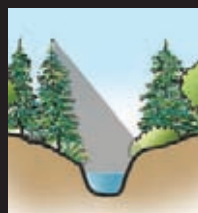
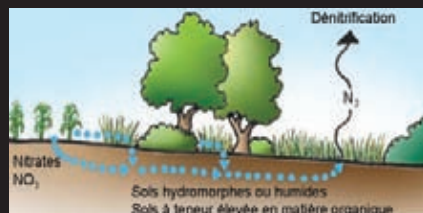




Zones tampons de conservation



Lignes directrices pour l'aménagement de zones tampons, de corridors boisés et de trames vertes



Résumé

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

Plus de 80 lignes directrices illustrées pour l'aménagement des zones tampons de conservation ont été résumées et élaborées à partir de l'examen de plus de 1400 publications de recherche. Chaque ligne directrice décrit une façon particulière d'aménager une zone tampon végétale pour protéger les sols, améliorer la qualité de l'air et de l'eau, améliorer l'habitat des poissons et autres espèces fauniques, produire des retombées économiques, offrir des espaces récréatifs ou embellir le paysage. Ces lignes directrices scientifiques sont présentées comme des règles de base faciles à comprendre visant à faciliter la planification et l'aménagement des zones tampons de conservation dans les milieux ruraux et urbains. La version en ligne du présent guide comprend la liste des publications de référence ainsi que d'autres ressources utiles pour l'aménagement de zones tampons (www.bufferguidelines.net).

Mots clés : Agroforesterie, bande filtrante, bande tampon, brise-vent, corridor faunique, pratique de conservation, trame verte, zone riveraine, zone de gestion des cours d'eau, zone tampon.

À propos de l'auteur

Gary Bentrup est chercheur en planification du paysage au National Agroforestry Center, U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Research Station, Lincoln, NE 68538.



**National
Agroforestry
Center**



Table des matières

Remerciements	ii
---------------------	----

Avant-propos à l'édition francophone	iv
--	----

UTILISATION DU GUIDE

Objectif de ce guide	1
----------------------------	---

Le guide en ligne	2
-------------------------	---

Limites de ce guide	2
---------------------------	---

Concepts d'aménagement du paysage	3
---	---

Planification des zones tampons de conservation	5
---	---

Comment utiliser ce guide	11
---------------------------------	----

LIGNES DIRECTRICES D'AMÉNAGEMENT

1. La qualité de l'eau	15
------------------------------	----

2. La biodiversité	45
--------------------------	----

3. Les sols productifs	65
------------------------------	----

4. Les perspectives économiques	71
---------------------------------------	----

5. La protection et la sécurité	81
---------------------------------------	----


6. La qualité esthétique et visuelle	93
--	----

7. Les activités récréatives	103
------------------------------------	-----

Glossaire	111
-----------------	-----

Tableau d'équivalence des unités	115
--	-----

www.bufferguidelines.net

Cliquer ici 

- Version en ligne comptant plus de 1400 références
- Diaporama en ligne avec les lignes directrices
- Autres ressources pour l'aménagement de zones tampons

Remerciements

L'auteur voudrait remercier les nombreux chercheurs scientifiques dont les travaux de recherche ont servi de base pour la synthèse qui a conduit à ce guide. Pris collectivement, leurs travaux offrent un fondement scientifique inestimable concourant à protéger et améliorer la santé et la vitalité des endroits où nous vivons.

Une reconnaissance toute spéciale est exprimée à Mike Dosskey, U.S. Department of Agriculture, National Agroforestry Center (NAC), qui a établi l'outil de mesure de la largeur des zones tampons et a contribué à l'élaboration d'autres lignes directrices concernant la qualité de l'eau.

L'auteur est également très reconnaissant envers ses nombreux collègues du NAC qui ont permis d'enrichir considérablement ce projet par leur apport d'information et leurs commentaires, ainsi qu'envers l'équipe Science Delivery de la Southern Research Station pour son aide dans le processus de rédaction.

L'auteur souhaite enfin souligner la contribution des nombreuses personnes dont les révisions techniques ont permis d'améliorer considérablement la qualité de ce guide.

Lynn Betts, USDA NRCS, Des Moines, Iowa
Bill Berry, Buffer Notes, Stevens Point, Wisconsin
Jim Carlson, New Castle, Colorado
William Clark, Iowa State University, Ames, Iowa
Robert Corry, University of Guelph, Guelph, Ontario, Canada
Mary Cressel, USDA NRCS, Washington, D.C.
Barth Crouch, Pheasants Forever, Salina, Kansas
Seth Dabney, USDA ARS, Oxford, Mississippi
Richard T.T. Forman, Harvard University, Cambridge, Massachusetts
Wendell Gilgert, USDA NRCS, Portland, Oregon
Hank Henry, USDA NRCS, Greensboro, Caroline du Nord
George Hess, North Carolina State University, Raleigh, Caroline du Nord
Jerry Jasmer, USDA NRCS, Casper, Wyoming
Craig Johnson, Utah State University, Logan, Utah
Richard Kittelson, Northeast Iowa RC&D, Postville, Iowa
John Kort, ARAP – Centre des brise-vent, Indian Head,
Saskatchewan, Canada
Mike Kucera, USDA NRCS, Lincoln, Nebraska
Jerry Lemunyon, USDA NRCS, Fort Worth, Texas
Rich Lewis, NY Soil & Water Conservation Committee, Albany, New York
Greg McPherson, USDA USFS, Davis, Californie
Fabian Menalled, Montana State University, Bozeman, Montana

Roberta Moltzen, USDA NRCS, Des Moines, Iowa
Judy Okay, USDA USFS, Annapolis, Maryland
Jennifer Ousley, U.S. EPA, Kansas City, Kansas
Jim Robinson, USDA NRCS, Fort Worth, Texas
Dick Rol, Foothill Associates, San Diego, Californie
Max Schnepf, Soil and Water Conservation Society, Ankeny, Iowa
Richard Sutton, University of Nebraska, Lincoln, Nebraska
Bern Sweeney, Stroud Water Research Center, Avondale, Pennsylvanie
Mark Tomer, USDA ARS, Ames, Iowa
Lyn Townsend, USDA NRCS, Portland, Oregon
Doug Wallace, USDA NRCS, Columbia, Montana

Ces travaux de recherche ont été financés en partie par le University of Missouri Center for Agroforestry dans le cadre du projet *A Floodplain Analysis of Agroforestry's Physical, Biological, Ecological, Economic and Social Benefits* (Analyse des avantages physiques, biologiques, écologiques, économiques et sociaux de l'agroforesterie en zone inondable), conduit de 1999 à 2006 d'après les accords de coopération AG-02100251 entre le USDA Agricultural Research Service (ARS) et CR-826704-01-0 avec la U.S. Environmental Protection Agency (EPA). Les renseignements fournis dans le présent document sont la seule responsabilité de l'auteur et peuvent ne pas représenter les politiques ou positions du ARS ou de l'EPA.

Les travaux d'impression de la version originale anglaise ont été financés par :

USDA Forest Service Region 2, State and Private Forestry
USDA Forest Service Region 8, State and Private Forestry
USDA NAC State and Private Forestry
USDA NRCS Science and Technology — Agroforestry

Toutes les photos publiées sont la propriété du U.S. Department of Agriculture Natural Resources Conservation Service. Toutes les illustrations ont été créées par l'auteur, exceptée l'illustration de la page 4, fournie par Ryan Dee.

Avant-propos à la version francophone

La modernisation de l'agriculture a contribué à assurer la sécurité alimentaire des pays développés et à améliorer l'approvisionnement de certains pays en voie de développement. La révolution verte s'est toutefois accompagnée de profonds changements dans la façon d'utiliser les terres ainsi que dans les relations entre le monde agricole et le reste de la société, urbaine comme rurale. La détérioration de la qualité de l'eau, la perte d'habitats par le déboisement et une cohabitation parfois difficile avec les autres usages du territoire en sont quelques conséquences.

L'introduction de zones tampons de conservation dans l'espace rural représente une stratégie constructive pour la restauration de fonctions naturelles à la source d'une diversité de biens et de services écologiques. S'inscrivant dans les tendances actuelles que sont l'agroforesterie et l'agriculture raisonnée, leur conception demande d'élaborer les projets sous un angle participatif du point de vue des usagers de l'espace rural, et intégré quant à l'introduction des arbres et des arbustes dans le paysage.

L'édition francophone de ce guide magistral, originalement paru sous le titre *Conservation Buffers – Design Guidelines for Buffers, Corridors, and Greenways*, est le résultat d'une coopération exemplaire entre le U.S. Department of Agriculture et Agriculture et Agroalimentaire Canada. Les lecteurs francophones doivent le présent ouvrage en premier lieu à son auteur, M. Gary Bentrup, chercheur en planification du paysage au National Agroforestry Center du U.S. Department of Agriculture, ainsi qu'à tous ses collaborateurs, en particulier M. Michael Dosskey, chercheur en écologie au même centre. La libéralité et la disponibilité dont ils ont fait preuve sont à souligner. La version francophone a été réalisée grâce au travail de traducteurs oeuvrant dans l'ombre, ainsi qu'à la collaboration de Mmes Camille Hérouard et Tricia Pollock, spécialistes en agroforesterie au Centre du développement de l'agroforesterie d'Agriculture et Agroalimentaire Canada, de M. Julien Fortier, chercheur en aménagement riverain et en sylviculture, et de M. André Vézina, professeur en agroforesterie à l'Institut de technologie agroalimentaire du Québec.

En cette Année internationale des forêts (2011), il est souhaité que cette édition francophone inspirera chez ses utilisateurs de nouvelles idées d'aménagements et engendrera de multiples projets de zones tampons de conservation.

Stéphane Gariépy
Henry de Gooijer
Direction générale des
services agroenvironnementaux
Agriculture et Agroalimentaire Canada



OBJECTIF DE CE GUIDE

Les zones tampons de conservation sont des bandes ou des zones de végétation réparties dans le paysage afin d'influencer les processus écologiques, de protéger la biodiversité et de fournir divers biens et services à la population. Elles ont de nombreuses appellations, notamment les corridors boisés ou fauniques, les trames vertes, les haies brise-vent et les bandes filtrantes, pour n'en nommer que quelques-unes (fig. 1).

Parmi les avantages qu'offrent les zones tampons de conservation se trouvent : la protection des sols, l'amélioration de la qualité de l'air et de l'eau, la protection de l'habitat du poisson et autres espèces fauniques, ou encore l'embellissement du paysage. Les zones tampons offrent également aux propriétaires fonciers toute une gamme d'opportunités économiques incluant la protection et l'amélioration des activités actuelles.

Il existe une grande quantité de connaissances scientifiques permettant d'orienter la planification et l'aménagement des bandes tampons de conservation. Malheureusement, ces renseignements sont dispersés dans un vaste éventail de publications scientifiques et ne sont pas facilement accessibles ou utilisables pour la plupart des gestionnaires du territoire.

L'objectif de ce guide est de présenter une synthèse de ces diverses connaissances sous forme de lignes directrices d'aménagement simplifiées et conviviales.



Figure 1 — Zones tampons de conservation dans un paysage agricole

Le guide en ligne

Plus de 80 lignes directrices d'aménagement ont été établies à l'aide de plus de 1400 articles de recherche provenant de disciplines aussi diverses que le génie agricole, la biologie de la conservation, l'économie, l'hydrologie, l'écologie des paysages, les sciences sociales et l'écologie urbaine.

Ces articles sont mentionnés dans la version en ligne (anglophone) du présent guide. Leurs références peuvent être utilisées pour obtenir des renseignements supplémentaires concernant l'aménagement des zones de tampons.



Limites de ce guide

Ce guide ne constitue pas un livre de recettes en matière d'aménagement. Certaines lignes directrices sont le reflet de nombreuses années de recherche et sont présentées avec un niveau élevé de confiance tandis que d'autres lignes directrices s'appuient sur des recherches limitées et nécessitent un plus grand degré d'extrapolation afin de les généraliser. Notre compréhension des zones tampons et de leurs fonctions et répercussions écologiques et socioéconomiques comporte encore de nombreuses lacunes. Le planificateur doit donc utiliser ces lignes directrices en prenant en compte les conditions particulières du site et du paysage ainsi que les objectifs du propriétaire foncier afin d'aménager une zone tampon qui optimise les avantages et minimise les éventuels problèmes.

Par conséquent, ce guide ne doit pas servir de source unique de référence en matière d'aménagement mais plutôt constituer une base de réflexion et de communication sur le processus d'aménagement. Dans certaines situations il pourrait être utile de consulter d'autres ressources et critères et de recourir aux conseils d'experts.

Concepts d'aménagement du paysage

Les paysages peuvent être décrits en les divisant selon trois éléments de base : les îlots, les corridors ou zones tampons, et la matrice (fig. 2).



Figure 2 — Le paysage décrit selon les termes de base de l'écologie du paysage.

Îlot : Une parcelle relativement petite qui a une structure et des fonctions clairement différentes de celles du paysage environnant.

Corridor ou zone tampon : Une parcelle linéaire qui présente généralement des fonctions améliorées en raison de sa continuité (voir l'encadré à la page suivante).

Matrice : L'élément dominant du paysage ou « fond de plan » sur lequel se situent les îlots et les zones tampons.

Dans les paysages modifiés par l'humain, les îlots représentent souvent des aires boisées ou de prairies résiduelles. Les corridors sont des éléments linéaires tels que les haies brise-vent et les bandes riveraines boisées. La matrice, quant à elle, correspond souvent à des terres mises en valeur, comme des terres en culture ou des surfaces urbanisées.

Bien que le présent guide porte essentiellement sur l'aménagement des zones tampons, il est important de tenir compte des îlots et de la matrice lors du processus d'aménagement afin d'atteindre le ou les objectifs visés. L'emplacement, la structure et la gestion des îlots et de la matrice environnante auront une influence sur les fonctions et l'efficacité des zones tampons.

L'implantation de zones tampons peut s'avérer inefficace si celles-ci sont aménagées sans comprendre les processus ayant cours à l'échelle du paysage. Par exemple, des bandes riveraines visant la stabilisation des berges pourraient s'avérer inefficaces dans un bassin versant en voie d'urbanisation si l'on ne tient pas compte de l'éventuelle augmentation de débit résultant de l'imperméabilisation des surfaces.

Les zones tampons constituent seulement un outil dans la boîte à outils du gestionnaire du territoire. Ces derniers doivent utiliser les zones tampons de manière réaliste en considérant à la fois les forces et les limites de ces systèmes, de façon à mieux gérer les ressources en jeu.

Corridors de conservation, zones tampons et trames vertes

Plusieurs termes existent pour décrire les éléments linéaires du paysage. Ces termes sont souvent liés aux ressources spécifiques mises en jeu, par exemple, les bandes riveraines pour la qualité de l'eau, les corridors fauniques pour le déplacement des animaux, ou encore les trames vertes pour les activités récréatives et l'amélioration de l'esthétisme en zone urbaine.

Les termes employés dans le présent guide sont les termes couramment utilisés dans les publications propres à chacune de ces différentes ressources. Les planificateurs devraient concentrer leur attention sur les fonctions à restaurer plutôt que sur la terminologie.



Planification des zones tampons de conservation

Fonctions

Les zones tampons de conservation améliorent l'état des ressources naturelles en renforçant certaines fonctions à l'échelle du paysage. Les principaux enjeux auxquels s'attaquent les zones tampons ainsi que leurs fonctions relatives sont présentés dans le tableau 1.

La plupart des zones tampons peuvent remplir plusieurs fonctions même si, à l'origine, elles sont aménagées pour n'en remplir qu'une seule. Lors de la planification et de l'aménagement d'une zone tampon, il est donc important de prendre en compte à la fois les fonctions visées et les fonctions non visées, pouvant être souhaitables ou non.

Emplacement

L'emplacement correspond à la juxtaposition d'une zone tampon à des conditions problématiques dans le paysage environnant. Il détermine également des caractéristiques importantes du site, comme le type de sol et la pente, qui peuvent influencer le degré d'efficacité d'une zone tampon. Un emplacement peut être adapté à une fonction, alors qu'un autre emplacement serait préférable pour une fonction différente (fig. 3). Les systèmes d'information géographique (SIG) peuvent être utilisés pour



Figure 3 — L'emplacement de la zone tampon déterminera ses fonctions réelles

identifier les emplacements qui conviennent le mieux aux zones tampons. La localisation d'une zone tampon visant un objectif spécifique peut être choisie en identifiant dans le paysage les facteurs jugés nécessaires à la restauration ou à l'amélioration de la fonction désirée. Les SIG sont particulièrement utiles pour déterminer des emplacements où une zone tampon pourra remplir plusieurs fonctions.

Tableau 1 — Fonctions des zones tampons selon les enjeux et les objectifs

Enjeux et objectifs	Fonctions des zones tampons
Qualité de l'eau	
Réduire l'érosion et le ruissellement transportant sédiments, nutriments et autres polluants	Freiner le ruissellement et améliorer l'infiltration Piéger les polluants des eaux de ruissellement
Intercepter les polluants transportés par le ruissellement et le vent	Piéger les polluants des écoulements hypodermiques Stabiliser le sol Réduire l'érosion des berges
Biodiversité	
Améliorer l'habitat terrestre	Accroître la surface de l'habitat Protéger les habitats sensibles
Améliorer l'habitat aquatique	Rétablir la connectivité Accroître l'accès aux ressources Créer de l'ombre pour maintenir la température des cours d'eau
Sols productifs	
Réduire l'érosion du sol	Réduire l'énergie du ruissellement Réduire l'énergie éolienne
Accroître la productivité du sol	Stabiliser le sol Améliorer la qualité du sol Enlever les polluants du sol
Perspectives économiques	
Fournir des sources de revenu	Produire des biens commercialisables Réduire la consommation d'énergie
Accroître la diversité économique	Accroître la valeur de la propriété
Accroître la valeur économique	Fournir des sources d'énergie alternatives Fournir des services écologiques
Protection et sécurité	
Protéger du vent ou de la neige	Réduire l'énergie éolienne Modifier le microclimat
Favoriser la lutte biologique contre les organismes nuisibles	Améliorer l'habitat des prédateurs utiles
Protéger contre les eaux de crue	Réduire les crues et l'érosion hydrique
Créer un environnement sécuritaire	Réduire les risques
Qualité esthétique et visuelle	
Améliorer la qualité visuelle	Améliorer l'intérêt visuel Masquer les vues indésirables
Atténuer les niveaux de bruit	Atténuer les bruits indésirables
Contrôler les polluants atmosphériques et les odeurs	Filter les polluants atmosphériques et les odeurs Séparer les activités humaines
Loisirs de plein air	
Promouvoir les activités récréatives dans la nature	Accroître la superficie des aires naturelles Protéger les aires naturelles
Utiliser les zones tampons comme sentiers récréatifs	Protéger le sol et les ressources végétales Fournir un corridor de déplacement Améliorer l'expérience récréative

Pour obtenir de plus amples renseignements sur les SIG et sur la planification et l'aménagement de zones tampons, consultez le site suivant : www.bufferguidelines.net.

Structure

Les caractéristiques structurelles d'une zone tampon, telles que la taille, la forme et la structure de la végétation, déterminent en grande partie l'efficacité de fonctionnement d'une zone tampon à un endroit donné. Les planificateurs peuvent modifier ces variables afin d'atteindre les objectifs visés. Les lignes directrices de ce guide présentent plusieurs réflexions autour de la conception et de la gestion de ces zones.

Systèmes

Les zones tampons sont habituellement aménagées afin d'atteindre des objectifs multiples, que ce soit ceux des propriétaires fonciers ou de la collectivité. L'atteinte de ces objectifs multiples nécessite souvent l'utilisation de plusieurs zones tampons aménagées différemment et à différents endroits, créant ainsi un système de zones tampons.

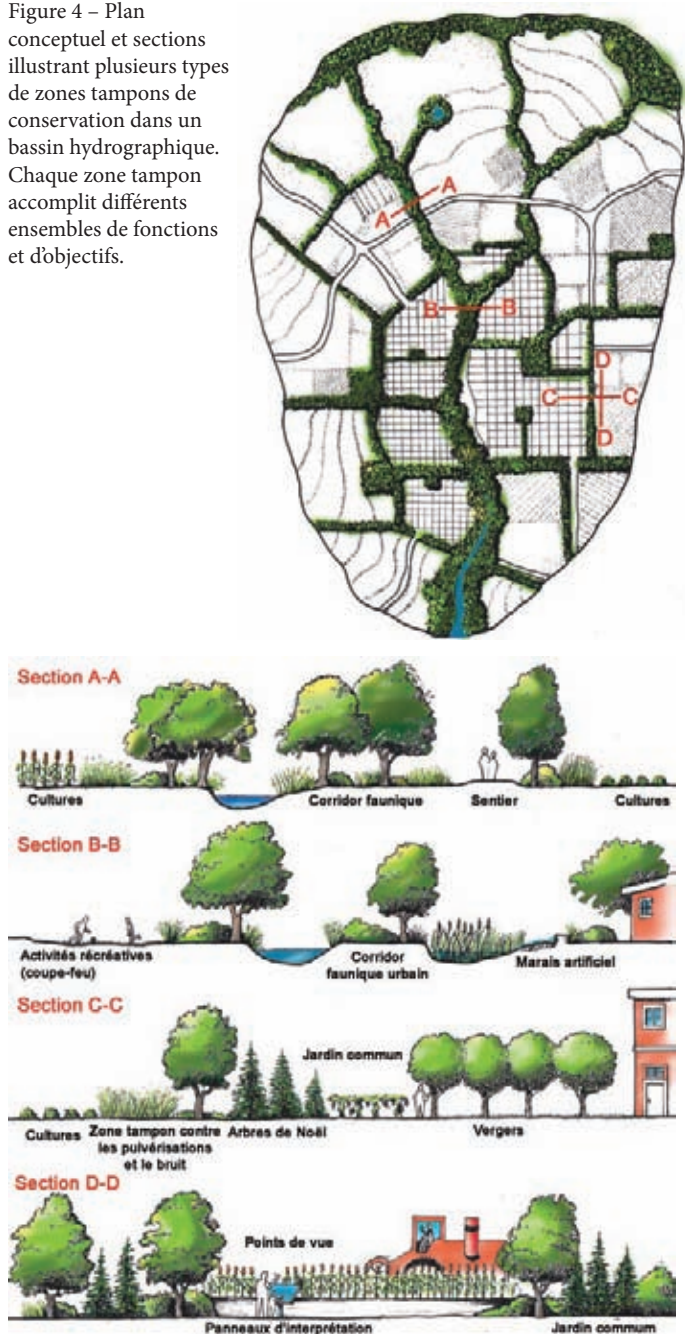
Tout objectif de gestion est poursuivi à une échelle donnée, et toute fonction d'une zone tampon se situe également à une échelle qui lui est propre. Il est donc compliqué de chercher à maintenir plusieurs fonctions et de viser concurremment de multiples objectifs. Un processus de planification est une méthode structurée permettant d'organiser et de mener à bien cette tâche tout en s'assurant que l'on réponde à tous les objectifs. Le résultat s'appelle un plan d'aménagement des ressources du paysage.

Un processus typique de planification comporte les étapes suivantes :

- Identification des problèmes et des possibilités
- Établissement des objectifs
- Inventaire des ressources
- Analyse des ressources
- Élaboration de solutions de rechange
- Évaluation des solutions de rechange et prise de décisions
- Mise en œuvre du plan
- Évaluation du plan

Pour obtenir de plus amples renseignements concernant les processus de planification, consultez le site suivant : www.bufferguidelines.net. La figure 4 illustre un plan conceptuel d'aménagement de zones tampons à l'échelle du paysage établi à la suite d'un processus de planification. La page suivante fournit une brève description du plan.

Figure 4 – Plan conceptuel et sections illustrant plusieurs types de zones tampons de conservation dans un bassin hydrographique. Chaque zone tampon accomplit différents ensembles de fonctions et d'objectifs.



Le plan d'aménagement d'une zone tampon (fig. 4) illustre de quelle façon la localisation des zones tampons au sein du bassin versant peut influencer les fonctions et les objectifs d'un segment particulier du système.

Section A-A : Une zone tampon aménagée afin de filtrer les eaux de ruissellement agricole en vue de réduire les coûts de traitement d'eau potable d'une collectivité. Cette zone tampon fournit un habitat et un lieu de passage pour la faune tout en offrant un sentier récréatif public.

Section B-B : Une zone tampon dans une zone plus urbanisée. Un marais artificiel dans la zone tampon traite les eaux de ruissellement avant que celles-ci ne se jettent dans le cours d'eau. Une zone d'activités récréatives dans la zone tampon sert de coupe-feu afin de protéger les résidences. La faune continue de profiter de la zone tampon, mais cet objectif joue un rôle moins important qu'à la section A-A en raison de l'emplacement de la zone tampon.

Section C-C : Une zone tampon située entre un champ agricole et une zone résidentielle. Cette zone tampon sert de jardin commun pour les résidents ruraux et urbains. La zone tampon assure également une réduction des bruits ambiants et une protection contre les dérives de pesticides. On peut y récolter des produits, tels que des fruits, des noix et des arbres de Noël.

Section D-D : Une zone tampon illustrant de quelle façon la zone tampon de la section C-C offre des points de vue esthétiques à des emplacements choisis. D'autres aspects esthétiques sont intégrés dans l'aménagement afin d'encourager l'utilisation des habitants. La signalisation informe les résidents des mesures de conservation servant à protéger les ressources naturelles.

En résumé :

- Prendre en considération le contexte du paysage lors de l'aménagement de zones tampons
- Aménager chaque zone tampon pour atteindre plusieurs objectifs
- Être conscient des éventuelles répercussions indésirables des zones tampons
- Reconnaître les avantages et les limites des zones tampons
- Utiliser un processus de planification

Pour commencer à utiliser ce guide, se référer à la section **Comment utiliser ce guide.**

COMMENT UTILISER CE GUIDE

Ce guide fournit des lignes directrices scientifiques pour l'aménagement des zones tampons. Ces lignes directrices sont structurées en sept sections correspondant à autant de ressources :

1. Qualité de l'eau
2. Biodiversité
3. Sols productifs
4. Perspectives économiques
5. Protection et sécurité
6. Qualité esthétique et visuelle
7. Activités récréatives

Pour utiliser ce guide de manière efficace, il est conseillé de suivre un processus simple par étapes.

Utilisation des lignes directrices pour l'aménagement des zones tampons

1. Identifier les enjeux liés à la ressource mise en jeu
2. Pour chaque enjeu indentifié, choisir au tableau 1 les fonctions que devra remplir la zone tampon
3. Pour chaque fonction, se rapporter à la section correspondante présentant les lignes directries à suivre.
4. Préparer un plan préliminaire d'aménagement de la zone tampon

1. Les enjeux et les objectifs correspondant doivent être identifiés avec l'aide du propriétaire foncier ou d'un groupe d'intervenants grâce à un processus de planification. Consigner les objectifs (voir le tableau 2 à titre d'exemple).

Tableau 2 – Exemple de tableau utilisé pour organiser les objectifs d'un projet, les fonctions désirées de la zone tampon et les lignes directrices d'aménagement applicables

Objectifs	Fonctions de la zone tampon	Lignes directrices à examiner
Réduire de 50% l'azote présent dans les eaux de ruissellement et les écoulements hypodermiques	Freiner le ruissellement et améliorer l'infiltration Piéger les polluants des eaux de ruissellement Piéger les polluants des écoulements hypodermiques	1.1, 1.3, 1.4, 1.5, 1.6, 1.7, 1.8, 1.9, 1.12, 1.15, 1.19, 1.20, 1.21, 1.26, 2.7, 2.9, 3.1
Améliorer l'habitat des salamandres afin d'accroître la population locale de 10%	Accroître la surface de l'habitat Protéger les habitats sensibles Rétablir la connectivité	2.1, 2.2, 2.3, 2.4, 2.5, 2.8, 2.9, 2.10, 2.11, 2.12, 1.4, 1.14, 5.3
Réduire l'érosion des sols de 50%	Réduire l'énergie du ruissellement Réduire l'énergie éolienne Stabiliser le sol	3.1, 3.2, 3.3, 1.1, 1.4, 1.6, 4.3, 4.4, 5.9
Fabriquer cinq produits ligneux pour l'industrie florale décorative	Produire des biens commercialisables	4.1, 4.2, 4.4, 3.2
Accroître la lutte biologique contre les pucerons et les thysanoptères (thrips)	Améliorer l'habitat des prédateurs utiles Modifier le microclimat	5.1, 5.2, 5.3, 2.1, 2.2, 2.9, 3.2, 3.3, 4.4
Améliorer la vue panoramique de la résidence du propriétaire foncier	Améliorer l'intérêt visuel Masquer les vues indésirables	6.1, 6.5, 6.6, 6.7, 2.1, 2.9, 2.1, 3.2

2. Selon les enjeux et les objectifs établis, choisir les fonctions adéquates de la zone tampon à l'aide du tableau 1 et consigner ces fonctions (voir le tableau 2 à titre d'exemple).
3. Se rapporter à chaque section sur les ressources et choisir, à l'aide de la matrice *fonctions-lignes directrices* (fig. 5), les lignes directrices qui concernent les fonctions voulues de la zone tampon. Utiliser l'autre matrice *fonctions-autres lignes directrices* (fig. 6) afin de déterminer les lignes directrices des autres sections pouvant être utiles. Consigner les numéros des lignes directrices (voir le tableau 2 à titre d'exemple).
4. Utiliser les lignes directrices choisies afin de préparer un plan préliminaire d'aménagement de la zone tampon. Des compromis et des adaptations peuvent s'avérer nécessaires pour accomplir l'ensemble des objectifs et fonctions de la zone tampon.
5. Étape facultative : Se rapporter aux publications citées comme source de référence et ayant servi à établir les lignes directrices. La version (anglaise) en ligne du présent guide fournit plus de 1400 références (www.bufferguidelines.net). Ces publications peuvent fournir d'autres renseignements sur l'aménagement, notamment des critères d'aménagement plus détaillés pour des régions géographiques particulières. Il est possible d'utiliser d'autres ressources, imprimées et en ligne, et de recourir à des spécialistes ainsi qu'à son expérience personnelle afin de peaufiner le plan d'aménagement de la zone.

Mettre en œuvre le plan et suivre l'évolution des résultats. Apporter des modifications à la conception de la zone tampon et adapter les futurs plans d'aménagement en fonction des observations réalisées.



Lignes directrices d'aménagement concernant la qualité de l'eau	Fonctions des zones tampons				
	Fixer le ruissellement et améliorer l'infiltration	Piéger les polluants des écoulements hypodermiques	Piéger les polluants des écoulements hypodermiques	Stabiliser le sol	Réduire l'érosion des berges
Emplacement et organisation					
1.1 Zones tampons et gestion des terres	✓	✓	✓	✓	✓
1.2 Paysages karstiques	✓	✓	✓		
1.3 Sols gelés	✓	✓	✓		
1.4 Emplacement stratégique des zones tampons dans un bassin versant	✓	✓	✓	✓	✓
1.5 Localisation à proximité des sources de pollution	✓	✓	✓		
1.6 Aménagement d'une zone tampon	✓	✓	✓	✓	✓
Taille et types de polluants					
1.7 Largeur variable d'une zone tampon	✓	✓	✓		

Figure 5 — Un exemple de matrice fonctions-lignes directrices

Autres lignes directrices pouvant améliorer la qualité de l'eau	Fonctions des zones tampons				
	Fixer le ruissellement et améliorer l'infiltration	Piéger les polluants des écoulements hypodermiques	Piéger les polluants des écoulements hypodermiques	Stabiliser le sol	Réduire l'érosion des berges
2.1 Notions élémentaires au sujet des matrices	✓	✓	✓	✓	
2.2 Notions élémentaires au sujet des îlots	✓	✓	✓	✓	
2.9 Largeur du corridor	✓	✓	✓	✓	✓
2.11 Habitats aquatiques et zones tampons	✓	✓	✓	✓	✓
2.12 Température du cours d'eau et zones tampons		✓			
3.1 Zones tampons et aménagement des terres cultivées	✓	✓		✓	
3.2 Brise-vent pour l'érosion éolienne				✓	

Figure 6 – Un exemple de matrice fonctions- autres lignes directrices



1. La qualité de l'eau

Objectifs

- Réduire l'érosion et le ruissellement transportant sédiments, nutriments et autres polluants
- Intercepter les polluants transportés par le ruissellement et le vent

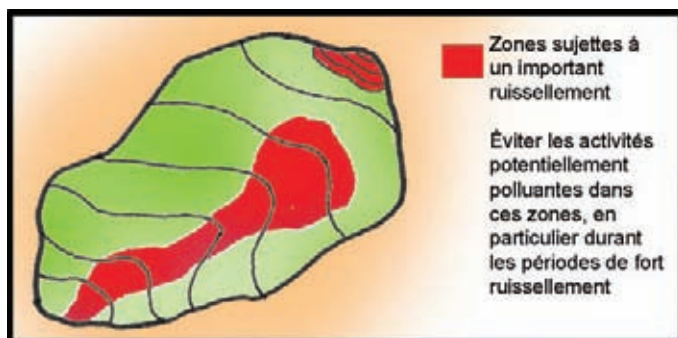
Fonctions des zones tampons

1. Freiner le ruissellement et améliorer l'infiltration
2. Piéger les polluants des eaux de ruissellement
3. Piéger les polluants des écoulements hypodermiques
4. Stabiliser le sol
5. Réduire l'érosion des berges

Lignes directrices d'aménagement concernant la qualité de l'eau	Fonctions des zones tampons				
	Freiner le ruissellement et améliorer l'infiltration	Piéger les polluants des eaux de ruissellement	Piéger les polluants des écoulements hypodermiques	Stabiliser le sol	Réduire l'érosion des berges
Emplacement et organisation					
1.1 Zones tampons et aménagement des terres	✓	✓	✓	✓	✓
1.2 Paysages karstiques	✓	✓	✓	✓	
1.3 Sols gelés	✓	✓	✓	✓	
1.4 Emplacement stratégique des zones tampons dans un bassin versant	✓	✓	✓	✓	✓
1.5 Localisation à proximité des sources de pollution	✓	✓	✓	✓	
1.6 Aménagement d'une zone tampon	✓	✓	✓	✓	✓
Taille et type de polluants					
1.7 Largeur variable d'une zone tampon	✓	✓	✓		

Lignes directrices d'aménagement concernant la qualité de l'eau		Fonctions des zones tampons				
		Freiner le ruissellement et améliorer l'infiltration	Piéger les polluants des écoulements hypodermiques	Piéger les polluants des écoulements hypodermiques	Stabiliser le sol	Réduire l'érosion des berges
Taille et type de polluants (suite):						
1.8	La surface effective d'une zone tampon	✓	✓	✓		
1.9	Dimensionnement en fonction de la pente et des caractéristiques du sol	✓	✓			
1.10	Zones tampons pour le piégeage des sédiments	✓	✓		✓	
1.11	Zones tampons pour la rétention des pathogènes	✓	✓			
1.12	Zones tampons pour l'enlèvement de l'azote	✓	✓	✓		
1.13	Zones tampons pour le piégeage du phosphore	✓	✓			
1.14	Zones tampons pour la rétention et la dégradation des pesticides	✓	✓	✓		
1.15	Zones tampons pour la protection des eaux de la nappe libre			✓		
1.16	Ruissellement urbain et fossés routiers	✓	✓	✓		
1.17	Zones tampons et pâturage		✓		✓	✓
1.18	Marge de sécurité pour l'érosion des berges		✓		✓	✓
1.19	Outil de calcul des zones tampons pour limiter le ruissellement	✓	✓			
Végétation						
1.20	Types de végétaux recommandés pour l'enlèvement des polluants	✓	✓	✓		
1.21	Bandes herbacées composées de graminées à tiges rigides	✓	✓			
1.22	Végétaux pour la stabilisation des berges				✓	✓
1.23	Dégradation des polluants dans les cours d'eau		✓			
1.24	Choix des végétaux	✓	✓	✓	✓	✓
Gestion						
1.25	Enlèvement des sédiments accumulés	✓	✓			
1.26	Récolte visant l'exportation des nutriments	✓	✓	✓		
1.27	Succession végétale	✓	✓	✓		
1.28	Végétation et circulation	✓	✓			

Autres lignes directrices pouvant améliorer la qualité de l'eau		Fonctions des zones tampons				
		Fraîr le ruissellement et améliorer l'infiltration	Piéger les polluants des eaux de ruissellement	Piéger les polluants des écoulements hypodermiques	Stabiliser le sol	Réduire l'érosion des berges
2.1	Notions élémentaires au sujet des matrices	✓	✓	✓	✓	
2.2	Notions élémentaires au sujet des îlots	✓	✓	✓	✓	
2.9	Largeur du corridor	✓	✓	✓	✓	✓
2.11	Habitats aquatiques et zones tampons	✓	✓	✓	✓	✓
2.12	Température des cours d'eau et zones tampons		✓			
3.1	Zones tampons et gestion des terres cultivées	✓	✓		✓	
3.2	Brise-vent contre l'érosion éolienne				✓	
3.3	Barrières herbacées contre le vent				✓	
3.5	Zones tampons et phytoremédiation	✓	✓	✓	✓	
5.3	Zones tampons et dérives de produits phytosanitaires		✓			



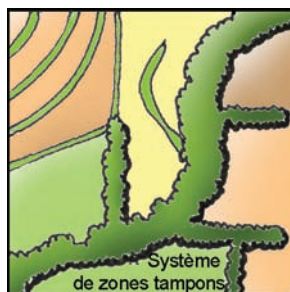
1.1 Zones tampons et aménagement des terres

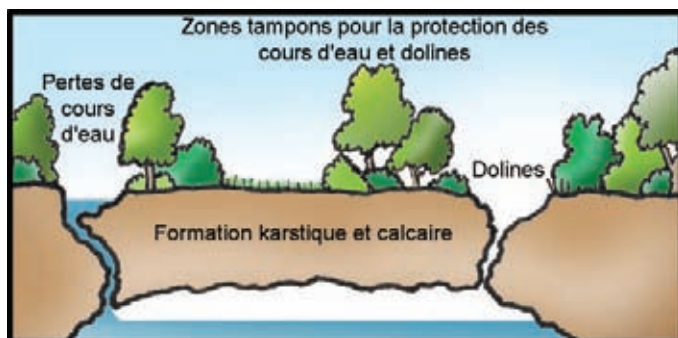
Il se peut que les zones tampons visant à protéger la qualité de l'eau n'atteignent pas leurs objectifs si les terres adjacentes ne sont pas également gérées adéquatement. La charge polluante provenant des terres adjacentes peut être réduite de plusieurs façons. Consulter d'autres publications pour obtenir des lignes directrices à ce sujet. Voir les considérations générales relatives à la gestion des terres.

Dans certains cas, des pratiques inadéquates d'aménagement des terres réalisées uniquement dans certaines zones du bassin versant peuvent être responsables de la majorité des problèmes de qualité de l'eau. Dans ces zones, l'adoption de pratiques saines de gestion des terres peut améliorer considérablement la qualité de l'eau (voir la section 1.4).

Considérations générales relatives à l'aménagement des terres

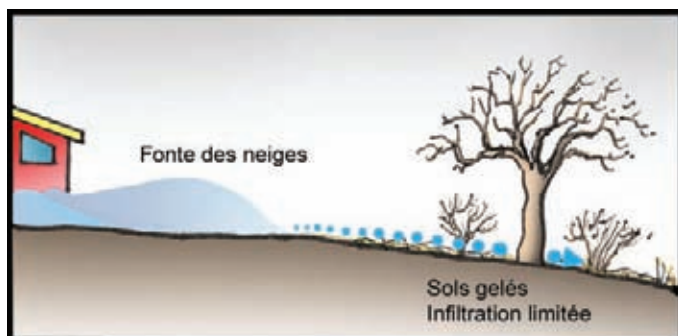
- Aménager les terres de manière à réduire le ruissellement et à augmenter l'infiltration d'eau dans le sol.
- Maintenir un couvert végétal permanent dans la mesure du possible.
- Éviter les activités potentiellement polluantes dans les zones de fort ruissellement.
- Réduire au minimum les activités potentiellement polluantes au cours des périodes de fort ruissellement (fonte des neiges, pluies automnales).
- Aménager des zones tampons sur les terres en amont afin de réduire la quantité d'eau de ruissellement et la charge polluante qui gagnent les bandes riveraines.





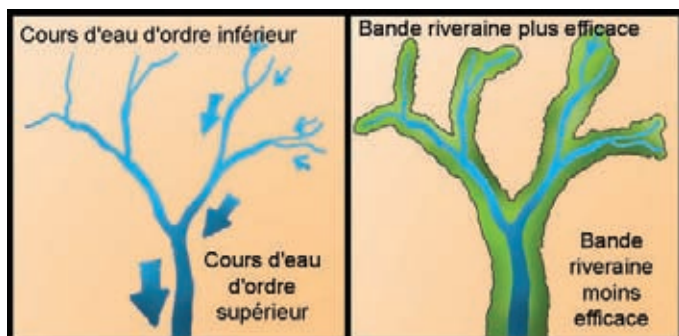
1.2 Paysages karstiques

Les formations karstiques ou calcaires sont particulièrement exposées aux problèmes de qualité de l'eau en raison des raccords directs et souvent trop courts entre les eaux de surface et les eaux souterraines. Des zones tampons peuvent être aménagées autour des dolines et des cours d'eau qui s'infiltrent pour empêcher que les écoulements de surface pollués ne s'engouffrent directement dans le système d'eaux souterraines.



1.3 Sols gelés

Dans les régions où le ruissellement circule en surface des sols gelés, les zones tampons sont beaucoup moins efficaces, car l'infiltration de l'eau dans le sol est réduite. Il faut alors recourir à des pratiques bénéfiques complémentaires.



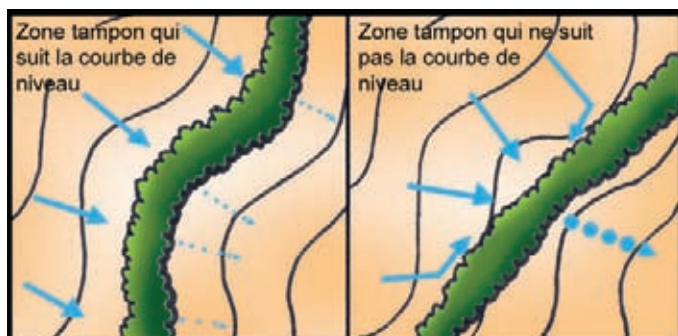
1.4 Emplacement stratégique des zones tampons dans un bassin versant

Les bandes riveraines visant à améliorer la qualité de l'eau sont plus efficaces à certains endroits qu'à d'autres. Elles donnent généralement de meilleurs résultats si elles sont aménagées dans des zones où la charge polluante est grande et où les caractéristiques biophysiques du territoire favorisent la rétention des polluants.

Considérations générales relatives à la localisation des zones tampons

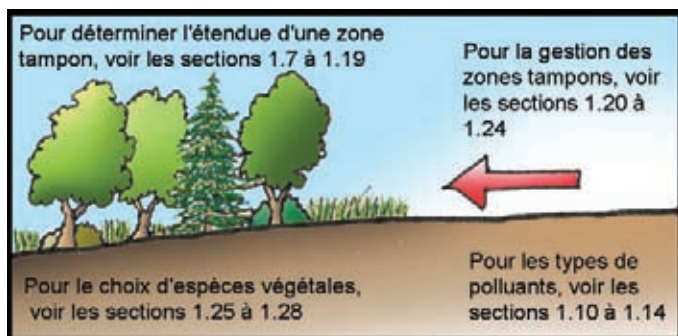
- Les bandes riveraines sont souvent plus efficaces pour intercepter les polluants le long de petits cours d'eau (d'ordre inférieur) qu'en bordure de gros cours d'eau (d'ordre supérieur) car une part importante de l'eau provenant du milieu terrestre est d'abord drainée vers les petits cours d'eau.
- Les aires d'alimentation des nappes souterraines, les canaux temporaires et les autres zones où s'accumulent les eaux de ruissellement sont des sites importants pour l'aménagement de zones tampons.
- Dans certaines régions, les voies préférentielles d'écoulements de surface proviennent surtout des zones qui deviennent saturées au cours de fortes précipitations. Lorsque ces voies d'écoulement se trouvent dans une zone chargée en polluants, comme un champ cultivé, elles doivent être protégées par une zone tampon.
- Les voies préférentielles d'écoulement de surface issus des zones en culture sont plus abondantes là où les pentes sont plus abruptes et où la texture du sol est plus fine. Il est important de protéger ces zones.
- Les systèmes d'information géographique (SIG) peuvent servir à cibler les emplacements stratégiques pour les zones tampons.





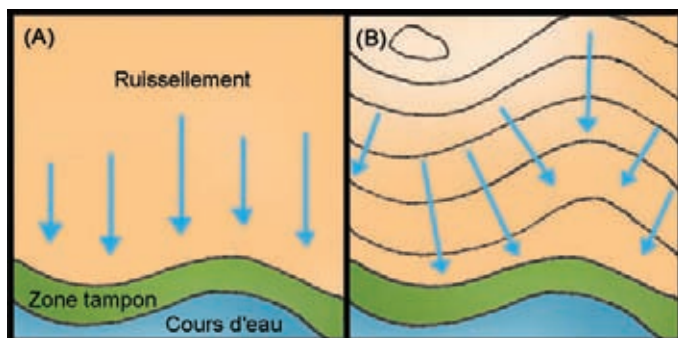
1.5 Localisation à proximité des sources de pollution

Les zones tampons devraient être aménagées le plus près possible des sources de pollution et suivre les courbes de niveau de manière à ce que les voies préférentielles d'écoulement superficiel soient dirigées vers la zone tampon. Si la zone tampon ne suit pas la courbe de niveau, elle risque de concentrer les eaux de ruissellement et d'être moins efficace. Des bandes herbacées peuvent aider à disperser les flux concentrés (voir la section 1.21).



1.6 Aménagement d'une zone tampon

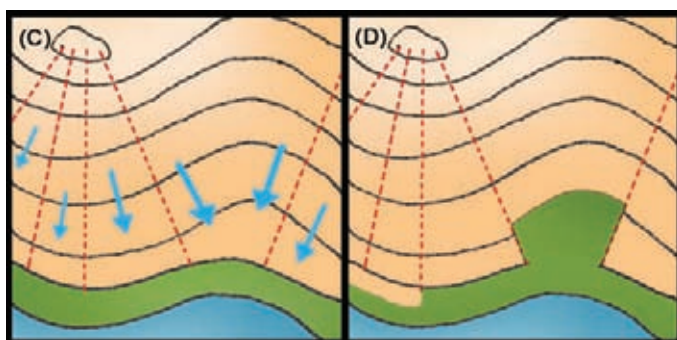
Parmi les éléments importants à considérer dans tout aménagement de zone tampon, mentionnons la surface de la zone, la végétation présente et son mode de gestion. Chacun de ces éléments dépend directement des caractéristiques du site, notamment le type de polluant, la charge polluante, la capacité de la zone tampon à retenir et à transformer ces polluants et la cible de réduction de pollution désirée. Utiliser la figure ci-dessus afin d'identifier les lignes directrices importantes pour l'aménagement des sites.



1.7 Largeur variable d'une zone tampon

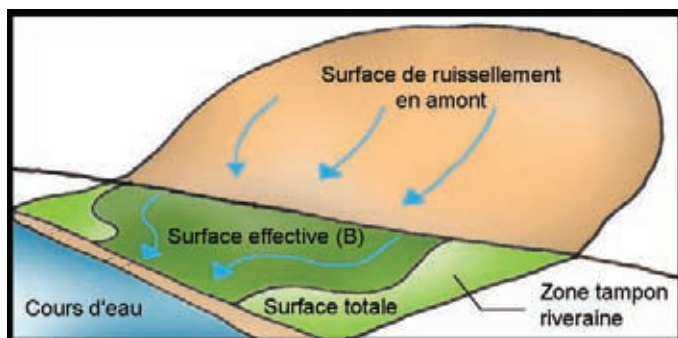
Les zones tampons peuvent être d'une largeur fixe si les eaux de ruissellement y pénètrent de manière uniforme (A). Or, les patrons de ruissellement ne sont souvent pas homogènes, ils divergent ou convergent, selon la topographie, les pratiques de travail du sol et d'autres facteurs (B). Une zone tampon à largeur fixe sera moins efficace dans ce genre de situation.

La largeur de la zone tampon devrait plutôt être variable, s'élargissant et se rétrécissant en fonction de la variation des patrons de ruissellement et des caractéristiques du site.



Il est possible de cartographier les patrons de ruissellement et d'identifier l'emplacement des zones tampons à l'endroit où convergent les eaux de ruissellement (C). La largeur des zones tampons peut alors être modifiée en fonction du patron de ruissellement (D). Les zones tampons recevant davantage d'eau de ruissellement devront être plus larges.

Le rapport entre la surface de ruissellement en amont et la surface de la zone tampon est un autre élément permettant de guider l'aménagement des zones tampons (voir la section 1.8).



1.8 La surface effective d'une zone tampon

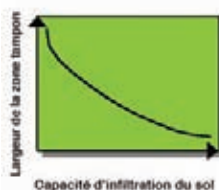
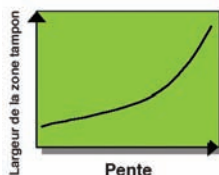
La quantité d'eau de ruissellement qui passe à travers la surface de la zone tampon doit être faible pour obtenir un bon taux de rétention des polluants. Un des points à considérer dans l'aménagement d'une zone tampon est le rapport entre la surface qui génère le ruissellement en amont (A) et la surface effective de la zone tampon (B). Dans bon nombre de cas, les petits rapports (p. ex.: rapport de 20:1) donnent un meilleur taux de rétention des polluants que les plus grands (p. ex.: rapport de 50:1). À noter que, sur le plan de l'enlèvement des polluants, la surface utile de la zone tampon est la voie réelle qu'empruntent les eaux de ruissellement avant d'atteindre le cours d'eau. Elle peut donc être plus petite que la surface totale de la zone tampon.

1.9 Dimensionnement en fonction de la pente et des caractéristiques du sol

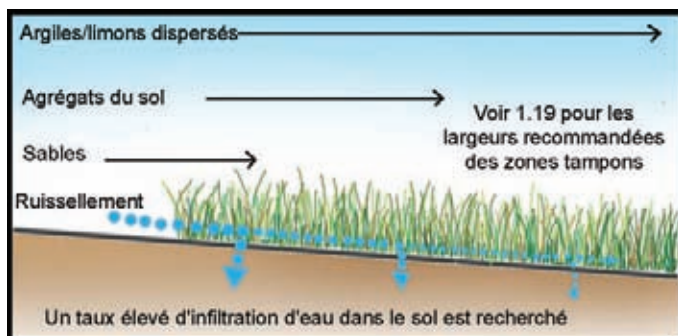
La pente du terrain et les caractéristiques du sol influencent grandement la capacité d'une zone tampon à intercepter les polluants contenus dans les eaux de ruissellement.

Les pentes abruptes réduisent l'efficacité des zones tampons, car elles augmentent la vitesse des eaux de ruissellement, ce qui réduit l'infiltration de l'eau dans le sol et favorise le déplacement des polluants. Des zones tampons plus larges doivent être aménagées en présence de pentes abruptes.

Les sols dont la capacité d'infiltration est plus élevée retiennent mieux les eaux de ruissellement que les sols à capacité d'infiltration moindre.

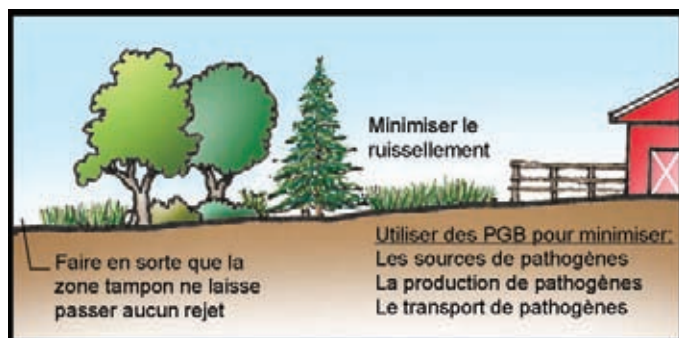


Les sols à faible capacité d'infiltration nécessiteront des zones tampons plus larges. Les sols à texture fine (p. ex.: argileux et limoneux) ont généralement une capacité d'infiltration inférieure à celle des sols à texture grossière (p. ex.: sablonneux).



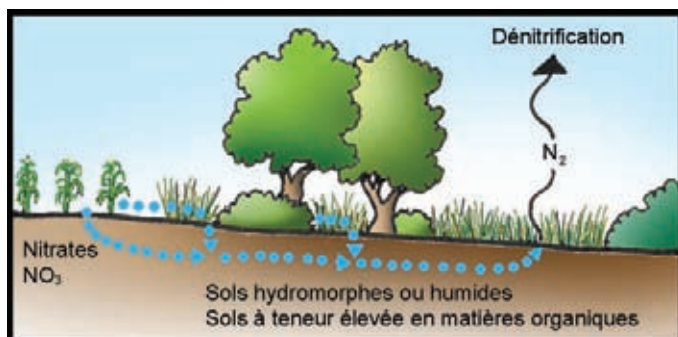
1.10 Zones tampons pour le piégeage des sédiments

Les sédiments présents dans les eaux de ruissellement sont les polluants les plus efficacement retenus par les zones tampons. Les sédiments à texture grossière seront les premiers à se déposer alors que les particules plus fines nécessiteront des zones tampons plus larges pour être interceptées. Les zones tampons visant à retenir les sédiments ne devraient être utilisées qu'en dernier recours. Les sols doivent avant tout être maintenus au champ au moyen de pratiques de gestion bénéfiques (PGB) réduisant l'érosion et le transport des sédiments. Voir la section 1.25 pour la gestion des sédiments accumulés.



1.11 Zones tampons pour la rétention des pathogènes

Les zones tampons permettent de réduire les pathogènes dans les eaux de ruissellement issues de terrains urbains, de pâturages, de champs avec épandage de fumier et d'activités liées à l'alimentation d'animaux en milieu confiné. Toutefois, selon les usages recherchés (p. ex.: baignade, activités nautiques), elles sont généralement insuffisantes pour respecter les normes de qualité de l'eau; pour ce faire, il faut les combiner à d'autres pratiques de gestion bénéfiques.



1.12 Zones tampons pour l'enlèvement de l'azote

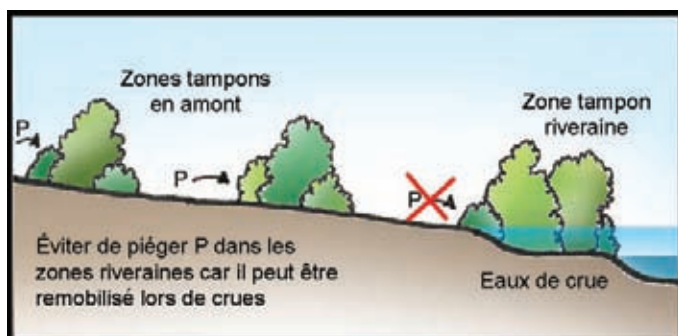
La plus grande partie de l'azote (N) est perdue dans les eaux de ruissellement et dans les eaux souterraines par le lessivage des nitrates (NO_3). Le prélèvement de l'azote par la végétation n'entraîne généralement pas son retrait permanent, car l'azote retournera éventuellement dans le sol après la mort et la décomposition des plantes, à moins que celles-ci ne soient récoltées (voir la section 1.26).

La dénitrification est le principal processus d'enlèvement permanent de l'azote dans les zones tampons. Au cours de la dénitrification, les bactéries anaérobies transforment le nitrate en azote gazeux (N_2) qui est relâché dans l'atmosphère. Les caractéristiques clés d'un site favorisant une dénitrification efficace grâce aux zones tampons sont énoncées ci-dessous.

Éléments clés pour l'aménagement

- Les sols doivent avoir une teneur élevée en matière organique, laquelle provient souvent de la décomposition des végétaux.

- Les sols doivent être humides ou saturés d'eau (hydromorphes).
- Les sols doivent avoir une perméabilité de modérée à élevée pour favoriser l'infiltration de l'eau. Le drainage doit y être de qualité médiocre afin de créer des conditions anaérobies. En présence de sable grossier ou de gravier en profondeur, il se peut que l'eau atteigne les eaux souterraines plus profondes avant que la dénitrification ne se produise.
- Les températures basses et les sols acides inhibent la dénitrification.
- Voir la section 1.19 pour les recommandations relatives à la largeur des zones tampons visant à retenir l'azote transporté par les eaux de ruissellement.
- Voir la section 1.15 pour les voies d'écoulements de la nappe phréatique.



1.13 Zones tampons pour le piégeage du phosphore

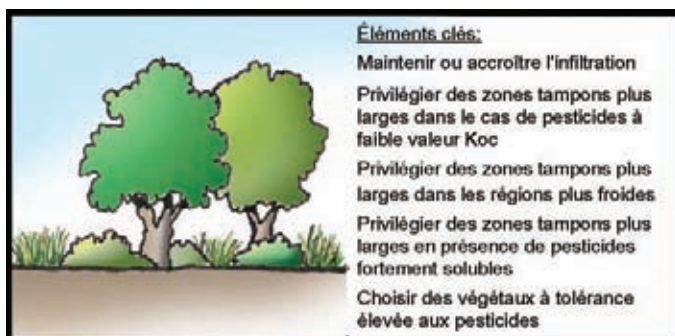
Le phosphore (P) contenu dans les eaux de ruissellement est soit sous forme particulaire, soit sous forme dissoute. Le phosphore particulaire se lie aux sédiments et peut être relativement bien piégé lorsque les sédiments se déposent dans les zones tampons. Le phosphore dissous doit s'infiltrer dans le sol avec les eaux de ruissellement pour être piégé.

Contrairement à l'azote qui est relâché dans l'atmosphère par le processus de dénitrification, le phosphore s'accumule dans les zones tampons. Une fois que les zones tampons sont saturées en phosphore, elles peuvent devenir une source de phosphore. D'autres pratiques de gestion bénéfiques sont alors nécessaires pour la gestion du phosphore.

Éléments clés pour l'aménagement

- Il faut éviter de piéger le phosphore dans les zones tampons riveraines, car cet élément peut être remobilisé par les eaux de crue.

- Voir la section 1.19 pour les recommandations relatives à la largeur des zones tampons.
- Les zones tampons constituées de cultures non fertilisées ou de fourrages peuvent piéger et utiliser le phosphore. La récolte de ces plantes peut contribuer à l'exportation du phosphore et de l'azote hors du bassin versant (voir la section 1.26). Choisir des plantes qui ont des besoins élevés en éléments nutritifs.



1.14 Zones tampons pour la rétention et la dégradation des pesticides

Les pesticides transportés dans les eaux de ruissellement sont soit sous forme liée aux sédiments, soit sous forme dissoute. Les pesticides dissous sont généralement les plus susceptibles de migrer hors du lieu d'application et d'entraîner des problèmes de pollution. Les propriétés des pesticides peuvent fournir certaines indications quant à leur mobilité.

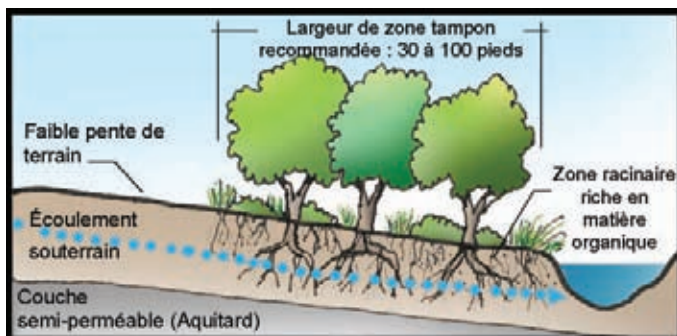
Éléments clés pour l'aménagement

- Les pesticides ont une capacité d'adsorption au sol plus ou moins forte, exprimée par le coefficient d'adsorption des substances organiques Koc. Pour un pesticide donné, plus cette valeur est importante, plus la fixation au sol est forte. Consulter le tableau suivant pour les recommandations relatives à ces valeurs.
- Les pesticides fortement hydrosolubles (p. ex. : > 30 ppm) nécessitent en général des zones tampons plus larges.

- Les pesticides à demi-vie plus longue (p. ex.: > 30 jours) peuvent nécessiter des zones tampons plus larges.
- En plus des zones tampons, d'autres pratiques de gestion bénéfiques devraient être utilisées pour retenir les pesticides (voir les sections 5.1 à 5.4).
- Voir la section 1.19 pour les recommandations relatives à la largeur des zones tampons.

Les propriétés des pesticides sont indiquées sur les étiquettes des produits.

Influence du Koc sur la capacité des zones tampons à retenir les pesticides		
Valeur de Koc	Adsorption et transport	Recommandation pour les zones tampons
< 500	Faible adsorption, pesticides transportés dans l'eau	Maximiser l'infiltration d'eau et le temps de contact des eaux de ruissellement avec le sol et la végétation. Des zones plus larges sont généralement nécessaires.
> 500	Forte adsorption, pesticides transportés dans les sédiments	Maximiser la rétention de sédiments dans la zone tampon. Des zones tampons plus étroites peuvent suffire.



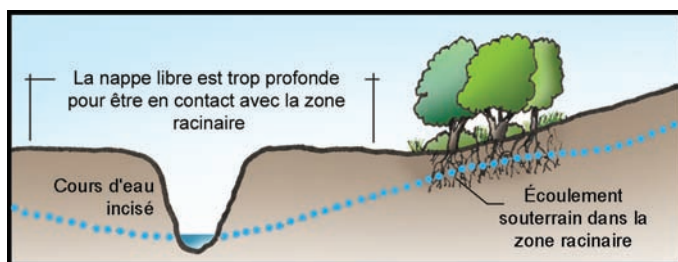
1.15 Zones tampons pour la protection des eaux de la nappe libre

Les zones tampons peuvent être en contact avec la nappe libre. Grâce à divers processus, elles peuvent contribuer à l'enlèvement des polluants qui s'y trouvent.

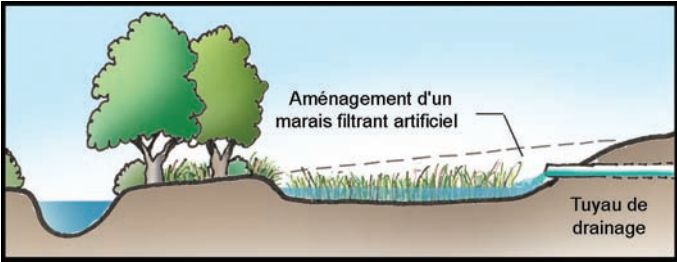
Nitrates	Les taux d'enlèvement peuvent être supérieurs à 75 %
Phosphore dissous	Pas efficacement intercepté
Pesticides	Peu de données disponibles jusqu'à maintenant

Éléments clés pour l'aménagement

- C'est à proximité des cours d'eau, des lacs et des milieux humides que la nappe libre se trouve le plus près de la surface du sol. Les zones tampons sont efficaces quand les eaux souterraines s'écoulent vers le cours d'eau (et non le contraire).
- Lorsque les eaux souterraines affleurent sous forme de source ou de suintement, il se peut que leur passage à travers la zone tampon soit trop rapide pour qu'elles soient traitées efficacement. Il peut être nécessaire d'aménager une zone tampon plus large pour permettre l'infiltration de ces eaux.
- Il est possible que les zones tampons en bordure de cours d'eau profondément incisés ne puissent pas interagir avec l'eau de la nappe libre. La nappe peut être moins profonde à des endroits plus éloignés des cours d'eau. Ces endroits peuvent être des emplacements stratégiques pour y aménager des zones tampons visant la filtration des eaux souterraines.

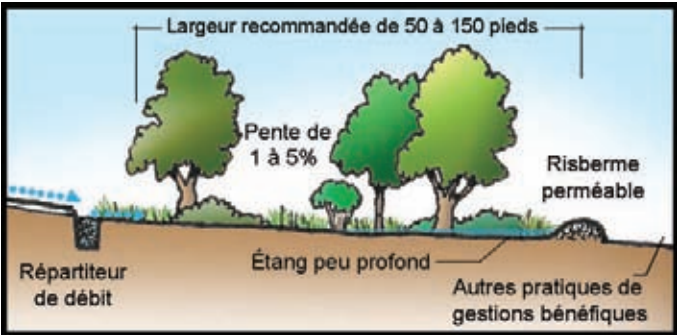


- La majeure partie de la réduction des nitrates contenus dans la nappe libre se produit entre 30 et 100 pieds après l'entrée dans la zone tampon.
- L'élimination des nitrates est plus importante dans les sites où l'écoulement de la nappe est confiné dans la zone racinaire (à une profondeur inférieure à 3 pieds environ) en raison de la présence d'une couche de sol dense (aquitard) ou de la roche-mère.
- Choisir des plantes capables de développer un réseau racinaire profond afin de filtrer les eaux souterraines.
- Choisir des plantes tolérantes aux fluctuations saisonnières de la nappe phréatique et ayant une biomasse racinaire importante.
- Comme les patrons naturels d'écoulement de l'eau souterraine peuvent être très complexes, il peut être approprié de consulter des professionnels en la matière.
- Dans les zones où le drainage des sols est amélioré par des drains ou des fossés, souvent les eaux de la nappe libre outrepasseront les zones tampons sans être filtrées. L'aménagement de marais filtrants au bout des drains ou des fossés peut régler ce problème.



Zones tampons pour lutter contre la pollution des eaux souterraines peu profondes

Variable	Facteurs augmentant le potentiel de traitement
Pente	Faible pente de terrain (de 0 à 3%)
Profondeur de la nappe libre	Nappe libre superficielle (de 0 à 3 pieds sous la surface)
Sols hydromorphes	Présents et occupant une largeur importante de la zone tampon (≥ 30 pieds de largeur totale)
Proximité de la source	Zone tampon située à proximité de la source de pollution
Qualité du drainage naturel du sol	Très mauvais, mauvais et imparfait
Matière organique	Sols à plus forte teneur en matière organique



1.16 Ruissellement urbain et fossés routiers

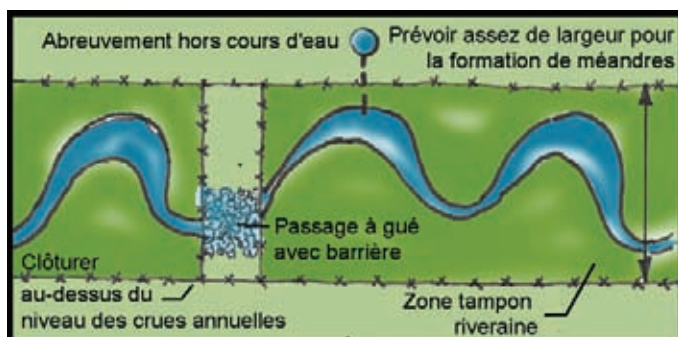
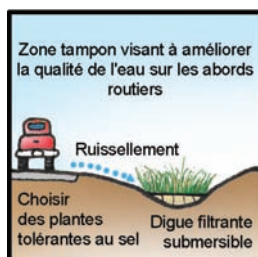
Les zones tampons traitant les eaux de ruissellement urbaines peuvent retenir efficacement les sédiments, mais moins bien les polluants dissous. Elles peuvent faillir à retenir les eaux pluviales urbaines si des volumes trop importants d'eau convergent vers ces zones. Elles doivent être aménagées de manière à empêcher qu'elles ne soient inondées ou outrepassées par les eaux pluviales.

Éléments clés pour l'aménagement

- Les zones tampons conviennent mieux aux secteurs de densité urbaine faible à modérée (< 20 % de surface imperméable).
- L'écoulement en amont de la zone tampon devrait s'effectuer sur moins de 150 pieds s'il s'agit d'une surface perméable et sur moins de 75 pieds s'il s'agit d'une surface imperméable.
- Un répartiteur de débit peut être aménagé afin de disperser les flux concentrés sur toute la largeur de la zone tampon.
- Il faut combiner d'autres pratiques de gestion bénéfiques aux zones tampons, notamment des pratiques d'aménagement urbain ayant peu d'impact écologique, afin de réduire au minimum la surface imperméable.

D'autres pratiques de saine gestion peuvent être combinées à l'aménagement de zones tampons. Par exemple, la réalisation de développement urbain où les surfaces imperméabilisées sont utilisées minimalement.

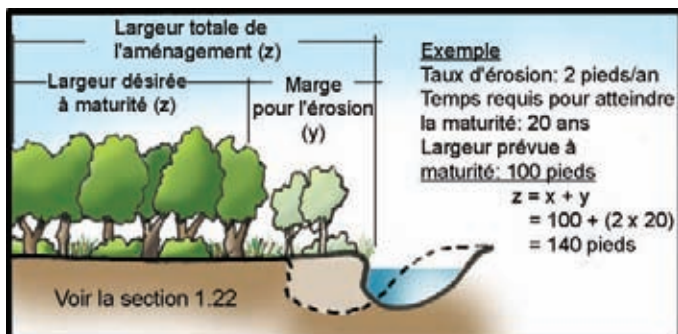
Des zones tampons herbacées peuvent être aménagées sur les abords routiers afin de filtrer les eaux de ruissellement. L'utilisation de digues filtrantes submersibles permet de ralentir le débit d'eau et d'accroître le temps de rétention. Choisir des végétaux tolérants aux sels de déglacage, si ces produits sont épanchés sur la route.



1.17 Zones tampons et pâturages

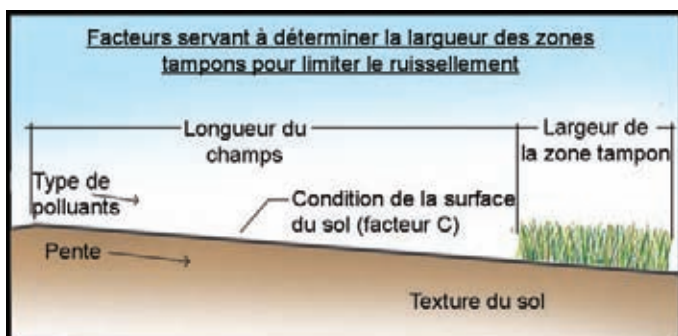
Il est souvent nécessaire de clôturer les pâturages en bordure des bandes tampons riveraines pour empêcher l'accès des animaux aux cours d'eau et protéger la qualité de l'eau. Le pâturage a un potentiel

limité de prélèvement d'éléments nutritifs dans les zones tampons (voir la section 1.26) et, de plus, le piétinement des animaux peut accélérer l'érosion des berges. Un broutage de courte durée peut être permis dans certaines zones tampons riveraines, mais il doit être évité lorsque le sol est humide, lorsque les plantes sont en train d'émerger ou de produire des graines, ou lorsque la couverture végétale est faible ou soumise à une sécheresse.



1.18 Marge de sécurité pour l'érosion des berges

Lors de l'aménagement d'une zone tampon visant à limiter l'érosion des berges, il peut être nécessaire de prévoir une largeur de terrain supplémentaire pour l'érosion des berges, afin de laisser le temps à la végétation de parvenir à maturité et d'atteindre son plein potentiel d'efficacité. De plus, l'érosion étant un phénomène naturel, il est possible que la végétation adulte ne la freine pas entièrement. Dans les bassins versants dont l'état des berges est sérieusement dégradé, la végétation ne peut suffire à elle seule à empêcher l'érosion; il faut alors s'attaquer également aux autres causes du problème.



1.19 Outil de calcul des zones tampons pour limiter le ruissellement

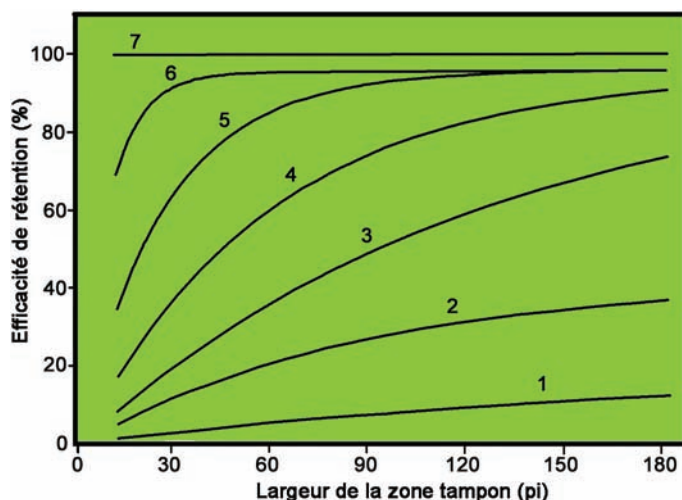
Quelque soit le site, l'efficacité d'interception des polluants transportés par les eaux de ruissellement dépend principalement de la largeur de la zone tampon. Les graphiques et tableaux des pages suivantes peuvent être utilisés pour estimer la largeur idéale d'une zone tampon permettant d'atteindre le niveau souhaité d'interception des polluants.

L'outil sert à estimer rapidement la largeur des zones tampons, et ce, pour différentes conditions de sites. Des ajustements sont faits en fonction de la pente du terrain, de la texture du sol, de la superficie du champ et des caractéristiques de la surface du sol. L'outil est utile pour la conception de zones tampons destinées à retenir les sédiments, les polluants liés aux sédiments et les polluants dissous.

Bien que cet outil ait été spécifiquement conçu pour la planification de zones tampons qui visent à freiner le ruissellement d'origine agricole, il peut également servir de manière plus générale pour d'autres utilisations des terres.

Pour obtenir de plus amples informations sur la manière dont cet outil a été conçu, consulter la foire aux questions à la fin de la présente section.

Outil de calcul des zones tampons pour limiter le ruissellement



Graphique sur la largeur des zones tampons

Tableau A - Conditions correspondant à chaque ligne du graphique

Número de courbe	Longueur du champ (pieds)	Facteur C ¹	Pente (%)	Texture du sol ²	Type de polluants
7	850	0.5	2	LSF	Sédiment
6	850	0.15	2	LLA	Sédiment
5	850	0.5	2	LLA	Sédiment
4	1300	0.5	2	LLA	Sédiment
3	1300	0.5	2	LSF	Dissous
2	850	0.5	10	LLA	Sédiment
1	1300	0.5	2	LLA	Dissous

1. Un facteur C de 0.5 représente des cultures en rang où le sol est préparé par labour et hersage à disques, et où une quantité modérée de résidus est laissée au sol. Un facteur C de 0.15 représente des pratiques de conservation du sol et de semis direct avec une quantité élevée de résidus laissés au sol. Les valeurs de facteur C correspondant à d'autres conditions de gestion de la couverture du sol sont présentées à la page suivante.

2. LSF= Loam sableux fins; LLA = Loam limoneux-argileux

Dans le graphique illustrant les relations entre la largeur de la zone tampon et les caractéristiques du site (tableau 1.19A), les sept courbes sont représentatives de la diversité des conditions couramment rencontrées en milieu agricole.

Les courbes divisent l'étendue des niveaux de prélèvement de polluants par intervalles pratiques. Utiliser les données du graphique pour choisir la courbe qui correspond le mieux aux conditions d'un site donné.

Comment se servir de l'outil

1. Au tableau A, repérer la courbe de référence qui correspond le plus aux conditions du site.
2. En vous référant au tableau B, réaliser l'ajustement approprié en fonction des différences de caractéristiques de site et de types de polluants qui existent entre la courbe de référence sélectionnée et le cas réel.

Pour ce faire :

- Additionner les plus et les moins de manière à obtenir un numéro total d'ajustements.
 - Ajouter le total obtenu au numéro de la courbe de référence pour savoir quel numéro de courbe utiliser pour la détermination de la largeur de la zone tampon destinée à un site particulier.
3. Choisir le niveau voulu d'efficacité de prélèvement de polluants, puis en utilisant la courbe appropriée sur le graphique, estimer la largeur de zone tampon qui permettra d'obtenir le résultat escompté.

Tableau B - Règles d'ajustement pour le choix des courbes	
Règles d'ajustement	
Type de polluant	Remonter de 3 courbe (+3) pour passer des polluants dissous aux sédiments Remonter de 2 courbe (+2) pour passer des polluants dissous au P total Descendre de 1 courbe(-1) pour passer des sédiments au P total Descendre de 3 courbe (-3) pour passer des sédiments aux polluants dissous
Longueur du champ	Remonter de 1 courbe (+1) pour chaque réduction de moitié de la longueur du champ Descendre de 1 courbe (-1) pour chaque doublement de la longueur du champ
Pente	Remonter de 1 courbe (+1) pour chaque pente inférieure à 2.5% Descendre de 1 courbe (-1) pour chaque pente supérieure à 2.5%
Texture du sol	Remonter de 1 courbe (+1) pour chaque catégorie de sol plus grossier Descendre de 1 courbe (-1) pour chaque catégorie de sol plus fin
Facteur C	Remonter de 1 courbe (+1) pour chaque facteur C inférieur à 0.35 Descendre de 1 courbe (-1) pour chaque facteur C supérieur à 0.35

Type de polluant

Les polluants dissous comprennent les nitrates, le P dissous et les pesticides solubles

Longueur du champ

Longueur de la surface en amont alimentant la zone tampon

Pente

Pente moyenne de la zone tampon et de la surface d'alimentation

Type de textures du sol

Grossier = loam sableux, loam sablo-argileux et loam sableux fin

Moyen = loam sableux très fin, loam et loam limoneux

Fin = loam argileux, loam limono-argileux et limon

Facteur C (tiré de l'équation universelle des pertes de sol)

Terre cultivée, travail du sol avec

enfouissement des résidus = 1.0

Terre cultivée, sol labouré, peu de résidus = 0.8

Pâturage, prairie permanente = 0.003

Forêt, couvert végétal dense = 0.0001

Site de construction, aucun paillis = 1.0

Site de construction avec un paillis stabilisé = 0.1

Exemples d'utilisation de l'outil

Les tableaux suivants présentent deux exemples d'utilisation de l'outil. Dans le premier exemple, la courbe de référence finale obtenue après ajustements est la courbe numéro 4, et dans le second exemple, c'est la courbe numéro 1. En bas du graphique, les lignes en tirets montrent comment ont été obtenues les largeurs des zones tampons pour les deux exemples en fonction de deux niveaux d'efficacité de prélèvement de polluants désirés.

Exemple 1- Sédiment			
Variable	Courbe de référence Initiale	Condition des sites au champ	Règles d'ajustement
Longueur du champ	650 pieds	1150 pieds	-1
Pente	2.0%	4.5%	-1
Texture du sol	Loam limono-argileux	Loam	+1
Facteur C	0.5	0.5	0
Type de polluant	Sédiment	Sédiment	0
Numéro de courbe	5		

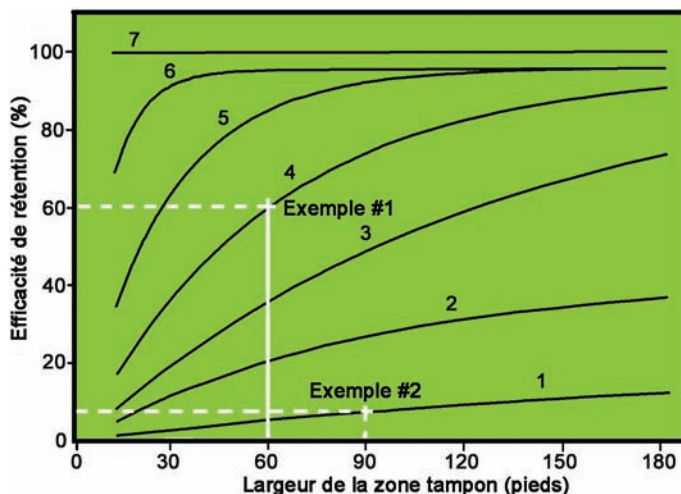
Ajustements totaux: $(-1)+(-1)+(1)+(0)+(0) = -1$

Courbe finale retenue: $(5) + (-1) = 4$

Exemple 2 - Nitrates			
Variable	Courbe de référence initiale	Condition des sites au champ	Règles d'ajustement
Longueur du champ	1300 pieds	1310 pieds	0
Pente	2.0%	5.0%	-1
Texture du sol	Loam limono-argileux	Loam limoneux	+1
Facteur C	0.5	0.5	0
Type de polluant	Sédiment	Dissous	-3
Numéro de courbe	4		

Ajustements totaux: $(0) + (-1) + (1) + (0) + (-3) = -3$

Courbe finale retenue: $(4) + (-3) = 1$



Foire aux questions sur l'outil

Comment l'outil a-t-il été conçu?

L'outil a été développé à partir du modèle mathématique complexe du système de modélisation des bandes herbacées filtrantes connu sous l'acronyme VFSSMOD (Vegetative Filter Strip Model). Il tient compte des charges d'eaux de ruissellement et des charges de sédiments provenant des champs agricoles ainsi que de leur dynamique de déposition et d'infiltration dans les zones tampons. Dans le modèle, les efficacités de rétention des sédiments et des eaux de ruissellement ont été évaluées pour une gamme de largeurs de zones tampons, de combinaisons de pentes, de textures de sol, de facteurs C de champs et de longueurs de champs qui sont fréquemment observés en agriculture. Les autres conditions des sites demeurent invariables (voir le tableau ci-après). Pour un complément d'information, consulter les travaux de Dosskey et al (2008).

Conditions constantes servant aux simulations de modélisation	
Facteur	Conditions
Zone tampon	Couvert dense de graminées bien établies
	Pente et texture du sol semblables à celles de la surface agricole qui génère le ruissellement
	Les eaux de ruissellement sont uniformément distribuées
Source au champ	Travail du sol qui suit la topographie (parallèle aux courbes de niveau) (facteur P=1,0)
	Humidité du sol à la capacité au champ
Précipitations	Un seul épisode 2.4 pouces en une heure

Quelles sont les limites de l'outil?

Cet outil ne tient pas compte du sort des sédiments accumulés ou des polluants dissous à long terme. Compte tenu de ces limites, les utilisateurs doivent garder à l'esprit que les efficacités de rétention estimées ne sont que des estimations sommaires et qu'elles peuvent diminuer avec le temps. Comme l'outil fonctionne avec un nombre réduit de variables caractérisant les sites, il est plus facile à utiliser, mais donne des résultats moins précis que le système de modélisation VFSMOD.

D'autres caractéristiques de sites peuvent-elles être prises en compte?

Oui, toute condition de site qui est susceptible de doubler ou de réduire de moitié la charge d'eau de ruissellement nécessitera un ajustement d'une ligne au-dessous ou d'une ligne au-dessus de la ligne de référence initiale. Ainsi, dans le cas de précipitations ayant des volumes différents, des précipitations de 3.6 pouces et de 1.5 pouce par heure pourraient respectivement doubler ou réduire de moitié la charge d'eau de ruissellement, par rapport aux précipitations de 2.4 pouces par heure qui ont servi à générer les courbes de référence.

Qu'en est-il des zones tampons d'une largeur inférieure à 15 pieds?

Les zones tampons très étroites, d'une largeur inférieure à 15 pieds, peuvent retenir efficacement les sédiments en fonction des caractéristiques des sites. Les conditions de ces sites s'apparenteront de près à celles que décrivent les lignes 5, 6 et 7 de l'outil (pentes relativement plus faibles, surfaces de ruissellement plus petites et sols perméables).

Que faire si les conditions du site ne peuvent permettre la mise en place des zones tampons calculées?

L'outil permet d'estimer la largeur de la zone tampon nécessaire pour atteindre un degré d'efficacité d'interception de polluants désiré. Dans certains cas, la zone tampon ne peut être implantée telle que calculée, par exemple si sa largeur excède la superficie que le propriétaire est prêt à allouer pour son aménagement. Ces situations requièrent des solutions de conservation additionnelles qui réduiront la charge des eaux de ruissellement, un des facteurs clés pour améliorer l'efficacité de tout système de zones tampons visant la conservation (voir ci-dessous et la section 1.1).

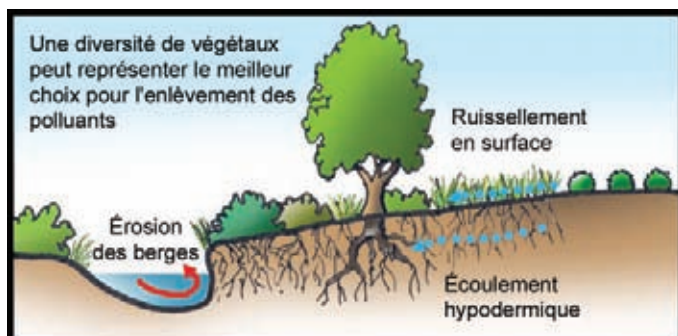


Que faire si le ruissellement n'est pas uniforme?

Lorsque le ruissellement n'est pas uniforme, l'efficacité de la zone tampon est diminuée dans la portion de la zone tampon où le ruissellement est davantage concentré. Choisir un numéro de courbe plus bas pour estimer la largeur de la zone tampon correspondant à la surface utile réelle (voir les sections 1.7 et 1.8). Les bandes enherbées peuvent répartir les flux concentrés et accroître la surface utile de la zone tampon (voir la section 1.21).

Qu'en est-il des arbres et des arbustes?

L'outil servant à déterminer la largeur des zones tampons a été à l'origine conçu pour des aménagements composés d'un couvert dense de graminées bien établies. Les arbres et les buissons peuvent constituer une partie de la zone tampon. Pour assurer l'efficacité d'une telle zone tampon, une couverture dense de plantes herbacées et de débris au sol doit également être présente pour accroître la rugosité et offrir de la résistance au ruissellement (voir la section 1.20).



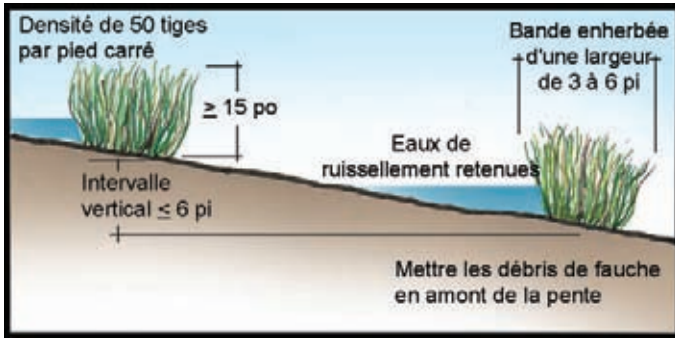
1.20 Types de végétaux recommandés pour l'enlèvement des polluants

Les fonctions accomplies par la végétation pour l'enlèvement des polluants incluent la réduction des vitesses d'écoulement de surface, l'augmentation de la déposition et de l'infiltration, l'assimilation des nutriments et l'enrichissement du sol en matière organique pour la transformation de certains polluants.

Plusieurs types de végétaux peuvent remplir ces fonctions. Un mélange d'espèces herbacées et ligneuses peut constituer, globalement, la meilleure combinaison de végétaux (voir le tableau suivant). Le choix des espèces végétales se fait aussi en fonction des caractéristiques du site et des préférences du propriétaire.

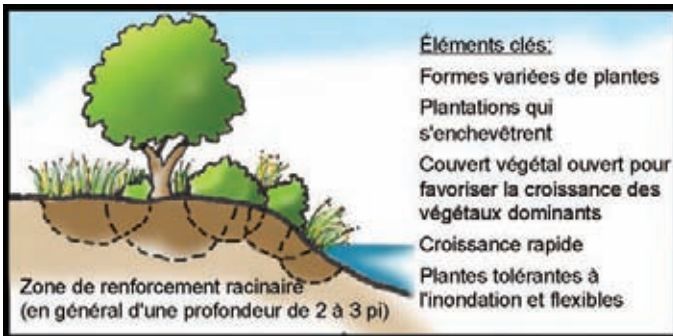
D'autres facteurs (comme la largeur, la pente, l'emplacement, le ratio de surface de la zone tampon et les sols) peuvent jouer des rôles plus importants que le type de végétaux.

Choix des végétaux pour la qualité de l'eau	
Critères généraux	
Ruissellement en surface	Densité élevée de tiges et de débris Tiges rigides Tolérants à l'accumulation de sédiments Tolérants à des teneurs élevées en nutriments et en autres polluants Croissance active durant les périodes de fort ruissellement
Écoulement souterrain	Plantes dont les racines atteignent la nappe libre Plantes à forte biomasse racinaire Tolérants aux sols saturés d'eau et aux fortes concentrations de nutriment Éviter les plantes fixatrices d'azote
Érosion des berges	Voir les sections 1.18 et 1.22



1.21 Bandes herbacées composées de graminées à tiges rigides

Les bandes herbacées sont d'étroites bandes de graminées de grande taille, denses et à tiges rigides qui sont aménagées perpendiculairement à la pente. Ces barrières végétales peuvent ralentir et accumuler les eaux de ruissellement, favorisant leur infiltration et le dépôt de sédiments. Elles sont utilisées principalement lorsqu'il existe des risques de ravinement sur des terres abruptes, mais aussi afin de ralentir et de disperser un ruissellement concentré.



1.22 Végétaux pour la stabilisation des berges

Les plantes herbacées à racines profondes sont les meilleures pour protéger les berges de l'érosion de surface. Les espèces ligneuses à racines profondes seront privilégiées pour accroître la cohésion du sol et empêcher les glissements massifs de versant. Choisir des espèces ligneuses qui produisent des rejets à partir des racines ou des branches brisées. La meilleure stratégie à adopter est souvent de combiner différents types de plantes.



1.23 Dégradation des polluants dans les cours d'eau

Les zones tampons peuvent améliorer les processus naturels de dégradation des polluants à l'intérieur des cours d'eau. La présence de débris végétaux favorisent la dénitrification et la dégradation des pesticides tandis que les gros débris ligneux favorisent le dépôt des sédiments (voir la section 2.11). Les taux d'enlèvement des polluants dans les cours d'eau sont très variables. L'impact sur le degré de pollution des cours d'eau est généralement plus grand pour les cours d'eau à faible débit et pour les petits cours d'eau.



1.24 Choix des végétaux

S'inspirer des peuplements végétaux indigènes de la région pour guider son choix vers des plantes qui sauront s'adapter aux conditions du site. Utiliser une combinaison de plantes variées pour éviter les problèmes de ravageurs et de maladies. Choisir des plantes vivaces qui sont susceptibles d'offrir une couverture végétale permanente et d'améliorer l'infiltration de l'eau dans le sol au fil du temps. Les végétaux qui sont cultivés dans le but de prélever des nutriments doivent être en croissance active – et non en dormance –, durant les saisons propices au ruissellement.



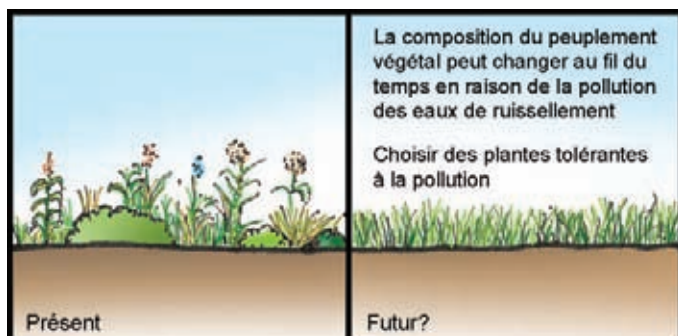
1.25 Enlèvement des sédiments accumulés

Au cours du temps, les sédiments qui se sont déposés dans la zone tampon peuvent favoriser le développement de voies d'écoulement préférentielles en surface. Il peut donc être nécessaire d'enlever périodiquement les sédiments accumulés. L'utilisation de pratiques de conservation des sols dans les zones sources permet de réduire la charge des sédiments et d'éviter d'avoir à renouveler l'enlèvement des sédiments dans la zone tampon. Il est également important d'empêcher qu'un fossé ou un seuil ne se crée de manière perpendiculaire au ruissellement en raison du travail du sol ou du dépôt de sédiment.



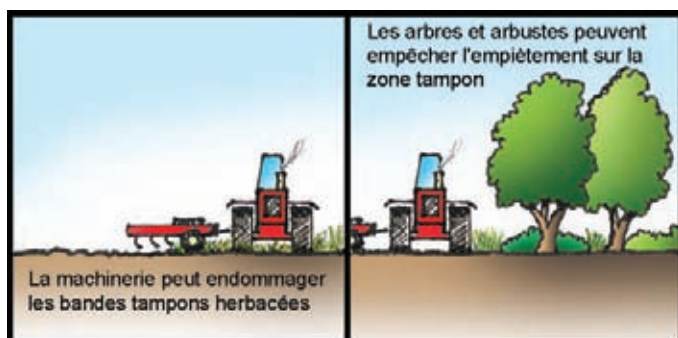
1.26 Récolte visant l'exportation des nutriments

La récolte de la végétation dans la zone tampon peut favoriser la repousse végétale et le prélèvement de nutriments. Bien que le broutage par le bétail puisse être utilisé pour enlever la végétation, jusqu'à 60 à 90 % des nutriments ingérés par les animaux retourneront dans le pâturage sous forme de fèces et d'urine. Le prélèvement des nutriments par récolte devrait être considéré en association avec d'autres options de gestion.



1.27 Succession végétale

Les eaux de ruissellement chargées en polluants favorisent des espèces végétales plus tolérantes à la pollution. Par conséquent, le peuplement végétal de la zone tampon peut changer au fil du temps. Il peut être préférable de choisir des plantes tolérantes aux polluants présents. Avec le temps, des arbres et des arbustes s'établiront naturellement dans les zones tampons herbacées. Il peut être nécessaire d'enlever périodiquement des arbres et des arbustes pour maintenir des zones tampons densément enherbées ou pour conserver le mélange voulu d'espèces ligneuses.



1.28 Végétation et circulation

La circulation de la machinerie agricole dans une zones tampon entraîne la compaction du sol, une réduction de l'infiltration de l'eau dans le sol et une réduction de la densité de la végétation. La végétation arbustive et arborescente peut empêcher la circulation dans la zone tampon et ainsi prévenir sa détérioration. De plus, les zones tampons qui sont seulement enherbées sont plus faciles à éliminer, ce qui les rend plus susceptibles d'être converties en culture ou à d'autres usages.



2. La biodiversité

Objectifs

- ☐ Améliorer l'habitat terrestre
- ☐ Améliorer l'habitat aquatique

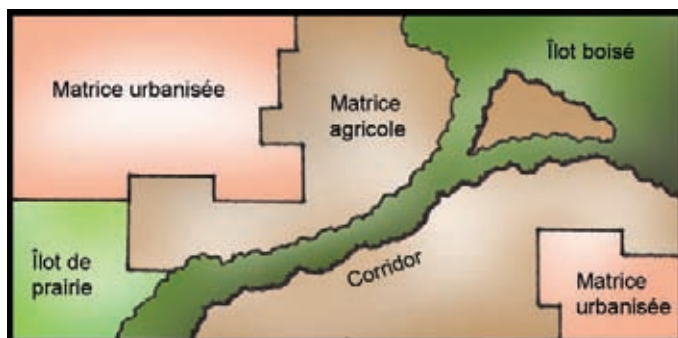
Fonctions des zones tampons

1. Accroître la surface de l'habitat
2. Protéger les habitats sensibles
3. Rétablir la connectivité
4. Accroître l'accès aux ressources
5. Créer de l'ombre pour maintenir la température des cours d'eau

Lignes directrices complémentaires pouvant favoriser la biodiversité	Fonctions des zones tampons				
	Protéger la température des cours d'eau	Accroître l'accès aux ressources	Rétablir la connectivité	Protéger les habitats sensibles	Accroître la surface de l'habitat
2.1 Notions élémentaires au sujet des matrices	✓	✓	✓	✓	
2.2 Notions élémentaires au sujet des îlots	✓	✓	✓	✓	
2.3 Corridors et connectivité	✓	✓	✓	✓	
2.4 Corridors et zones de connectivité	✓	✓	✓	✓	
2.5 Les réseaux de corridors	✓	✓	✓	✓	
2.6 Corridors et changements climatiques	✓	✓	✓	✓	✓
2.7 Îlots de transition, seuils infranchissables et discontinuités	✓	✓	✓	✓	
2.8 Zones tampons et corridors	✓	✓	✓	✓	
2.9 Largeur de corridor	✓	✓	✓	✓	

Lignes directrices complémentaires pouvant favoriser la biodiversité	Fonctions des zones tampons				
	Préciser de l'ombre pour maintenir la température des cours d'eau	Accroître l'accès aux ressources	Relaxer la connectivité	Protéger les habitats sensibles	Accroître la surface de l'habitat
2.10 Effets de bordure créés par les corridors		✓	✓	✓	✓
2.11 Habitats aquatiques et zones tampons	✓	✓	✓	✓	✓
2.12 Température des cours d'eau et zones tampons	✓	✓	✓	✓	✓
2.13 Routes et passages pour les animaux			✓	✓	
2.14 Corridors aménagés en bordure des routes	✓		✓	✓	

Lignes directrices complémentaires pouvant favoriser la biodiversité	Fonctions des zones tampons				
	Préciser de l'ombre pour maintenir la température des cours d'eau	Accroître l'accès aux ressources	Relaxer la connectivité	Protéger les habitats sensibles	Accroître la surface de l'habitat
1.4 Emplacement stratégique des zones tampons dans un bassin versant	✓	✓	✓	✓	✓
1.14 Zones tampons pour la rétention et la dégradation des pesticides		✓			
3.2 Brise-vent contre l'érosion éolienne	✓	✓	✓	✓	✓
3.3 Barrières herbacées contre le vent	✓		✓	✓	
3.4 Voies d'eau enherbées	✓		✓	✓	
4.5 Cultures intercalaires	✓		✓	✓	
4.9 Habitats propices aux pollinisateurs	✓		✓	✓	
5.1 Gestion des insectes nuisibles au moyen de zones tampons	✓		✓	✓	
5.2 Végétaux attirant les insectes bénéfiques	✓		✓	✓	
5.3 Zones tampons et dérive de produits phytosanitaires		✓			
6.5 La conception esthétique des aménagements écologiques	✓	✓	✓	✓	✓
7.1 Aménagement des sentiers et faune sauvage	✓	✓	✓	✓	
7.2 Zones tampons et distances de fuites		✓	✓	✓	
7.3 Sentiers en bordure de corridors riverains		✓	✓	✓	✓

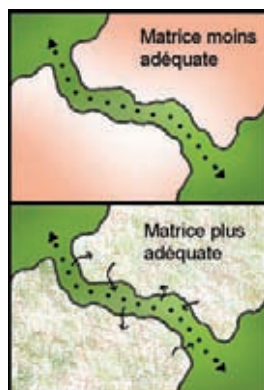


2.1 Notions élémentaires au sujet des matrices

Pour favoriser la biodiversité, il est important de prendre en compte le rôle des îlots et des matrices lors de la conception de corridors. Dans les milieux transformés par l'humain, la matrice est constituée de surfaces développées (p. ex.: des milieux urbains ou agricoles), alors que les îlots sont des parcelles de terre abritant des communautés animales et végétales différentes de celles associées aux matrices.

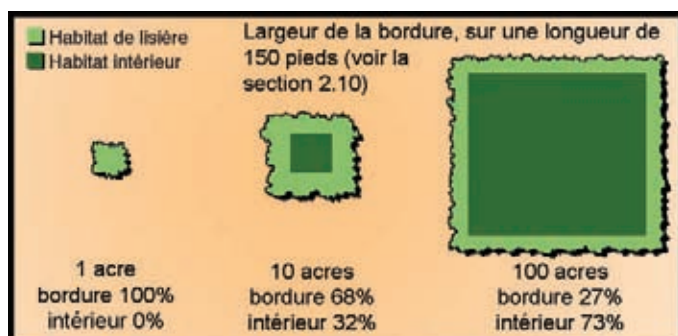
La potentiel d'un corridor à relier adéquatement des îlots isolés dépend du type et de l'état de la matrice. Un corridor sera normalement d'une plus grande valeur dans une zone où la matrice est moins propice à la biodiversité.

Voici quelques lignes directrices utiles pour gérer la matrice de manière à favoriser la biodiversité. Les lignes directrices concernant les îlots figurent à la page suivante.



Lignes directrices clés au sujet des matrices

- Considérer la matrice à plusieurs échelles spatiales et temporelles.
- Regrouper les projets de développement de manière à protéger davantage les espaces ouverts. Recourir, dans la mesure du possible, à des principes de croissance durable.
- Perturber le moins possible la végétation naturelle.
- Minimiser l'introduction et la propagation des espèces non indigènes.
- Gérer les perturbations (p. ex.: fenaison, travail aratoire, etc.) de manière à en atténuer les impacts négatifs.



2.2 Notions élémentaires au sujet des îlots

Les grands îlots favorisent généralement la conservation d'une plus grande variété et qualité d'habitats, ce qui favorise une plus grande diversité et abondance d'espèces. Plus l'îlot sera de grande superficie, plus il aura un pourcentage élevé d'habitat intérieur. Ceci est bénéfique pour les espèces d'intérieur qui sont souvent les plus vulnérables à la perte et à la fragmentation de l'habitat.

Les exigences minimales de superficie des îlots pour une espèce donnée sont fortement tributaires du type d'espèce, de la qualité de l'habitat et des caractéristiques du paysage. Le tableau ci-après résume les exigences recommandées en ce qui a trait à la superficie des îlots. En règle générale, les animaux de plus grande taille nécessitent des îlots de plus grandes superficies. Il convient de consulter un biologiste afin de raffiner la fourchette des superficies proposées.

Fourchette des superficies minimales des îlots		
Taxons	Superficie de l'îlot	
Végétaux	5 à \geq 250 acres	
Invertébrés	50 pieds carrés à \geq 2.5 acres	
Reptiles et amphibiens	3 à \geq 35 acres	
Oiseaux de prairies	12 à \geq 135 acres	
Oiseaux aquatiques	\geq 12 acres	
Oiseaux de sous-bois	5 à \geq 95 acres	
Petits mammifères	2.5 à \geq 25 acres	
Grands mammifères	40 acres à \geq 2 milles carrés	
Grands mammifères prédateurs	3.5 à \geq 850 milles carrés	

Lignes directrices clés au sujet des îlots

Les petits îlots ont un rôle crucial dans la protection de la biodiversité, en particulier dans les zones pauvres en habitats. Les îlots de petites tailles peuvent comporter une gamme d'habitats dont certains seront uniques. L'aménagement devrait prévoir l'inclusion de petits et de grands îlots.



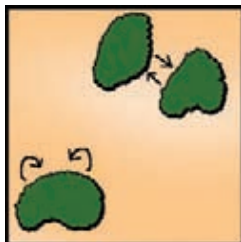
La redondance est un élément essentiel à toutes les échelles d'un écosystème. Lorsqu'une matrice est pourvue de nombreux îlots, il y a moins de risque de voir disparaître des espèces advenant la dégradation ou l'élimination de l'un d'entre eux.



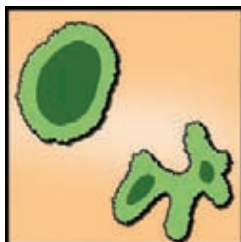
Considérant deux îlots de superficie identique, l'îlot non fragmenté aura une valeur écologique plus grande que l'îlot fragmenté puisque l'effet de bordure y sera moins important. La biodiversité y demeurera plus forte et les effets de bordure négatifs en seront atténués.

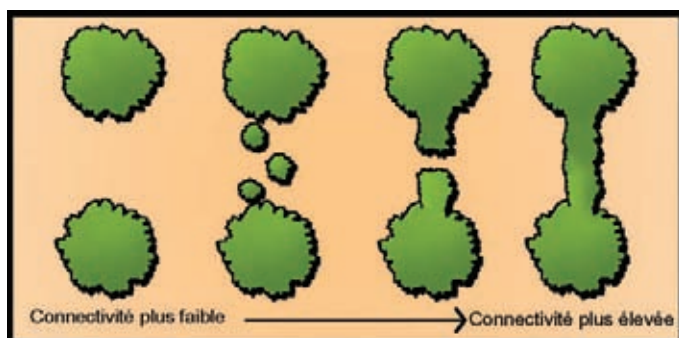


Le potentiel d'interaction entre espèces augmente à mesure que la distance entre les îlots diminue. Ce potentiel d'interaction dépendra des espèces présentes et de leur aptitude à se déplacer.



Une parcelle au pourtour moins échancré contiendra une moins grande proportion d'habitat de lisière et sera plus adéquate pour les espèces d'intérieur, souvent plus vulnérables que les espèces de lisière.





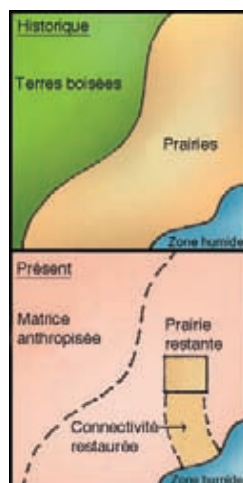
2.3 Corridors et connectivité

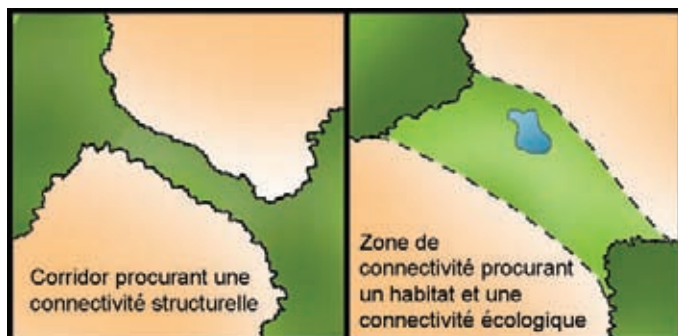
La restauration de la connectivité entre les îlots par l'aménagement de corridors peut favoriser la biodiversité, en améliorant la circulation des gènes et la viabilité des populations, en permettant la recolonisation des îlots, et en procurant un accès à de nouveaux habitats.

Toutefois, dans certains cas, l'augmentation de la connectivité pourrait ne pas être souhaitable ou pourrait être inefficace. Par exemple, un corridor pourrait être dominé par des effets de bordure, accroître le risque de parasitisme et de maladies, ou également faciliter la dispersion d'espèces envahissantes (voir la section 2.10). Un corridor serait inefficace s'il ne satisfaisait pas les besoins de l'espèce ciblée en matière de déplacement ou d'habitat.

Éléments clés pour l'aménagement

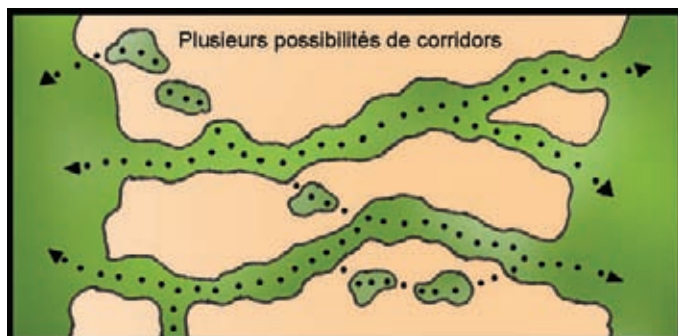
- Aménager les corridors à plusieurs échelles spatiales et temporelles.
- Dans la mesure du possible, créer un habitat de qualité à l'intérieur même du corridor.
- Aménager les corridors le long des voies de dispersion et des couloirs migratoires.
- Les corridors, en particulier les corridors régionaux, ne devraient pas être restreints à un seul élément topographique.
- La présence d'une végétation similaire entre les corridors et les îlots est bénéfique.
- Restaurer les connexions qui étaient historiquement présentes et éviter de relier des zones qui n'étaient pas antérieurement connectées.





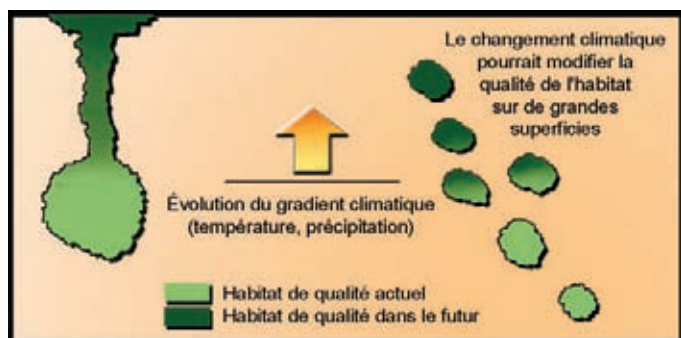
2.4 Corridors et zones de connectivité

Plutôt que d'aménager des corridors étroits contenant un seul type de végétation, il est préférable d'aménager de larges zones de connectivité. Cette stratégie permettra de relier adéquatement les différents types d'habitat utilisés par une espèce. Elle permettra également de maintenir certains processus écologiques comme la dispersion des graines ou la migration climatique.



2.5 Les réseaux de corridors

Un réseau redondant de corridors permet d'offrir plusieurs voies de déplacement pour les espèces présentes, atténuant ainsi les impacts en cas de suppression d'un corridor. Par contre, la connectivité accrue que cela procure pourrait faciliter une propagation plus rapide des maladies, des parasites ou des espèces envahissantes. Un réseau de corridors peut cependant se révéler une solution judicieuse pour interconnecter une gamme d'habitats à l'échelle régionale.



2.6 Corridors et changements climatiques

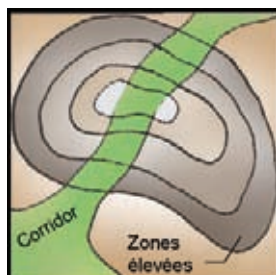
Les changements climatiques que l'on connaît et que l'on prévoit peuvent avoir d'importants impacts sur la biodiversité et sur d'autres ressources. Les corridors et les zones tampons peuvent atténuer ces impacts de diverses façons :

1. en diminuant les gaz à effet de serre (voir les sections 4.2, 4.7, et 4.8),
2. en favorisant la migration des espèces à mesure que le climat évolue,
3. en protégeant des zones sensibles contre l'accroissement des événements climatiques extrêmes comme les inondations et les tempêtes, notamment dans les zones côtières,
4. en procurant des habitats offrant une gamme de refuges avec divers microclimats.

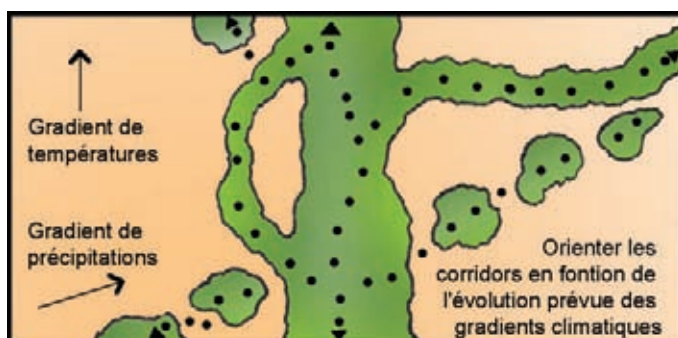
Les corridors peuvent toutefois avoir une valeur limitée pour la biodiversité si le changement climatique se produit à un rythme trop rapide pour permettre la migration des espèces ciblées. Un changement climatique trop brusque pourrait même favoriser l'utilisation des corridors par des espèces plus mobiles et adaptables, comme des espèces envahissantes.

Éléments clés pour l'aménagement

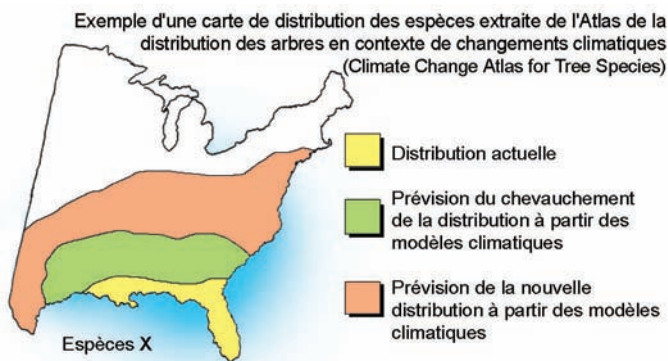
- Les corridors pour la migration climatique peuvent être plus efficaces dans des régions moins développées par l'humain.
- L'aménagement de larges zones de connectivité peut s'avérer plus efficace que l'aménagement de corridors distincts et étroits (voir la section 2.4).

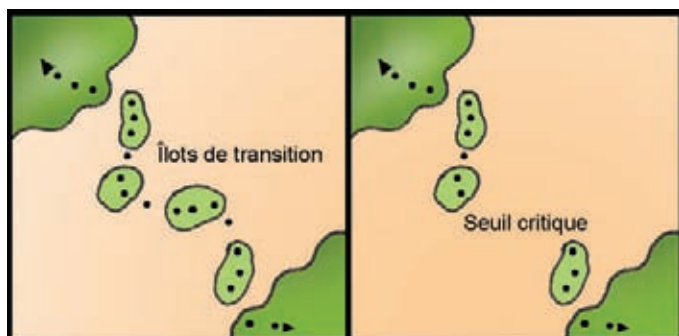


- Une stratégie d'aménagement d'îlots de transition et de corridors est susceptible d'offrir davantage d'occasions de dispersion et de migration des espèces (voir la section 2.7).
- Les corridors traversant diverses courbes de niveau peuvent favoriser la migration en terrain accidenté ou montagneux.
- Localiser les corridors et les îlots de manière à procurer des refuges climatiques à plusieurs échelles spatiales.
- Inclure dans l'aménagement des corridors une variété de substrats géologiques et de sols afin de satisfaire les besoins des différents végétaux.
- L'aménagement de zones tampons riveraines peut aider à atténuer un réchauffement des eaux induit par le réchauffement climatique (voir la section 2.12).
- Orienter les corridors en fonction de l'évolution prévue des gradients climatiques.



Pour un aménagement à long terme, il est souhaitable de choisir des espèces végétales davantage résilientes à l'évolution du climat. Les atlas sur la distribution des plantes ligneuses établis à partir de modélisations du changement climatique peuvent orienter ces choix en donnant un aperçu des espèces qui nécessiteront une migration plus soutenue pour assurer leur survie. Effectuer des recherches sur Internet pour trouver un atlas du changement climatique pour les espèces d'arbre.





2.7 Îlots de transition, seuils infranchissables et discontinuités

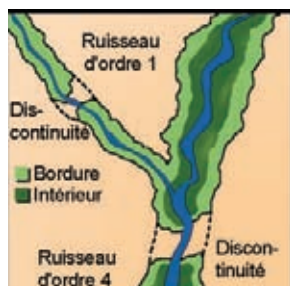
Dans les paysages fragmentés, l'aménagement d'îlots de transition peut favoriser les déplacements entre les îlots principaux. Toutefois, la perte d'un îlot de transition peut empêcher les déplacements et accroître l'isolement d'un îlot principal.

Au-delà d'une certaine limite, la distance entre les îlots de transition ou l'écart critique existant au sein d'un corridor continu pourra dépasser le seuil qu'une espèce donnée peut traverser. Il est important de restaurer ces écarts critiques.

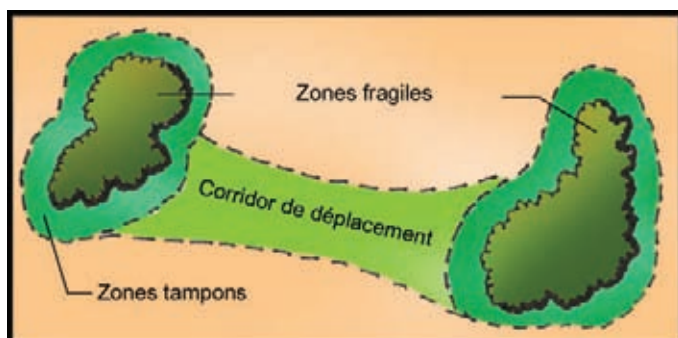
Une distance trop grande entre deux îlots de transition ou une discontinuité trop importante dans un corridor peut s'avérer infranchissable pour une espèce donnée. Il faut rétablir la connectivité pour réduire la présence de ces seuils infranchissables.

Éléments clés pour réduire les seuils infranchissables et les discontinuités

- Plus le contraste sera grand entre la communauté végétale du corridor et celle présente au sein de la discontinuité, plus la distance à franchir devra être réduite pour éviter qu'elle ne constitue un obstacle aux déplacements.
- Les petites espèces auront généralement un seuil infranchissable plus court.
- Plus une espèce requiert un habitat spécialisée, plus son seuil infranchissable sera court.



- Dans le cas d'espèces s'orientant visuellement, le seuil infranchissable est déterminé par la capacité de l'individu à apercevoir le prochain îlot de transition ou l'autre côté de la discontinuité devant être franchie.
- Dans le cas de corridors riverains, il est préférable d'aménager les discontinuités pour améliorer la connectivité le long des cours d'eau d'ordres supérieurs afin d'optimiser les bénéfices pour la biodiversité.

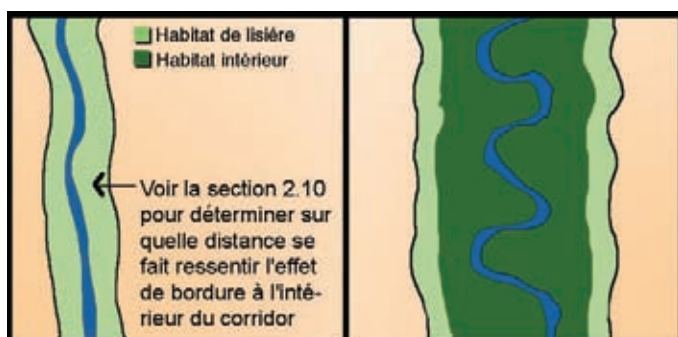
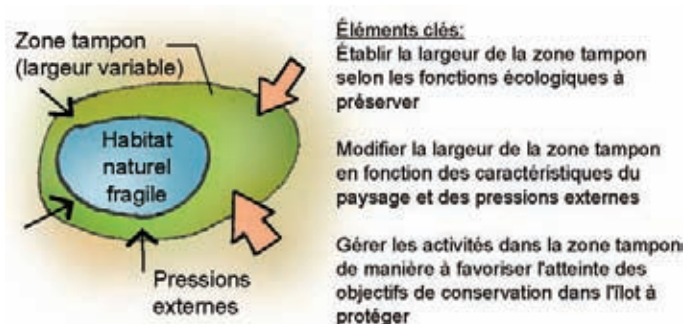


2.8 Zones tampons et corridors

Une stratégie de conservation judicieuse prévoit l'interconnexion des zones tampons et des corridors. Une zone tampon est une zone qui sert à protéger un milieu naturel fragile (p. ex.: zones humides, réserves fauniques, etc.) contre des pressions externes négatives. Les corridors sont aménagés de manière à relier entre elles ces zones fragiles protégées par des zones tampons.

La largeur de la zone tampon doit être déterminée en tenant compte des fonctions écologiques souhaitées, des caractéristiques du paysage et des pressions externes. Autour des milieux humides, il est recommandé d'aménager des zones tampons terrestres sur une largeur de 250 à 1000 pieds afin de protéger les tortues et les amphibiens.

Consulter la section 2.10 pour connaître la distance sur laquelle se fait sentir l'effet de bordure. Les distances recommandées peuvent servir à orienter l'aménagement de zones tampons autour des habitats sensibles afin de les protéger des effets de bordure. Consulter la section 7.2 pour les recommandations qui concernent l'aménagement des zones tampons de manière à concilier les activités humaines et la présence de la faune.



2.9 Largeur de corridor

La présence de corridors larges, tant en milieu terrestre qu'en zone riveraine, procure un habitat de meilleure qualité là où les effets de bordure sont moindres, en plus de favoriser le déplacement des espèces. L'aménagement de corridors riverains plus larges favorise la formation de méandres et crée généralement des habitats de meilleure qualité et d'une plus grande diversité.

Plusieurs études ont examiné la question de la largeur des corridors requise pour certaines espèces. Toutefois, ces études ont souvent été réalisées sur une gamme relativement restreinte de largeurs de corridor, ce qui complique l'identification de la largeur optimale. De plus, pour une largeur donnée, l'efficacité d'un corridor peut également varier selon la longueur du corridor, la continuité de l'habitat, la qualité de l'habitat et divers autres facteurs.

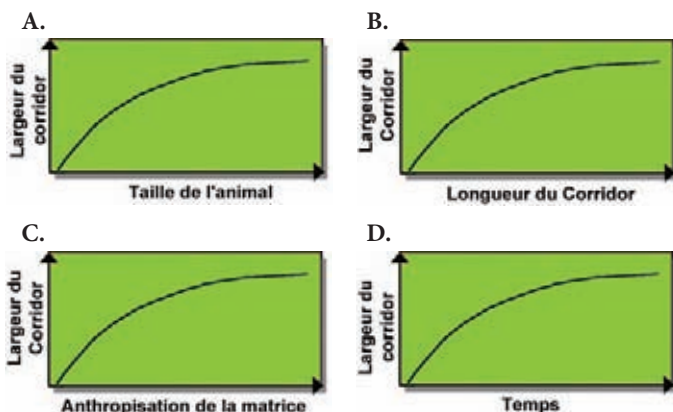
En ayant à l'esprit ces diverses contraintes, le graphique à barres apparaissant à la page suivante résume les conclusions des études menées sur les déplacements des espèces qui empruntent les corridors. La barre noire indique la largeur de corridor minimale recommandée,

alors que la barre grise indique la marge supérieure de largeur recommandée. Un biologiste peut être consulté pour s'assurer que la largeur de corridor choisie correspond au besoin des espèces ciblées.

À partir de la littérature scientifique, il a été possible d'établir des relations générales quant à la largeur adéquate d'un corridor pour une situation donnée (voir les graphiques suivants).

A. Plus l'espèce est de grande taille, plus le corridor devra être large pour permettre les déplacements ou pour servir d'habitat potentiel.

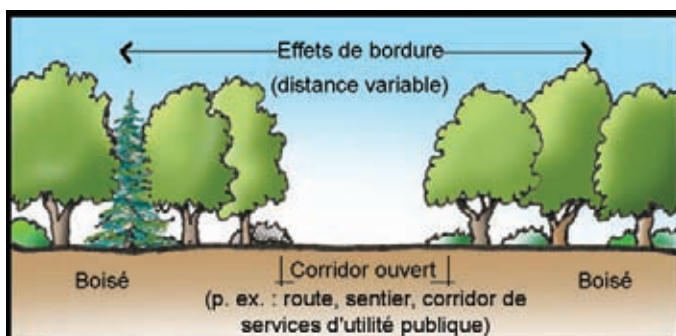
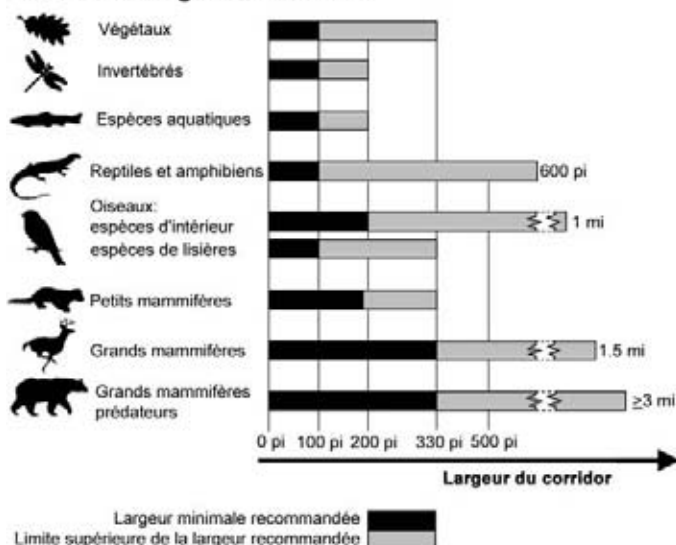
B. La largeur du corridor doit être augmentée en proportion de sa longueur. Un corridor plus court est davantage susceptible d'offrir une meilleure connectivité qu'un corridor plus long.



C. Un corridor devra habituellement être plus large dans un milieu où l'habitat est restreint, mais également dans un paysage dominé par les activités humaines.

D. Les corridors destinés à être utilisés pour des décennies, voire des siècles à venir, doivent en principe être plus larges de façon à maintenir ou restaurer les fonctions qui s'opèrent sur de longs horizons de temps. Ces fonctions incluent notamment la dispersion d'organismes à déplacement lent, la circulation des gènes et la modification des aires de distribution des espèces en réponse aux changements climatiques.

Schéma des largeurs de corridor



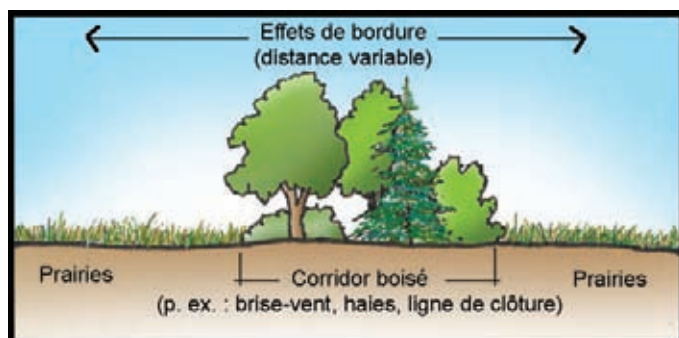
2.10 Effets de bordure créés par les corridors

Les corridors établis dans des boisés ou des prairies peuvent occasionner des effets de bordure néfastes qui s'étendent dans les boisés ou les prairies avoisinants. C'est le cas des corridors ouverts ayant été dégagés afin d'aménager un chemin dans un boisé, ou des haies d'arbres plantées dans une prairie.

Parmi les effets de bordure néfastes, on note un risque accru de parasitisme, de maladie ou de prédation, la création d'un microclimat défavorable et la compétition par les espèces invasives. Il convient de tenir compte de ces effets potentiels lors de la conception d'un corridor.

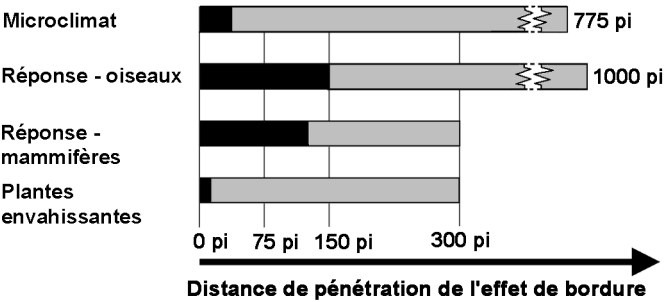
Éléments clés pour réduire les effets de bordure néfastes

- Aménager le corridor dans les bordures des îlots naturels existants et éviter de fragmenter les îlots naturels .
- Regrouper les corridors dont l'utilité diffère afin de minimiser la fragmentation (p. ex.: combiner le tracé des routes et des corridors d'utilité publique).
- Dans le cas d'un boisé, aménager une bordure dense et oblique avec de la végétation, pour réduire la pénétration des effets de bordure.
- Un corridor plus étroit produira généralement moins d'effets de bordure dans l'habitat adjacent.
- Si le paysage est déjà composé d'îlots affectés par des effets de bordure, l'aménagement d'un corridor ne causera probablement pas d'effets néfastes supplémentaires.

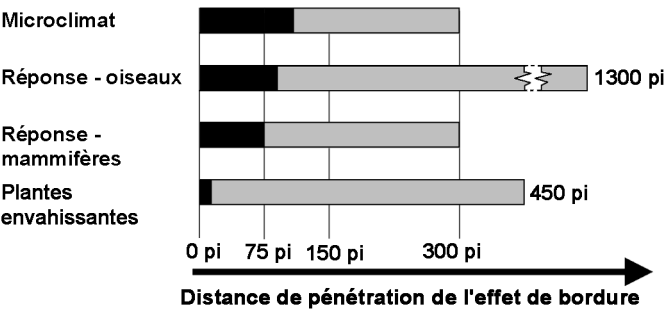


Les graphiques suivants présentent un résumé des effets de bordure déjà documentés. Les distances indiquées peuvent aider à évaluer la zone touchée par ces effets de bordures et à concevoir des moyens permettant d'atténuer leurs impacts.

Corridor ouvert dans un boisé



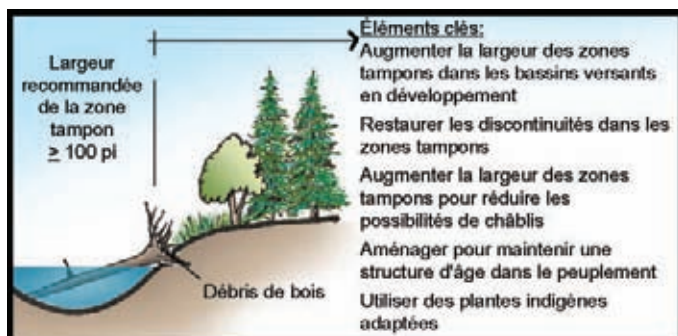
Corridor boisé dans une prairie



Distance minimale de pénétration de l'effet de bordure

Distance maximale de pénétration de l'effet de bordure





2.11 Habitats aquatiques et zones tampons

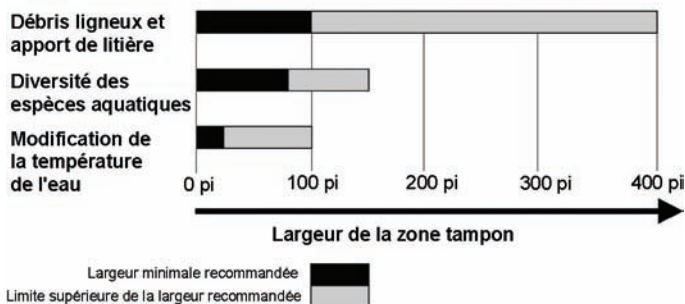
Les zones tampons ou corridors riverains influencent de diverses façons la qualité des habitats aquatiques :

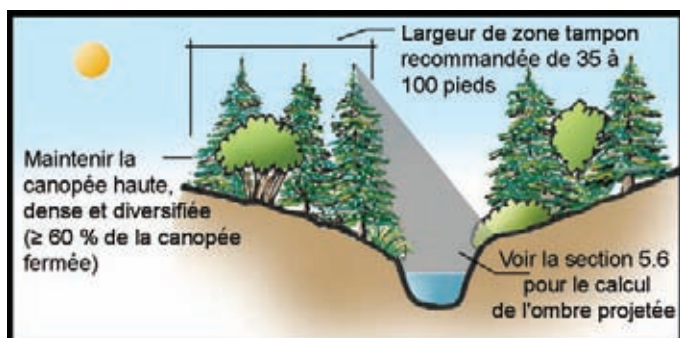
1. Elles fournissent des débris ligneux qui créent des structures pour l'habitat aquatique,
2. Elles maintiennent un microclimat favorable dans les cours d'eau (voir la section 2.12),
3. Elles fournissent de la nourriture aux espèces aquatiques,
4. Elles protègent la qualité de l'eau (voir la section 1.0).

Les zones tampons riveraines ne sont pas toujours suffisantes pour maintenir un habitat aquatique de qualité dans des bassins versants fortement développés. D'autres stratégies de gestion et d'aménagement doivent également être utilisées.

Le graphique ci-après résume, de manière schématique, les conclusions d'études menées sur les largeurs des zones tampons qu'il faut aménager pour maintenir ou restaurer certaines fonctions de l'habitat aquatique; on peut s'en inspirer pour l'aménagement des zones riveraines.

Largeur des zones tampons et fonctions de l'habitat aquatique





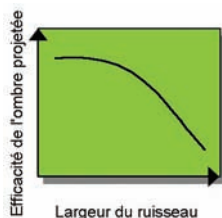
2.12 Température des cours d'eau et zones tampons

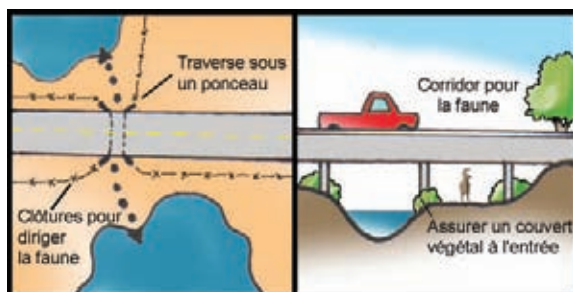
Les zones tampons peuvent contribuer à maintenir une température fraîche dans les petits cours d'eau si la végétation projette assez d'ombre à la surface de l'eau. Cela peut être bénéfique pour les espèces aquatiques vivant en eau froide ainsi que pour la qualité de l'eau.

L'ombre d'un cours d'eau provient de l'ombre projeté par le relief avoisinant, les berges et la végétation. Les cours d'eau dont la végétation riveraine a été supprimée peuvent connaître, durant l'été, des augmentations indésirables de température de l'ordre de 5 °C à 11 °C. Dans certains cas, les caractéristiques hydrogéomorphologiques et l'alimentation en eau souterraine peuvent influencer la température de l'eau plus que l'aménagement de zones tampons.

Éléments clés pour l'aménagement

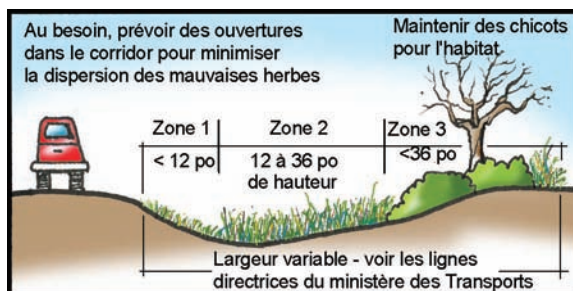
- Prendre en compte l'ombre créé par la topographie et par les berges pour l'aménagement de la zone.
- Les arbres et arbustes procurent davantage d'ombre, mais les herbacées non récoltées ou non broutées peuvent également fournir de l'ombre à un ruisseau de moins de 8 pieds de large.
- L'efficacité d'une zone tampon à projeter de l'ombre diminue à mesure que la largeur du ruisseau s'accroît.
- De façon à réduire les risques de chablis à la suite de la récolte de bois, il pourrait être nécessaire de laisser en place des zones tampons riveraines plus larges.
- L'aménagement de zones tampons plus larges, d'une largeur de 150 à 1000 pieds, pourrait également être nécessaire afin d'assurer le maintien d'autres facteurs microclimatiques (température du sol, humidité, etc.).





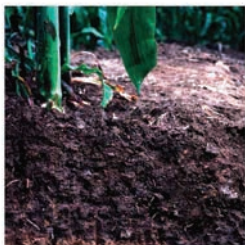
2.13 Routes et passages pour les animaux

Lorsqu'une voie de passage pour la faune traverse une route, il convient de la sécuriser en aménageant des ponceaux, des ponts ou des passages souterrains. Une évaluation à l'échelle du paysage aidera à localiser l'emplacement optimal des traversées pour la faune. Lors de l'aménagement de ponceaux, prévoir la construction de ponceaux de tailles diverses et éviter de créer des obstacles aux déplacements de la faune comme des amas de débris. Des guides d'aménagement à ce sujet sont disponibles.



2.14 Corridors aménagés en bordure des routes

Dans les zones où l'habitat est restreint, l'aménagement d'un corridor le long d'une route peut être bénéfique pour certaines espèces, mais également avoir des effets négatifs sur d'autres espèces. Maintenir la végétation à une hauteur adéquate pour maintenir une bonne visibilité et fournir suffisamment de temps de réaction au conducteur pour éviter les collisions avec la faune. Utiliser des plantes indigènes et maintenir leur vigueur par des tontes ou des brûlages dirigés tous les 3 à 5 ans; réaliser ces opérations par blocs afin de ne pas perturber la totalité l'habitat.



3. Les sols productifs

Objectifs

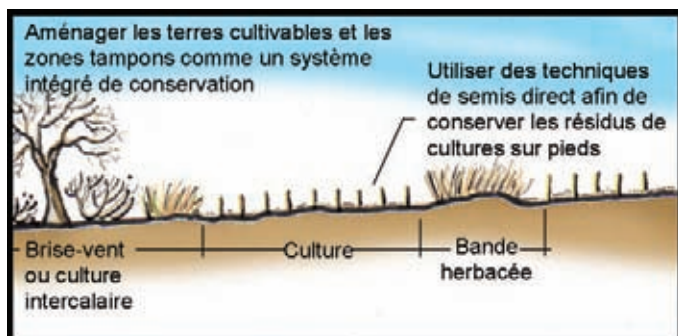
- Réduire l'érosion du sol
- Accroître la productivité du sol

Fonctions des zones tampons

1. Réduire l'énergie du ruissellement
2. Réduire l'énergie éolienne
3. Stabiliser le sol
4. Améliorer la qualité du sol
5. Enlever les polluants du sol

Lignes directrices d'aménagement concernant les sols productifs	Fonctions des zones tampons				
	Réduire l'énergie du ruissellement	Réduire l'énergie éolienne	Stabiliser le sol	Améliorer la qualité du sol	Enlever les polluants du sol
3.1 Zones tampons et aménagement des terres cultivées	✓	✓	✓	✓	
3.2 Brise-vent contre l'érosion éolienne	✓	✓	✓	✓	
3.3 Barrières herbacées contre le vent	✓	✓	✓	✓	
3.4 Voies d'eau enherbées	✓		✓		
3.5 Zones tampons et phytoremédiation	✓	✓	✓	✓	✓

Autres lignes directrices pouvant être favorables aux sols productifs		Fonctions des zones tampons				
		Réduire l'érosion ruissellement	Réduire l'énergie du golfe	Stabiliser le sol	Améliorer la qualité du sol	Enlever les polluants
1.1	Zones tampons et aménagement des terres	✓	✓	✓	✓	✓
1.4	Emplacement stratégique des zones tampons dans un bassin versant	✓	✓	✓	✓	✓
1.6	Aménagement d'une zone tampon	✓		✓		
1.7	Largeur variable d'une zone tampon	✓		✓		
1.8	La surface effective d'une zone tampon	✓		✓		
1.10	Zones tampons pour le piégeage des sédiments	✓		✓	✓	✓
1.18	Marge de sécurité pour l'érosion des berges			✓	✓	
1.20	Types de végétaux recommandés pour l'enlèvement des polluants	✓		✓	✓	✓
1.21	Bandes herbacées composées de graminées à tiges rigides	✓		✓		
1.22	Végétaux pour la stabilisation des berges			✓	✓	
4.4	Brise-vent et rendements des cultures	✓	✓	✓		✓
4.5	Cultures intercalaires	✓	✓	✓	✓	✓
5.10	Système de zones tampons arborées pour le contrôle des eaux d'inondation	✓		✓		
7.4	Érosion du sol et utilisation des sentiers	✓	✓	✓		

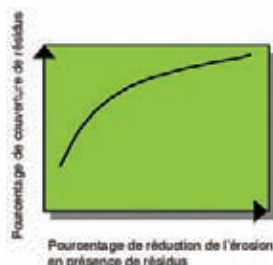


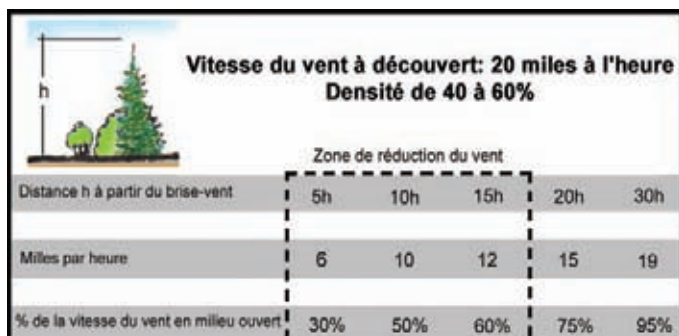
3.1 Zones tampons et aménagement des terres cultivées

Les zones tampons ne peuvent se substituer à une bonne gestion des terres cultivées. L'utilisation de zones tampons afin de stabiliser le sol ne permet pas de maintenir la productivité du sol et peut causer des problèmes d'entretien à long terme. La stratégie la plus efficace consiste à combiner l'utilisation de zones tampons à une gestion judicieuse des terres cultivées.

Éléments clés pour l'aménagement des terres cultivées

- Planter des cultures en contour.
- Utiliser des pratiques de travail minimum des sols et le semis direct afin de réduire l'érosion causée par l'eau et le vent. Les résidus de culture doivent être laissés sur place et être orientés perpendiculairement à la direction des vents dominants.
- Conserver les résidus de culture afin de réduire l'évaporation et d'augmenter l'infiltration. Les résidus de culture sur pied permettent l'accumulation de la neige et augmentent l'humidité du sol.
- Utiliser des plantes de couverture afin de protéger les terres durant la période de jachère.
- Intercaler des cultures annuelles et pérennes afin de réduire le transport des sédiments.
- Dans les cas où le sol est hautement érodable, choisir une culture pérenne (vivace) afin de conserver un couvert végétal tout au long de l'année.
- Utiliser un système d'irrigation qui réduit au minimum l'érosion.





3.2 Brise-vent contre l'érosion éolienne

Les haies brise-vent servent à lutter contre l'érosion du sol. Elles sont généralement constituées d'une à trois rangées d'arbres, plantées perpendiculairement à la direction des vents dominants. La grandeur de la zone protégée du vent dépend de la hauteur et de la densité moyennes du brise-vent.

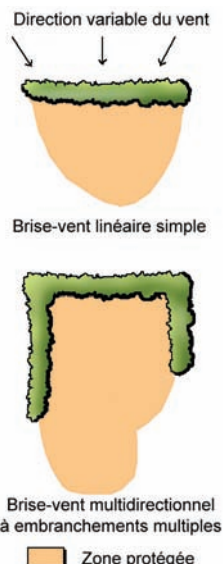
Un brise-vent protège une zone équivalant à 10 à 15 fois la hauteur des arbres. Un brise-vent d'une densité de 40 à 60 % (porosité de 60 à 40%) offre la meilleure protection contre l'érosion éolienne du sol. Choisir des espèces dont les caractéristiques des feuilles et des branches permettront d'obtenir la densité requise durant les périodes où le sol est vulnérable au fort vent.

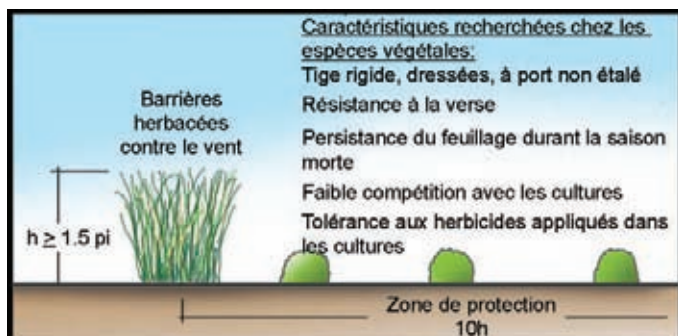
Les haies brise-vent constituées d'une seule rangée offrent une protection limitée, car un seul arbre mort peut créer une ouverture dans le brise-vent. Les ouvertures entraînent une augmentation de la vitesse des vents et une protection réduite.

Les brise-vent multidirectionnels, à plusieurs embranchements, fournissent une plus grande protection que les brise-vent linéaires simples.

Aménager les routes d'accès à l'extrémité des brise-vent. Prolonger les haies brise-vent au-delà de la zone à protéger.

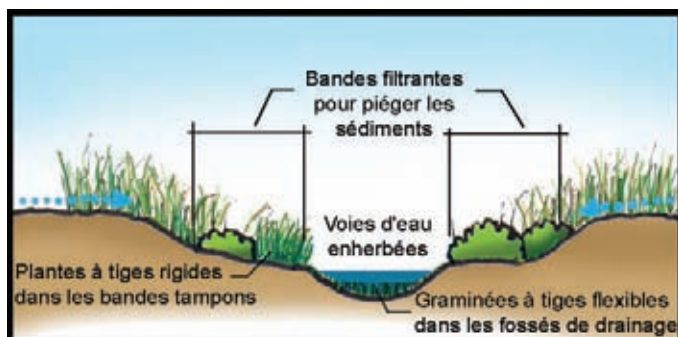
Voir les sections 4.4, 5.7 et 5.8 pour connaître d'autres fonctions des haies brise-vent.





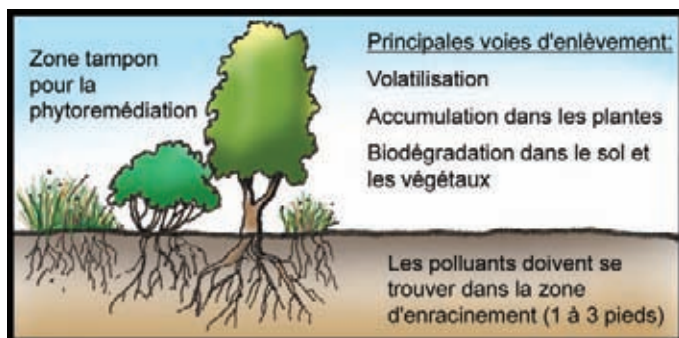
3.3 Barrières herbacées contre le vent

Les plantes herbacées servant de barrière contre le vent sont des plantes hautes, non ligneuses, établies en bandes étroites afin de réduire l'érosion du sol et protéger les cultures. De manière générale, les lignes directrices énoncées à la section 3.2 s'appliquent aussi aux barrières contre le vent composées uniquement de plantes herbacées. Ce type de barrière convient lorsqu'il existe des restrictions de hauteur, comme par exemple lors de l'utilisation d'un système d'irrigation par pivot central.



3.4 Voies d'eau enherbées

Une voie d'eau enherbée est un fossé de drainage tapissé de végétation qui achemine l'eau de ruissellement vers une décharge stable à une vitesse ne causant pas d'érosion. Les voies d'eau enherbées peuvent être améliorées par l'ajout de bandes tampons qui filtrent les eaux de ruissellement et piègent les sédiments en dehors de la voie d'eau. Les végétaux dans le fossé doivent avoir la capacité de se laisser coucher facilement tandis que les végétaux dans les bandes tampons doivent être de grande taille et rigides pour ne pas être submergés et pour filtrer les sédiments contenus dans les eaux de ruissellement.



3.5 Zones tampons et phytoremédiation

La phytoremédiation consiste à utiliser des plantes pour dégrader ou extraire les métaux lourds, les solvants et autres polluants de l'eau et du sol. Des zones tampons de phytoremédiation peuvent être utilisées afin de traiter des terrains industriels désaffectés, des lixiviats des dépotoirs, des résidus miniers et d'autres sites peu ou modérément contaminés.

Les contraintes liées à la phytoremédiation incluent notamment, le temps requis pour la restauration, la concentration maximale des polluants que peut tolérer les plantes utilisées, la biodisponibilité des polluants et le niveau de décontamination requis. Consulter un professionnel de l'environnement afin de concevoir un système efficace.

Éléments clés pour la phytoremédiation

- Choisir des végétaux à croissance rapide, faciles à entretenir et aptes à métaboliser les polluants en composés non toxiques.
- Des examens préalables et des parcelles expérimentales peuvent être nécessaires afin de déterminer les espèces végétales appropriées.
- Éviter les monocultures afin de réduire les risques de maladies et les risques posés par les organismes nuisibles.
- Les polluants doivent se trouver dans la zone d'enracinement supérieure. Une combinaison de végétaux avec différents types de racines et différentes profondeurs d'enracinement peut être utilisée afin de traiter une plus grande profondeur de sol. Un système racinaire fibreux est généralement plus efficace.
- Identifier et réduire au minimum les éventuels risques d'exposition de la faune.
- Il peut être nécessaire de récolter la végétation et de l'éliminer de façon adéquate.



4. Les perspectives économiques

Objectifs

- Fournir des sources de revenu
- Accroître la diversité économique
- Accroître la valeur économique

Fonctions des zones tampons

1. Produire des biens commercialisables
2. Réduire la consommation d'énergie
3. Accroître la valeur de la propriété
4. Fournir des sources d'énergie alternatives
5. Fournir des services écologiques

Lignes directrices d'aménagement concernant les perspectives économiques	Fonctions des zones tampons				
	Produire des biens commercialisables	Réduire la consommation d'énergie	Accroître la valeur de la propriété	Fournir des sources d'énergie alternatives	Fournir des services écologiques
4.1 Zones tampons et services écologiques	✓				✓
4.2 Séquestration du carbone	✓				✓
4.3 Cultures multi-étagées dans les zones tampons	✓				✓
4.4 Brise-vent et rendements des cultures	✓	✓			✓
4.5 Cultures intercalaires	✓	✓			✓
4.6 Zones tampons et production de bioénergie	✓			✓	✓
4.7 Maîtrise de l'énergie: site		✓	✓		✓
4.8 Maîtrise de l'énergie: paysage		✓	✓		✓
4.9 Habitats propices aux pollinisateurs	✓				✓

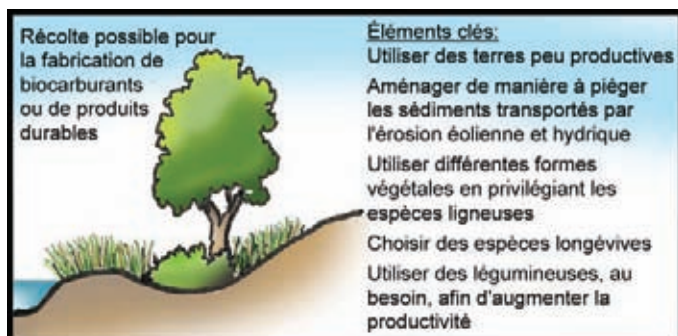
Lignes directrices d'aménagement concernant les perspectives économiques	Fonctions des zones tampons				
	Produire des biens commercialisables	Réduire la consommation d'énergie	Accroître la propriété d'énergie alternatives	Fournir des sources écologiques	Fournir des services
4.10 Répercussions économiques des sentiers		✓	✓	✓	✓
4.11 Couloirs de verdure et valeur des propriétés			✓		✓

Autres lignes directrices pouvant être favorables aux perspectives économiques	Fonctions des zones tampons				
	Produire des biens commercialisables	Réduire la consommation d'énergie	Accroître la propriété d'énergie alternatives	Fournir des sources écologiques	Fournir des services
3.2 Brise-vent contre l'érosion éolienne	✓	✓	✓		✓
3.3 Barrières herbacées contre le vent	✓	✓	✓		✓
3.5 Zones tampons et phytoremédiation	✓	✓		✓	✓
5.1 Gestion des insectes nuisibles au moyen de zones tampons	✓				✓
5.8 Brise-vent pour le bétail	✓	✓	✓		✓
6.2 Brise-vent pour le contrôle des odeurs			✓		✓
6.3 Zones tampons pour améliorer la qualité de l'air			✓		✓
6.4 Zones tampons antibruit			✓		✓
6.6 Corridors attrayants le long des routes			✓		✓
6.7 Zones tampons servant d'écran visuel			✓		✓
7.5 Préférences des usagers			✓		✓
7.6 Tracé des sentiers		✓	✓		✓
7.7 Accès et usage des sentiers		✓	✓		✓



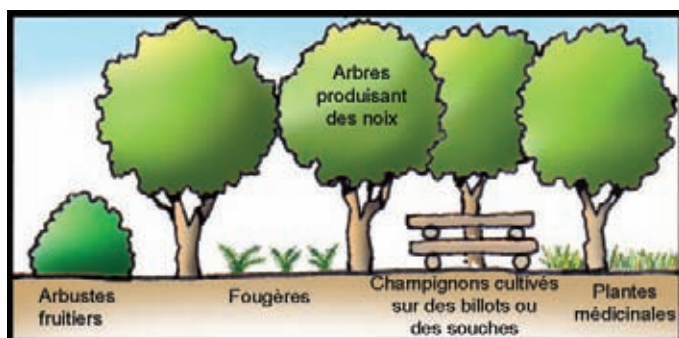
4.1 Zones tampons et services écologiques

Les zones tampons offrent des services écologiques et environnementaux qui bénéficient à la société et aux propriétaires fonciers. Un marché existe pour certains services, comme la chasse ou les activités récréatives, basés sur les fonctions de l'habitat, mais la plupart des services sont difficiles à quantifier et n'ont actuellement qu'un marché limité, voire inexistant. Certains services possèdent un meilleur potentiel de marché, par exemple, la qualité de l'eau, la séquestration du carbone. Les éléments mentionnés ci-dessus sont à prendre en considération lors de l'aménagement de zones tampons afin de maximiser les services écologiques.



4.2 Séquestration du carbone

Le carbone séquestré dans les zones tampons pourra être vendu sur les futurs marchés de crédit-carbone. Utiliser des arbres et d'autres plantes ligneuses afin de stocker de grandes quantités de carbone en surface. Une importante quantité de carbone peut être séquestrée de manière plus permanente si les végétaux sont utilisés pour des produits durables. La quantité de carbone se trouvant dans le sol, sous les zones tampons, peut s'accroître avec l'accumulation de matières organiques et de dépôt de sédiments.



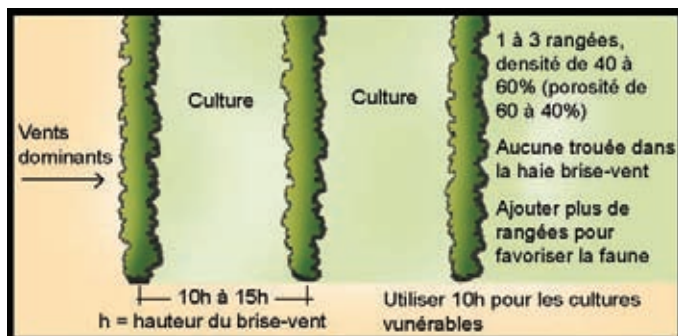
4.3 Cultures multi-étagées dans les zones tampons

Des produits utiles et commercialisables peuvent être cultivés sous les arbres constituant la zone tampon (voir le tableau).

Éléments clés pour l'aménagement

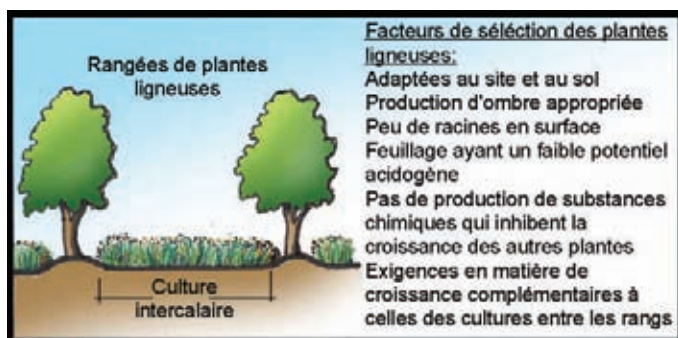
- Choisir des plantes offrant de multiples avantages.
- Utiliser des plantes qui produisent à court et à long terme.
- Éviter les plantes qui sont en compétition pour les mêmes ressources.
- Utiliser les différents étages du couvert forestier afin d'accroître les options.
- Éviter les plantes pouvant nuire à d'autres objectifs de la zone tampon.

Produits pouvant être cultivés dans les zones tampons	
Étage du couvert forestier	Végétaux/produit
Étage supérieur	Arbres produisant des noix (p. ex.: noix de pécan, noisette, caryer, pignon), bois d'œuvre (p. ex.: chêne, noyer, érable), biocarburants (p. ex.: peuplier).
Étage intermédiaire	Sirops (p. ex.: érable, érable à Giguère), écorce (p. ex.: cèdre, bouleau), branches de conifères, autres produits dérivés du bois (p. ex.: litière de cèdre, huiles).
Strate arbustive	Décorations florales en bois (p. ex.: saule tor tueux, cornouiller panaché blanc, cenelle), baies (p. ex.: prune sauvage, amélanchier, groseilles).
Strates herbacée	Herbes médicinales (p. ex.: ginseng, cimicaire à grappes, sanguinaire du Canada), herbes culinaires (p. ex.: menthe, basilic), plantes décoratives (p. ex.: xérophylle, salal, fougères).
Zone racinaire	Champignons (p. ex.: morilles, truffes).
Strate verticale	Plantes grimpantes à baies (p. ex.: framboisier), vignes (p. ex.: morelle douce-amère), champignons cultivés sur des billots ou des souches (p. ex.: pleurote, shiitake).



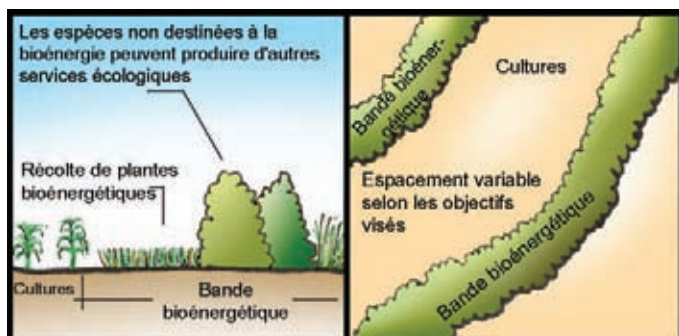
4.4 Brise-vent et rendements des cultures

Les brise-vent peuvent accroître le rendement et la qualité des cultures en réduisant l'érosion, en améliorant le microclimat, en retenant l'humidité et en réduisant les dommages aux cultures causés par les vents violents. Si les vents dominants soufflent dans deux directions, il peut être requis d'implanter des haies brise-vent sur deux côtés de la parcelle. Pour assurer une distribution uniforme de la neige dans un champ et ainsi permettre d'accroître l'humidité du sol, privilégier une densité de 30 à 40 % (porosité de 60 à 70%).



4.5 Cultures intercalaires

Dans une culture intercalaire, des cultures annuelles ou pérennes sont cultivées entre des rangées de plantes ligneuses (arbres ou arbustes). Les éléments clés de ces aménagements comprennent le choix de plantes ligneuses à la base de produits commercialisables, la gestion des cultures et de leurs interactions dans le temps, leurs besoins en ensoleillement, ainsi que la dimension de l'équipement agricole, puisque cette dernière dicte l'espacement nécessaire des rangs. Le choix des plantes cultivées entre les rangs peut évoluer avec la fermeture progressive du couvert végétal.



4.6 Zones tampons et production de bioénergie

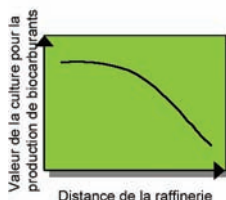
Des plantes herbacées vivaces et des plantes ligneuses peuvent servir à la production de bioénergie et biocarburants. Ces plantes peuvent être utilisées pour produire de l'énergie par co-combustion et gazéification, et peuvent être raffinées afin d'obtenir des combustibles liquides comme l'éthanol, le biopétrole, et d'autres produits comme des plastiques biodégradables et des substances chimiques particulières.

Les plantes énergétiques cultivées dans les zones tampons contribuent à augmenter les superficies destinées à la production bioénergétique. Des recherches suggèrent que l'énergie issue des zones tampons est suffisante pour compenser l'énergie requise pour la production des cultures entre les zones tampons.

Le peuplier hybride, le saule et le panic érigé sont les espèces les plus étudiées pour la production de biocarburants, même si d'autres espèces peuvent être appropriées (voir le tableau). Il existe des guides pour la culture de plantes énergétiques.

Facteurs clés permettant de choisir l'emplacement des zones tampons pour la production bioénergétique

- Des terres fortement érodables conviennent souvent à cet usage.
- D'autres terres marginales peuvent convenir, notamment les terres sujettes aux inondations et pauvres en éléments nutritifs (selon les espèces végétales).
- L'emplacement doit remplir d'autres fonctions (p. ex. : protéger les cultures, améliorer la qualité de l'eau).
- Pour la production de biocarburants, le site doit être situé près d'une raffinerie afin de minimiser le transport.



Éléments clés pour l'aménagement

- Les espèces vivaces offrent plus d'avantages que les espèces annuelles.
- Le mélange d'espèces peut offrir plus d'avantages que les monocultures (mais il peut être nécessaire de séparer les plantes ligneuses et les plantes herbacées pour la production de biocarburants).
- Tenir compte des équipements de plantation et de récolte dans la disposition.
- Choisir des espèces végétales qui conviennent aux conditions du site et qui sont complémentaires aux communautés végétales naturelles de la région.
- Laisser périodiquement une partie des cultures non récoltée afin de maintenir la production d'autres services écologiques.

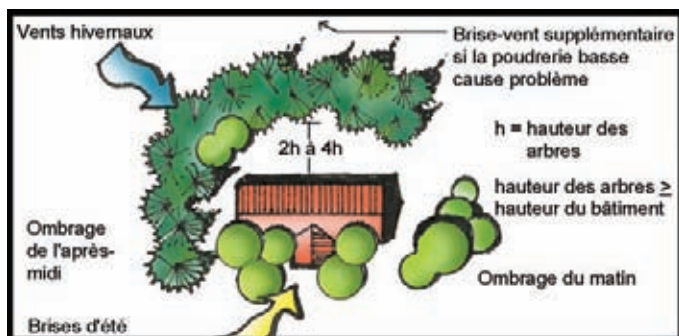
Résumé des données actuelles sur les principales espèces cultivées pour la production de biocarburants			
Facteur	Peuplier (<i>Populus</i> spp.)	Saule (<i>Salix</i> spp.)	Panic érigé (<i>Panicum virgatum</i>)
Rendement actuel ¹ (Tonne américaine/ acre/année)	3.1 à 7.0	3.0 à 5.4	4.0 à 6.7
Temps requis pour l'établissement	3 ans et +	3 ans et +	2 à 3 ans+
Besoins en pesticides	Faibles	Faibles	Faibles
Besoins en engrais	Faibles à moyens	Faibles à moyens	Très faibles
Besoins en eau	Moyens	Moyens	Faibles
Coût d'établissement	Moyen	Moyen	Faible
Longévité de la plantation	15 à 30 ans?	20 à 30 ans?	20 à 30 ans?
Cycle de production	3 à 10 ans	3 à 4 ans	Annuel
Matériel de récolte	Tête de coupe et déchiqueteuse spécialisée	Hacheuse- faucheuse modifiée	Botteuse mécanique
Conversion de l'énergie nette ²	1:8 à 1:16	1:8 à 1:16	1:4 à 1:14
Taux d'érosion ³ (Tonnes/acre/année)	0.09 à 0.9	0.09 à 0.9	0.09

Notes:

¹ Rendements variables dans les sites non irrigués et où la fertilisation est faible à moyenne.

² Le rapport énergétique net pour les biocarburants varie grandement en fonction des hypothèses de base et du type d'énergie produite. Pour une comparaison générale, l'éthanol de maïs a un rapport énergétique net de 1:1.6 tandis que le biodiesel provenant du soja a un rapport d'environ 1:3.2.

³ Pour une comparaison générale, les cultures annuelles ont un taux d'érosion variant de 2.0 à 6.7 tonnes/acre/année.



4.7 Maîtrise de l'énergie : site

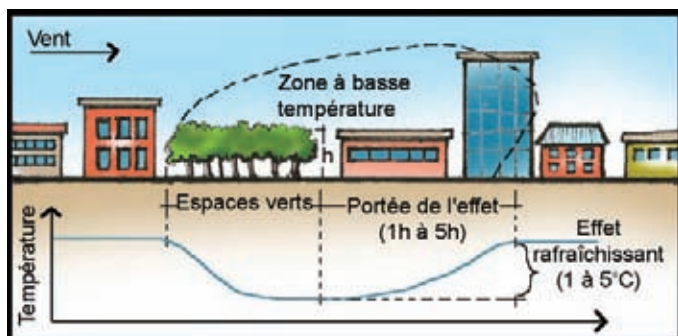
Les zones tampons constituées d'espèces végétales appropriées et placées à des endroits stratégiques permettent de réaliser des économies annuelles d'énergie de 10 à 40 %. Les éléments clés à prendre en considération lors de l'aménagement sont la gestion de l'ombrage et du vent.

Gestion de l'ombrage

- Pour un effet rafraîchissant, maximiser l'ombrage sur les murs et les toits situés à l'ouest et à l'est.
- Les arbres plantés au sud-est, au sud ou au sud-ouest ne procureront de l'ombre à un bâtiment durant l'été que s'ils surplombent le toit. Ces arbres devraient être des feuillus taillés de manière à permettre au soleil de pénétrer par les fenêtres durant l'hiver.
- Prévoir un maximum d'ombrage pendant la période la plus chaude de l'année et un minimum d'ombrage pendant la période la plus froide (voir la section 5.6).
- Tenir compte de la forme et de la hauteur finales des plantations, de la densité des branches et des périodes où les feuilles sont présentes ou non.

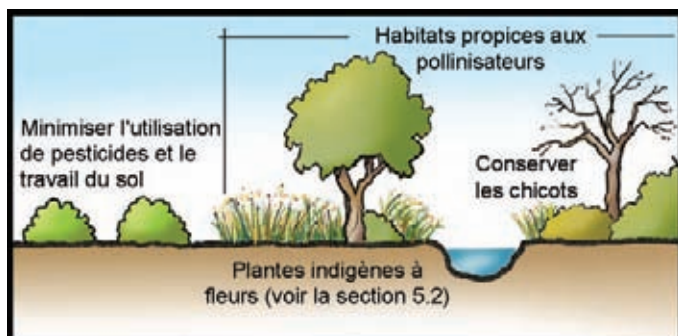
Gestion du vent

- Pour un effet réchauffant, aménager un brise-vent dense constitué d'arbres à feuillage persistant à une distance d'environ 2 à 4 h du bâtiment, du côté face au vent.
- Pour un effet réchauffant, ne pas tailler le brise-vent. Planter les arbres en quinconce afin de prévenir la formation de trouées si un arbre meurt.
- Si la poudrière basse pose problème, aménager un autre brise-vent en amont du premier brise-vent (voir la section 5.7).
- Pour un effet rafraîchissant, maintenir un sous-étage ouvert afin de permettre aux brises d'été d'assurer la circulation de l'air (lesquelles proviennent d'une direction différente des vents hivernaux – voir le diagramme).



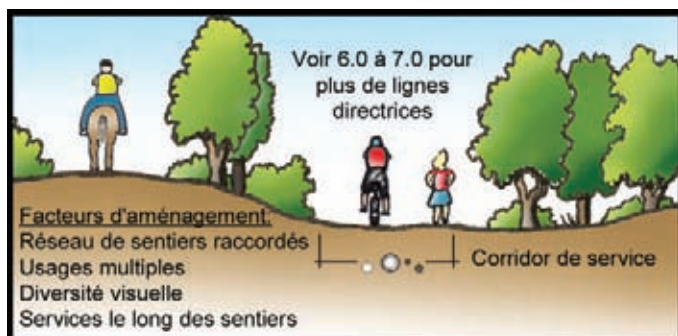
4.8 Maîtrise de l'énergie : paysage

Les parcs et autres espaces verts servant de zones tampons peuvent contribuer à réduire la consommation d'énergie en abaissant la température de l'air adjacent. Durant l'été, l'effet rafraîchissant de 1° C à 5° C peut être ressenti dans la zone bâtie entre 1 h et 5 h. Afin de maximiser l'effet rafraîchissant, aménager les zones tampons à intervalles rapprochés. Chaque degré centigrade de réduction correspond à une diminution de 2 à 4 % de la demande énergétique en climatisation.



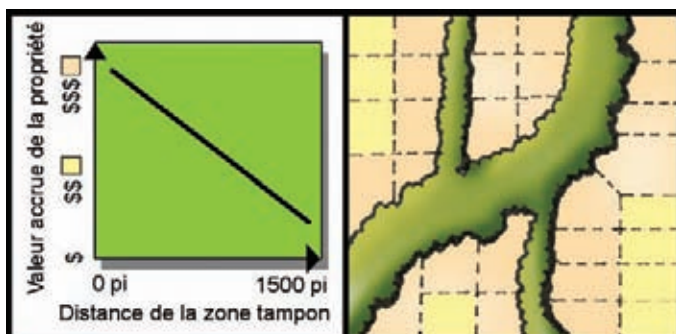
4.9 Habitats propices aux pollinisateurs

Les zones tampons peuvent fournir de précieuses ressources aux pollinisateurs, notamment de l'ombre, des sites de nidification, de l'eau, du nectar, du pollen ainsi qu'une protection contre les dérives de pesticides (voir les sections 5.2 à 5.3). Les zones tampons peuvent également réduire le vent et contribuer à l'efficacité du butinage et de la pollinisation. Idéalement, pour la pollinisation, les zones tampons devraient être situées à moins de 1000 pieds de la culture.



4.10 Répercussions économiques des sentiers

Les zones tampons et les couloirs de verdure comprenant des sentiers peuvent générer des avantages économiques en augmentant la valeur des propriétés, en favorisant le tourisme et en réduisant les coûts publics. Les couloirs de verdure peuvent réduire les coûts publics en servant de corridors de service et en protégeant les zones à risque (p. ex: secteurs propices aux inondations). Les facteurs qui favorisent l'utilisation des sentiers contribuent également à générer des avantages économiques (voir les sections 6 et 7).



4.11 Couloirs de verdure et valeur des propriétés

Les couloirs de verdure peuvent accroître de 5 à 32 % la valeur foncière des propriétés à proximité. Les couloirs de verdure présentant des caractéristiques visuelles recherchées et des possibilités récréatives ajoutent de la valeur à la propriété (voir les sections 6 et 7). L'acquisition des surfaces requises et l'aménagement de couloirs de verdure publics peuvent s'autofinancer par l'accroissement de la valeur de la propriété et l'augmentation subséquente des impôts fonciers.



5. La protection et la sécurité

Objectives

- ☒ Protéger du vent ou de la neige
- ☒ Accroître la lutte biologique contre les organismes nuisibles
- ☒ Protéger contre les eaux de crue
- ☒ Créer un environnement sécuritaire

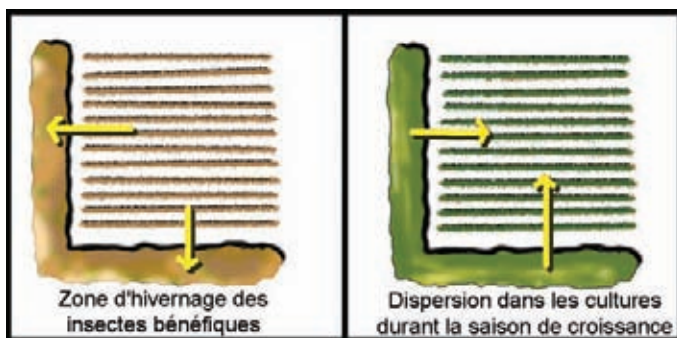
Fonctions des zones tampons

1. Réduire l'énergie éolienne
2. Modifier le microclimat
3. Améliorer l'habitat des prédateurs utiles
4. Réduire les crues et l'érosion hydrique
5. Réduire les risques

Lignes directrices d'aménagement concernant la protection et la sécurité	Fonctions des zones tampons				
	Réduire l'énergie éolienne	Modifier le microclimat	Améliorer l'habitat des prédateurs utiles	Réduire les crues et l'érosion hydrique	Réduire les risques
5.1 Gestion des insectes nuisibles au moyen de zones tampons	✓	✓	✓		
5.2 Végétaux attirant les insectes bénéfiques		✓	✓		
5.3 Zones tampons et dérive de produits phytosanitaires	✓	✓	✓		✓
5.4 Lutte contre les mauvaises herbes au moyen de zones tampons	✓		✓		
5.5 Zones tampons et intersections routières					✓
5.6 Gestion de l'ombrage		✓			✓
5.7 Gestion de la poudrière basse	✓	✓			✓
5.8 Brise-vent pour le bétail	✓	✓			
5.9 Atténuation des dommages causés par les inondations et zones tampons				✓	✓

Lignes directrices d'aménagement concernant la protection et la sécurité	Fonctions des zones tampons				
	Réduire l'énergie éolienne	Modifier le microclimat	Améliorer l'habitat des pollinisateurs utiles	Réduire les crues et l'érosion hydrique des berges	Réduire les risques
5.10 Système de zones tampons arborées pour le contrôle des eaux d'inondation				✓	✓
5.11 Zones tampons faisant obstacle aux feux de forêts	✓	✓			✓

Autres lignes directrices pouvant favoriser la protection et la sécurité	Fonctions des zones tampons				
	Réduire l'énergie éolienne	Modifier le microclimat	Améliorer l'habitat des pollinisateurs utiles	Réduire les crues et l'érosion hydrique des berges	Réduire les risques
1.18 Marge de sécurité pour l'érosion des berges				✓	✓
2.2 Notions élémentaires au sujet des îlots		✓	✓		
2.9 Largeur de corridor		✓	✓	✓	
2.13 Routes et passages pour les animaux					✓
2.14 Corridors aménagés en bordure des routes					✓
3.2 Brise-vent contre l'érosion éolienne	✓	✓	✓		✓
3.3 Barrières herbacées contre le vent	✓	✓	✓		✓
4.4 Brise-vent et rendements des cultures	✓	✓	✓		
4.5 Cultures intercalaires	✓	✓	✓		
4.7 Maîtrise de l'énergie: site	✓	✓			
4.8 Maîtrise de l'énergie: paysage	✓	✓			
4.9 Habitats propices aux pollinisateurs	✓	✓	✓		
6.2 Brise-vent pour le contrôle des odeurs	✓	✓			✓
6.3 Zones tampons pour améliorer la qualité de l'air	✓	✓			✓

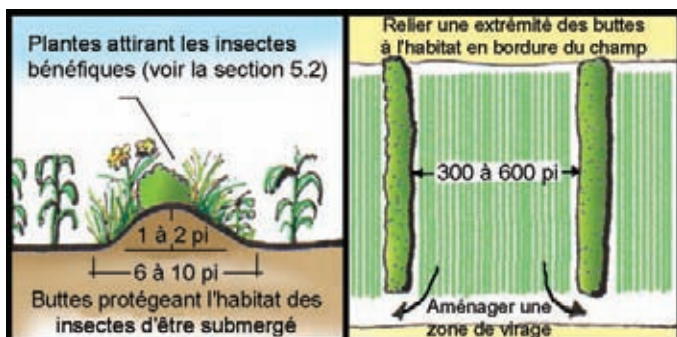


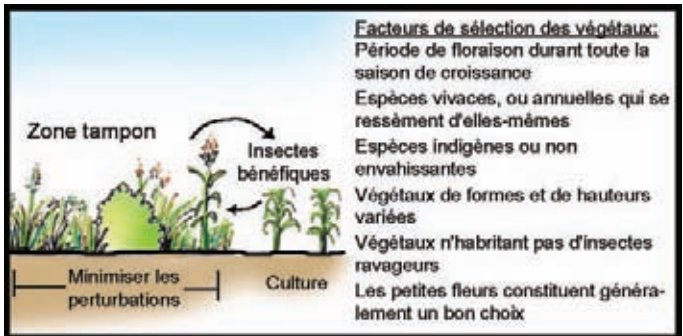
5.1 Gestion des insectes nuisibles au moyen de zones tampons

Les zones tampons peuvent fournir un habitat pour les insectes bénéfiques qui se nourrissent d'insectes ravageurs des cultures. Afin d'encourager la prédation, il est important de comprendre le cycle biologique du prédateur bénéfique et de l'organisme nuisible.

Éléments clés pour l'aménagement

- Fournir une diversité et une structure végétale dans la zone tampon.
- Protéger la zone tampon des perturbations (p. ex. : pesticides, travail du sol).
- Le niveau de prédation des insectes nuisibles est généralement proportionnel à la superficie qu'occupent les zones tampons sur un territoire donné.
- Aménager des zones tampons en divers lieux dans les champs et le paysage afin de favoriser la dispersion des insectes bénéfiques.
- Les zones tampons peuvent fournir un habitat pour certains insectes ravageurs, mais il est possible de réduire leur présence en choisissant les plantes appropriées (voir la section 5.2).
- Des aménagements particuliers issus de la lutte biologique – tels que les *beetle banks*, ou buttes semées de hautes herbes pérennes – fournissent un habitat aux insectes bénéfiques (voir plus bas).





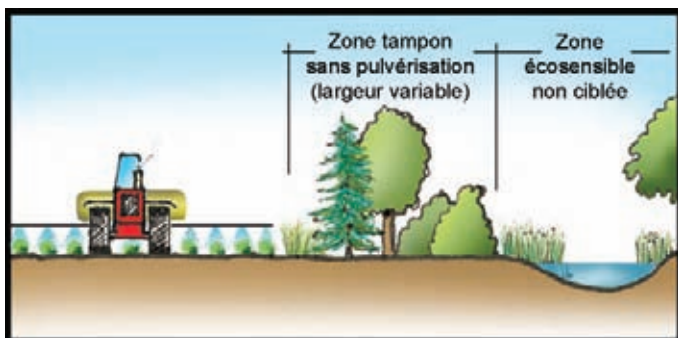
5.2 Végétaux attirant les insectes bénéfiques

Des végétaux peuvent être plantés dans les zones tampons afin d'attirer les insectes bénéfiques qui se nourrissent d'insectes ravageurs. Parmi les éléments à prendre en considération, on peut mentionner le choix de plantes qui fleurissent successivement tout au long de la saison de croissance tout en évitant celles qui augmentent le nombre d'insectes ravageurs.

Les plantes indigènes sont recommandées, car ces espèces attirent les insectes indigènes bénéfiques et sont moins susceptibles de devenir des mauvaises herbes agricoles. Le tableau ci-dessous fournit une liste d'insectes bénéfiques, les organismes nuisibles dont ils se nourrissent et les végétaux ou les habitats qui les attirent.

Plantes qui attirent les Insectes bénéfiques		
Insectes bénéfiques	Organismes nuisibles	Plantes/habitat
Réduvidé prédateur (famille des <i>Reduviidae</i>)	Nombreux insectes, notamment les mouches et chenilles de grande taille	Plantations permanentes servant d'abri (p. ex.: brise-vent)
Abeilles, papillons (nombreuses familles)	Aucun, mais essentiels à la pollinisation	Pois, bourrache et famille des <i>Asteraceae</i> , <i>asclepiades</i> , arbustes à papillons, autres
Braconidé (famille des <i>Braconidae</i>)	Légionnaire uniponctué, chenille du chou, pyrale de la pomme, spongieuse, pyrale du maïs, aphidés, chenilles et autres insectes	Plantes nectarifères produisant de petites fleurs, achillée, tournesol, berce laineuse
Nabidée (famille des <i>Nabidae</i>)	Puceron, thrips, cicadelle, membrax, chenilles	Famille des <i>Asteraceae</i> , achillée, eupatoire perfoliée
Carabe (famille des <i>Carabidae</i>)	Limace, escargot, ver gris, doryphore de la pomme de terre, spongieuse, chenilles, graines de mauvaises herbes	Amarante, graminées formant des touffes compactes, plantations permanentes servant d'abri

Plantes qui attirent les insectes bénéfiques		
Insectes bénéfiques	Organismes nuisibles	Plantes/Habitat
Syrphe (famille des <i>Syrphidae</i>)	Puceron	Carotte et famille des <i>Asteraceae</i> (coréopsis, tournesols, verge d'or), berce laineuse, eupatoire perfoliée
Chrysope (famille des <i>Chrysopidae</i>)	Insectes à corps mou, notamment les pucerons, les thrips, la pyrale du maïs, les cochenilles, le pou de serre, les acariens	Carotte et famille des <i>Asteraceae</i> (coréopsis, tournesols, ver d'or)
Coccinelle (famille des <i>Coccinellidae</i>)	Puceron, tétranyque, pyrale du maïs, cochenille	Famille des <i>Asteraceae</i> , asclépiade tubéreuse, herbe indigène, agastache fenouil, ver d'or, achillée, robinier faux-acacia
Punaise (famille des <i>Anthicoridae</i>)	Thrips, tétranyque, cicadelle, ver de l'épi de maïs, chenilles de petites tailles et autres insectes	Carotte et famille des <i>Asteraceae</i> , (marguerites, tournesols, achillée, verge d'or), sureau bleu, potentille, agastache fenouil, eupatoire perfoliée et saules
Staphylin (famille des <i>Staphylinidae</i>)	Pucerons, nématode, mouches	Herbes indigènes, plantations permanentes servant d'abri
Araignées (<i>Salticidae</i> , <i>Thomisidae</i> , et autres familles)	De nombreux insectes	Carotte et famille des <i>Asteraceae</i> , agastache fenouil
Punaise prédatrice (<i>Podisus maculiventris</i>)	Légionnaire uniponctué, tenthrède, doryphore de la pomme de terre, coccinelle mexicaine des haricots	Famille des <i>Asteraceae</i> (tournesols, achillée)
Tachinaire (famille des <i>Tachinidae</i>)	Ver gris, légionnaire uniponctué, hanneton, spongieuse, punaise de la courge	Carotte et famille des <i>Asteraceae</i> , amarante
Cicindélidés (famille des <i>Cicindelidae</i>)	De nombreux insectes	Amarante, graminées formant des touffes compactes, plantations permanentes servant d'abri
Chalcidien (nombreuses familles, dont celle des <i>Trichogrammatidae</i>)	Tordeuse des bourgeons de l'épinette, ver de la capsule du coton, sphinx de la tomate, ver de l'épi de maïs, charançon du maïs, pyrale de la pomme	Carotte et famille des <i>Asteraceae</i> , (marguerites, tournesols, achillée, verge d'or), potentille, agastache fenouil, berce laineuse, eupatoire perfoliée



5.3 Zones tampons et dérives de produits phytosanitaires

Les zones tampons peuvent aider à contenir les dérives de pulvérisations chimiques à l'extérieur des zones écosensibles non ciblées.

L'aménagement de la zone tampon dépend de nombreuses variables, notamment la méthode de pulvérisation, le vent, le type de produit chimique et le type de zone écosensible non ciblée.

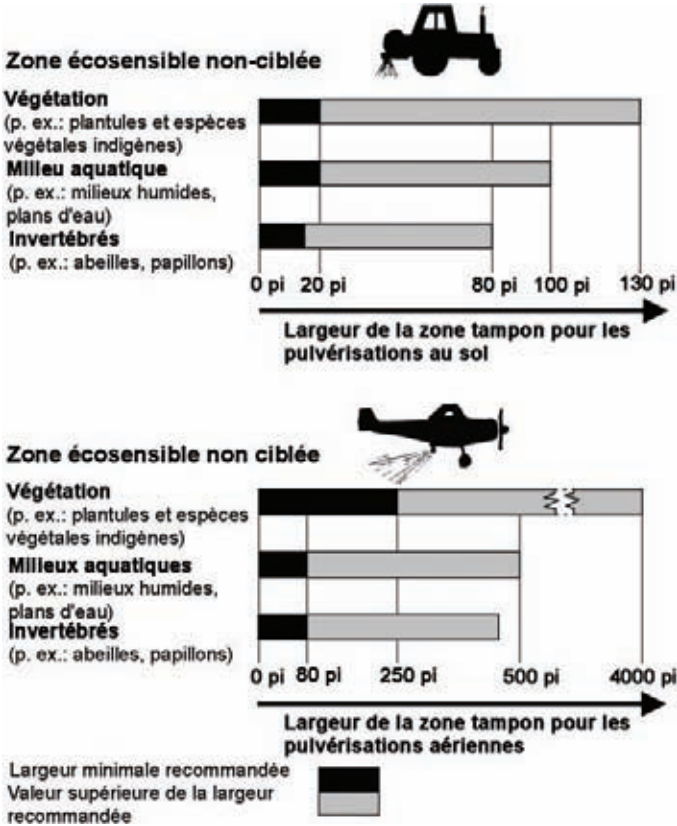
Les illustrations adjacentes résument les recommandations concernant les largeurs des zones tampons en fonction des méthodes de pulvérisation et du type de zone écosensible non ciblée à protéger. Les éléments clés pour l'aménagement des zones tampons sont présentés ci-dessous.

Éléments clés pour l'aménagement

- Utiliser des végétaux à feuilles filiformes ou aciformes (en forme de fines aiguilles). Des végétaux à feuilles larges emprisonnent moins de dérives de pulvérisation, mais sont utiles pour réduire le vent.
- Utiliser des végétaux qui présentent une tolérance aux produits chimiques appliqués.
- Fournir une barrière perméable (densité de 40 à 50 %, ou porosité de 50 à 60%) afin de permettre la circulation de l'air. Plusieurs rangées de végétaux sont préférables à une rangée dense.
- La hauteur de la zone tampon devrait être au moins deux fois plus grande que celle de la culture.
- Planter différentes espèces de végétaux pour éviter la formation d'ouverture.
- Aménager la zone tampon de manière à intercepter les vents dominants, le plus près possible de la zone de pulvérisation.

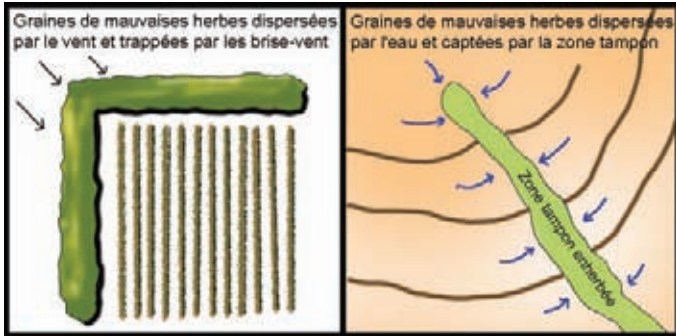


La ligne noire représente la largeur minimale recommandée tandis que la ligne grise indique la limite supérieure des largeurs recommandées d'après les études actuelles. Ce résumé devrait uniquement servir de point de départ pour l'aménagement.



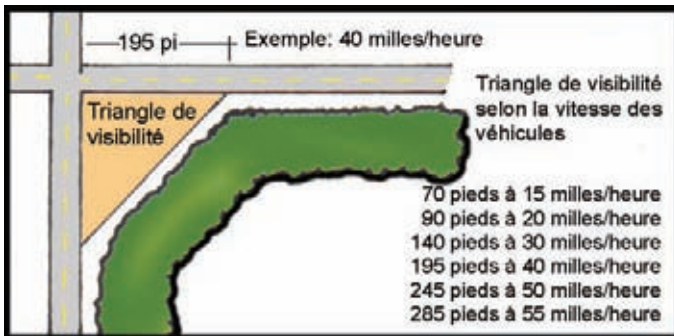
En raison de la variabilité de la toxicité chimique, les présentes lignes directrices doivent être utilisées conjointement avec les recommandations spécifiques d'utilisation du produit chimique utilisé. Il existe aussi des modèles informatiques qui aident à calculer la dérive potentielle du brouillard de pulvérisation et l'emplacement des zones tampons.

Les zones tampons ne doivent pas remplacer les autres mesures de sécurité. D'autres bonnes pratiques de gestion applicables aux pulvérisations chimiques doivent être utilisées conjointement avec les zones tampons.



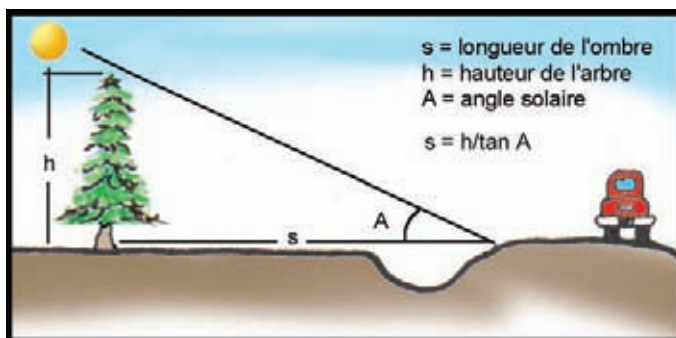
5.4 Lutte contre les mauvaises herbes au moyen de zones tampons

Les zones tampons ne constituent généralement pas une source de mauvaises herbes et peuvent être utilisées pour lutter contre ces dernières. Elles peuvent intercepter les graines de mauvaises herbes dispersées par l'eau et le vent et permettre ainsi de réduire la zone nécessaire pour le contrôle des mauvaises herbes. La concentration de graines de mauvaises herbes favorise leur ingestion par les animaux. Une couverture végétale dense dans une zone tampon peut réduire la germination de mauvaises herbes.



5.5 Zones tampons et intersections routières

Aux intersections où aucun panneau d'arrêt n'est installé, aménager les zones tampons de façon à permettre aux automobilistes de voir les véhicules venant dans les autres sens. Le triangle de visibilité doit être calculé en fonction de la vitesse des véhicules. La hauteur des végétaux se trouvant dans le triangle de visibilité doit être inférieure à 3 pieds. Vérifier auprès des autorités s'il existe des règlements régissant la présence de bandes de retrait aux intersections routières.



5.6 Gestion de l'ombrage

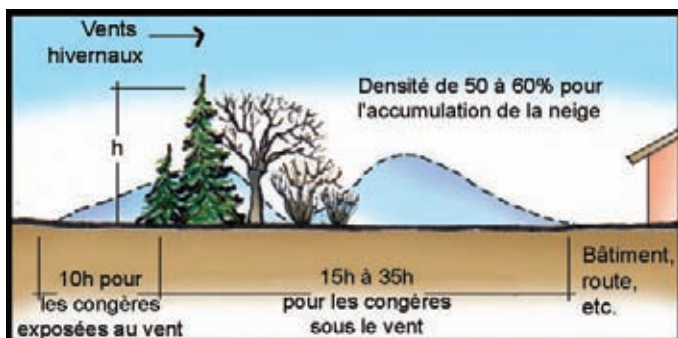
L'ombre produite par les zones tampons peut être un facteur clé de l'aménagement. Par exemple, aux endroits où les routes sont entretenues pour y retirer neige et glace, les zones tampons doivent être en retrait de la route afin de permettre aux rayons du soleil d'atteindre la surface de la route. Dans le cas des routes où la neige s'accumule, il serait préférable qu'il y ait constamment de l'ombre afin d'empêcher la formation de glace. Les zones tampons ainsi que leurs effets sur la poudrière basse doivent également être pris en considération (voir la section 5.7).

Utiliser la formule $s = h / \tan A$ afin de calculer la longueur de l'ombre (voir l'exemple au tableau 5.6). Des calculatrices d'angle solaire, disponibles sur le Web, permettront de calculer l'angle solaire (A) et l'angle d'azimut pour un emplacement donné en fonction de la date et de l'heure.

Exemple: données d'ensoleillement du 21 décembre				
Longitude: 100°ouest - Latitude: 40°nord Hauteur de l'arbre = 35 pieds				
Heure	Angle solaire (A)	tan A	Azimuth du soleil (à l'est du sud)	Longueur de l'ombre (pieds)
9 h	9°	0.1584	49°	221
12 h	26°	0.4877	10°	72
16 h	11°	0.1944	-46°	180

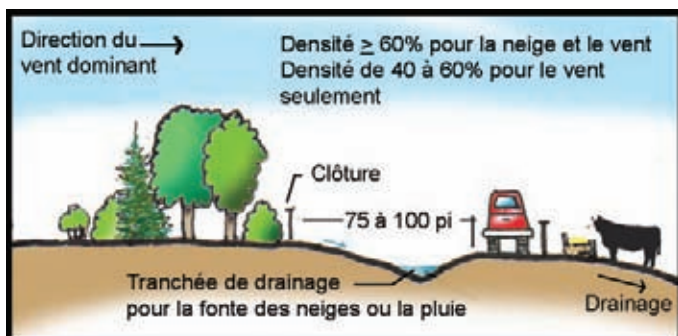


L'angle d'azimut sert à connaître la direction de l'ombre sur le sol. Connaître la direction de l'ombre tout au long d'une journée aux périodes clés d'une année sera utile pour l'aménagement de la zone tampon (p. ex.: sections 2.12, 4.4 et 4.7).



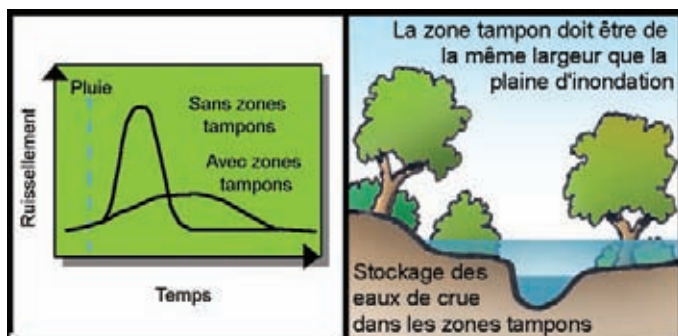
5.7 Gestion de la poudrerie basse

Pour contrôler la poudrerie basse, aménager un brise-vent perpendiculaire aux vents dominants hivernaux. Si la direction des vents hivernaux varie, l'aménagement de deux brise-vent peut être nécessaire. Les extrémités du brise-vent doivent dépasser de 50 à 100 pieds la zone nécessitant une protection. La hauteur des végétaux influe sur la capacité d'accumulation de la neige (en doublant la hauteur des végétaux, on quadruple la capacité d'accumulation de la neige).



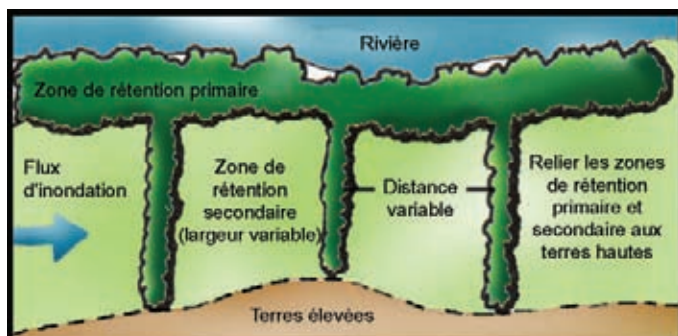
5.8 Brise-vent pour le bétail

Les brise-vent situés perpendiculairement aux vents hivernaux peuvent protéger le bétail tout en laissant les vents rafraîchissants de l'été circuler dans le parc d'engraissement ou le pâturage. Protéger les végétaux composant le brise-vent contre le broutage qui peut réduire leur efficacité. L'eau de ruissellement du parc d'engraissement doit être dirigée loin des arbres et être traitée (voir la section 1).



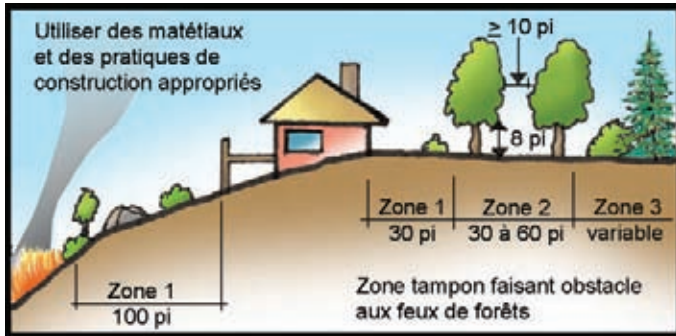
5.9 Atténuation des dommages causés par les inondations et zones tampons

Durant les épisodes de crues, les zones tampons riveraines et les milieux humides peuvent ralentir le ruissellement et absorber le surplus d'eau. Le débit de pointe et les risques d'inondation en aval sont ainsi réduits. Les zones tampons riveraines en aval peuvent s'avérer plus efficaces pour réduire l'ampleur des inondations que les zones tampons en amont. La largeur de la zone tampon doit correspondre à la largeur de la plaine inondable en question.



5.10 Système de zones tampons arborées pour le contrôle des eaux d'inondation

Il s'agit d'un système de zones tampons constitué de végétaux ligneux qui est aménagé afin de maîtriser les inondations et de favoriser le dépôt des sédiments. Le système de rétention primaire est orienté parallèlement au cours d'eau et les systèmes secondaires sont orientés perpendiculairement aux flux d'inondation. Les zones tampons de végétaux ligneux situées près des digues du côté du chenal peuvent empêcher les digues de rompre et réduire les dommages en cas de rupture.



5.11 Zones tampons faisant obstacle aux feux de forêts

Les zones tampons peuvent servir à réduire les dommages causés par le feu aux bâtiments et aux zones écosensibles présents dans des régions propices aux incendies.

Zone 1. Un minimum de 30 pieds est nécessaire aux pompiers afin de protéger une structure d'un incendie. Sur une pente, augmenter la distance à 100 pieds en aval de la structure. Utiliser des végétaux à croissance et à inflammabilité lentes, espacés les uns des autres. Enlever tous les végétaux morts.

Zone 2. Des arbres et arbustes feuillus et des conifères très clairsemés peuvent être utilisés dans la Zone 2. Couper les branches se trouvant à moins de 8 pieds du sol (mais pas plus de 30 % de la hauteur de l'arbre) et espacer les arbres de façon à ce qu'à maturité, les cimes soient espacées d'au moins 10 pieds. Enlever les combustibles étagés, c'est-à-dire les branches d'arbres et autres matériaux permettant au feu de brûler jusqu'à la cime.

Zone 3. Gérer cette zone de manière à maintenir la santé des peuplements forestiers et de respecter les objectifs des autres propriétaires fonciers. Limiter le nombre d'arbres morts ou de chicots, mais en garder quelques-uns qui serviront à la faune (1 à 2 chicots par acre).

Vérifier auprès du forestier de votre région pour obtenir d'autres lignes directrices.

Caractéristiques des végétaux à faible inflammabilité

- Feuilles souples et humides, et sève claire comme de l'eau.
- Peu ou pas d'accumulation de végétation morte sur la plante.
- Structure des branches ouverte et lâche.



6. La qualité esthétique et visuelle

Objectifs

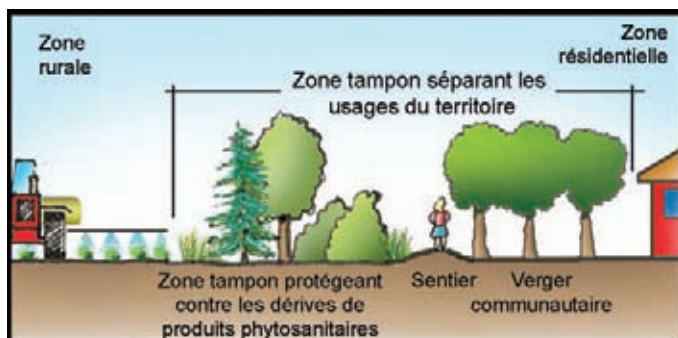
- Améliorer la qualité visuelle
- Atténuer les niveaux de bruit
- Contrôler les polluants atmosphériques et les odeurs

Fonctions des zones tampons

1. Améliorer l'intérêt visuel
2. Masquer les vues indésirables
3. Atténuer les bruits indésirables
4. Filtrer les polluants atmosphériques et les odeurs
5. Séparer les activités humaines

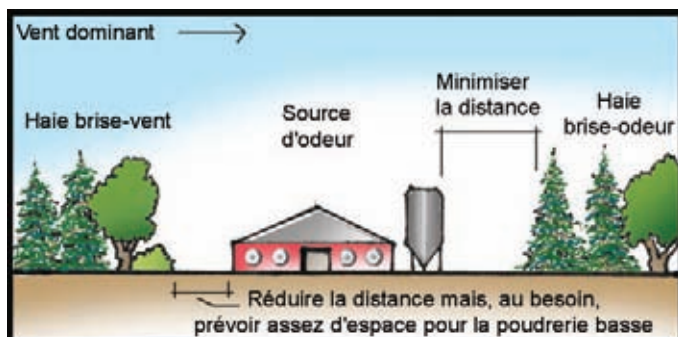
Lignes directrices d'aménagement concernant la qualité esthétique et visuelle	Fonctions des zones tampons				
	Améliorer l'intérêt visuel	Masquer les vues indésirables	Atténuer les bruits indésirables	Filtrer les polluants atmosphériques et les odeurs	Séparer les activités humaines
6.1 Zone tampon pour la cohabitation agriculture-population	✓	✓	✓	✓	✓
6.2 Brise-vent pour le contrôle des odeurs				✓	✓
6.3 Zones tampons pour améliorer la qualité de l'air				✓	✓
6.4 Zones tampons antibruit			✓		✓
6.5 La conception esthétique des aménagements écologiques	✓				✓
6.6 Corridors attrayants le long des routes	✓	✓	✓	✓	✓
6.7 Zones tampons servant d'écran visuel		✓			✓

Autres lignes directrices pouvant favoriser la qualité esthétique et visuelles	Fonctions des zones tampons				
	Améliorer l'intérêt visuel	Masquer les infrastructures routières	Atténuer les bruits spatiaux et les odeurs	Filtrer les polluants atmosphériques	Séparer les activités humaines
2.1 Notions élémentaires au sujet des matrices	✓				
2.3 Corridors et connectivité	✓	✓	✓	✓	✓
2.9 Largeur de corridor	✓	✓	✓	✓	✓
2.13 Routes et passages pour les animaux	✓				✓
2.14 Corridors aménagés en bordure des routes	✓	✓	✓	✓	✓
3.2 Brise-vent contre l'érosion éolienne	✓			✓	✓
3.3 Barrières herbacées contre le vent	✓			✓	✓
4.11 Couloirs de verdure et valeur des propriétés	✓	✓	✓	✓	✓
5.1 Gestion des insectes nuisibles au moyen de zones tampons					✓
5.3 Zones tampons et dérive de produits phytosanitaires				✓	✓
5.4 Lutte contre les mauvaises herbes au moyen de zones tampons					✓
5.7 Gestion de la poudrière basse					✓
5.8 Brise-vent pour le bétail		✓		✓	✓



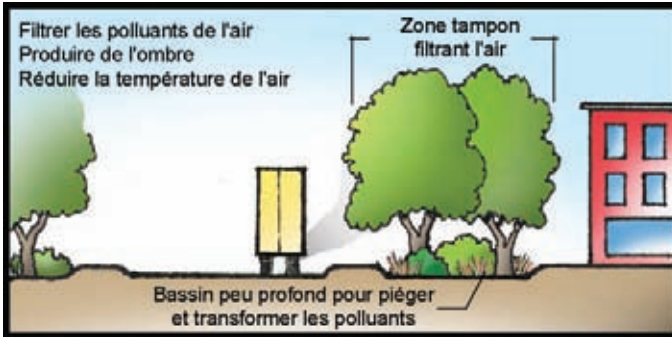
6.1 Zone tampon pour la cohabitation agriculture-population

L'interface entre l'occupation agricole et résidentielle du territoire est souvent une zone de tension en raison d'utilisations et de pratiques de gestion des terres conflictuelles. Établir des zones tampons qui serviront de barrières physiques entre les différentes utilisations des terres et qui fourniront d'autres avantages. Aménager les zones tampons de façon à réduire au minimum les questions litigieuses (p. ex.: dérive de pulvérisation, bruit, odeurs) tout en offrant divers attraits (p. ex.: sentiers, jardins communautaires).



6.2 Brise-vent pour le contrôle des odeurs

Les brise-vent peuvent réduire les odeurs provenant, par exemple, des installations d'élevage et des étangs de traitement des eaux usées. Établir des zones tampons constituées d'un mélange de grands arbres et arbustes, particulièrement des conifères, à proximité de la source d'odeur. Faire en sorte que la densité soit de 50 à 65 % (porosité de 35 à 50%). L'établissement d'un système de brise-vent autour du périmètre est souvent souhaitable. Voir la section 6.3 pour obtenir des lignes directrices supplémentaires.



6.3 Zones tampons pour améliorer la qualité de l'air

La végétation des zones tampons peut avoir une incidence sur la qualité de l'air à l'échelle locale et régionale en réduisant la température, en filtrant les polluants atmosphériques et en réduisant la consommation énergétique des bâtiments.

Réduction de la température. Une température moins élevée en raison de la présence d'arbres et d'autres végétaux peut réduire les émissions de nombre de polluants dépendants de la température.

Filtration des polluants atmosphériques. Les végétaux filtrent les polluants atmosphériques en absorbant ceux-ci par leurs feuilles et en interceptant les particules en suspension dans l'air. Les polluants absorbés par la végétation sont souvent transférés dans le sol. Bien que les sols et les végétaux rendent certains polluants non toxiques, la destination finale, la forme et l'impact finaux des polluants doivent être pris en compte.

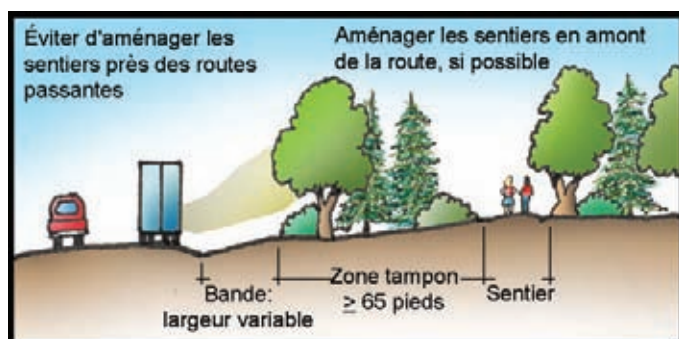
Réduction de la consommation énergétique. La présence d'arbres réduit la consommation énergétique des bâtiments, ce qui réduit indirectement la quantité de polluants rejetés par les centrales thermiques.



Bien que plusieurs facteurs interviennent, une zone tampon de 65 à 600 pieds de large peut réduire de 40 à 75% la pollution particulaire.

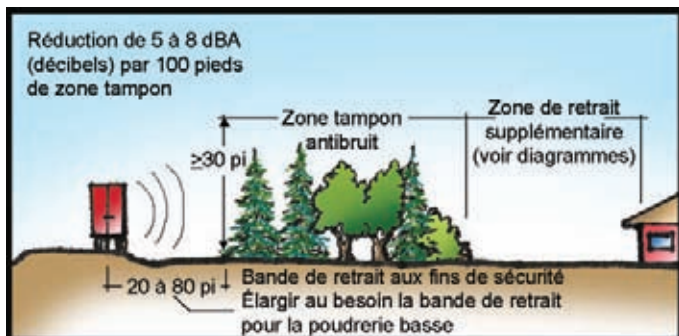
Éléments clés pour l'aménagement

- Tenir compte des facteurs météorologiques et topographiques ainsi que d'autres facteurs associés au paysage pour décider de l'emplacement des zones tampons (p. ex.: moment de survenue de la pollution, points de forte concentration).
- Établir les zones tampons autour et à proximité des sources de pollution atmosphérique.
- Des zones tampons à densité moyenne sont conseillées pour la filtration des polluants.
- Utiliser des arbres, des arbustes et des graminées pour le piégeage des polluants à plusieurs niveaux.
- Établir des zones tampons à des endroits stratégiques pour la conservation de l'énergie (voir les sections 4.7 à 4.8).



Critères de sélection des végétaux pour la filtration des polluants atmosphériques

- Les arbres à feuillage persistant peuvent débarrasser l'air d'une plus grande quantité de polluants, mais nombre de conifères sont sensibles aux polluants courants.
- Choisir des végétaux à branchages et rameaux denses.
- Les feuilles à surface poilue, résineuse ou grossière séquestrent davantage de particules que les feuilles lisses. De plus, les petites feuilles sont généralement plus efficaces que les grosses.
- Les espèces herbacées peuvent adsorber davantage de polluants gazeux.
- Utiliser un grand nombre d'espèces pour réduire au minimum les risques associés à une faible diversité.
- Utiliser des espèces longévives qui nécessitent un entretien minimal.
- Choisir des espèces résistantes aux ravageurs et aux maladies.
- Choisir des espèces appropriées pour le site (p. ex.: les milieux urbains comportent souvent des sols compactés et s'asséchant rapidement).



6.4 Zones tampons antibruit

Les zones tampons peuvent réduire le bruit provenant des routes et d'autres sources et ramener celui-ci à des niveaux permettant la pratique d'activités extérieures normales. Une zone tampon d'une largeur de 100 pieds permet de réduire le bruit de 5 à 8 décibels (dBA). L'établissement d'une barrière dans la zone tampon, comme un relief, peut en accroître considérablement l'efficacité. Une zone tampon d'une largeur de 100 pieds dotée d'un relief d'une hauteur de 12 pieds assure une réduction de 10 à 15 dBA.

Des lignes directrices applicables aux routes sont énoncées ci-après. Utiliser les diagrammes de la page suivante pour estimer la distance de retrait nécessaire à l'obtention d'un niveau de bruit acceptable dans le cas d'une zone tampon typique de 100 pieds de largeur.

Zones tampons - lignes directrices pour réduire le bruit le long des routes	
Route où la vitesse de circulation est modérée (<40 milles/heure(mph)) Aménager une zone tampon de 20 à 50 pi de largeur dont le bord proximal se trouve entre 20 et 50 pi du centre de la voie de circulation la plus près.	Route où la vitesse de circulation est élevée (≥40 mph) Aménager une zone tampon de 65 à 100 pi de largeur dont le bord proximal se trouve entre 50 et 80 pi du centre de la voie de circulation la plus près.

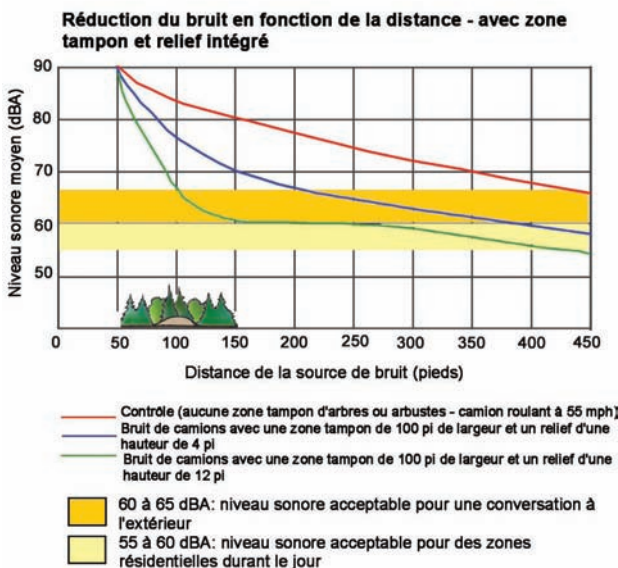
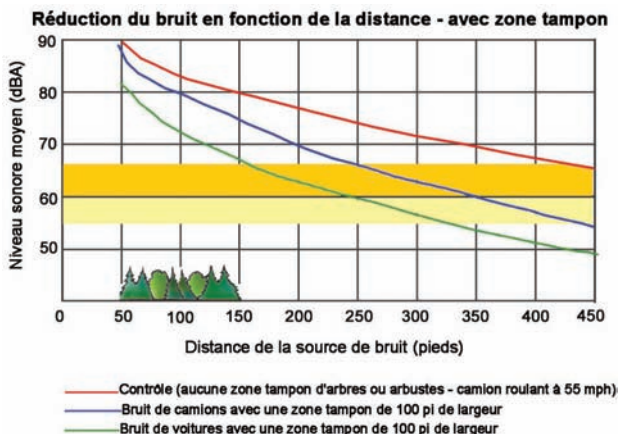
Éléments clés pour l'aménagement

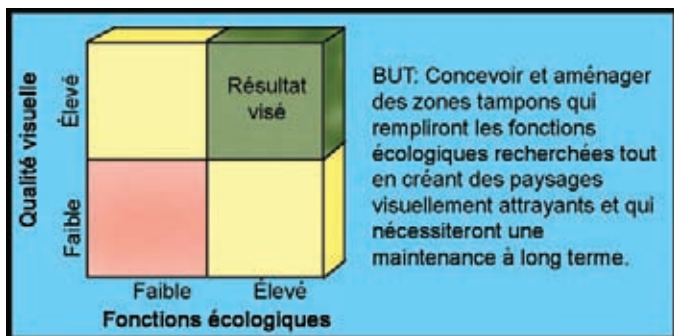
- Établir la zone tampon à proximité de la source de bruit, tout en prévoyant une distance de retrait nécessaire pour éviter les accidents et la poudrière.
- Les arbres à feuillage persistant offriront une protection antibruit à l'année.
- Créer une zone tampon dense au moyen d'arbres et d'arbustes pour prévenir les trouées.
- Choisir des végétaux tolérants à la pollution atmosphérique et aux méthodes de déglacage.
- Les zones tampons naturelles sont généralement moins efficaces que les zones plantées.

- Tenir compte de la topographie et utiliser les reliefs existants comme élément antibruit.

Estimation des distances de retrait derrière les zones tampons

Exemple : Un site destiné aux loisirs de plein air, près d'une autoroute, doit être situé de façon à respecter le niveau de bruit voulu de 60 à 65 dBA. Si on décide d'établir une zone tampon de 100 pieds formée d'arbres et d'arbustes, le site devra se trouver entre 100 et 200 pieds derrière la zone tampon. Le site peut toutefois se trouver directement derrière la zone tampon si celle-ci comporte un relief d'une hauteur de 12 pieds.





6.5 La conception esthétique des aménagements écologiques

Les éléments visuels du paysage que préfèrent généralement les gens comprennent :

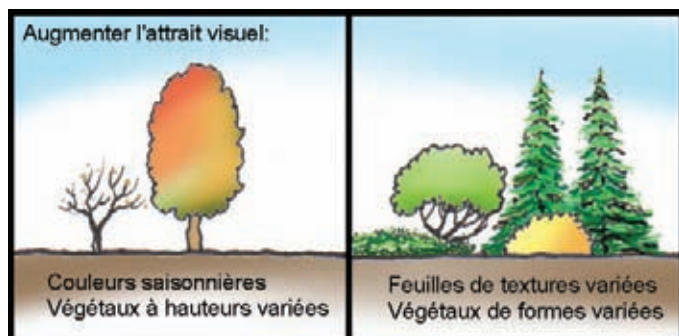
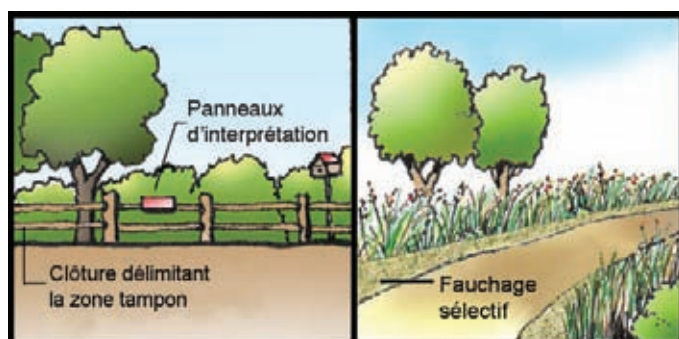
- Les paysages aquatiques (p. ex.: lacs, cours d'eau à méandres)
- Les paysages entretenus
- Les paysages de type savane ou parc
- Les arbres dont la taille s'harmonise aux éléments adjacents
- L'absence d'arbres morts ou abattus
- Les cours d'eau propres et libres de tout débris ligneux ou presque
- Les grands arbres matures et les arbres formant un vaste couvert
- Les espaces définis par des bordures (p. ex.: un pâturage bordé d'un boisé)

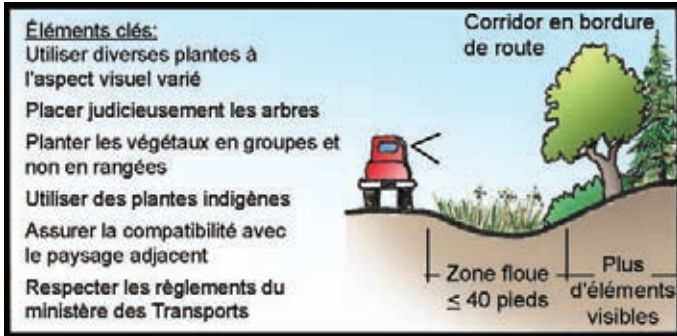
Certains de ces éléments visuels sont peu compatibles avec l'atteinte d'objectifs écologiques tels que l'amélioration de la qualité de l'eau et de l'habitat faunique. Les paysages d'aspect naturel offrant de précieuses fonctions écologiques sont souvent perçus comme mal entretenus et indésirables, tandis que des paysages entretenus offrant peu de fonctions écologiques sont perçus comme une preuve d'une bonne gérance et souhaitables sur le plan visuel.

Le principal défi consiste à aménager des zones tampons qui offrent les fonctions écologiques voulues tout en créant des paysages dont l'aspect visuel est désirable et inspire un sentiment d'engagement à long terme. On trouvera à la page suivante des stratégies pour aborder cette question.

Stratégies pour améliorer l'aspect visuel des zones tampons

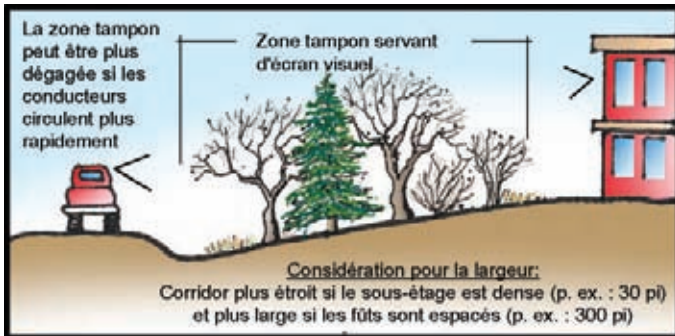
- Aménager la partie de la zone tampon visible par le public de façon à la rendre attrayante, et faire en sorte que l'intérieur de la zone soit conçu pour offrir les fonctions écologiques voulues.
- Réaliser un fauchage sélectif pour donner une impression d'entretien, en minimisant l'impact sur les fonctions écologiques.
- Établir un cadre visuel pour contenir la zone et lui donner un aspect ordonné (p. ex.: une clôture en bois).
- Ériger des panneaux interprétatifs et mettre en œuvre des programmes d'éducation pour sensibiliser la population et modifier ses préférences.
- Accroître la qualité visuelle et la diversité en variant la palette de couleurs saisonnières et les tailles, les textures et les formes des végétaux.
- Apporter des améliorations simples de l'habitat, telles que des nichoirs et des mangeoires. La présence d'espèces sauvages améliore généralement la perception visuelle.
- Planter les végétaux selon une configuration bien définie pour indiquer l'aménagement de la zone.





6.6 Corridors attrayants le long des routes

Les corridors établis le long des routes peuvent être conçus et aménagés de façon à créer un environnement de conduite plaisant, à diminuer les coûts d'entretien et à réduire le stress des conducteurs. Créer un intérêt visuel en variant les couleurs, les textures, les formes et la taille des végétaux. À des vitesses supérieures à 40 milles à l'heure, la zone située à plus de 40 pieds du bord de la route semble plus détaillée, et est donc plus importante sur le plan visuel. Voir les sections 5.5 à 5.7.



6.7 Zones tampons servant d'écran visuel

Établir une végétation dense à plusieurs étages, particulièrement des arbustes, pour masquer les panoramas indésirables. Les espèces à feuilles caduques ont une efficacité 40 % inférieure à celle des espèces à feuillage persistant après la chute des feuilles. Par conséquent, la mise en place d'espèces à feuillage persistant ou d'une zone plus large d'espèces à feuilles caduques peut être nécessaire pour offrir un écran visuel à l'année. Tenir compte de la taille des végétaux et de la hauteur du point d'observation pour l'aménagement.



7. Les activités récréatives

Objectifs

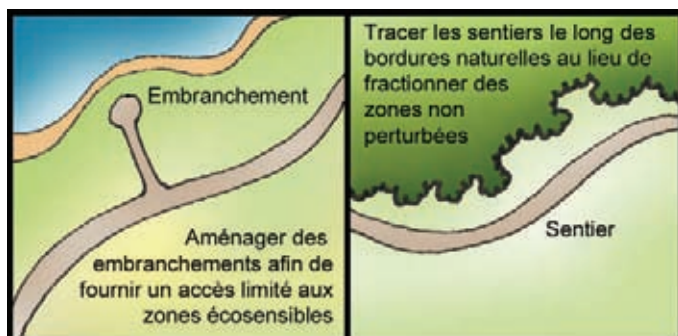
- Promouvoir les activités récréatives dans la nature
- Utiliser les zones tampons comme sentiers récréatifs

Fonctions des zones tampons

1. Accroître la superficie des aires naturelles
2. Protéger les aires naturelles
3. Protéger le sol et les ressources végétales
4. Fournir un corridor de déplacement
5. Améliorer l'expérience récréative

Lignes directrices d'aménagement concernant les activités récréatives	Fonctions des zones tampons				
	Accroître la superficie des aires naturelles	Protéger les aires naturelles	Protéger le sol et les ressources végétales	Fournir un corridor de déplacement	Améliorer l'expérience récréative
7.1 Aménagement des sentiers et faune sauvage	✓	✓	✓	✓	✓
7.2 Zones tampons et distances de fuite	✓	✓	✓		✓
7.3 Sentiers en bordure de corridors riverains	✓	✓	✓	✓	
7.4 Érosion du sol et utilisation des sentiers		✓	✓		✓
7.5 Préférence des usagers				✓	✓
7.6 Tracé des sentiers	✓			✓	✓
7.7 Accès et usage des sentiers				✓	✓
7.8 Voies vertes et sécurité publique					✓

Autres lignes directrices pouvant être favorables aux activités récréatives	Fonctions des zones tampons				
	Accroître la superficie des aires naturelles	Protéger les aires naturelles	Fournir le sol et les ressources végétales	Aménager un corridor de déplacement	Améliorer l'expérience récréative
1.18 Marge de sécurité pour l'érosion des berges		✓	✓		
1.22 Végétaux pour la stabilisation des berges		✓	✓		
2.1 Notions élémentaires au sujet des matrices	✓	✓	✓	✓	✓
2.3 Corridors et connectivité	✓	✓	✓	✓	✓
2.8 Zones tampons et corridors	✓	✓	✓	✓	✓
2.9 Largeur de corridor	✓	✓	✓	✓	✓
2.10 Effets de bordure créés par les corridors		✓		✓	
2.11 Habitats aquatiques et zones tampons	✓	✓	✓	✓	✓
2.13 Routes et passages pour les animaux		✓		✓	
3.1 Zones tampons et aménagement des terres cultivées			✓		
3.2 Brise-vent contre l'érosion éolienne	✓		✓	✓	
4.10 Répercussions économiques des sentiers				✓	✓
6.4 Zones tampons antibruit				✓	✓
6.5 La conception esthétique des aménagements écologiques				✓	✓
6.7 Zones tampons servant d'écran visuel				✓	✓

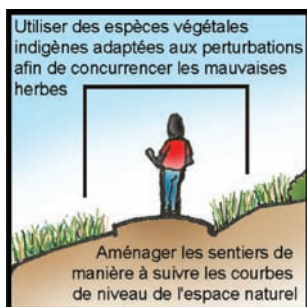


7.1 Aménagement des sentiers et faune sauvage

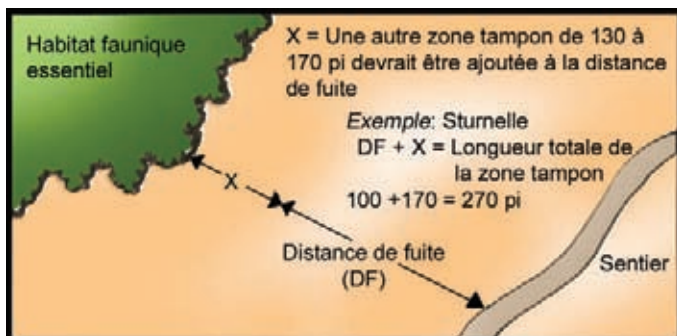
Les sentiers peuvent être conçus de façon à réduire au minimum l'incidence des perturbations humaines sur la faune. Les facteurs agissant à court terme comprennent : le type d'espèce et la distance de fuite associée à celle-ci, le type et l'intensité des activités humaines, l'époque de l'année et l'heure de la journée, de même que le type d'activités fauniques. Consulter des spécialistes de la faune pour obtenir des conseils.

Éléments clés pour l'aménagement

- Établir les sentiers le long ou à proximité de bordures naturelles ou déjà établies par l'humain plutôt qu'à l'intérieur de zones non perturbées (voir la section 7.3).
- Veiller à ce que les sentiers et leurs zones d'influence soient établis à bonne distance des aires spécifiques occupées par des espèces sensibles connues.
- Éviter ou limiter l'accès des îlots d'habitats essentiels.
- Établir plusieurs sentiers, de façon à ce que les usagers ne soient pas tentés de tracer leurs propres sentiers.
- Établir des sentiers secondaires (embranchements) ou des impasses pour permettre l'accès aux aires sensibles, car de tels sentiers seront moins empruntés.
- De façon générale, concentrer l'activité plutôt que de la disperser.
- Veiller à ce que l'impact de la construction des sentiers soit aussi limité que possible.



- Centrer la lutte contre les mauvaises herbes sur les intersections entre les routes et les sentiers, les points de départ des sentiers et les zones riveraines.
- Voir la section 7.2 pour en savoir plus sur les zones tampons fondées sur la distance de fuite.



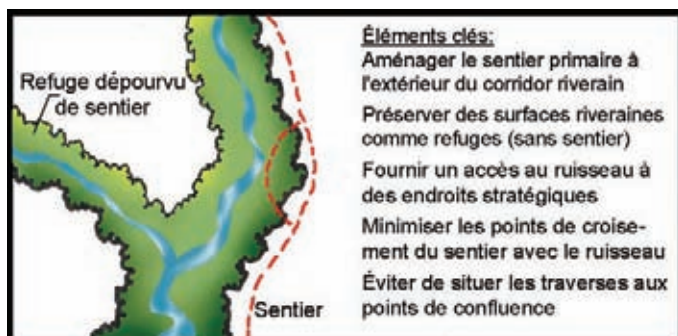
7.2 Zones tampons et distances de fuite

La distance de fuite (DF) est la distance à laquelle un animal commencera à fuir une menace se rapprochant, comme un promeneur. La DF a été relevée pour diverses espèces, et ces distances peuvent servir de lignes directrices générales pour établir des zones tampons autour des habitats essentiels à la faune (voir le tableau 7.2).

Les distances de fuite ici présentées reposent sur l'hypothèse que l'animal est approché par une seule personne se déplaçant à pied. Des zones tampons plus vastes pourraient être nécessaires pour les groupes de personnes. Bon nombre d'autres facteurs agissent sur la DF, c'est pourquoi il est conseillé de consulter un spécialiste de la faune.

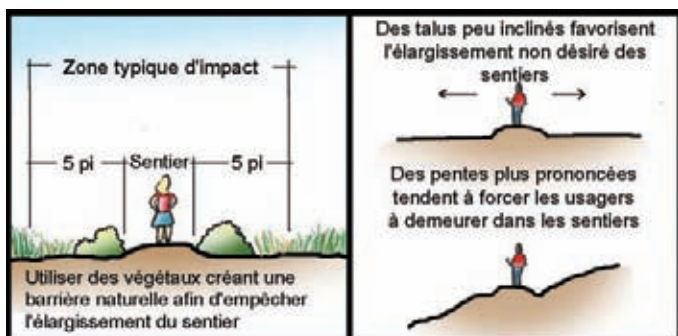
Distance de fuite		Distance de fuite	
Espèces	Distance (pi)	Espèces	Distance (pi)
Cerf mulet	490 à 820	Pluvier bronzé	660
Antilocapre	770	Grand héron	660
Wapiti	280 à 660	Faucon émerillon	60 à 600
Bison	330	Faucon des prairies	60 à 600
Aigle royal	345 à 1280	Grande aigrette	330
Buse pattue	175 à 2900	Sturnelle	100
Pygargue à tête blanche	165 à 2900	Rougegorge familier	30

Fait à noter, la DF est la distance à laquelle un animal commence à fuir une menace; une distance de retrait supplémentaire devrait être ajoutée à la DF pour créer une zone tampon qui réduira au minimum la perturbation de la faune. La distance supplémentaire recommandée est de 130 à 170 pi.



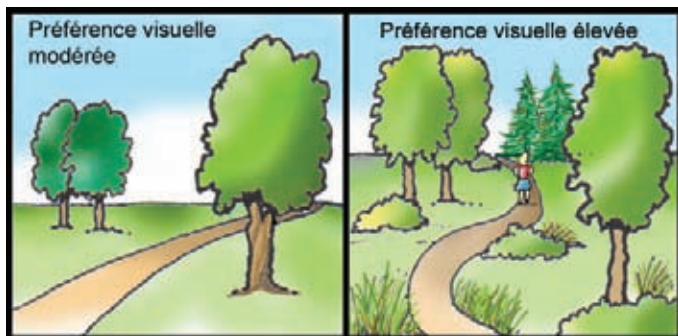
7.3 Sentiers en bordure de corridors riverains

Les corridors riverains sont des aires essentielles à de nombreuses fonctions écologiques, pouvant subir les effets négatifs d'une mauvaise conception et d'un mauvais aménagement des sentiers récréatifs. Pour réduire au minimum les impacts et les questions d'entretien, établir le sentier principal à l'extérieur du corridor riverain, et assurer l'accès au cours d'eau à des points stratégiques.



7.4 Érosion du sol et utilisation des sentiers

On peut réduire l'érosion du sol en établissant les sentiers sur des sols à faible érodabilité (p. ex.: un sol à texture grossière, faible en matière organique et en humidité). Aménager les sentiers de façon à suivre les courbes de niveau. Utiliser des talus et d'autres mesures pour diriger l'eau de ruissellement loin des sentiers. Aménager une passerelle au-dessus des sols humides et éviter les pentes raides. Envisager l'utilisation de matériaux de surface, comme du paillis ou du gravier concassé, pour réduire l'érosion.

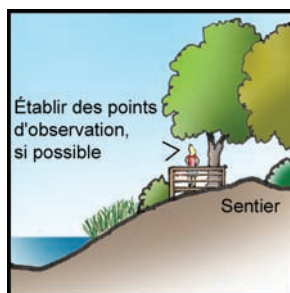


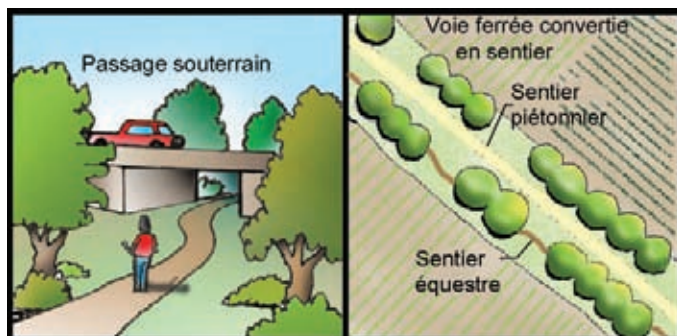
7.5 Préférences des usagers

Des études de préférences ont permis d'établir les caractéristiques que les usagers apprécient dans les sentiers en milieu naturel. Ces caractéristiques peuvent être utilisées pour rendre plus agréables les activités de plein air et accroître l'utilisation des sentiers.

Éléments clés pour l'aménagement

- Les sentiers traversant plusieurs types de communautés végétales sont généralement plus recherchés.
- Intégrer des éléments aquatiques, historiques et culturels, le cas échéant (p. ex.: anciens murs de pierre, canaux).
- Les sentiers traversant des aires ouvertes comptant peu d'arbres ou peu d'éléments d'intérêt sont moins prisés. Une alternance de zones ouvertes et closes est souhaitable.
- Créer une sensation de mystère en établissant des sentiers sinueux.
- Intégrer d'autres éléments visuels recherchés (voir la section 6.5).
- Établir des sentiers entrecroisés, accessibles aux usagers et qui offrent une variété d'utilisations (voir les sections 7.6 à 7.8).
- Aménager les sentiers de façon à réduire l'exposition au bruit et à la pollution de l'air (voir les sections 6.3 et 6.4).
- Établir des points d'observation où les usagers peuvent apercevoir des animaux, d'autres personnes ou des caractéristiques d'intérêt.



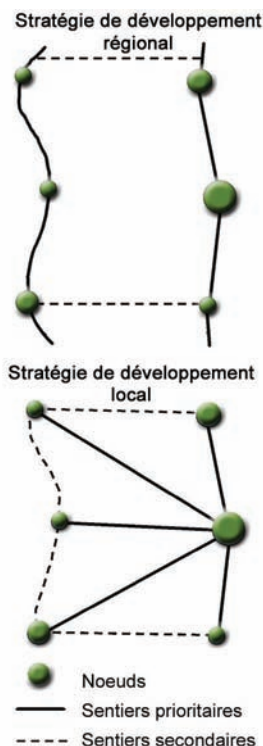


7.6 Tracé des sentiers

Un réseau de sentiers entrecroisés rend les activités de plein air plus plaisantes, plus sécuritaires et plus continues qu'un ensemble de sentiers indépendants. Concevoir les sentiers de façon à offrir un passage sécurisé à travers des obstacles potentiels comme des routes (p. ex.: au moyen de passerelles et de passages souterrains). Les voies ferrées abandonnées peuvent être converties en sentiers, et servent ainsi souvent de sentiers régionaux d'importance dans une zone donnée.

Les sentiers régionaux sont souvent établis pour servir d'artères principales auxquelles les divers sentiers locaux peuvent être reliés. Dans les zones urbaines, une stratégie locale d'établissement de sentiers peut s'avérer plus pratique qu'une stratégie régionale. En effet, les besoins quotidiens des usagers en matière de loisir, de déplacements et d'accès à la nature seront davantage comblés par des sentiers établis selon une stratégie locale (voir le diagramme).

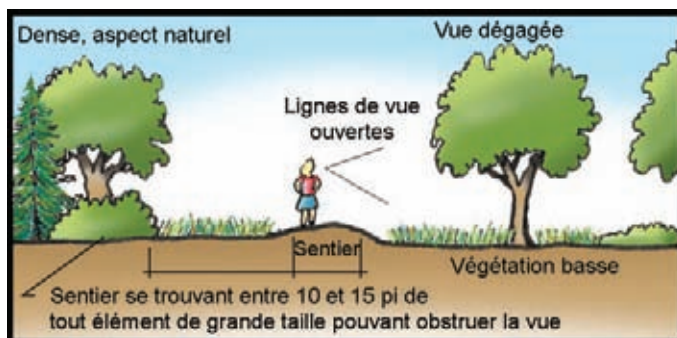
Les nœuds représentent les points d'origine et de destination, comme des parcs et des lieux de travail. Dans le cadre de la stratégie régionale, les sentiers régionaux sont établis avant les autres sentiers qui y sont reliés. Dans la stratégie locale, par contre, une série de sentiers locaux sont établis en premier afin d'offrir davantage d'options aux piétons.





7.7 Accès et usages des sentiers

En règle générale, pour l'établissement de sentiers locaux, la population ciblée devrait être située à moins de cinq milles du sentier, et à moins d'un mille s'il s'agit d'une tranche de la population plus âgée. En ce qui concerne les sentiers régionaux, les utilisateurs sont prêts à se déplacer sur une distance de 15 milles au plus pour emprunter une voie verte. Faire en sorte d'accommoder plusieurs modes de déplacement, mais envisager de séparer les utilisations conflictuelles (p. ex.: vélo et cheval).



7.8 Voies vertes et sécurité publique

Les voies vertes présentent des taux de criminalité documentés qui sont faibles par rapport à d'autres aménagements. À cet égard, la végétation peut être aménagée de façon à réduire le sentiment d'insécurité des usagers et à réduire la criminalité. Une végétation dense et naturelle le long d'un sentier ne crée pas de sentiment d'insécurité tant que l'autre côté offre une vue dégagée. Dans la mesure du possible, conserver une bonne visibilité sur une distance de 100 pi dans les deux sens du sentier.



Glossaire

Alimentation de la nappe d'eau souterraine : réapprovisionnement en eau d'un aquifère à partir de la surface du sol.

Anaérobie : absence d'oxygène; décrit aussi un milieu dépourvu d'oxygène.

Aquifère : couche de terrain ou roche, suffisamment poreuse et perméable pour contenir de l'eau souterraine.

Aquitard : couche souterraine de terre, de pierre, ou d'argile qui est trop dense pour laisser passer l'eau aisément.

Bande tampon : bande ou zone de végétation filtrante destinée à piéger les sédiments, la matière organique et d'autres polluants présents dans les eaux de ruissellement et les eaux usées.

Biodisponibilité : fraction d'une substance ou d'un élément présent dans le sol ayant la possibilité d'être absorbée et utilisée par le métabolisme d'un organisme vivant donné, c'est à dire par la racine dans le cas des végétaux.

Chablis : déracinement ou bris des arbres par le vent; les arbres ainsi déracinés.

Ciblage : action d'axer les pratiques de préservation, de conservation et de gestion sur des parties précises du paysage, où elles seront les plus bénéfiques.

Coefficient de la zone tampon : rapport entre l'aire de la zone tampon contribuant au ruissellement en amont et l'aire recevant l'eau de ruissellement.

Cohésion du sol : capacité des particules d'un sol à adhérer les unes aux autres.

Connectivité : caractéristiques des liens présents dans le paysage qui favorisent ou limitent le déplacement de matière ou d'êtres vivants d'un lieu à l'autre.

Corridor : structure linéaire dans le paysage; la forme linéaire du corridor peut favoriser certaines fonctions, comme masquer les vues indésirables et accroître la connectivité d'un habitat.

Décibel A (dBA) : unité de mesure utilisée pour les mesures de bruit de l'environnement obtenues à l'aide d'un sonomètre et dont les valeurs sont pondérées pour représenter la sensibilité de l'oreille humaine.

Dénitrification : réduction bactérienne des nitrites en azote gazeux en conditions anaérobies.

Dépôt : accumulation de matériau sur une forme de relief ou sur une masse terrestre par processus géologique.

Dispersion : extension de la répartition d'organismes ou de particules d'un endroit à un autre.

Écoservices (services écologiques, services environnementaux) : avantages – services ou biens – que les humains récoltent directement ou indirectement des fonctions écosystémiques.

Écoulement concentré : ruissellement qui s'accumule ou qui converge vers des canaux bien définis.

Effets de bordure : effets écologiques qui se produisent lorsque deux types d'habitat ou plus se rencontrent dans une zone de contact. Les bordures peuvent être naturelles ou artificielles, et la création de bordures artificielles peut avoir une incidence négative si celles-ci altèrent les processus écologiques.

Facteur c : rapport entre la perte de sol due à un type de culture et à un système de gestion spécifiques et la perte de sol due à une jachère et un travail du sol continus.

Fût : tronc d'un arbre.

Infiltration : pénétration de l'eau dans le sol ou tout autre matériel.

Karst : région de calcaire irrégulier où se sont développés, sous l'action de l'érosion, des fissures, des dolines, des cours d'eau souterrains et des cavernes.

Koc : coefficient d'adsorption des substances organiques, utilisé pour exprimer la capacité d'adsorption plus ou moins forte des pesticides au sol; plus la valeur de Koc est élevée, plus le pesticide adhère solidement à la matière organique du sol, et moins il aura tendance à se dissoudre.

Lixiviat : eaux qui sont passées à travers des décharges ou des sites industriels ou qui en sont issues.

Matrice : contexte du paysage dans lequel les parcelles et les zones tampons sont présentes.

Migration : passage périodique de groupes d'animaux d'une région à une autre à des fins d'alimentation et de reproduction.

Parasitisme : relation entre deux espèces d'organismes dans laquelle l'un tire avantage de l'autre, sans le tuer.

Ilot : superficie relativement petite dont la structure et la fonction sont différentes de celles du paysage global.

Îlots de transition : petites parcelles d'habitat permettant le déplacement d'espèces entre deux parcelles plus grandes.

Pathogènes : microorganismes pouvant causer des maladies chez d'autres organismes, dont les humains.

Perméabilité : facilité avec laquelle un corps se laisse traverser par un fluide.

Phytoremédiation : utilisation de la capacité des végétaux à éliminer les métaux, les solvants et d'autres polluants contenus dans le sol et l'eau.

Porosité : paramètre qui mesure le volume constitué par des espaces vides par rapport au volume total.

Pratiques culturelles de conservation : techniques culturelles qui visent à réduire l'érosion et à conserver l'humidité du sol, tout en améliorant la capacité de production et la productivité des cultures; ces pratiques incluent, par exemple, la rotation des cultures, les cultures de couverture et le travail réduit.

Pratiques de conservation des sols : techniques complémentaires aux pratiques culturelles de conservation et visant à réduire les pertes de sol; ces pratiques comprennent entre autres : la culture en contour, la culture en bandes alternées, et les structures de contrôle de l'érosion (système de terrassement).

Pratiques de gestion bénéfiques (PGB) : méthodes de gestion agricole structurelles ou non structurelles qui permettent de réduire les risques pour l'environnement, d'améliorer la qualité du sol, de l'eau, de l'air et de la biodiversité, ainsi que de soutenir la viabilité économique et environnementale à long terme de l'industrie agricole.

Prédation : capture d'un autre organisme à des fins alimentaires.

Refuge : lieux où des espèces, disparues ailleurs, ont persisté.

Rupture de talus : glissement de terrain qui survient lorsque la résistance du sol est inférieure aux forces engendrés par la gravité et l'eau souterraine ou par les activités humaines.

Séquestration du carbone : accumulation dans le sols et les plantes du dioxyde de carbone contenu dans l'atmosphère.

Sol hydrique : sol formé en situation de saturation ou d'inondation, lorsqu'une telle situation dure assez longtemps au cours de la saison de croissance pour que des conditions anaérobies se forment dans la couche supérieure du sol.

Surface imperméable : tout matériau et infrastructure à surface dure, comme les toitures, l'asphalte ou le béton, qui limite l'infiltration d'eau et accroît le débit de ruissellement.

Système d'information géographique (SIG) : système de matériel et de logiciels utilisé pour le stockage, l'extraction, la cartographie et l'analyse de données géographiques.

Travail de conservation du sol (travail réduit ou travail minimal du sol) : pratiques de travail du sol qui laissent au moins 30% de résidus de la récolte précédente à la surface du sol après que les opérations de semis de la nouvelle culture sont complétées; il inclut diverses pratiques, du semis direct à la gestion des résidus.

Zone tampon : structure de paysage linéaire composée de divers végétaux; la forme linéaire de la zone tampon peut favoriser l'accomplissement de certaines fonctions, comme intercepter des polluants, masquer les vues indésirables et accroître la connectivité d'un habitat.

Zone riveraine : aire de transition entre des écosystèmes terrestres et aquatiques; les zones riveraines se distinguent par des gradients de conditions biophysiques, de processus écologiques et d'assemblage en espèces.

Zone sensible non ciblée : zone adjacente à des zones d'application de produits chimiques par pulvérisation et considérée non touchée par la dérive de pulvérisation.

Tableau d'équivalence des unités

Unité	Symbole	Équivalence en système international (S.I.)
pouce	po	2,540 centimètres (cm)
pied	pi	0,3048 mètre (m)
arpent (canadien)	arp	58,471 mètres (m)
mille	mi	1,609 kilomètre (km)
acre	ac	0,405 hectare (ha)
arpent (canadien carré)		0,342 hectare (ha)
mille à l'heure	mph	1,609 kilomètre / heure (km / h)
livre	lb	0,454 kilogramme (kg)
once (poids)	oz	28,350 grammes (g)
tonne américaine (2000 lbs)	sh tn	0,907 tonne (t)
tonne américaine / acre	sh tn / ac	2,242 tonnes métriques / hectare (t / ha)

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

Plus de 80 lignes directrices illustrées pour l'aménagement des zones tampons de conservation ont été résumées et élaborées à partir de l'examen de plus de 1400 publications de recherche. Chaque ligne directrice décrit une façon particulière d'aménager une zone tampon végétale pour protéger les sols, améliorer la qualité de l'air et de l'eau, améliorer l'habitat des poissons et des espèces fauniques, produire des retombées économiques, offrir des espaces récréatifs ou embellir le paysage. Ces lignes directrices scientifiques sont présentées comme des règles de base faciles à comprendre visant à faciliter la planification et l'aménagement des zones tampons de conservation dans les milieux ruraux et urbains. La version en ligne du guide comprend la liste des publications de référence ainsi que d'autres ressources pour l'aménagement de zones tampons (www.bufferguidelines.net).

Mots clés : Agroforesterie, bande filtrante, bande tampon, brise-vent, corridor faunique, pratique de conservation, trame verte, voie verte, zone riveraine, zone de gestion des cours d'eau, zone tampon.



Le Forest Service du United States Department of Agriculture (USDA) soutient le principe de l'utilisation multiple des ressources forestières du pays, afin de produire des résultats continus en matière de ressources ligneuses, d'eau, de fourrage, d'espèces fauniques et de loisirs. Par la réalisation de projets de recherche en foresterie, par la coopération entre les gouvernements et les propriétaires de forêts privées, ainsi que par la gestion des forêts et des prairies nationales, il s'efforce – comme l'exige le Congrès – d'offrir des services toujours plus fiables à une Nation en constante croissance.

Dans tous ses programmes et activités, l'USDA interdit la discrimination, fondée sur la race, la couleur de la peau, l'origine, l'âge, l'invalidité et, le cas échéant, le sexe, l'état matrimonial, la situation familiale, la situation parentale, la religion, l'orientation sexuelle, l'information génétique, l'allégeance politique, les représailles, ou sur le fait que les revenus d'une personne proviennent intégralement ou en partie, d'un programme d'aide publique. (Tous les fondements ne s'appliquent pas à tous les programmes). Les personnes handicapées ayant besoin de moyens de communication différents pour obtenir l'information sur le programme (braille, gros caractères, bande sonore, etc.) peuvent contacter le centre TARGET de l'USDA au (202) 720-2600 (voix et ATS).

Pour déposer une plainte de discrimination, écrire à : USDA, Directeur, Office of Civil Rights, 1400 Independence Avenue, SW, Washington D.C. 20250-9410, ou appeler au (800) 795-3272 (voix) ou au (202) 720-6382 (ATS). En tant qu'employeur et fournisseur de services, l'USDA respecte le principe de l'égalité des chances pour tous.

