infiltrent dans le sol sans être fixés.
- Elle est construite sur la base d'une érosion en nappe ou en rigole dans une zone tampon qui n'est jamais submergée. Si le ruissellement est trop concentré et qu'il produit du ravinement ou qu'il submerge la zone tampon, alors la méthode ne donnera pas de bons résultats.
- Elle ne s'applique pas à la période de la fonte des neiges. Lors de la fonte des neiges, les végétaux présents dans les zones tampons sont moins efficaces parce qu'ils sont en dormance et qu'ils sont généralement couchés par le poids de la neige (ce qui limite la capacité de retenir les sédiments). De plus, les volumes d'eau sortant des champs sont importants et recouvrent le plus souvent la végétation en place. **Aussi, dans le cas de champs inondés lors de la fonte des neiges, des mesures préventives en champ devraient être mises en place, comme éviter le travail de sol à l'automne et s'assurer d'une couverture végétale systématique sur ces champs de la fin de l'automne jusqu'au printemps suivant. De plus, aucun fertilisant ne devrait être appliqué à l'automne.**



Nous proposons d'utiliser cet outil comme base de départ pour évaluer la superficie des zones tampons. En pratique, que se soit en raison des schémas régionaux de canalisation des eaux de ruissellement (nivellement, planches, fossés) ou simplement pour des raisons de topographie, le ruissellement se présente différemment, d'une région à l'autre, voire d'une parcelle à l'autre. Il faudra donc adapter les zones tampons à ces différents patrons d'écoulement et prévoir aussi dans certains cas des aménagements adaptés. L'exemple dans l'encadré présente l'impact du patron de ruissellement sur la largeur et la longueur de la zone tampon. Par la suite, quelques exemples pratiques, s'appliquant à diverses régions agricoles, sont présentés.



Source : Isabelle Breune (AAC)



Source : Mikael Guillou (MAPAQ)



Source : Marco Julien (CAEE)

### Exemple :

Un champ de maïs labouré de 7 ha, dont la surface de bassin versant qui se draine vers la zone tampon est de 5 ha avec une pente moyenne de 1,5%. Le sol est un loam argileux. On vise à établir une zone tampon avec une efficacité de l'ordre de 60%.

Le travail du sol est classique, on se sert alors du tableau 1.

La pente la plus proche retenue est 2%.

La texture est fine. Le ratio pour 60% d'efficacité est donc de 0,015.

Ainsi la surface de la zone tampon devrait être de  $50\,000\text{ m}^2 \times 0,015 = 750\text{ m}^2$ .





Tableau 3 : Différence de largeur de la zone tampon entre un ruissellement diffus et concentré

	Type de ruissellement	Superficie du bassin versant contributeur (ha)	Ratio de la zone tampon obtenu pour capter 60% des sédiments	Superficie effective de la zone tampon (m <sup>2</sup> )	Longueur de la zone tampon mesurée au champ (m)	Largeur de la zone tampon estimée (m)
	Diffus	5	0,015	750	200	3,75
	Concentré	5	0,015	750	5	150

Dans le premier cas, le ruissellement est diffus, une bande tampon de 3,75 m de large sur 200 m de long sera suffisante pour capter 60% des sédiments. Mais dans le deuxième cas, lorsque le ruissellement est concentré sur 5 m de largeur, il faudrait une bande de 150 m de long à l'intérieur du champ pour obtenir le même résultat. Dans ce cas-ci, l'installation d'autres aménagements comme une voie d'eau engazonnée serait plus appropriée. Elle devra toutefois avoir des caractéristiques particulières permettant d'accroître la sédimentation et l'infiltration (voir section mise en œuvre).



Source : Robert Beaulieu (MAPAQ)



Source : Isabelle Breune (AAC)



Source : Isabelle Breune (AAC)





## 2.2. Exemples montérégiens d'écoulements préférentiels via une raie de curage ou un fossé

Le diagnostic préliminaire doit être adapté au contexte de travail. Ainsi, l'égouttement des terres de la vallée du Saint-Laurent, caractérisées par des faibles pentes et un découpage selon le système seigneurial, présente un patron particulier, composé de parcelles très longues bordées de fossés qui se jettent dans un cours d'eau. En général, une très faible portion des eaux de ruissellement se draine directement vers la berge du cours d'eau via la bande riveraine qui pourrait être établie en bout de champ. La majorité de l'eau se draine par les fossés ou les raies de curage conçus à cet effet. C'est donc le long ou à l'intérieur même de ces voies d'égouttement préférentielles que devrait se réaliser la filtration.

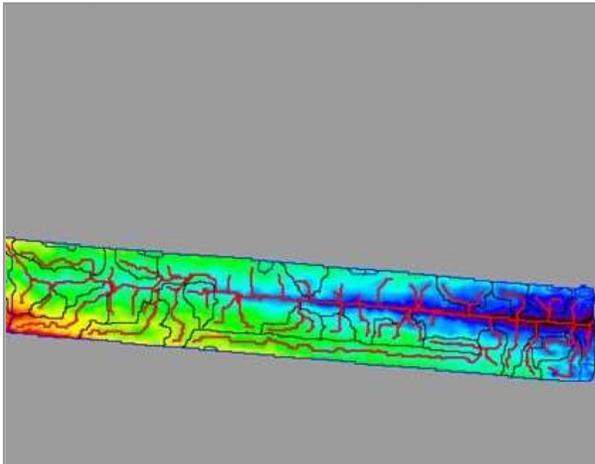
Tableau 4: Exemples montérégiens de surfaces se drainant directement vers la bande riveraine en terrain plat (Guillou, M. 2012)

Champ	Surface totale (ha)	Surface se drainant directement vers la bande riveraine (*)		Structures de drainage de surface
		ha	% de la surface totale du champ	
Blan	7,7	0,21	2,7	2 fossés
Bern	12,05	0,32	2,7	2 fossés + 1 raie de curage
Land #1	8,12	0,27	3,3	2 fossés
Land #2	5,86	0,82 (**)	14	2 fossés

(\*) Les surfaces se drainant vers un fossé ou une raie de curage sont exclues.

(\*\*) La majeure partie de cette surface se draine via deux écoulements préférentiels.

Figure 3. Micro-bassin d'une superficie de 2.96 ha selon le modèle numérique de terrain- zone d'écoulement préférentiel



Source : Mikael Guillou (MAPAQ)



Source : Mikael Guillou (MAPAQ)

Le modèle numérique de terrain (Figure 3) présente les patrons d'écoulement du champ. Le micro-bassin versant illustré a une superficie de 2,96 ha et une pente moyenne de 0,1%. Le sol est peu perméable et de texture fine, cultivé en maïs. La longueur du parcours de l'eau est de 450 mètres et à l'embouchure, l'écoulement de l'eau de ruissellement se concentre sur une largeur d'environ 2 mètres. Le travail du sol est conventionnel.

À l'aide du tableau 1, il est possible de déterminer la superficie de zone tampon nécessaire pour capter 60% des sédiments. En utilisant une pente de 2% et une texture fine on obtient un ratio de 0,015 soit une superficie de  $29\,600\text{ m}^2 \times 0,015 = 444\text{ m}^2$ . Comme l'écoulement se concentre sur une largeur de 2 m environ, la longueur de la zone tampon devrait être de 222 m de long.

On comprend donc que la raie de curage devrait servir de zone tampon. Il faudrait la concevoir pour qu'elle évacue l'eau suffisamment rapidement pour que les cultures ne souffrent pas de la saturation en eau du sol pendant une longue période, mais assez lentement pour qu'elle puisse servir de filtre.





### 2.3. Exemple montérégien de zone contributrice importante avec écoulement préférentiel

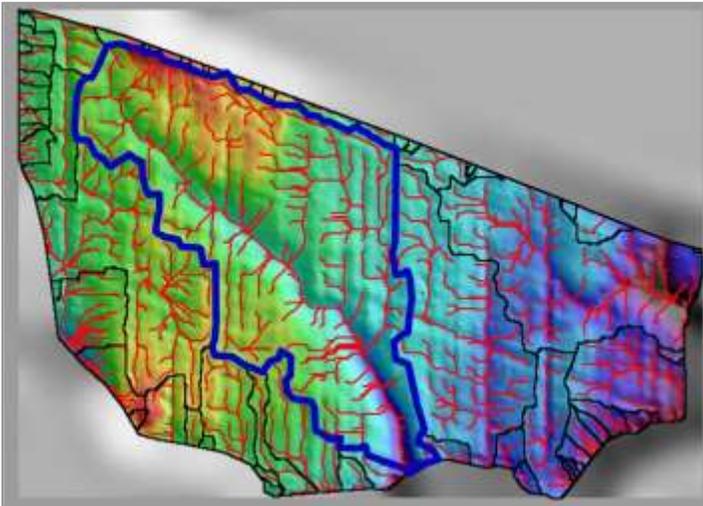
Le modèle numérique de terrain (Figure 4) présente les patrons d'écoulement du champ et les micro-bassins de chaque zone d'écoulement. Le micro-bassin surligné en bleu a une superficie de 7 ha, une pente moyenne de 0,48%. Le sol est peu perméable avec une texture de type loam argileux, le champ est cultivé en maïs. La longueur totale du parcours de l'eau est de 560 m et à l'embouchure, l'écoulement de l'eau en surface se concentre sur une largeur d'environ 3 mètres. Le travail du sol est conventionnel.

À l'aide du tableau 1, il est possible de déterminer la superficie de zone tampon nécessaire pour capter 60% des sédiments.

Pour la référence à la pente de 2% avec une texture fine on obtient un ratio de 0,015 soit une superficie de  $70\ 000\text{ m}^2 \times 0,015 = 1\ 050\text{ m}^2$ . Comme l'écoulement se concentre sur une largeur de 3 m environ, la longueur de la zone tampon devrait être de 350 m de long.

Dans ce cas-ci également, la zone tampon devrait être installée directement dans la voie d'écoulement préférentiel.

Figure 4. Micro-bassin d'une superficie de 7 ha selon le modèle numérique de terrain- zone d'écoulement préférentiel



Source : Mikaël Guillou (MAPAQ)

Embouchure avec concentration du ruissellement



Source : Mikaël Guillou (MAPAQ)

Dans des cas comme celui-ci et le précédent, nous atteignons certainement la limite du modèle. En effet, le ruissellement est concentré, il est possible qu'il entraîne du ravinement ou qu'il submerge la zone tampon. Aussi, le pourcentage d'efficacité pourrait être moins élevé que le 60% prévu.





## 2.4. Exemple estrien de surface contributrice peu importante sans écoulement concentré

Le champ (Figure 5) a une superficie de 0,7 ha. Le modèle numérique de terrain suggère que l'écoulement de l'eau en surface n'est pas trop concentré.

La texture du sol est de type loam sableux, le drainage naturel est bon. Le travail du sol est conventionnel et la culture du maïs. La pente du terrain est très variable passant de 8-10% à 0-2% près du cours d'eau. La longueur de la rive est de 195 m.

À l'aide du tableau 1, il est possible de déterminer la superficie de zone tampon nécessaire pour capter 60% des sédiments.

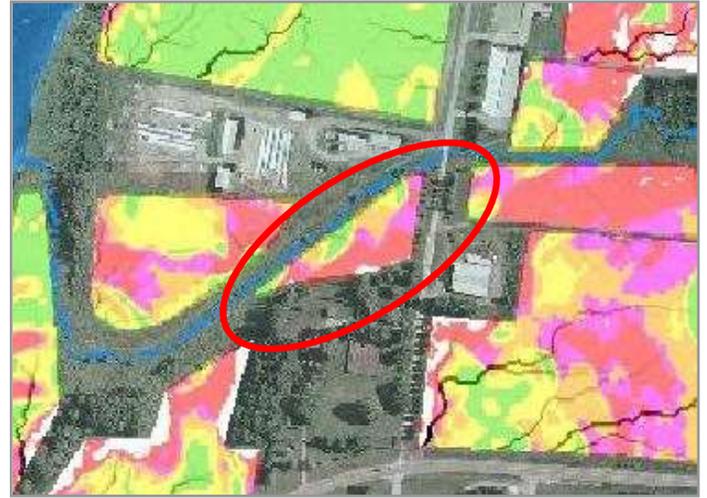
Pour la référence à la pente de 10% avec une texture grossière on obtient un ratio de 0,043 soit une superficie de  $7\ 000\text{ m}^2 \times 0,043 = 300\text{ m}^2$ . Comme l'écoulement se répartit sur une longueur d'environ 195 m, la largeur de la zone tampon pourrait être de 1,5 m ou 3 m selon le minimum réglementaire. On constate toutefois sur la photo aérienne que la rive du cours d'eau est essentiellement plantée en herbes aussi, il serait sans doute important de planter des arbres sur la rive sud du cours d'eau pour créer de l'ombre en vue d'éviter le réchauffement de l'eau.

Figure 5. Micro-bassin d'une superficie de 0,7 ha selon le modèle numérique de terrain- zone d'écoulement diffus

Pente: vert : 0-2%; jaune : 2-4%; orange : 4-6%; rose : 6-8%; rouge : 8-10%



Source : Isabelle Breune (AAC)



Source : Isabelle Breune (AAC)





### 3. Mise en œuvre sur le terrain

L'outil présenté à la section précédente permet de déterminer la taille d'une zone tampon lors de sa conception et d'en justifier la pertinence sous différentes conditions. Il faut cependant réaliser un important travail pour le mettre effectivement en application sur le terrain. Par exemple, il faut trouver les sources de données de base pour alimenter le modèle. Par ailleurs, il peut exister dans les zones d'interventions choisies différentes limites et contraintes qui pourraient entraver une mise en place effective d'une zone tampon. Enfin, il faut choisir les zones prioritaires d'intervention et développer des plans d'entretien des zones tampons mises en place. Cette section vise à relever les contraintes les plus importantes rencontrées lors de la mise en œuvre sur le terrain et les manières de les contourner.

#### 3.1. La détermination des zones prioritaires

##### 3.1.1. Le travail du sol et les pratiques culturales

Le travail du sol et le type de pratiques culturales sont des éléments d'information primordiaux pour déterminer les zones où la mise en place de zones tampons sera prioritaire.

##### Mise en place non prioritaire

Si les terres sont utilisées uniquement comme prairies ou pâturages (peu de travail du sol), la démarche à adopter consiste à préserver les distances réglementaires des cours d'eau pour l'épandage des déjections animales et des engrais minéraux, pour l'arrosage des pesticides et supprimer l'accès des animaux aux cours d'eau. Cependant, il est important de penser à couvrir le sol lors de l'implantation de la prairie et lors de sa destruction. Par exemple, lors de la destruction d'une prairie, il faut maintenir la zone tampon intacte et le travail du sol devrait être réalisé le plus tôt possible de manière à planter un engrais vert par la suite. Dans ces cas-ci, il n'y a généralement pas lieu de mettre en place des mesures additionnelles. Il peut cependant être utile de laisser s'implanter ou d'aménager différents niveaux de végétation dans les rives afin que celles-ci puissent remplir les autres rôles qui leur sont associés (amélioration des habitats aquatiques, refuge aux pollinisateurs, etc.).

##### Mise en place prioritaire

*Pour la mise en place des zones tampons, il faut plutôt concentrer les efforts sur les parcelles qui sont plus souvent en cultures annuelles avec un travail de sol conventionnel et s'assurer, préalablement, d'accroître au maximum la couverture des sols de ces parcelles durant la plus longue période possible (cultures de couvertures en intercalaire ou à la dérobée, semis-direct ou travail réduit).* De telles mesures auront un impact direct sur la superficie, la localisation et l'efficacité d'une zone tampon.



Source : Marie-Andrée Audet (CAAE)

##### 3.1.2. Les exigences réglementaires de protection des cours d'eau

La connaissance des exigences réglementaires est nécessaire puisque la superficie de la zone tampon devra au minimum les respecter. Ces exigences seront aussi importantes dans la détermination de la pertinence d'une zone tampon.

Les exigences réglementaires, quant à la protection des cours d'eau, ne sont pas uniformes au Québec. Dans certaines municipalités régionales de comtés (MRC) elles dépassent largement le cadre réglementaire minimum. ***Dans un grand nombre de cas, les zones tampons se situent à proximité des cours d'eau ou en zones inondables. Il importe donc que toute personne qui prépare la mise en place d'une zone tampon s'assure que celle-ci respecte la largeur minimale requise par les règlements provinciaux et locaux.*** Par ailleurs, si le modèle le permet, en intégrant la superficie réglementaire prescrite dans le calcul de la superficie de la zone tampon à installer, cela pourrait réduire les superficies agricoles actives au profit de la bande tampon.

Au Québec, la Politique de protection des rives, du littoral et des plaines inondables (PPRLPI) définit la rive comme une bande de terre qui borde les lacs et cours d'eau et qui s'étend vers l'intérieur des terres à partir de la ligne des hautes eaux sur une largeur variant 10 ou 15 mètres selon la pente et la hauteur du talus.<sup>3</sup> Bien qu'en principe les constructions, ouvrages et travaux soient interdits dans la rive, certaines exceptions y sont permises, dont certaines s'appliquent spécifiquement au secteur agricole.

<sup>3</sup> Le principe général de la politique est d'assurer la pérennité des lacs et des cours d'eau, prévenir la dégradation et l'érosion des rives, favoriser le caractère naturel des rives, par différentes normes minimales dont les constructions, les ouvrages ou les travaux qui sont susceptibles de détruire ou de modifier la couverture végétale des rives, ou de porter le sol à nu, ou d'en affecter la stabilité, ou qui empiètent sur le littoral (MDDEP, communication personnelle, mars 2013).





Ainsi de façon générale, « la culture du sol à des fins d'exploitation agricole est permise à la condition de conserver une bande minimale de végétation de 3 m dont la largeur est mesurée à partir de la ligne des hautes eaux; de plus, s'il y a un talus et que le haut de celui-ci se situe à une distance inférieure à 3 m à partir de la ligne des hautes eaux, la largeur de la bande de végétation à conserver doit inclure un minimum d'un mètre sur le haut du talus ».<sup>4</sup>

De la même manière, selon la PPRLPI, toute terre se retrouvant à l'intérieur de la ligne des hautes eaux se situe dans les faits dans le littoral d'un cours d'eau et ne devrait pas être cultivée.

Ainsi, toute terre se retrouvant à l'intérieur de la bande minimale de végétation de 3 mètres à partir de la ligne des hautes ne devrait pas être cultivée.

Depuis 2005, la vaste majorité des MRC situées dans les principales régions agricoles ont intégré à leur schéma d'aménagement ou dans un règlement de contrôle intérimaire le cadre minimal de protection défini par la PPRLPI<sup>5</sup>.

**De plus, certaines MRC ont mis en place des règlements spécifiques. Quelques exemples sont présentés en encadré. Aussi, avant de concevoir une zone tampon, il est important de vérifier auprès de la MRC et de la municipalité quelles sont les exigences réglementaires qui s'appliquent spécifiquement sur le cours d'eau concerné.**

#### **Exemple d'exigences réglementaires spécifiques'**

**MRC Memphrémagog :** La culture du sol est interdite complètement dans la rive de certains lacs et certains cours d'eau. Elle est permise uniquement sur la rive des cours d'eau intermittents spécifiés également, ceci selon la règle du 3 m.

**MRC de Beauce Sartigan :** La bande minimale de végétation est de 5 mètres à partir de la ligne des hautes eaux.

<sup>4</sup> Source : Politique de protection des rives, du littoral et des plaines inondables  
[http://www2.publicationsduquebec.gouv.qc.ca/dynamicSearch/telecharge.php?type=3&file=/Q\\_2/Q2R35.htm](http://www2.publicationsduquebec.gouv.qc.ca/dynamicSearch/telecharge.php?type=3&file=/Q_2/Q2R35.htm) (date de la dernière consultation : 26 novembre 2012).

<sup>5</sup> Les schémas d'aménagement et de développement (SAD) et les règlements de contrôle intérimaire (RCI) de 43 MRC sises dans les 5 grandes régions agricoles soient la Montérégie, Chaudière-Appalaches, le Centre du Québec, Lanaudière et l'Estrie ainsi que ceux de 28 MRC ayant une vocation agricole importante ont été analysés. Ces MRC englobaient plus de 80% de l'activité agricole du Québec. Toutes les MRC situées dans les principales régions agricoles sauf la MRC d'Abitibi-Ouest avaient introduit dans leur schéma d'aménagement ou dans un règlement de contrôle intérimaire les mesures de protection des rives telles que proposées dans la politique (Breune et coll. 2009). La lecture du SAD de la MRC Abitibi-Ouest en août 2012 a permis de constater que la restriction concernant la culture du sol en rive n'est pas inscrite au schéma d'aménagement.

**MRC de Robert-Cliche :** La bande minimale de végétation est de 5 mètres en bordure de la rivière Chaudière et trois (3) mètres pour les autres cours d'eaux.

**MRC de L'Érable :** Lorsque la pente d'une terre agricole en culture adjacente à un plan d'eau est de plus de 15 % en direction de ce dernier, la largeur de la bande riveraine est de 15 mètres; - Toutefois, lorsque des aménagements ou activités de nature agro-environnementale sont effectués selon des techniques reconnues afin de prévenir la détérioration de la qualité de l'eau du plan d'eau, la bande riveraine peut être réduite à 3 m. Pour ce faire, un minimum de deux (2) aménagements ou pratiques de nature agro-environnementale parmi les formes suivantes doivent être effectuées ou pratiquées sur la terre concernée : 1. Labours et cultures de façon perpendiculaire à l'axe de la pente ; 2. Bassin de sédimentation permanent, en contrebas de la pente, afin de capter les sédiments et éviter la migration de ceux-ci dans le plan d'eau ; 3. Voie d'eau gazonnée ; 4. Avaloir ; 5. Risberme ; 6. Autres formes pertinentes d'aménagement et reconnues par le Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec.

**MRC de Nicolet-Yamaska :** À l'intérieur de la bande riveraine d'un cours d'eau, toutes les constructions, tous les ouvrages ou tous les travaux, incluant ceux effectués dans le cadre des labours, sont en principe interdits. La bande riveraine est de dix (10) mètres à partir de la ligne des hautes eaux pour les cours d'eau les plus importants de la MRC, soit : le Fleuve Saint-Laurent, le lac Saint-Pierre, la rivière Nicolet (Nicolet sud-ouest et Nicolet sud-est); la rivière Bécancour; La rivière Saint-François, la rivière Yamaska. Pour tous les autres cours d'eau, la bande riveraine est d'une largeur minimale de trois (3) mètres calculée à partir de la ligne des hautes eaux (LHE) et doit inclure en tout temps une largeur minimale d'un mètre (1) sur le haut du talus. Lorsque le cours d'eau est adjacent à un talus situé dans une zone cartographiée à risque de glissements de terrain, la largeur de la bande riveraine doit être égale ou supérieure à deux (2) fois la hauteur du talus jusqu'à concurrence de 40 mètres.

Toutefois, pour la culture du sol à des fins d'exploitation agricole, lorsque des aménagements de nature agro-environnementale sont effectués selon des techniques reconnues afin de prévenir la détérioration de la qualité de l'eau du cours d'eau, la largeur de la bande riveraine dans les pentes situées dans une zone cartographiée à risque de glissements de terrain peut être réduite à un mètre sur le haut du talus. Pour ce faire, un minimum de deux pratiques agro-environnementales doit être appliqué obligatoirement parmi les conditions suivantes :

**Maintien d'une culture permanente couvrant la totalité de la bande riveraine ;**

**Pratiques agro-environnementales contenues dans les guides de protection des sols et de l'eau publiée par les ministères et/ou organismes compétents en la matière et recommandés par un professionnel dans le domaine.**

<sup>7</sup> Date de la dernière vérification des schémas d'aménagements des MRC citées : 22 août 2012.





### 3.1.3. La zone réglementaire sécuritaire de contrôle de la dérive des pesticides

Il est important de noter que les largeurs proposées, dans ce document, pour la mise en place de zones tampons pourraient ne pas être suffisantes en ce qui concerne l'éloignement requis du matériel de pulvérisation. En d'autres termes, le producteur ne pourra ni se servir des exigences réglementaires protégeant les cours d'eau, ni de la largeur de la zone tampon calculée selon la méthode de M Dosskey et coll. pour le contrôle des sédiments pour déterminer qu'il est dans une zone sécuritaire de contrôle de la dérive des pesticides. Cette zone varie considérablement d'un pesticide à l'autre et aussi en fonction des conditions d'épandage. Dans le code de gestion des pesticides et sur les étiquettes de pesticides, on utilise l'expression de zone tampon pour nommer la zone sécuritaire de contrôle de la dérive des pesticides. Nous avons choisi délibérément de prendre une autre expression linguistique pour que cette notion ne soit pas confondue avec la notion de zone tampon utilisée dans cette fiche.

Ainsi, le code de gestion des pesticides indique la distance d'éloignement des zones sensibles lors de l'application et les étiquettes des pesticides utilisés indiquent la largeur de zone de sécurité recommandée. C'est la norme la plus exigeante qui prévaut. Un exemple de zone de sécurité pour le Round Up Weathermax est donné dans l'encadré ci-contre.

L'Agence de réglementation de la lutte antiparasitaire de Santé Canada propose sur son site internet un calculateur de zone tampon qui fournit « des renseignements sur la dérive ainsi que sur la manière de réduire le besoin de recourir à de grandes zones tampons lors de la pulvérisation » (ARLA 2012).<sup>6</sup>

### 3.2. Localisation et détermination de la superficie des zones tampons

Notons que le point de départ correspond aux exigences réglementaires. L'objectif est d'évaluer la nécessité d'établir des zones tampons plus importantes à certains endroits et de calculer leur superficie.

#### 3.2.1. Localisation cartographique

À l'aide d'une carte topographique et idéalement d'un modèle numérique de terrain, il s'agit d'établir les superficies contributrices vers les cours d'eau, de déterminer le parcours de l'eau et d'analyser si l'écoulement arrive en nappe ou de manière concentrée.

<sup>6</sup> Calculateur de zone tampon  
<http://www.hc-sc.gc.ca/cps-spc/pest/agri-commerce/drift-derive/calculator-calculatrice-fra.php>  
(date de la dernière consultation le 29 janvier 2013)

Cette étape devrait être réalisée avant d'aller sur le terrain. L'utilisation d'un modèle numérique de terrain réalisé par stéréoscopie électronique (Correlator 3D) à partir de photos aériennes de précision représente assez fidèlement la réalité dans les régions montagneuses (expériences réalisées dans la région de l'Estrie). En plaine, les relevés LIDAR seront plus précis pour établir des patrons d'écoulement (ces relevés sont d'ores et déjà disponibles dans plusieurs régions du Québec).

#### Exemple de zones de sécurité inscrites sur une étiquette de pesticides

La zone tampon précisée au tableau suivant doit séparer le point d'application directe et la bordure la plus rapprochée en aval des habitats terrestres vulnérables (ex : prairies, terres boisées, brise-vent, terres à bois, haies, pâturages, grands pâturages libres, terres arbustives), des habitats aquatiques vulnérables (ex : lacs, rivières, marécages, étangs, fondrières des Prairies, criques, marais, ruisseaux, réservoirs et milieux humides) et des habitats estuariens ou marins vulnérables.

Méthode d'application	Zone tampon requise pour la protection des :	
	Habitats terrestres (m)	Habitats d'eau douce (m)
Par pulvérisateur agricole *	15	15

\*Pour les pulvérisateurs agricoles, la zone tampon peut être réduite de 70 % si on utilise des écrans ou de 30 % si on utilise des buses à jet conique.

Source : Étiquette du produit : Roundup Weathermax. No d'homologation 27487  
<http://pr-rp.hc-sc.gc.ca/ls-re/index-fra.php> (date de la dernière consultation le 29 janvier 2013)

Lorsque les conseillers disposent d'un logiciel d'information géographique, ce travail peut être automatisé. Dosskey et Mueller (2010) fournissent les équations de régression de leur diagramme et une méthodologie pour travailler avec un système d'information géographique.

Les renseignements fournis par les cartes et les photos aériennes seront confirmés par une visite terrain, idéalement au printemps avant la reprise de la végétation.





### 3.2.2. Validation sur le terrain de la localisation et de la superficie de la zone tampon

L'objectif de la visite terrain est de valider les superficies de zones tampons établies à partir des modèles d'écoulement préférentiel. Elle doit avoir lieu préféablement au printemps ou au début de l'été après des pluies, lorsque le sol n'est pas encore couvert complètement de végétation et qu'il est alors assez aisé d'observer les patrons d'écoulement des eaux de surface.

Il s'agit de distinguer les zones où l'érosion est moins concentrée (les endroits où les zones tampons pourront avoir une certaine efficacité de captation), des zones où l'écoulement est trop concentré. Les exemples présentés à la section 2 indiquent que lorsque l'écoulement est concentré, les zones tampons sont moins efficaces.

***Il faut donc mettre en place d'autres mesures de protection contre l'érosion des sols et le transport des polluants. La couverture des sols pendant l'ensemble de l'année est certainement la pratique la plus efficace : culture de plantes vivaces (prairies) ou culture annuelle avec engrais vert qui couvre les entre rang durant la saison de culture et après la récolte. Cette couverture globale des sols présente aussi l'avantage de protéger le sol durant l'hiver et à la fonte des neiges, périodes où l'efficacité filtrante des zones tampons est limitée.***

La visite sur le terrain doit également permettre d'évaluer avec le producteur agricole les contraintes reliées à la localisation et les possibilités réelles de mise en place des zones tampons ou de leurs alternatives. C'est à cette étape qu'il faut également discuter de l'entretien pour concevoir la zone tampon en fonction de celui-ci (Ex. : Établir une zone suffisamment large pour le passage d'une faucheuse).



Source : Isabelle Breune (AAC)

### 3.2.3. Études des autres sources d'érosion et des besoins en aménagements complémentaires

#### État des cours d'eau et des confluences

Si la zone tampon vise à intercepter une partie des polluants d'origine agricole en provenance des champs, il faut aussi s'assurer que les eaux de ruissellement, déjà canalisées dans les fossés et les cours d'eau, ne créent pas elles-mêmes de l'érosion. Ainsi, les sorties de drains, les confluences de fossés et les berges, dans certains cas particuliers, devraient être protégées. Des informations pour ce type d'aménagement peuvent être trouvées dans les fiches référencées à l'annexe 4 de ce document (Diagnostic et solutions des problèmes d'érosion des berges de cours d'eau, Aménagement des sorties de drains, Déversoir enroché). Il est recommandé de se servir des fossés pour emmagasiner l'eau de ruissellement de façon temporaire, par l'installation de fossés avaloirs, et permettre la sédimentation des particules sableuses et limoneuses.

#### Aménagements hydro-agricoles complémentaires

Tel que mentionné précédemment, pour que les sédiments soient trappés à l'intérieur de la zone tampon, il faut que l'eau traverse cette zone suffisamment lentement sans couler ni arracher les végétaux présents. Aussi lors de l'analyse d'un territoire pour l'installation d'une zone tampon, il est important de bien évaluer les volumes d'eau qui pourront être concernés ainsi que les patrons d'écoulement des eaux. À cet effet, une fiche technique intitulée « *Évaluation des débits de pointe pour les petits bassins versants agricoles du Québec* » a été publiée en 2007 (voir annexe 4). L'analyse de la situation peut indiquer que des aménagements hydro-agricoles doivent être mis en place préalablement à l'installation d'une zone tampon, ceci de manière à diminuer les volumes d'eau à gérer ou à diminuer la vitesse d'arrivée de l'eau. D'autres fiches techniques présentent divers aménagements hydro-agricoles : Calcul pour le dimensionnement des avaloirs; Avaloir et Puisards; Dimensionnement des voies d'eau engazonnées; Voies d'eau et rigoles d'interceptions engazonnées; Puits d'infiltration; Tranchées filtrantes.





### 3.3. Choix de la végétation, mise en place et entretien d'une zone tampon

Le choix de la végétation à mettre en place est conditionné par divers facteurs (coûts, facilité d'entretien, capacité de captage, enracinement, etc.). Les graminées vivaces sont considérées comme des plantes très efficaces pour réduire le ravinement et favoriser la sédimentation (pourvu que leur hauteur soit contrôlée). Toutefois, une zone tampon combinant des espèces herbacées et arbustives permet d'atteindre plusieurs objectifs : captage des sédiments, amélioration de l'infiltration, amélioration de la qualité des habitats fauniques, ombrage qui empêche le réchauffement de l'eau. Il existe quelques guides permettant de choisir divers végétaux pouvant être utilisés dans les zones tampons (Vézina et coll. 2007). La fédération interdisciplinaire de l'horticulture ornementale du Québec (FIHOQ) a mis en ligne un outil permettant de choisir des plantes adaptées plus spécifiquement aux bandes riveraines.<sup>7</sup>

Lorsqu'elle est installée dans une zone d'écoulement préférentiel, la zone tampon ressemble à une voie d'eau engazonnée. Toutefois, alors qu'une voie d'eau engazonnée standard est conçue pour sortir les excès d'eau le plus rapidement possible sans érosion (plantes flexibles et à croissance lente), une voie d'eau destinée à retenir des sédiments doit être conçue pour ralentir la vitesse de sortie d'eau. Les plantes utilisées dans ce cas seront plus rigides et suffisamment hautes (15-20 cm).

L'entretien de la zone tampon est généralement considéré comme du travail « non productif », il doit être réalisé facilement et le plus rapidement possible. Pour qu'elles soient efficaces dans le captage des sédiments, les graminées ne doivent pas courber lors du passage de la lame de ruissellement. Le couvert doit être dense (beaucoup de tiges) et pas très haut (15 à 20 cm). Il faudrait donc, idéalement, faucher la zone tampon quelques fois par année pour qu'elle conserve son efficacité. La récolte de la fauche permet d'exporter les nutriments captés par la zone tampon. Si la zone filtrante est efficace pour capter les sédiments, un bourrelet risque de se créer en amont de celle-ci. Pour que la zone tampon soit efficace, il faut s'assurer que l'eau la traverse sur l'ensemble de sa largeur. Aussi, s'il y a trop de sédiments accumulés, ceux-ci peuvent être remis en circulation. La zone tampon devient alors une source de contaminants. Il faut donc enlever régulièrement les amas de sédiments accumulés.

<sup>7</sup> <http://vegetaux.fihq.com/>

(date de la dernière consultation : 30 janvier 2013)



Source: Alain Gagnon (MAPAQ)



Source : Isabelle Breune (AAC)



Source : Isabelle Breune (AAC)





## Bibliographie

ARLA. 2012. *Atténuation de la dérive des pesticides*. Site internet.

<http://www.hc-sc.gc.ca/cps-spc/pest/agri-commerce/drift-derive/index-fra.php>

(date de la dernière consultation le 27 novembre 2012)

Bentrup, G. 2008. *Zones tampons de conservation: lignes directrices pour l'aménagement de zones tampons, de corridors boisés et de trame vertes*. Gen.Tech. Rep. SRS-109. Asheville, NC: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Research Station. 115 p.

Biddle, Mark A., Tyler Robin M., Barthelme Thomas G., Canfield Timothy J. 2008. *Effectiveness of restored wetlands for the treatment of agricultural runoff*. U. S. Environmental Protection Agency, Office of Research and Development, National Risk Management Research Laboratory. 39p.

Breune I, Bibeau R. 2009. *Les initiatives réglementaires municipales de protection environnementale en milieu agricole au Québec*. Agriculture et Agroalimentaire Canada. 69p

Corpen 1997. *Produits phytosanitaires et dispositifs enherbés - État des connaissances et propositions de mise en œuvre*. Comité d'orientation pour la réduction de la pollution des eaux par les nitrates, les phosphates et les produits phytosanitaires provenant des activités agricoles. Paris, 88 p.

Corpen 2007. *Les fonctions environnementales des zones tampons - Les bases scientifiques et techniques des fonctions de protection des eaux*, première édition, Comité d'orientation pour des pratiques agricoles respectueuses de l'environnement. Paris, 176 p.

Dosskey, M. G., Helmers, M. J., Eisenhauer, D. E., Franti, T. G. and Hoagland, K. D. 2002. *Assessment of concentrated flow through riparian buffers*. Journal of Soil and Water Conservation 2002 57(6):336-343

Dosskey, M.G., and T.G. Mueller. 2010. *Designing variable-width filter strips using GIS and terrain analysis*. IN: R. Khosla, ed. Proceedings, 10th International Conference on Precision Agriculture and Other Precision Resources Management (CD-ROM), ASA Misc. Publ., ASA, CSSA, and SSSA, Madison, WI.

Dosskey M.G., Helmers M.J. and Eisenhauer D.E. 2011. *A design aid for sizing filter strips using buffer area ratio*. Journal of soil and water conservation. 2011-vol.66. No1. p 29 à 39.

Duchemin M, Lafrance P, Bernard C. 2002. *Les bandes enherbées, une pratique de conservation efficace pour réduire la pollution diffuse*. IRDA. 2.p

Gagnon, E., et G. Gangbazo (2007). *Efficacité des bandes riveraines: analyse de la documentation scientifique et perspectives*. Québec, ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs, Direction des politiques de l'eau, ISBN : 978-2-550-49213-9, 17 p.

Guillou, M. 2012. *Base de données mesurées dans le cadre du projet de suivi hydrologique de parcelles agricoles en Montérégie*. Rapport final prévu en 2016.

Gumière S.J., Le Bissonais. N, Raclot, D. Cheviron B. 2011a. *Vegetated filter effects on sedimentological connectivity of agricultural catchments in erosion modelling : A review*. Earth Surf. Process. Landforms. 36, 3-19.

Gumière S.J., Rousseau A.N. 2011. *Development of VFDM : A riparian vegetated filter dimensioning model*. Presented at the international symposium on erosion and landscape evolution. A specialty conference of the American Society of Agricultural and Biological Engineers. Anorage, Alaka. Sptembre 2011. 9 p.

Hershfield David M. 1961. Technical Paper 40, Rainfall Frequency Atlas of the United States for Durations from 30 minutes to 24 Hours and Return Periods from 1 to 100 Years.

INRS-ETE. 2012. *Brome - 7020840 Courbe Intensité Durée Fréquence de précipitations. 1970-2009. Les données de précipitation nécessaires au calcul des courbes intensité durée et fréquence proviennent du ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs ainsi que d'Environnement Canada. La méthode de calcul utilisée a été développée par l'équipe de M. Alain Mailhot, professeur au Centre Eau Terre Environnement de l'Institut national de la recherche scientifique suite à des travaux financés par Ouranos, le Fonds vert et Ressources naturelles Canada.*





Mathis James E. 2008. *Specific catchement area as a basis of design for precision riparian buffers*. AWRA 2008 Summer specialty conference. Virginia Beach, Virginia.

Muñoz-Carpena, R. and J.E. Parsons. 2005. *VFSMOD-W: Vegetative Filter Strips Hydrology and Sediment Transport Modeling System v.2.x*. Homestead, FL: Univ. of Florida. <http://abe.ufl.edu/carpena/vfsmod/> (date de la dernière consultation le 20 juin 2012)

Piché Marlène, 2008. *La dérive des pesticides. Prudence et solutions*. CRAAQ. 17p.

Stewart, A., Reedyk, S., Franz, B., Fomradas, K., Hilliard, C., et S. Hall. 2010. *Manuel de conception des bandes tampons dans les Prairies canadiennes*. Direction générale des services agroenvironnementaux, Agriculture et Agroalimentaire Canada. 89 p.

Stewart, A., Reedyk, S., Franz, B., Fomradas, K., Hilliard, C., et S. Hall. 2011. *Manuel de conception des bandes tampons dans le Canada atlantique*. Direction générale des services agroenvironnementaux, Agriculture et Agroalimentaire Canada. 89 p.

Tabi M, Tardif L, Carrier D, Laflamme G, Rompré M., 1990. *Inventaire des problèmes de dégradation des sols agricoles du Québec*. Rapport synthèse. MAPAQ. 65p.

Tabi M, Tardif L, Carrier D, Laflamme G, Rompré M., 1991. *Inventaire des problèmes de dégradation des sols agricoles du Québec*. Région de l'Estrie. MAPAQ. 87p.

Toffoli, R. (année inconnue) *Les bandes filtrantes*, Québec, Ministère de l'agriculture, des pêcheries et de l'alimentation, Estrie, 12 p.

Vézina, A, Desbiens P, Nadeau N. 2007 *Choix et arrangement des végétaux en haies brise-vent et en bandes riveraines*. Institut de technologie agroalimentaire campus de La Pocatière. 122p.

Wall, G.J., D.R. Coote, E.A. Pringle et I.J. Shelton (éditeurs). 2002. *RUSLE-CAN – Équation universelle révisée des pertes de sol pour application au Canada. Manuel pour l'évaluation des pertes de sol causées par l'érosion hydrique au Canada*. Direction générale de la recherche, Agriculture et Agroalimentaire Canada, No de la contribution AAC2244F, 117 p.



## ANNEXE 1 : Efficacité des bandes riveraines

Le diagramme de Dosskey et coll. a été établi à partir du logiciel de modélisation « *Vegetative Filter Strips Hydrology and Sediment Transport Modeling System - VSFMOD* » (Muñoz-Carpena et Parsons 2005). La modélisation a été établie pour un champ où le facteur P de USLE était égal à 1, ce qui signifie qu'il n'y avait pas de pratiques spéciales de protection, telle la culture en contour. La zone tampon était considérée comme bien établie. La pente et la texture du sol de la zone tampon étaient les mêmes que celles de la zone contributrice et le ruissellement se distribuait uniformément à travers la zone tampon. (Dosskey et coll. 2011).

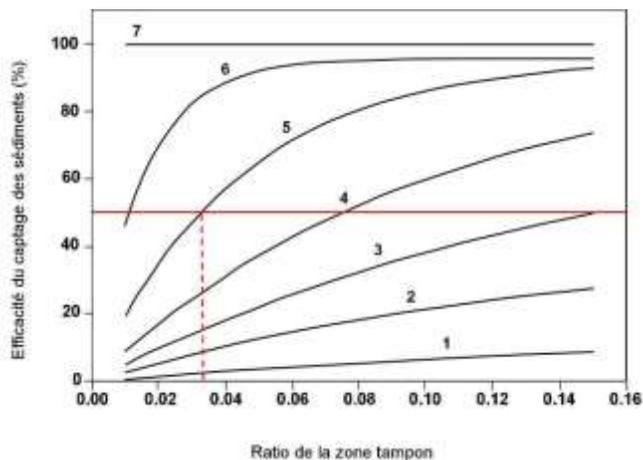
L'auteur a simulé l'efficacité des zones tampons dans deux situations qui pourraient être qualifiées « d'extrêmes » (Tableau A). Le premier scénario (1<sup>ère</sup> ligne du tableau) correspond à des conditions favorisant un ruissellement important (perméabilité du sol faible, numéro de courbe de ruissellement très élevé) sur un sol à texture fine (produisant des sédiments fins), Le deuxième scénario correspond à des conditions favorisant un faible ruissellement (perméabilité du sol importante, numéro de courbe de ruissellement moyen) sur un sol à texture grossière, à sédimentation rapide,

On peut donc penser qu'un grand nombre de cas pratiques pourront se situer entre ces deux conditions « extrêmes ».

Tableau A : Paramètres utilisés dans le modèle

Classe texturale	Perméabilité K sat (cm/h)	Porosité (m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> )	Contenu initial en eau (m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> )	Numéro de courbe	Facteur K de USLE (tn (acEI) <sup>-1</sup> )
Loam argilo limoneux	0,20	0,471	0,169	90	0,37
Loam sableux fin	2,18	0,453	0,064	75	0,20

Figure A. Relation entre l'efficacité du captage des sédiments et le ratio de la zone tampon selon différents paramètres (pente, classe texturale, facteur C de USLE\*) Source : Adaptée de Dosskey et coll. 2011.



Numéro de la ligne	Type de matériel	Pente (%)	Classe texturale	Facteur USLE C*
7	Sédiment	2	Grossière	0,50
6	Sédiment	2	Fine	0,15
5	Sédiment	2	Fine	0,50
4	Eau	2	Grossière	0,50
3	Eau	10	Grossière	0,50
2	Sédiment	10	Fine	0,50
1	Eau	10	Fine	0,50

Le modèle utilise trois catégories de sol <sup>8</sup> :

- Texture grossière : sable loameux, loam sablo argileux, loam sableux fin.
- Texture moyenne : Loam sableux très fin, loam, loam limoneux.
- Texture fine : Loam argileux, loam limono argileux, limon.

<sup>8</sup> Le modèle a été établi en simulant une pluie de 61 mm (2,4 pouces) en 1 heure en un seul évènement (pluie de récurrence 10 ans dans les plaines centrales, le « corn belt » et les régions du piedmont nord (Caroline du Nord) des États-Unis). La récurrence de 10 ans a été choisie parce qu'il s'agit de la récurrence généralement recommandée pour le dimensionnement des structures de conservation des sols. L'Atlas des précipitations (Hershfield, 1961) indique que dans les États du Nord, une pluie de récurrence 10 ans est plutôt de 35 mm (1,4 pouces). Aussi, le temps de concentration mesuré sur deux champs instrumentés d'environ 7 hectares en Montérégie (parcours de l'eau de 560 m avec une pente de 0,48% et de 994 m avec une pente de 0,38%), était de 0,38 et 1,6 heures (Guillou, M. 2012). Pour ces temps de concentration (équivalent à la durée de la pluie) l'intensité des pluies de récurrence 2 ans de la station la plus proche (Brome) était de 25 à 38 mm/h et de 30 à 55 mm/h pour une récurrence 10 ans (INRS-ETE, 2012). Dans leur article M Dosskey et coll. proposent un ajustement pour une pluie de 41 mm d'une durée d'une heure, il s'agit alors d'augmenter d'une ligne par rapport au résultat obtenu avec le diagramme. C'est ce type de pluie 41 mmen 1 heure que nous avons retenue pour le Québec.

\* Note. Pour le Québec, on peut utiliser les valeurs facteurs C de RUSLE Can (Voir annexe 2)



On peut ajuster le graphique concernant les sédiments et les éléments liés aux sédiments de la façon suivante :

Paramètre	Règle d'ajustement
Type de polluant	Réduire d'une ligne (-1) pour les éléments attachés aux sédiments par rapport aux sédiments eux-mêmes
Pente	Augmenter d'une ligne (+1) pour chaque 2,5% de pente de moins ou réduire (-1) pour chaque 2,5% de pente de plus
Texture du sol	Augmenter (+1) ou réduire (-1) d'une ligne pour chaque catégorie plus grossière ou plus fine
Facteur C de RUSLE	Augmenter (+1) ou réduire (-1) d'une ligne pour chaque diminution ou augmentation de 0,35 du facteur C,

On peut ajuster le graphique concernant l'eau et les éléments dissous de la façon suivante :

Paramètre	Règle d'ajustement
Type de polluant	Pas d'ajustement nécessaire entre l'eau ou les polluants dissous
Pente	Augmenter (+1) d'une ligne pour chaque 7,5% de pente de moins ou réduire (-1) pour chaque 7,5% de pente de plus
Texture du sol	Augmenter (+1) ou réduire (-1) d'une ligne pour chaque catégorie plus grossière ou plus fine
Facteur C de RUSLE	Pas d'ajustement





**ANNEXE 2 : Valeur du facteur C de RUSLE**  
 (Équation des pertes de sol révisée) généralisée pour le Québec

Culture	Travail du sol classique	Travail de conservation du sol	Aucun travail de sol
Céréales de printemps	0,41	0,36	0,15
Céréales d'automne	0,27	0,22	
Maïs (céréales)	0,37	0,32	0,15
Maïs (ensilage)	0,51	0,44	0,21
Soja, sarrasin, pois secs, haricots secs	0,46	0,40	0,28
Foin (luzerne)	0,02	0,02	0,02
Foin (autre)	0,004	0,004	0,004
Pomme de terre	0,45	0,40	
Légumes	0,56	0,42	
Arbres fruitiers	0,04	0,04	0,04
Baies, raisins	0,36	0,10	
Produits de pépinière	0,20	0,20	0,20

Source : Wall et coll. 2002



### ANNEXE 3 : Comparaison entre les résultats fournis par cet outil et ceux de deux études réalisées au Québec.

En 2002, une équipe de l'IRDA a présenté une étude sur l'efficacité des bandes enherbées. Cette étude a démontré que dans les conditions retenues, une bande de 3 mètres a été suffisante pour réduire d'environ la moitié la charge des polluants transportés par les eaux de ruissellement (Matières en suspension (MES), Phosphore, Azote ammoniacal, Nitrates). La réduction allant même jusqu'à près de 90% pour les sédiments, (Duchemin et coll, 2002).

Les conditions de l'étude réalisée entre 1997 et 2001 étaient les suivantes :

- Parcelles de 3 m de large par 65 m de long
- Bande enherbée de 3 m de large par 3 m de long
- Pente : 2 à 3 %
- Type de sol : loam sableux
- Culture : sol nu
- Composition de la bande herbacée : Fétuque rouge, agrostide blanche et ray-grass vivace



Source : Duchemin et coll. 2002

Si on entre ces données dans le modèle de M Dosskey et coll., on constate que le ratio de la zone tampon est de  $9 \text{ m}^2 / 195 \text{ m}^2 = 0,046$  et que les conditions de l'étude correspondent à la ligne 7 du diagramme pour le contrôle des sédiments et la ligne 4 pour l'eau et les nutriments solubles. Les résultats de cette étude correspondent donc à ceux estimés par l'outil développé par M Dosskey et coll, (efficacité proche de 100% pour les sédiments (ligne7) et 40% pour l'eau (ligne 4),

Si on utilise le tableau 1 de la page 5, on constate que pour obtenir 80% d'efficacité dans un sol avec une pente de 2% et de texture grossière, on aurait besoin d'un ratio de 0,010. Le ratio de 0,046 est donc amplement suffisant. Ainsi, cet essai a été réalisé dans des conditions optimales pour le fonctionnement d'une bande riveraine, Ces conditions sont relativement difficiles à trouver en champs

En 2011, une équipe de l'INRS-ETE a présenté les résultats d'une simulation effectuée à partir d'un modèle qu'ils ont développé (VFDM), Cette simulation indiquait que, selon les paramètres introduits dans le modèle, des largeurs de bandes tampons de 0,59 à 4,57 m (variables selon la concentration du ruissellement) étaient suffisantes pour capter 60 % des sédiments (Gumière et coll, 2011).

Les paramètres introduits dans le modèle étaient les suivants :

- Parcelles de 50 m de large par 50 m de long (superficie :  $2\,500 \text{ m}^2$ )
- Pente : 2 %
- Type de sol : Loam limoneux (moyen)
- Type de culture : Maïs, labour(c = 0,5)
- Composition de la bande herbacée : Pâturin (bluegrass)

Si on entre ces données dans le modèle de Dosskey et coll. on constate que le ratio devrait être de 0,01 pour un contrôle de 60 à 80% des sédiments.

Les résultats de l'étude (Gumière et coll. 2011) correspondent donc à ceux de l'outil présenté dans cette fiche technique :

Caractéristiques de la zone tampon effective						
Caractéristiques de l'écoulement		Longueur estimée (m)	Largeur** Indiquée par Gumière (m)	Superficie (m <sup>2</sup> )	Ratio de la zone tampon	Largeur estimée (modèle Dosskey et coll.) pour une efficacité à capter les sédiments de 60%
Écoulement en nappe		50 <sup>*</sup>	0,59	29,5	0,01	(25m <sup>2</sup> /50 m) = 0,5 m
Écoulement concentré		5 <sup>*</sup>	4,57	22,85	0,01	(25m <sup>2</sup> /5m) = 5 m
Écoulement semi-concentré		(3x 4) = 12 <sup>*</sup>	2,6	31,2	0,01	(25m <sup>2</sup> /12 m) = 2 m

\* : Ces mesures n'étaient pas indiquées dans l'étude, elles ont été déduites des images présentées.

\*\* : La largeur des bandes tampons correspond à la moyenne calculée par le modèle de Gumière et coll. 2011.

Ces constats ne visent pas à démontrer que l'outil de Dosskey et coll. est valide dans tous les cas de figure. Il faudrait analyser plus de situations pour en être sûr. Cet outil ne donne toutefois pas des résultats en décalage avec ces deux études réalisées dans des conditions observées au Québec.



## ANNEXE 4 : Liste des fiches techniques déjà publiées

Diagnostic et solutions des problèmes d'érosion des berges de cours d'eau

[http://www.agrireseau.qc.ca/agroenvironnement/documents/Berges\\_FR\\_web.pdf](http://www.agrireseau.qc.ca/agroenvironnement/documents/Berges_FR_web.pdf)

Diagnostic et solutions de problèmes d'érosion au champ et de drainage de surface

[http://www.agrireseau.qc.ca/agroenvironnement/documents/DiagnosticSolutions\\_FR\\_web.pdf](http://www.agrireseau.qc.ca/agroenvironnement/documents/DiagnosticSolutions_FR_web.pdf)

Avaloir et Puisards.

[http://www.agrireseau.qc.ca/agroenvironnement/documents/AvaloirsPuisards\\_FR\\_web.pdf](http://www.agrireseau.qc.ca/agroenvironnement/documents/AvaloirsPuisards_FR_web.pdf)

Addenda :

[http://www.agrireseau.qc.ca/references/6/Fiches\\_MAPAQ-AAC\\_Erosion/Addenda\\_AvaloirsPuisards\\_FR\\_web.pdf](http://www.agrireseau.qc.ca/references/6/Fiches_MAPAQ-AAC_Erosion/Addenda_AvaloirsPuisards_FR_web.pdf)

Calcul pour le dimensionnement des avaloirs

[http://www.agrireseau.qc.ca/agroenvironnement/documents/DimensionnementAvaloirs\\_FR\\_web.pdf](http://www.agrireseau.qc.ca/agroenvironnement/documents/DimensionnementAvaloirs_FR_web.pdf)

Addenda :

[http://www.agrireseau.qc.ca/references/6/Fiches\\_MAPAQ-AAC\\_Erosion/Addenda\\_DimensionnementAvaloirs\\_FR\\_web.pdf](http://www.agrireseau.qc.ca/references/6/Fiches_MAPAQ-AAC_Erosion/Addenda_DimensionnementAvaloirs_FR_web.pdf)

Dimensionnement des voies d'eau engazonnées

[http://www.agrireseau.qc.ca/agroenvironnement/documents/DimensionnementVoiesdEau\\_FR\\_web.pdf](http://www.agrireseau.qc.ca/agroenvironnement/documents/DimensionnementVoiesdEau_FR_web.pdf)

Voies d'eau et rigoles d'interceptions engazonnées

[http://www.agrireseau.qc.ca/agroenvironnement/documents/VoiedEauEngazonnees\\_FR\\_web.pdf](http://www.agrireseau.qc.ca/agroenvironnement/documents/VoiedEauEngazonnees_FR_web.pdf)

Puits d'infiltration

[http://www.agrireseau.qc.ca/agroenvironnement/documents/PuitsdInfiltration\\_FR\\_web.pdf](http://www.agrireseau.qc.ca/agroenvironnement/documents/PuitsdInfiltration_FR_web.pdf)

Tranchées filtrantes

[http://www.agrireseau.qc.ca/agroenvironnement/documents/TrancheesFiltrantes\\_FR\\_web.pdf](http://www.agrireseau.qc.ca/agroenvironnement/documents/TrancheesFiltrantes_FR_web.pdf)

Évaluation des débits de pointe pour les petits bassins versants agricoles du Québec

[http://www.agrireseau.qc.ca/agroenvironnement/documents/EvaluationDebitsPointe\\_FR\\_web.pdf](http://www.agrireseau.qc.ca/agroenvironnement/documents/EvaluationDebitsPointe_FR_web.pdf)

Aménagement des sorties de drains

[http://www.agrireseau.qc.ca/agroenvironnement/documents/AmenagementSortiesDrains\\_FR\\_web.pdf](http://www.agrireseau.qc.ca/agroenvironnement/documents/AmenagementSortiesDrains_FR_web.pdf)

Déversoir enroché:

<http://www.agrireseau.qc.ca/navigation.aspx?r=déversoir>

Bassin de stockage d'eau et de sédimentation : Concept et dimensionnement

<http://www.agrireseau.qc.ca/agroenvironnement/documents/Fiche%20bassin%20s%C3%A9dimentationVF20130506.pdf>



Ce document technique a été réalisé grâce à un partenariat entre Agriculture et Agroalimentaire Canada et le Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec.

**Rédaction** : Isabelle Breune, agr. Msc. (AAC)

**Collection d'informations** : Léon Bibeau-Mercier, étudiant en agronomie.

**Révision et structuration du texte** : Roch Bibeau, M. Sc., M. S.E.L.\*

\* M.S.E.L. : Master Studies in Environmental Laws

**Mise en page** : Johannie Goulet, technicienne en Agroenvironnement, MAPAQ.

**Comité consultatif** : Marie Andrée Audet, agr. (ZIPP bassin versant rivière Coaticook), Jean-Thomas Denault, M.Sc. agr. (MDDEFP), Stéphanie Durand, agr. (ZIPP bassin versant rivière Nicolet-Sud-Ouest), Mikael Guillou, agr. Msc. (MAPAQ), Bert Klein, biol., Ph.D. (MDDEFP), Jean Patoine, agr.M.Env. (MAPAQ).

Août 2013



Agriculture et  
Agroalimentaire Canada

Agriculture and  
Agri-Food Canada

Agriculture, Pêcheries  
et Alimentation

Québec 