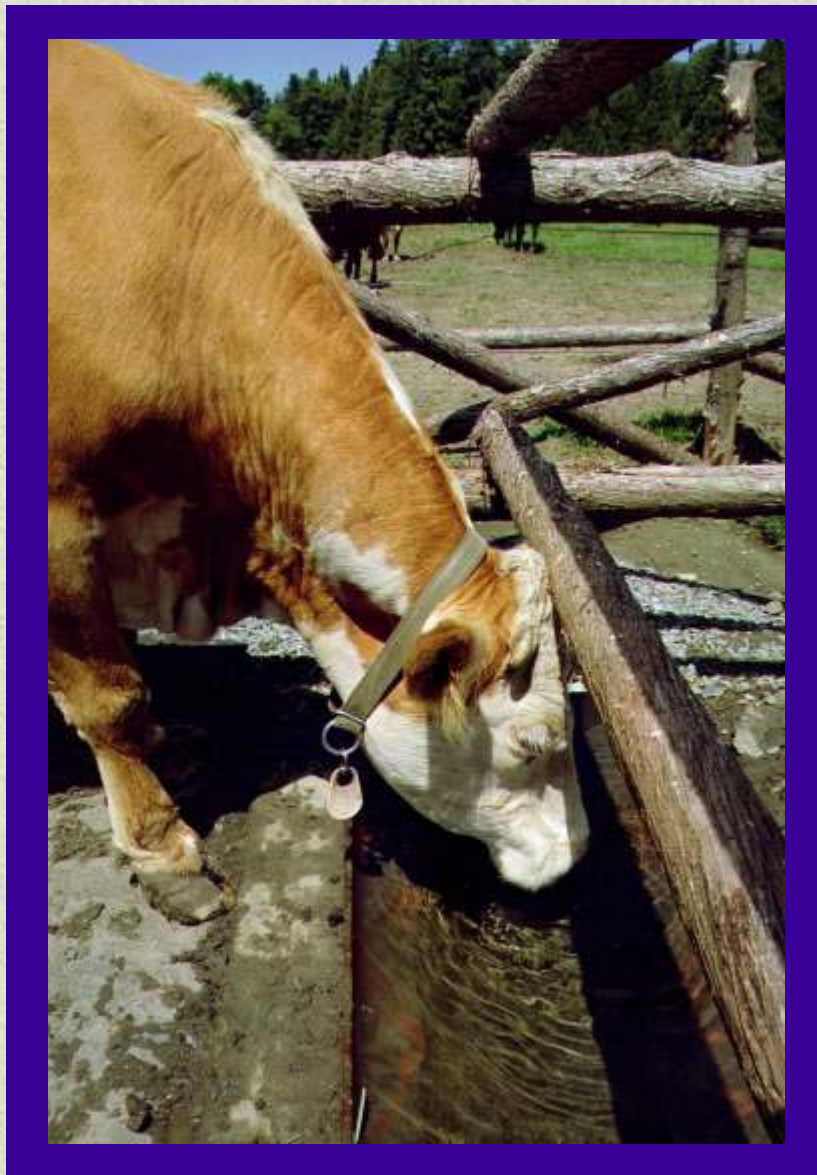


GUIDE TECHNIQUE

Aménagement de sites d'abreuvement contrôlé pour le bétail au pâturage



GUIDE TECHNIQUE

Aménagement de sites d'abreuvement contrôlé pour le bétail au pâturage



TABLE DES MATIÈRES

	PAGE
1. Introduction	1
2. Limitation de l'accès des rives	2
3. Sources d'eau potentielles	3
4. Caractérisation des sites	4
5. Alimentation gravitaire ou sous pression	5
6. Dimensionnement des conduites d'eau	6
7. Aménagement des sites d'abreuvement	8
8. Coûts des équipements d'abreuvement	9
9. Entretien des installations d'abreuvement	10
10. Restauration des sites riverains dégradés	11
Tableaux	12

1. INTRODUCTION

Traditionnellement, les éleveurs permettaient à leurs troupeaux de bovins d'accéder librement aux rives et au lit des cours d'eau pour s'y abreuver. Près de la moitié des entreprises d'élevage conservent encore cette façon de faire, selon l'analyse des données du **Portrait agroenvironnemental des fermes du Québec** réalisé en 1998.

Lorsqu'on examine l'état des rives en bordure des zones de pâturage, on constate que les talus sont dénudés de végétation et que le piétinement par les sabots y crée des foyers d'érosion. L'instabilité mécanique des talus qui en résulte rend le milieu riverain fragile au ruissellement de surface provenant des champs ainsi qu'aux forces d'arrachement générées par les écoulements en périodes de crue. Les sédiments emportés par l'eau accroissent la turbidité dans le cours d'eau et le niveau de contamination par les matières en suspension (M.E.S.), les nutriments (*phosphore et azote*), les bactéries et le fumier.

Des talus dégradés peuvent également s'avérer dangereux tant pour les opérateurs de machinerie agricole qui s'approchent des abords des cours d'eau pour effectuer les récoltes ou les opérations culturales que pour les animaux eux-mêmes. La perte d'un seul animal peut coûter plus cher à un éleveur que les frais d'aménagement d'un site d'abreuvement contrôlé.

En plus des aspects de sécurité à la ferme, il faut considérer les aspects de salubrité des sources d'abreuvement ainsi que la réduction des frais vétérinaires. Souvent, les animaux s'abreuvent au cours d'eau polluent l'eau par leurs déjections. Une eau de qualité douteuse peut occasionner des problèmes de santé (*diarrhées, infections, etc.*), particulièrement chez les jeunes animaux.

Par ailleurs, la productivité du troupeau est liée à la consommation alimentaire des animaux. Il existe une relation directe entre la quantité d'aliments solides ingérés et la quantité d'eau consommée. Une eau de qualité supérieure aura meilleur goût, ce qui incitera les animaux à boire davantage, donc à manger et à produire plus.

Le retrait des animaux des cours d'eau et l'aménagement de sites d'abreuvement contrôlé procurent de nombreux avantages, tant environnementaux qu'économiques, sans compter une sécurité accrue à la ferme. ***Il s'agit d'une pratique efficace et peu onéreuse de conservation des ressources et de protection des eaux de surface.***



Site d'abreuvement contrôlé

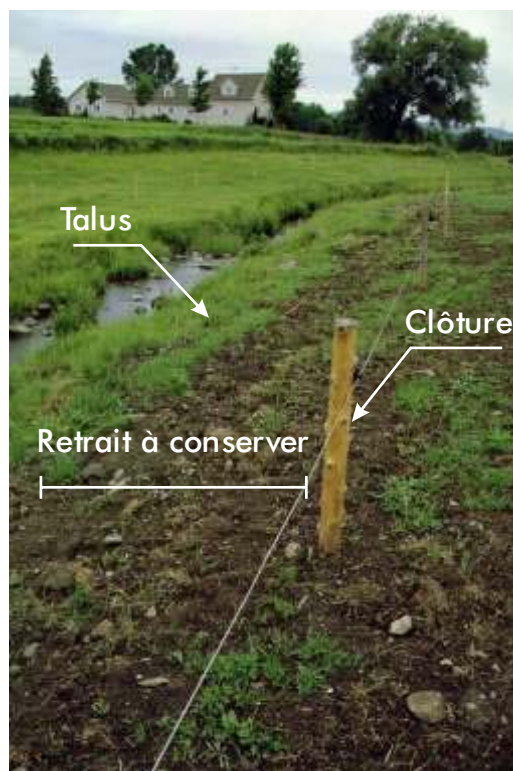
2. LIMITATION DE L'ACCÈS DES RIVES

L'accès aux rives et aux talus des cours d'eau doit être limité au moyen de clôtures posées en bordure des cours d'eau. À cette fin, une clôture électrique, comportant des piquets légers de bois, de plastique ou de métal, convient parfaitement.

Lorsque les pâturages s'étendent de part et d'autre d'un cours d'eau, il faut parfois aménager un ponceau ou une traverse à gué pour permettre au troupeau de franchir le cours d'eau, afin de favoriser une exploitation optimale des parcelles de pâturage en rotation. Un passage à gué doit permettre uniquement aux animaux de franchir le cours d'eau. Il doit être clôturé sur quatre côtés et n'être utilisé qu'en cas de besoin.

L'aménagement de rampes donnant aux animaux un accès restreint au lit du cours d'eau pour s'y abreuver n'est pas recommandé. ***Il est souhaitable d'investir dans un système d'adduction d'eau qui éloigne les animaux des abords des cours d'eau.***

Les coûts de clôturage varient de 1 à 2 dollars par mètre linéaire de rive, selon le type de clôture installé.



Protection des talus par une clôture



Pratique à proscrire

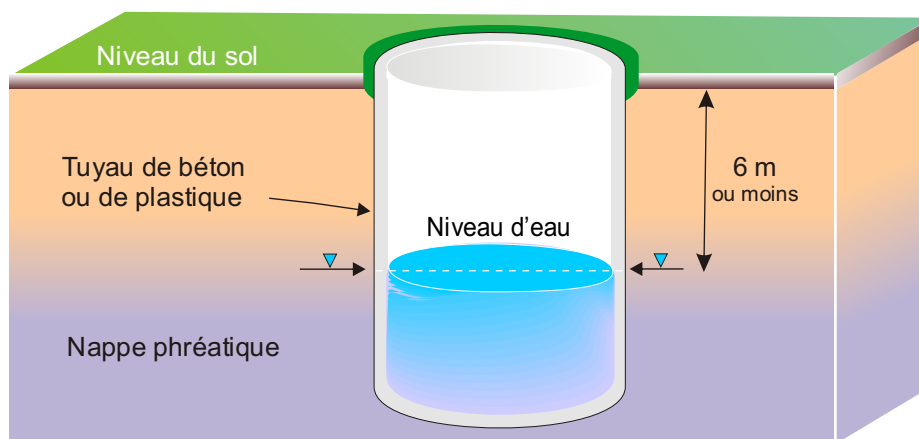
3. SOURCES D'EAU POTENTIELLES

L'eau d'abreuvement des animaux doit être propre, fraîche et exempte de coliformes fécaux. Lorsque c'est possible, une conduite d'eau provenant de l'étable constitue la meilleure source d'eau au pâturage. Les bâtiments d'élevage sont la plupart du temps raccordés à des puits artésiens (à *nappe captive*) qui alimentent également la résidence familiale. Ces puits exploitent l'eau souterraine qui circule lentement par des réseaux de failles dans le roc; celle-ci est généralement d'excellente qualité.

L'eau des cours d'eau peut aussi servir à l'abreuvement des animaux. Le ministère de l'Environnement constate une certaine dégradation de la qualité des eaux de surface en milieu agricole. De plus, les petits cours d'eau deviennent secs en plein cœur d'été. Si on choisit de s'approvisionner dans un cours d'eau, il faut au préalable s'assurer de l'innocuité et des qualités organoleptiques (*goût et odeur*) – par une analyse d'eau – ainsi que de la disponibilité d'un apport d'eau suffisant.

Les puits (à *nappe libre*) constituent une autre possibilité pour l'approvisionnement en eau potable. On trouve des nappes de surface exploitables dans des dépôts homogènes de sables perméables ou à flanc de coteau dans les zones à topographie accidentée. Ces nappes se situent à *6 mètres* ou moins de la surface du sol, et l'aménagement d'un puits à l'aide de sections de tuyau de béton ou de plastique de *90 à 120 centimètres* de diamètre peut s'avérer pratique et peu coûteux. Il faut étancher les joints autour du tuyau au moyen d'argile compactée ou de bentonite pour éviter les pertes d'eau ou l'infiltration d'impuretés dans le puits. Il importe de conserver un périmètre de protection suffisant autour de ces installations (*30 mètres, habituellement*) pour éviter de contaminer la nappe, par l'application de lisier ou de fumier notamment.

On peut trouver à l'occasion des sources jaillissantes, particulièrement en présence de reliefs très accidentés ou d'affleurements rocheux. Ces sources ont souvent un débit constant mais faible qui oblige l'emmagasinement d'eau dans des réservoirs. On peut y installer une prise d'eau pour « alimenter » un écoulement gravitaire qui acheminera l'eau vers des abreuvoirs situés, plus bas, en aval.



Croquis d'un puits de surface

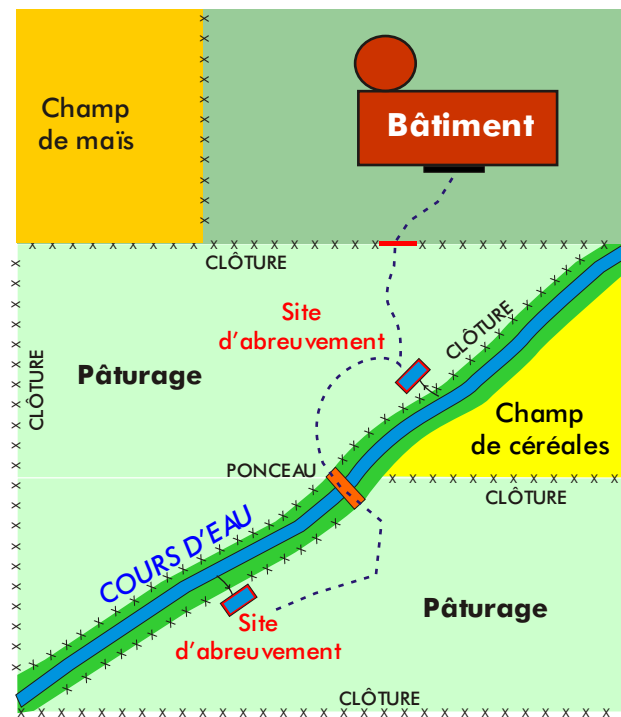
4. CARACTÉRISATION DES SITES

Pour planifier l'aménagement d'un site d'abreuvement contrôlé, il faut effectuer un relevé topographique sommaire qui permettra de connaître la distance et la dénivellation entre la source d'eau et l'abreuvoir le plus éloigné. Ces données sont essentielles pour déterminer la longueur et le diamètre des conduites d'eau (*en fonction du débit de pointe requis et des pertes de charge*) ainsi que la puissance du système de pompage, s'il y a lieu.

On peut déterminer l'emplacement optimal des réservoirs d'eau au moyen d'un plan de ferme ou d'une photo aérienne d'échelle connue. La recherche en stations indique que **les animaux préfèrent ne pas se déplacer à plus de 250 mètres de leur source d'abreuvement** (Source: Missouri State University). Il existe également un phénomène de dominance de certains animaux sur les autres qui fait que les dominés ont moins accès aux abreuvoirs.

Pour contrer cette situation, on peut installer plusieurs abreuvoirs à 500 mètres de distance les uns des autres pour scinder le troupeau en plusieurs sous-unités, ce qui optimise à la fois l'alimentation en eau et l'exploitation des ressources fourragères disponibles de la ferme.

On doit aussi cartographier les rives du cours d'eau dégradées par les animaux qui s'y abreuvaient auparavant. Ce relevé permet de déterminer l'état des talus ainsi que l'ampleur et l'étendue des travaux nécessaires à la restauration des lieux.



Plan d'aménagement



Site d'abreuvement et protection de la rive

5. ALIMENTATION GRAVITAIRE OU SOUS PRESSION

Selon la configuration du terrain et l'emplacement de la source d'eau d'abreuvement, on pourra profiter d'un écoulement gravitaire si la source d'eau est plus élevée que les abreuvoirs. Dans le cas contraire, on devra recourir à un système pressurisé pour élever l'eau au moyen d'une pompe à partir d'une source située plus bas que les abreuvoirs.

ALIMENTATION GRAVITAIRE

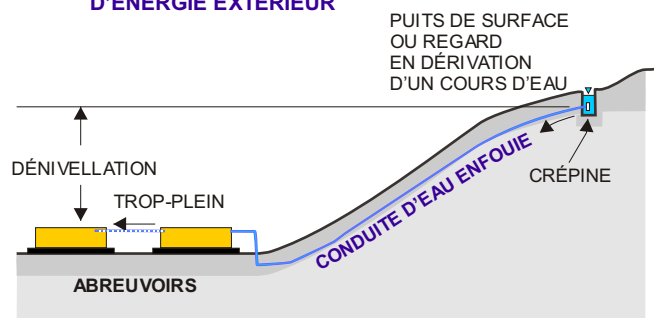
Lorsqu'on prélève l'eau dans la partie supérieure d'un cours d'eau pour remplir des réservoirs d'abreuvement placés plus en aval ou lorsqu'on exploite une source ou un puits de surface se trouvant à flanc de coteau, la force de gravité peut être suffisante pour transporter l'eau vers le pâturage sans aucun apport d'énergie extérieur. On utilise des tuyaux de plastique (*PVC ou polyéthylène*) d'un diamètre variant de 3/4 de pouce (*19 mm*) à 2 pouces (*50 mm*) et résistant à des pressions de 75 ou de 100 psi (*520 ou 690 kPa*). Plus le débit requis est élevé et plus la conduite est longue, plus le diamètre doit être grand pour permettre à l'eau de s'écouler de façon satisfaisante. Les pertes de charge engendrées par la friction de l'eau sur la paroi intérieure du tuyau limitent la capacité de transport de la conduite. Ainsi, on constate qu'un tuyau d'un pouce et demi de diamètre permet un débit gravitaire trois fois supérieur au débit d'un tuyau d'un pouce dans des conditions semblables.

ALIMENTATION SOUS PRESSION

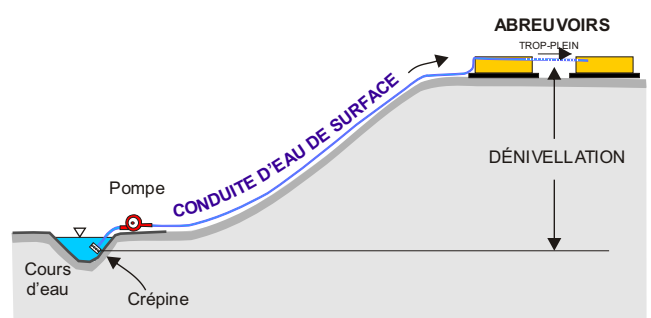
Il faut parfois puiser l'eau à partir du fond d'un cours d'eau et l'acheminer vers un site de pâturage beaucoup plus élevé. Un système pressurisé au moyen d'une pompe (*submersible ou aspirante*) est, dans ce cas, essentiel pour assurer l'abreuvement des animaux. La pompe doit être suffisamment puissante pour vaincre, non seulement la dénivellation entre la source d'eau et l'abreuvoir le plus élevé, mais également les pertes de charge dans la conduite et la résistance des vannes ou des mécanismes de régulation du débit. Dans la plupart des cas, une pompe électrique d'une puissance variant de 1/2 à 1 hp (375 à 750 watts) sera amplement suffisante.

On doit parfois amener une ligne électrique à basse tension (*120 - 240 volts*) qui servira à actionner la pompe; cela peut s'avérer fort onéreux (*25 000 \$ par kilomètre dans le cas d'une ligne construite selon les normes d'Hydro-Québec*). On peut en contre-partie recourir à une pompe à énergie solaire fonctionnant sur courant continu (*assez chère et de faible capacité*), à un béliet hydraulique (*peu performant pour fournir de grands débits instantanés*) ou à des pompes à nez (*capables d'abreuver un seul animal à la fois*).

CAS 1 : SOURCE D'EAU SITUÉE EN AMONT DES ABREUVOIRS
ALIMENTATION GRAVITAIRE SANS APPORT D'ÉNERGIE EXTÉRIEUR



CAS 2 : SOURCE D'EAU SITUÉE EN AVANT DES ABREUVOIRS
Système utilisant une pompe électrique



6. DIMENSIONNEMENT DES CONDUITES D'EAU

Une vache en lactation peut consommer jusqu'à **150 litres** d'eau au cours d'une journée chaude d'été. Elle consomme une partie de cette eau dans l'étable au moment de la traite. Une installation au pâturage fournira le reste. On peut donc prévoir un besoin d'eau au champ de l'ordre de **80 litres** par jour par vache. La période critique d'abreuvement dure environ huit heures.

Le débit maximal de l'installation, exprimé en litres à l'heure, correspond à la règle suivante : le nombre de vaches multiplié par un facteur 10.



Une eau de qualité !

Exemple de calcul du débit maximal pour 100 vaches :

$$Q_{\max} = \frac{100 \text{ vaches} \times 80 \text{ L/vache}}{8 \text{ h}} = 1000 \text{ L/h}$$

NOTA : **1 000 litres à l'heure** correspondent à 4,4 gallons U.S. à la minute

L'équation de Bernoulli permet de déterminer la pression totale du système d'amenée d'eau :

$$\text{PRESSION} = \text{dénivellation} + \text{pertes de charge} + \text{pression d'opération}$$

La dénivellation entre la source d'eau et l'abreuvoir s'exprime en hauteur de colonne d'eau équivalant à une unité de pression (**dans le système américain, 2,31 pieds de colonne d'eau correspondent à 1 livre par pouce carré (1 psi); dans le système métrique, 1 bar correspond à une colonne d'eau de 10 mètres ou bien à 100 kPa, c'est-à-dire à la pression atmosphérique normale).**

Transformation d'unités:

$$\begin{array}{ll} 1 \text{ psi} = 6,9 \text{ kPa} & 1 \text{ gallon U.S.} = 3,78 \text{ litres} \\ 1 \text{ bar} = 14,5 \text{ psi} & 1 \text{ gallon impérial} = 4,54 \text{ litres} \\ 1 \text{ hp} = 746 \text{ watts} \end{array}$$

Pour dimensionner précisément les conduites et les systèmes de pompage, veuillez vous reporter au document **Dimensionnement des installations d'abreuvement des bovins au pâturage**, MAPAQ, mars 2002, disponible sur le site web d'Agri-Réseau (www.agrireseau.qc.ca à la rubrique Agroenvironnement) ou dans les centres de services du MAPAQ.

6. DIMENSIONNEMENT DES CONDUITES D'EAU

Prenons l'exemple d'une source d'eau située **dix mètres** (32,8 pieds) plus haut qu'un abreuvoir. La dénivellation crée une pression de :

$$\frac{32,8 \text{ pi}}{2,31 \text{ pi/lb/po}^2} = 14,2 \text{ lb/po}^2 \quad (1)$$

Les pertes de charge sont déterminées au moyen de tableaux ou d'abaques fournis par les fabricants. Elles sont fonction du coefficient de friction entre le plastique et l'eau, du débit requis ainsi que de la longueur et du diamètre de la conduite. Les **Tableaux 1 et 2** à la fin du document indiquent les pertes de charge pour les conduites de plastique dont le diamètre varie de trois quarts de pouce (**19 mm**) à deux pouces (**50 mm**) et pour des débits allant d'un à cinquante gallons à la minute (**225 à 11 340 litres à l'heure**).

Les pressions de fonctionnement des installations d'abreuvement peuvent varier de cinq à vingt livres par pouce carré selon les différentes sources d'information que l'on trouve dans la littérature technique. Une pression minimale de 5 lb/po² est nécessaire pour faire fonctionner la vanne de la flotte qui règle le niveau dans le réservoir d'eau.



Tuyauterie de plastique

Il faut toujours se rappeler que la pression totale de l'installation ne doit pas excéder la résistance nominale du tuyau (75 ou 100 lb/po², selon le cas).

Comme deuxième exemple, prenons le cas d'un troupeau de 200 têtes qu'il faut abreuver au taux de **80 litres** par tête en huit heures. Le débit requis sera de **2000 litres** à l'heure (8,8 gallons U.S. à la minute). Supposons que la conduite mesure **1 200 mètres** (4000 pieds) de longueur et que la dénivellation est de l'ordre de **sept mètres** (22 pieds). Le **Tableau 1** nous indique que pour un tuyau d'un pouce de diamètre, les pertes de charge sont de 84 lb/po² (2,1 psi/100 pi X 4000 pi = 84 lb/po²). La dénivellation de 22 pieds correspond à une pression de 10 lb/po². Supposons que la pression de fonctionnement des vannes soit de 5 lb/po². La pression totale du système serait alors de 99 lb/po², ce qui excède la résistance nominale d'un tuyau de 75 psi, mais conviendrait tout juste pour un tuyau de 100 psi.

On peut reprendre le calcul pour une conduite de diamètre supérieur, soit celle d'un pouce et quart. Les pertes de charge seraient dans ce cas de 22 lb/po² (**0,55 psi/100 pi X 4000 pi = 22 lb/po²**), et la pression totale (**y compris 10 lb/po² pour la dénivellation et 5 lb/po² pour la pression de fonctionnement**) s'abaisserait donc à 37 lb/po², ce qui est acceptable pour les conduites de 75 et de 100 psi.

En pratique, les producteurs agricoles préfèrent acheter des conduites résistant à une pression de 100 psi, car leur paroi est plus épaisse et leur résistance à l'écrasement et au pincement est supérieure lors des manipulations et de la pose elle-même.

(1) *L'exemple est présenté en unités américaines seulement pour simplifier la compréhension.*

7. AMÉNAGEMENT DES SITES D'ABREUVEMENT

La phase de construction d'un site d'abreuvement contrôlé comporte de nombreuses étapes, notamment : l'achat des composantes de plomberie (*rouleaux de tuyaux, raccords, réducteurs, collets de serrage, trémies-abreuvoirs avec flottes régularisées, etc*), la construction de plates-formes de béton ou la pose d'un géosynthétique de type "geoweb" sous les abreuvoirs et de renforts en madriers autour des réservoirs de polyéthylène, la pose et l'enfouissement des conduites d'eau, l'aménagement d'une prise d'eau protégée (*puits de surface, prise d'eau en dérivation d'un cours d'eau, etc*), l'achat d'un système de pompage et l'installation d'une ligne électrique s'il y a lieu, la pose de clôtures le long du cours d'eau et la restauration des rives dégradées par le libre accès des animaux.

La prise d'eau doit être soigneusement aménagée, et bien protégée par une boîte de contreplaqué faisant *1,20 mètre par 1,20 mètre (ou un tuyau vertical de 1,20 mètre de diamètre)* munie d'un couvercle étanche qui empêche la contamination de l'eau. Dans le cas d'une alimentation gravitaire, **il faut s'assurer que l'eau s'écoule sans problème avant d'enfouir la conduite d'eau.** Il faut la protéger par un premier remblayage manuel avec des mottes de tourbe renversées lorsqu'on l'enterre dans une tranchée et il faut faire attention à ne pas l'écraser ou la pincer. Par ailleurs, une draineuse-taupe est la machine idéale pour

enfouir efficacement et rapidement une conduite d'eau à faible profondeur.

Un système à écoulement gravitaire peut devoir être amorcé avec une pompe s'il reste des poches d'air dans la conduite d'eau qui aurait été mise en place sans une vérification rigoureuse de la pente au moyen d'un niveau d'arpentage et qui présenterait de nombreux ou d'importants vallonnements.

La construction de plates-formes de *150 mm* d'épaisseur sous les réservoirs d'eau nécessite l'utilisation de béton d'une résistance minimale de *20 MPa* (3000 psi). Il faut poser un treillis métallique à mi-hauteur de la dalle. Durant les périodes chaudes de l'été, le béton doit demeurer dans son coffrage au moins une semaine, et il doit être ***maintenu constamment humide*** pendant cette période au moyen d'une couverture de polyéthylène pour ne pas s'assécher trop rapidement et atteindre sa résistance nominale. Il faut éviter de placer les abreuvoirs dans une baisse et prévoir une légère pente de surface vers l'extérieur de l'abreuvoir pour que la dalle demeure sèche et propre. Plutôt que de couler une dalle en place, on peut disposer des panneaux lattés préfabriqués en béton de *1,20 mètre* sur *3 mètres* autour des réservoirs d'eau ou des panneaux "geoweb" remplis de gravier et bien calés en place.



Un investissement intéressant

8. COÛTS DES ÉQUIPEMENTS D'ABREUVEMENT

Un site d'abreuvement du bétail peut ne coûter que 500 \$ ou aisément dépasser 5000 \$, selon la situation (nombre de têtes à abreuver, éloignement des bâtiments de ferme, nature de la source d'eau, dénivellation, disponibilité de l'énergie électrique, etc). Une simple conduite d'eau provenant de l'étable et un réservoir de **1 95 litres** se chiffreront à environ **500 \$**. Le creusage d'un puits de surface, l'installation d'une pompe et la pose de centaines de mètres de tuyauterie, l'achat de plusieurs abreuvoirs de **575 litres** et l'aménagement d'une traverse à gué peuvent atteindre les **5000 \$**.

Prix des tuyaux de plastique (résistance de 100 psi ou 690kPa)

0,80 \$/mètre pour 3/4 po diamètre (**19 mm**)
1,30 \$/mètre pour 1 po diamètre (**25 mm**)
2,00 \$/mètre pour 1 1/4 po diamètre (**32 mm**)
2,60 \$/mètre pour 1 1/2 po diamètre (**38 mm**)
3,00 \$/mètre pour 2 po diamètre (**50 mm**)

Prix des réservoirs d'eau en polyéthylène

195 litres à 100 \$ (50 gallons U.S.)
378 litres à 140 \$ (100 gallons U.S.)
575 litres à 200 \$ (150 gallons U.S.)

Prix des réservoirs d'eau en acier galvanisé

310 litres à 185 \$ (80 gallons U.S.)
475 litres à 260 \$ (120 gallons U.S.)
810 litres à 360 \$ (200 gallons U.S.)
1 250 litres à 500 \$ (300 gallons U.S.)

Prix des pompes submersibles

1/4 hp (**187 watts**) à 175 \$
1/3 hp (**250 watts**) à 250 \$
1/2 hp (**375 watts**) à 400 \$

Prix des pompes aspirantes

1/2 hp (**375 watts**) à 500 \$
3/4 hp (**500 watts**) à 700 \$
1 hp (**750 watts**) à 800 \$

Prix des béliers hydrauliques

1/2 pouce (**12 mm**) à 300 \$
1 pouce (**25 mm**) à 800 \$
2 pouces (**50 mm**) à 2000 \$

Prix des systèmes à énergie solaire

1 500 à 4500 \$

Prix des pompes à nez pour le pâturage

300 à 500 \$

Prix du béton pour les plates-formes

Environ 125 \$ le **mètre cube**

Prix d'une dalle lattée en béton

Environ 250 \$ (**1,2m X 3m**)

Source : Coopérative Fédérée

(prix approximatifs obtenus en juin 2001)

9. ENTRETIEN DES INSTALLATIONS D'ABREUVEMENT

Les installations d'abreuvement au pâturage sont d'utilisation saisonnière. Les équipements doivent être mis en place au printemps et remisés à l'automne. Il existe cependant des réservoirs d'eau chauffants beaucoup plus coûteux (700 \$ à 800 \$) qui peuvent être utilisés tard à l'automne, particulièrement dans le cas des animaux qui hibernent à l'extérieur (référence : *Guide des bonnes pratiques agroenvironnementales pour la gestion des fumiers des bovins de boucherie*; FPBQ, MAPAQ, MENV).

Les conduites d'eau enfouies peu profondément (30 centimètres, par exemple) doivent être vidées, pour éviter l'éclatement dû au gel à l'automne. Il faudra les enfouir sous la ligne de gel (environ 1,20 mètre) pour pouvoir les utiliser toute l'année. Les clôtures saisonnières peuvent aussi être enlevées et remises en place le printemps suivant.

Au cours de l'été, il se forme parfois des algues dans les réservoirs, en raison de la lumière, de la chaleur et de la présence de nutriments dans l'eau d'abreuvement. On doit éliminer les algues si elles deviennent trop abondantes ou si elles s'agglutinent au fond de l'abreuvoir. Un peu d'eau de javel, de sulfate de cuivre ou de chaux hydratée au besoin retardera leur réapparition. Il faut également vérifier les bassins au moins une fois par semaine pour nettoyer et régler les équipements.

La vie utile de ces équipements variera de 5 à 10 ans. Les éléments de plastique ou de métal exposés constamment au soleil et aux intempéries se détériorent assez rapidement. Le producteur agricole devra faire l'inspection de toutes les composantes et les remplacer au besoin.

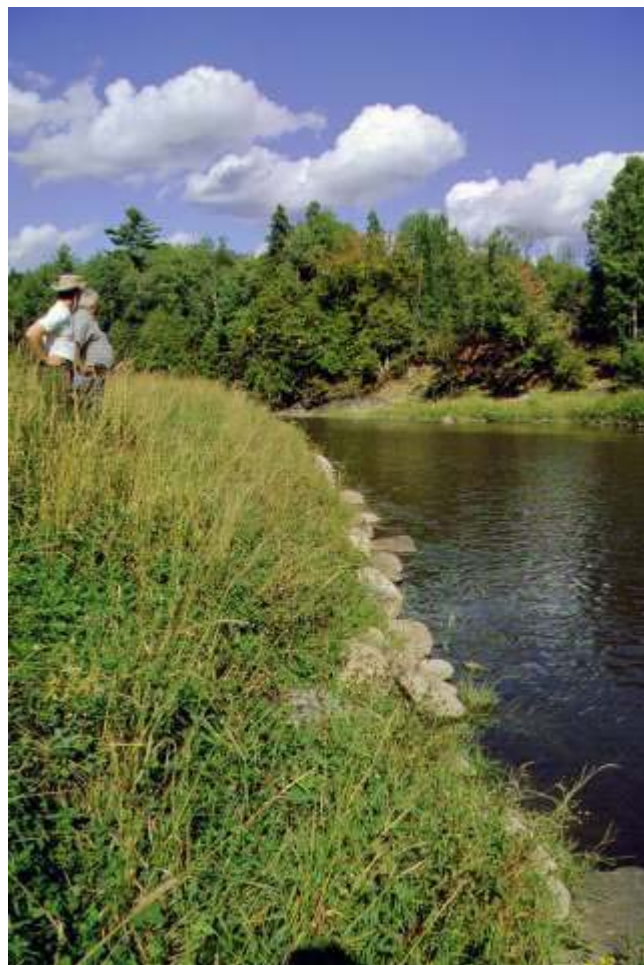
10. RESTAURATION DES SITES RIVERAINS DÉGRADÉS

Lorsque des animaux ont accès à un tronçon de cours d'eau, ils en dégradent les rives et les talus par leur piétinement et ils contaminent les lieux par leurs excréments. L'aménagement d'un site d'abreuvement contrôlé peut également s'accompagner de travaux de restauration des sites riverains dégradés.

La restauration des rives nécessite habituellement un **retalutage** à un angle de 1:1,5 (ou moindre, c'est-à-dire 1:2 ou 1:3, selon les besoins) et l'ensemencement d'un **couvert herbacé pérenne**, au moyen d'un mélange constitué de fétuque rouge traçante, d'agrostide blanche et de ray-grass, semé à un taux de **60 kilogrammes à l'hectare** (1,2 lb/1 000pi²). Ces travaux coûtent environ **10 \$ le mètre linéaire** par côté de rive. Des **arbustes** peuvent compléter avantageusement l'aménagement en embellissant et en diversifiant le milieu riverain. Les espèces les mieux adaptées sont le saule arbustif et le cornouiller stolonifère. On peut aussi implanter un **brise-vent** en bordure du cours d'eau si l'orientation des lieux est propice (référence : *Les haies brise-vent, CPVQ*).

Il peut être nécessaire d'enrocher le bas du talus sous la ligne d'eau normale si celui-ci est très instable. On recourra à de la pierre de carrière (*tout-venant angulaire ou pierre dynamitée*) d'une granulométrie s'étalant de **0 à 1 000 mm** et bien enfoncée en place au moyen d'une pelle hydraulique de puissance adéquate. Le coût de ce type d'aménagement peut atteindre environ **30 \$ le mètre linéaire** par côté de rive.

NOTA : Avant d'effectuer ces travaux, il faut toujours obtenir au préalable l'autorisation de la municipalité, de la MRC ou du ministère de l'Environnement du Québec.



Rive restaurée avec pierres et couverture végétale



Stabilisation arbustive

TABLEAU 1

Pertes de charge par friction dans les tuyaux de plastique
(lb/po² par 100 pieds)

DÉBIT (gal U.S./min)	³ / ₄ po	1 po	1 po ¹ / ₄	1 po ¹ / ₂	2 po
1	0,12	0,04	0,01		
2	0,45	0,14	0,02		
3	0,95	0,29	0,08	0,04	0,01
4	1,62	0,50	0,13	0,06	0,02
5	2,44	0,76	0,20	0,09	0,03
6	3,43	1,06	0,28	0,13	0,04
7	4,56	1,41	0,37	0,18	0,05
8	5,84	1,80	0,47	0,22	0,07
9		2,24	0,59	0,28	0,08
10		2,73	0,72	0,34	0,10
11		3,27	0,86	0,41	0,12
12		3,82	1,01	0,48	0,14
14			1,34	0,63	0,19
16			1,71	0,81	0,24
18			2,13	1,01	0,30
20			2,59	1,22	0,36
22			3,09	1,46	0,43
24				1,72	0,51
26				1,99	0,59
28				2,28	0,68
30				2,59	0,77
35					1,02
40					1,31
45					1,63
50					1,98

Source : Alberta Agriculture, Food & Rural Development

TABLEAU 2

Pertes de charge par friction dans les tuyaux de plastique
(kPa par 100 mètres de tuyau)

DÉBIT (litres/heure)	19 mm	25 mm	32 mm	38 mm	50 mm
225	2,71	0,90	0,23		
455	10,17	3,16	0,45		
680	21,47	6,55	1,81	0,90	0,23
905	36,61	11,30	2,94	1,36	0,45
1135	55,14	17,18	4,52	2,03	0,68
1360	77,52	23,96	6,33	2,94	0,90
1590	103,05	31,86	8,36	4,07	1,13
1815	131,98	40,68	10,62	4,97	1,58
2040		50,62	13,33	6,33	1,81
2270		61,70	16,27	7,68	2,26
2495		73,90	19,44	9,27	2,71
2720		86,33	22,83	10,85	3,16
3175			30,28	14,24	4,29
3630			38,64	18,31	5,42
4080			48,14	22,83	6,78
4535			58,53	27,57	8,14
4990			69,83	32,99	9,72
5445				38,87	11,53
5895				44,97	13,33
6350				51,53	15,37
6805				58,53	17,40
7940					23,05
9070					29,60
10205					36,84
11340					44,75

Source : Alberta Agriculture, Food & Rural Development
Adaptation : Environnement et développement durable, MAPAQ

REMERCIEMENTS

Je tiens à remercier mes collègues du MAPAQ qui m'ont aidé à produire ce document, notamment :

M. **Roberto Toffoli**, agr., Centre de services, Coaticook

M. **Roland Marchand**, tech., Direction régionale de l'Estrie

M. **Yvon Brochu**, ing., Direction de l'environnement et du développement durable

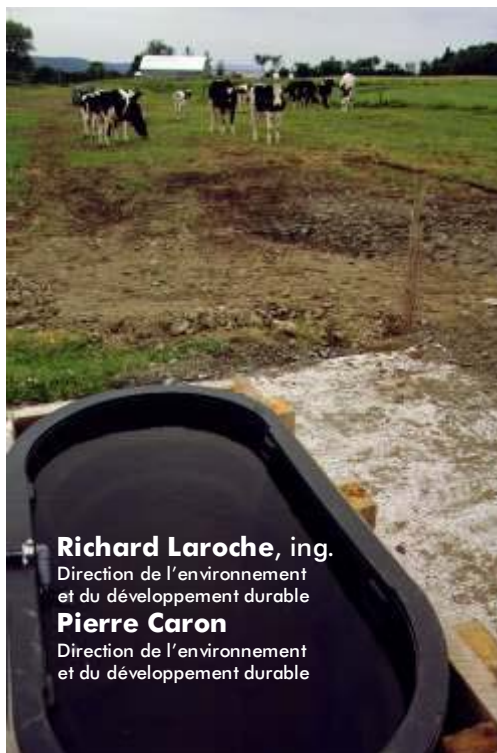
M. **Gaétan Gingras**, ing., Direction de l'environnement et du développement durable

M. **Hubert S. McClelland**, agr., Direction régionale de l'Outaouais - Laurentides

M. **Donald Lemelin**, ing., Direction régionale de Chaudière - Appalaches

Je les remercie pour leurs commentaires judicieux, leur ingéniosité, leur débrouillardise et leur sens de l'humour.

Richard Laroche, ing.
Mars 2002



Rédaction : **Richard Laroche**, ing.
Direction de l'environnement
et du développement durable

Graphisme : **Pierre Caron**
Direction de l'environnement
et du développement durable

Toutes les photos sont de l'auteur.

GUIDE TECHNIQUE



***Aménagement de sites
d'abreuvement contrôlé
pour le bétail au pâturage***