

Calculs pour le dimensionnement des avaloirs

Introduction

Cette fiche présente les méthodes de dimensionnement des avaloirs visant à gérer efficacement le ruissellement de surface tout en limitant les problèmes d'érosion au champ. L'ensemble des informations techniques concernant le choix de l'emplacement de ce type de structure, ses étapes de construction et son entretien, sont traitées dans la fiche « Avaloirs et puisards ».



Source : Mikael Guillou (MAPAQ)

On peut distinguer trois types principaux d'avaloirs, qui nécessitent chacun une approche particulière.

Cas 1 :
Avaloirs équipés d'un déversoir d'urgence ou situés dans une voie d'eau engazonnée

Dans ces situations, tout dimensionnement de la conduite est généralement inutile. En effet, lorsque l'eau ruisselle rapidement sur la surface du sol, la capacité d'infiltration des avaloirs est souvent très inférieure aux débits de ruissellement. Les avaloirs utilisés dans ces situations ont donc plutôt comme fonction de capter les débits résiduels et d'assécher suffisamment les voies d'eau engazonnées pour assurer une bonne implantation du couvert végétal. Les drains ont généralement un diamètre de 0,10 m (4 pouces) ou 0,15 m (6 pouces) de façon à capter entre 5 et 10 % du débit de pointe du bassin versant. Seule l'étape 1 (présentée à la prochaine section) s'avère alors nécessaire.

Cas 2 :
Avaloirs sans déversoir d'urgence et sans possibilité de stocker l'eau de ruissellement ou parcelles en cultures maraîchères

Étant donné le risque d'érosion ou le risque de dommages aux cultures en cas de submersion prolongée, l'avaloir devra avoir une capacité d'évacuation égale au débit de pointe du bassin versant.

On peut utiliser des formules mathématiques ou des abaques pour déterminer le diamètre nécessaire d'un avaloir et d'un drain qui assureront un débit d'évacuation équivalent au débit de pointe du bassin versant. Il faut tenir compte du diamètre de l'avaloir et du drain, ainsi que de la pente et du type de drain (intérieur lisse ou annelé).

Pour procéder au dimensionnement d'avaloirs dans ce type de situation, on suivra les étapes 1, 2 et 4, présentées dans les pages suivantes.

Cas 3 :
Avaloirs situés dans des dépressions permettant de stocker l'eau ruisselée sans déversoir d'urgence

L'avaloir devra avoir une capacité d'évacuation suffisante pour que le temps de stockage n'excède pas la tolérance des cultures à la submersion. En général, l'eau devrait être évacuée en moins de 24 h en cultures annuelles et en moins de 12 h en cultures de conserverie.

On suivra les étapes 1 à 6 présentées plus bas pour le dimensionnement d'avaloirs dans de tels cas.

Liste des étapes

Étape 1 : Arpenter le terrain pour localiser l'emplacement où l'avaloir devrait être installé et déterminer le trajet et la pente du drain.

Étape 2 : Calculer le débit de pointe du bassin versant (Q_p). L'évaluation du débit de pointe fait l'objet d'une fiche distincte.

Étape 3 : Calculer le volume d'eau volume ruisselé (V_r).

$$V_r = 3600 \times T_c \times Q_p$$

Où

V_r : Volume ruisselé (en m^3)

T_c : Temps de concentration (en h)

Q_p : Débit de pointe du bassin versant (en m^3/s)



Étape 4 : Sélectionner un diamètre d'avaloir et de drain et déterminer le débit maximal de la structure (Qm). La capacité du système peut être limitée soit par l'entrée (l'avaloir), soit par la sortie (le drain). Le débit maximal de la structure est la valeur la plus petite entre le débit maximal à l'entrée et le débit maximal à la sortie. Des formules mathématiques ou des abaques peuvent être utilisées pour déterminer les débits maximaux d'entrée et de sortie.

Cette étape exige donc une sélection arbitraire du diamètre de l'avaloir et du drain, puis le calcul des débits maximaux correspondants et la détermination du type d'écoulement (contrôle à l'entrée ou à la sortie) et du débit maximal de la structure. Plusieurs essais peuvent être nécessaires pour déterminer le dimensionnement le plus approprié.

Calcul du débit de l'avaloir (débit maximal à l'entrée) :

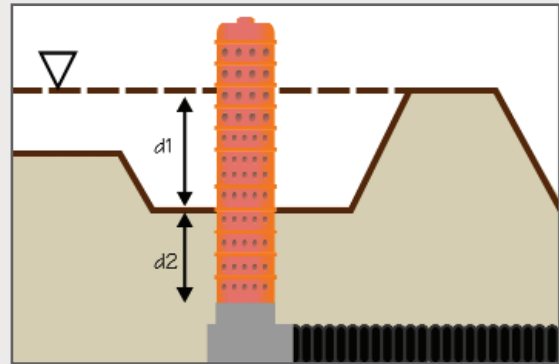
$$Q_{adm} = 2,66 \times A_{adm} \times H_{adm}^{0,5}$$

Où

- Q_{adm} : Débit maximal de l'avaloir (en m³/s)
- A_{adm} : Surface de la section de l'avaloir (en m²)
- H_{adm} : Hauteur de l'eau à l'entrée (en m)

$$H_{adm} = 0,7 \times d_1 + d_2$$

- d_1 : Hauteur d'eau entre le fond du bassin (sol) et la crête du déversoir d'urgence (en m)
- d_2 : Hauteur d'eau entre le fond du bassin (sol) et la base de l'avaloir (en m)



Calcul du débit du drain (débit maximal à la sortie):

$$Q_{sort} = \frac{A_{sort} \times (19,6 H_t)^{0,5}}{(1 + K_e + K_b + K_c \times L)^{0,5}}$$

Où

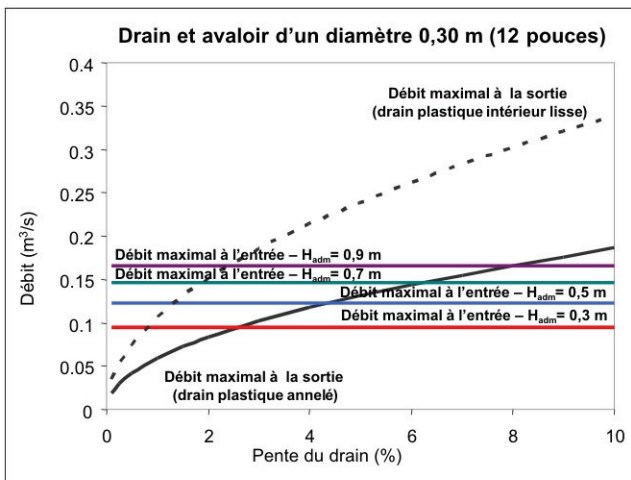
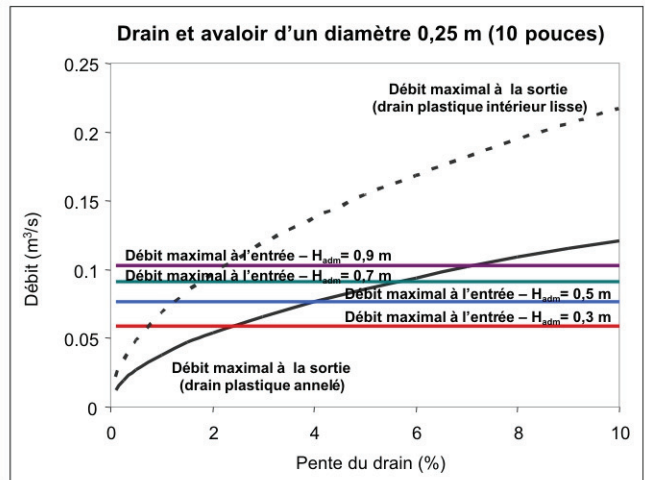
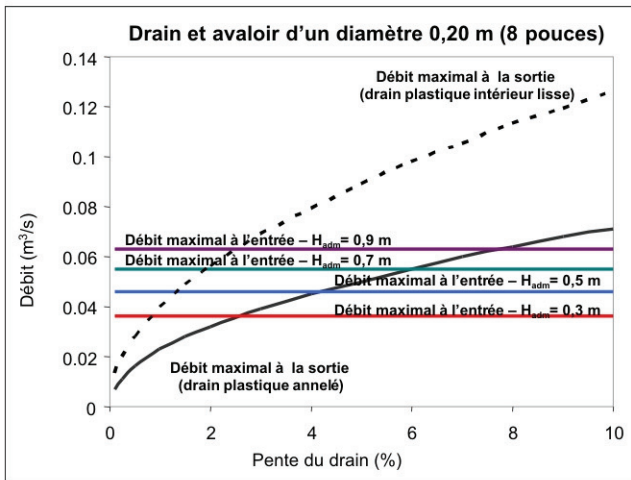
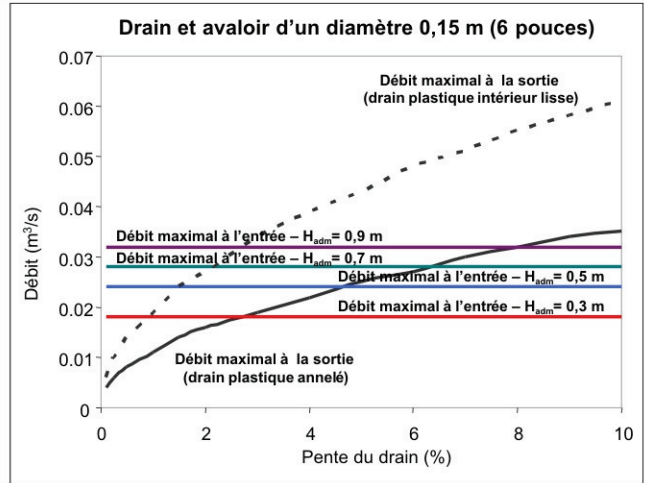
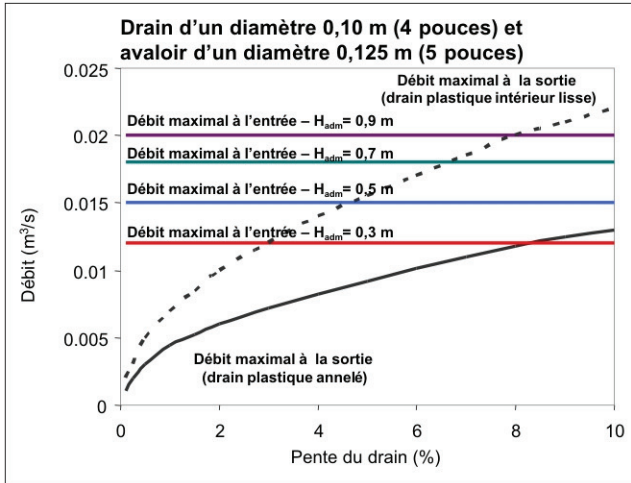
- Q_{sort} : Débit maximal en contrôle à la sortie (en m³/s)
- A_{sort} : Superficie de la section du drain (en m²)
- H_t : Dénivellation totale entre le niveau d'eau à la crête du déversoir et la sortie de la conduite d'évacuation (en m; $H_t = H_{adm} + \text{dénivelé du drain}$)
- K_e : Coefficient de perte de charge à l'entrée ($K_e = 1,7$ pour les avaloirs)
- K_b : Coefficient de perte de charge dans les coudes ($K_b = 0,9$ si l'avaloir est installé sur un coude à 90° et $K_b = 1,8$ si l'avaloir est installé sur un raccord en T)
- L : Longueur de la conduite (en m)
- K_c : Coefficient de perte de charge unitaire (voir les valeurs ci-dessous)

Diamètre de la conduite (mm)	Coefficient de rugosité de Manning	Valeur de Kc
Conduite annelée		
100	0,016	0,68
150	0,017	0,45
200	0,018	0,34
250	0,019	0,28
300	0,020	0,25
Conduite lisse		
100	0,009	0,22
150	0,009	0,13
200	0,009	0,09
250	0,009	0,06
300	0,009	0,05

Source : MAPAQ (1990)

Dans les graphiques suivants, les lignes horizontales correspondent aux débits maximaux en cas de contrôle à l'entrée pour différentes hauteurs d'eau dans le bassin de l'avaloir (0,3 m ; 0,5 m ; 0,7 m et 0,9 m). Les courbes

correspondent aux débits maximaux en cas de contrôle à la sortie selon la pente et le diamètre et le type de drain.



Étape 5 : Calculer le temps nécessaire pour évacuer l'eau de ruissellement.

$$T_{\text{évac}} = 2 \times T_c + \frac{[T_c \times (Q_p - Q_m)]^2}{(Q_p \times Q_m) \times 3600}$$

Où

T_{évac} : Temps d'évacuation de l'eau de ruissellement (en h)
V_r : Volume ruisselé (en m³)
Q_p : Débit de pointe du bassin versant (en m³/s)
Q_m : Débit maximal de la structure (en m³/s)
T_c : Temps de concentration (en h), calculé à partir des informations présentées dans la fiche « Évaluation des débits de pointe pour les petits bassins versants agricoles du Québec ».

Si le temps d'évacuation calculé est supérieur à la tolérance des cultures à la submersion, on doit reprendre les calculs à partir de l'étape 4 en augmentant le diamètre du drain et de l'avaloir utilisé ou la pente du drain, ou en choisissant un drain dont la rugosité interne est moins élevée.

Étape 6 : Calculer le volume nécessaire du bassin de rétention d'eau.

$$V_b = \frac{V_r \times (Q_p - Q_m)^2}{Q_p^2} = \frac{T_c \times (Q_p - Q_m)^2}{Q_p}$$

Où

V_b : Volume du bassin de rétention (en m³)
V_r : Volume ruisselé (en m³)
Q_p : Débit de pointe du bassin versant (en m³/s)
Q_m : Débit maximal de la structure (en m³/s)
T_c : Temps de concentration (en h)

Si le volume du bassin de rétention calculé excède la capacité de stockage de l'eau au champ, il faut reprendre les calculs à partir de l'étape 4 en augmentant le diamètre du drain et de l'avaloir utilisé ou la pente du drain, ou en choisissant un drain avec une rugosité interne moins élevée.

Références

Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec. 1990. *Normes de conception et d'exécution pour les travaux de conservation et gestion du sol et de l'eau*. Publication interne.

Schwab, G.O., D.D. Fangmeier, W.J. Elliot et R.K. Frevert. 1993. *Soil and Water Conservation Engineering*, 4th edition. John Wiley & Sons, États-Unis d'Amérique.

United States Department of Agriculture (USDA). 1984. « Hydraulics ». Chapitre 3 in *Engineering Field Manual*. Soil Conservation Service. <http://www.info.usda.gov/CED/ftp/CED/EFH-Ch03.pdf> (page visitée le 18 avril 2007).

Cette fiche technique a été réalisée grâce à un partenariat entre Agriculture et Agroalimentaire Canada (AAC) et le ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec (MAPAQ). Elle fait partie d'une série visant à promouvoir les aménagements hydro-agricoles pour améliorer le drainage de surface et lutter contre l'érosion en milieu agricole. Les autres fiches de la série sont les suivantes : Diagnostic et solutions de problèmes d'érosion au champ et de drainage de surface; Avaloirs et puisards; Puits d'infiltration; Tranchées filtrantes; Évaluation des débits de pointe pour les petits bassins versants agricoles du Québec.

Réalisation : Nicolas Stämpfli, Centre Brace pour la gestion des ressources hydriques (Université McGill)
Infographie : Helen Cohen Rimmer (HCR Photo)

Comité de rédaction : Robert Beaulieu (MAPAQ), Isabelle Breune (AAC), Mikael Guillou (MAPAQ)

Comité de révision (MAPAQ) : Bernard Arpin, Émilie Beaudoin, Jacques Goulet, Georges Lamarre, Donald Lemelin, Ghislain Poisson, Victor Savoie

Pour plus d'informations :

Agriculture et Agroalimentaire Canada,
Services régionaux, région du Québec,
Gare maritime Champlain
901, rue du Cap-Diamant, no 350-4
Québec (Québec) G1K 4K1
Téléphone : 418.648.3316

Dernière mise à jour : nov. 2008