

Les problématiques des cours d'eau et réflexions d'un point de vue hydraulique

par

Robert Lagacé, ing., agr.

Département des sols et de génie agroalimentaire
Université Laval

10 avril 2013



Plan de la présentation

- 1. Définition et description**
- 2. Types d'écoulement + lois d'écoulement**
- 3. Écoulement uniforme - Manning**
- 4. Dégradation / aggradation du profil**
- 5. Dégradation des talus**
- 6. Concepts de stabilité**

Plan de la présentation (suite)

7. Géométrie et impacts

8. Cours d'eau à deux niveaux

9. Ponceaux

10. Philosophies et courants de pensée

1. Définition et description

Cours d'eau

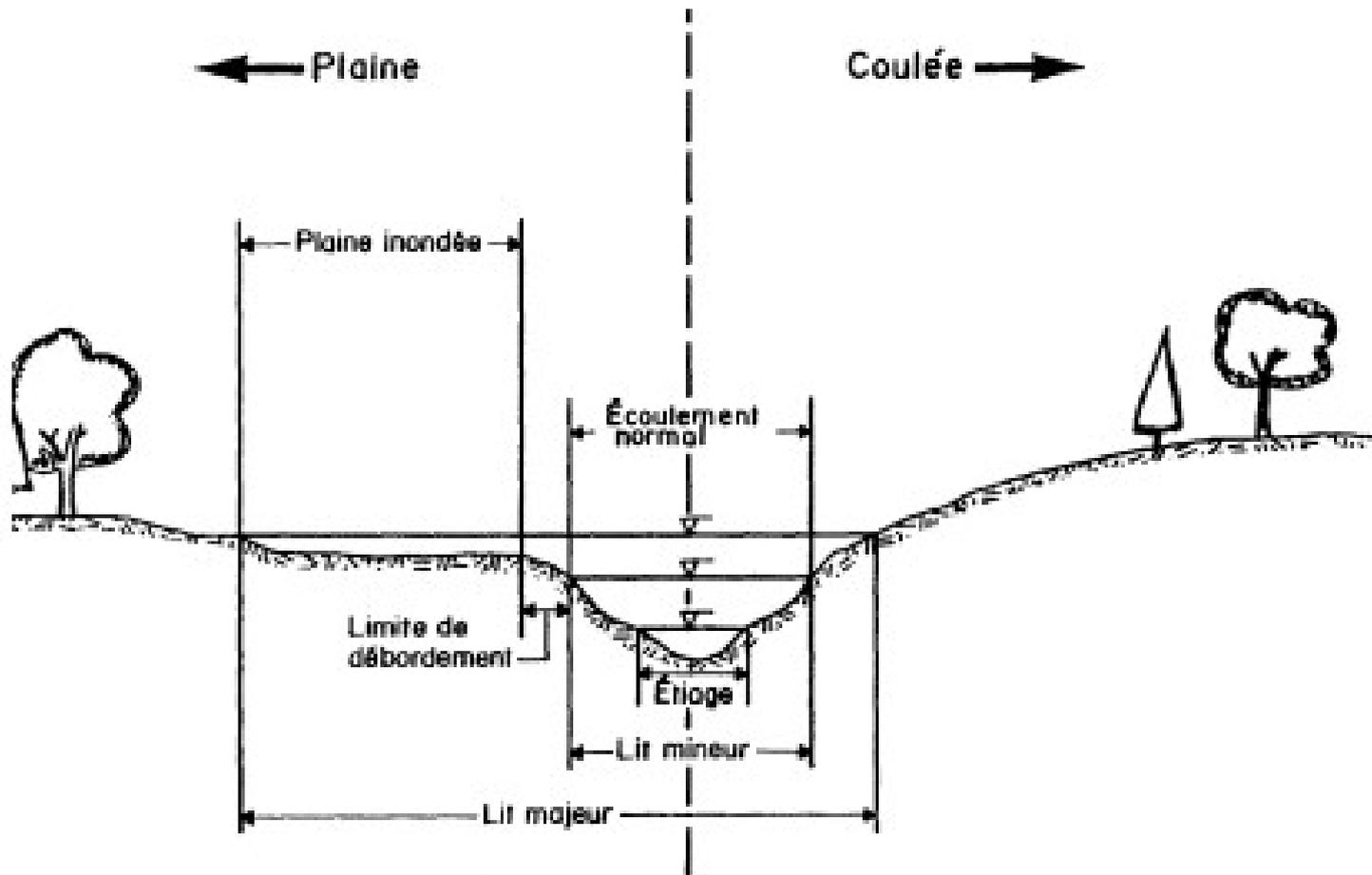


COURS D'EAU - DÉFINITION

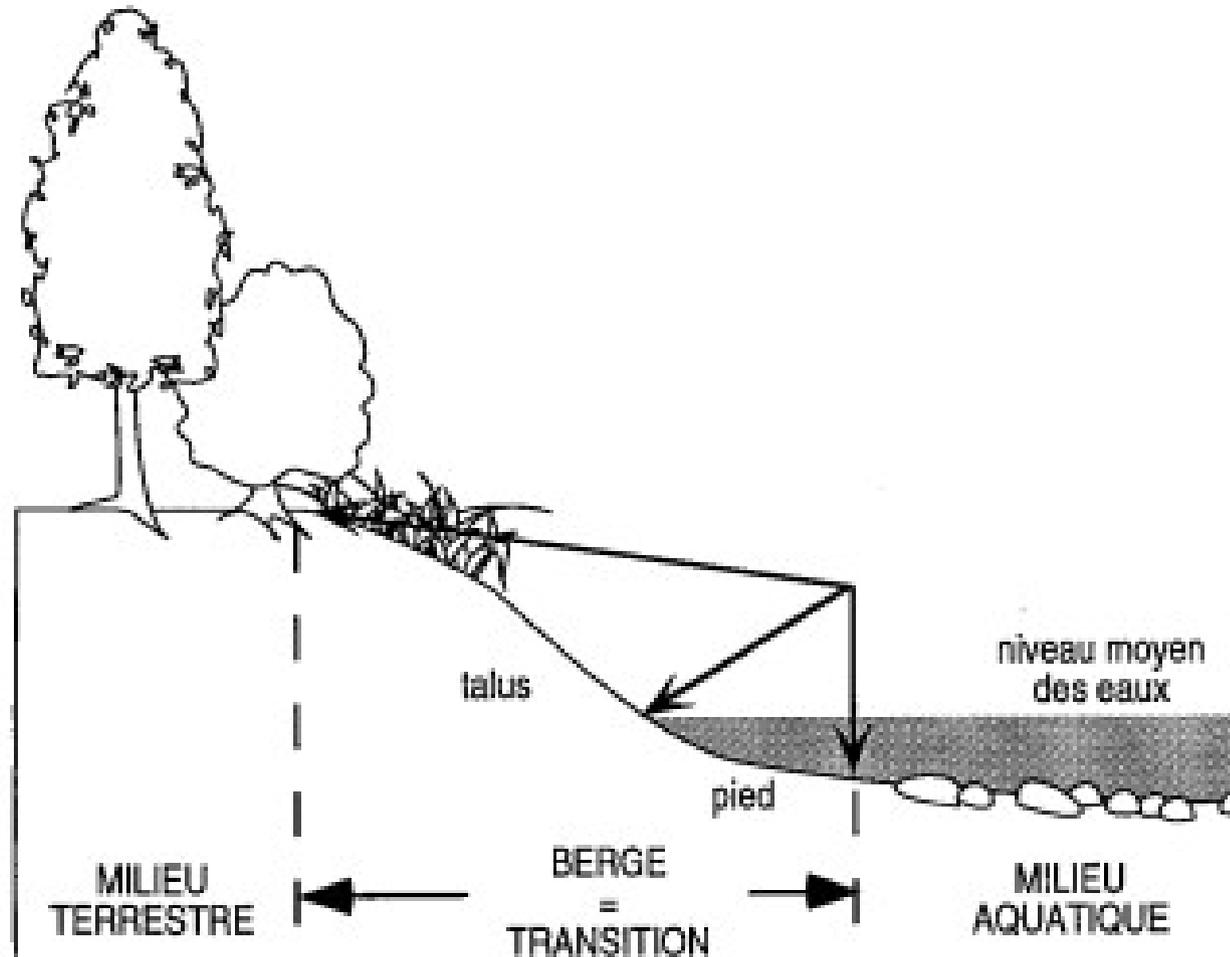
Définition légale au Québec

Tout chenal dans lequel s'écoule un flux d'eau continu ou temporaire. Il est un terme général pour désigner un fleuve, une rivière, un ruisseau, un torrent, un canal, un oued.

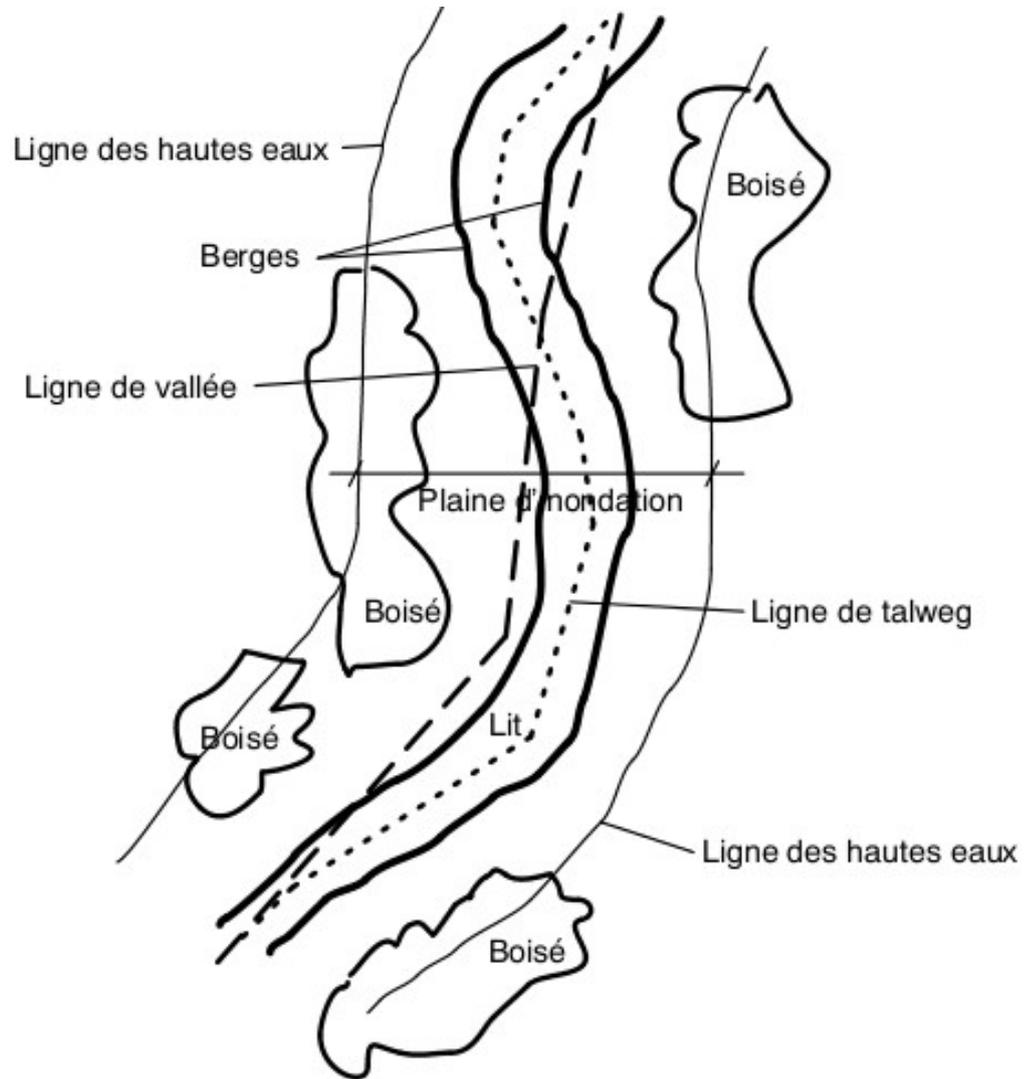
COURS D'EAU - VUE TRANSVERSALE



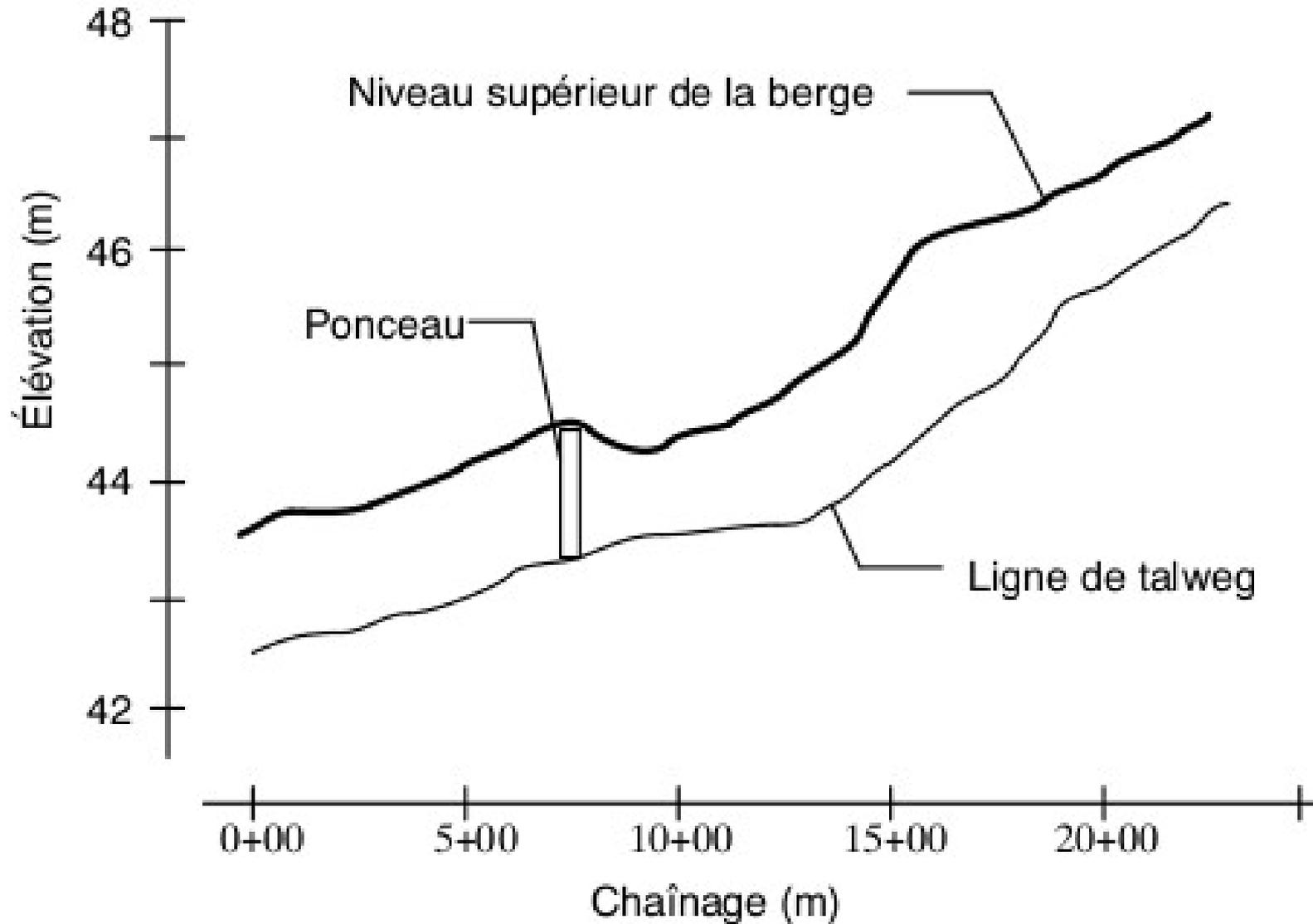
La berge (Vernier, 1995)



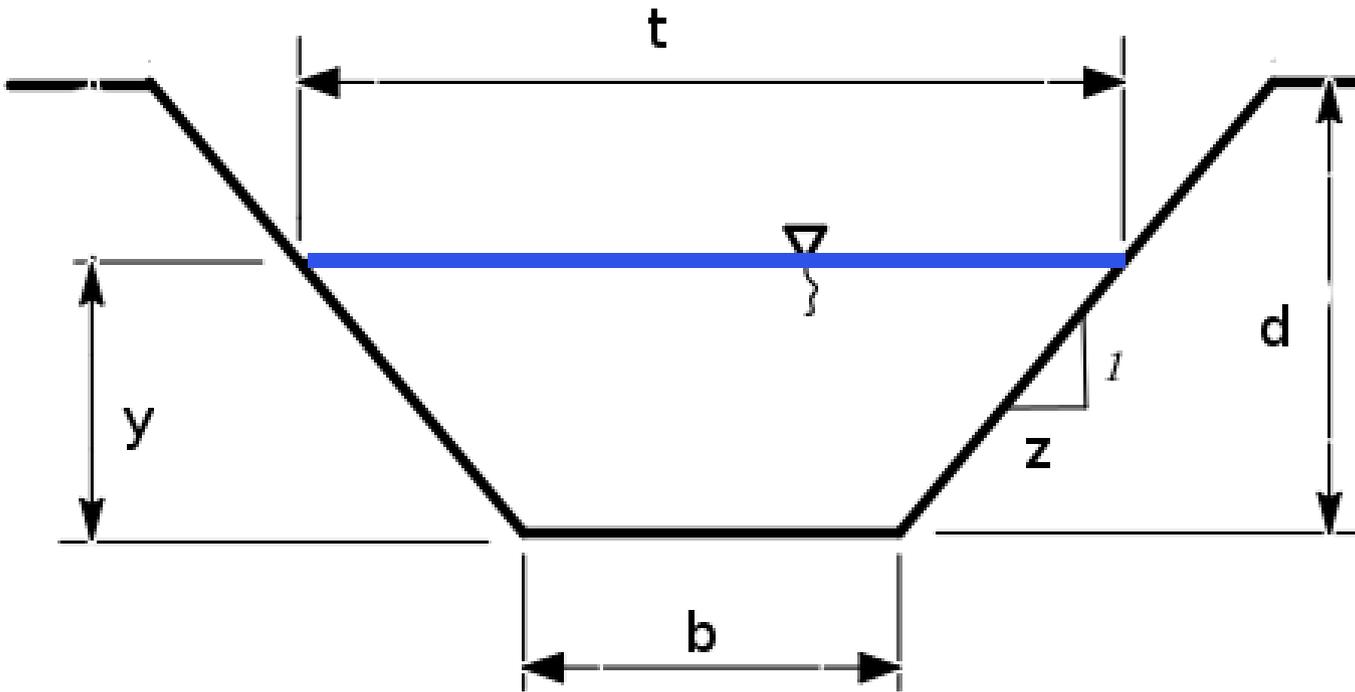
VUE LONGITUDINALE - CORRIDOR



PROFIL LONGITUDINAL



CARACTÉRISTIQUES GÉOMÉTRIQUES



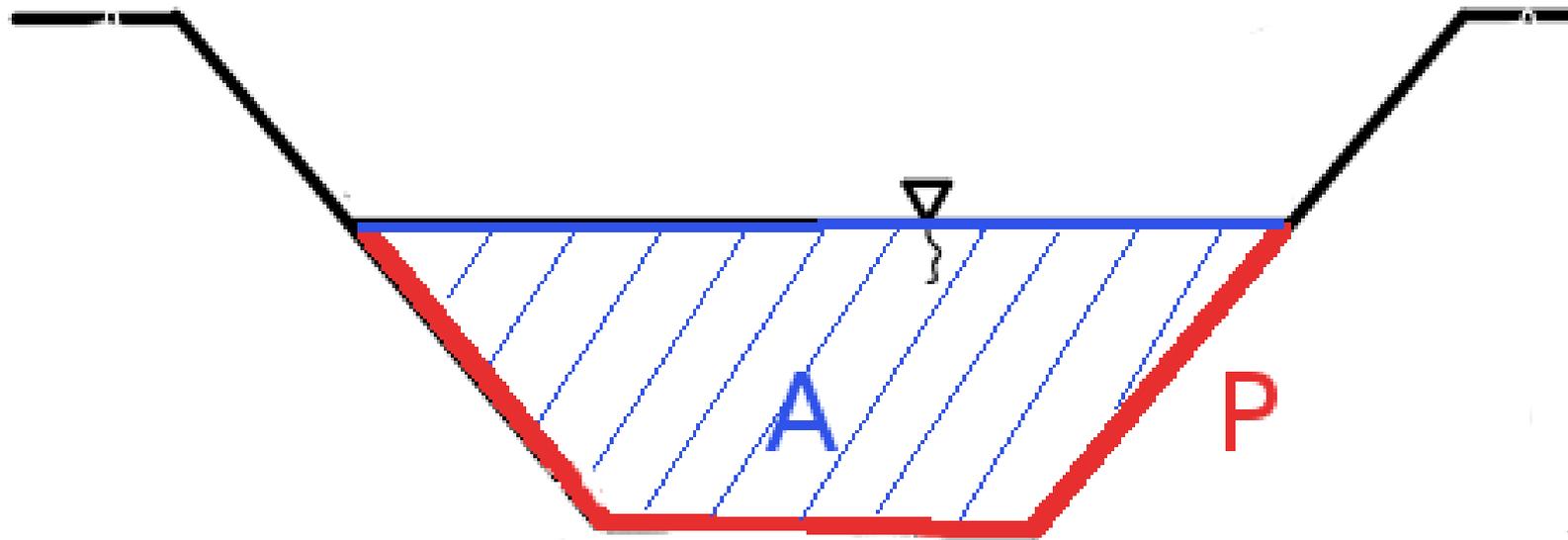
y = profondeur d'écoulement

b = largeur au fond

t ou w = largeur au plafond

z = pente des talus

CARACTÉRISTIQUES GÉOMÉTRIQUES



$$R_h = \frac{A}{P}$$

P = périmètre mouillé

A = section d'écoulement

R_h = rayon hydraulique

2. Types d'écoulement – Lois d'écoulement

ÉCOULEMENT UNIFORME



ÉCOULEMENT GRADUELLEMENT MODIFIÉ



ÉCOULEMENT RAPIDEMENT MODIFIÉ



LOI - CONTINUITÉ

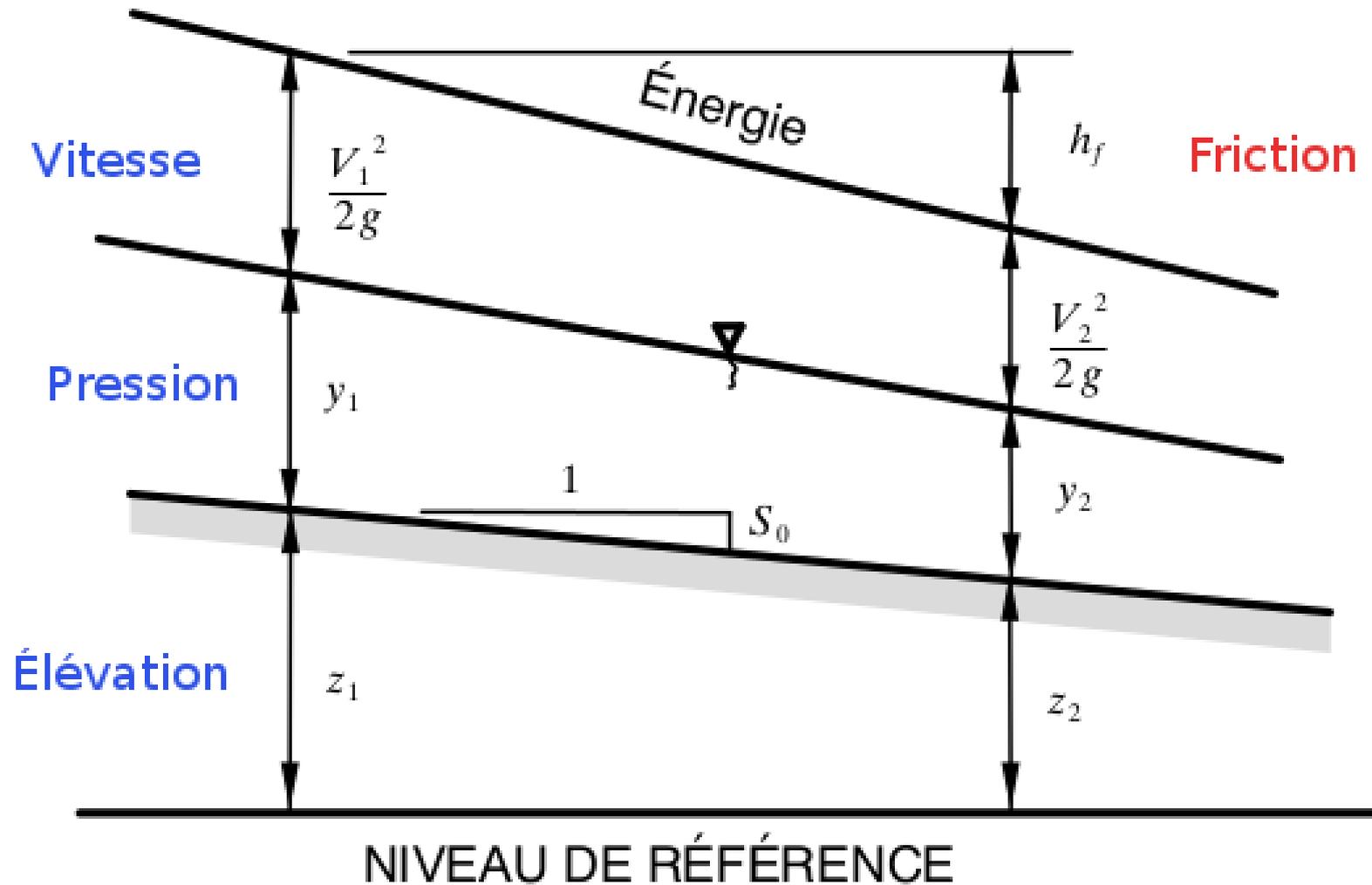
$$Q = V A$$

Q = débit

V = vitesse

A = section d'écoulement

LOI – CONSERVATION D'ÉNERGIE



3. Écoulement uniforme - Manning

ÉQUATION de MANNING

$$V = \frac{1}{n} Rh^{2/3} S^{1/2}$$

V = vitesse

n = coefficient de friction

Rh = rayon hydraulique

S = pente du cours d'eau

Coefficient de rugosité «**n**»

- **Rugosité du lit et des parois**
- **Irrégularités**
- **Changement dans la section**
- **Obstacles**
- **Végétation**
- **Sinusoité du cours d'eau**

n [0,02 – 0,15]

Rugosité du lit et des parois



Obstacles



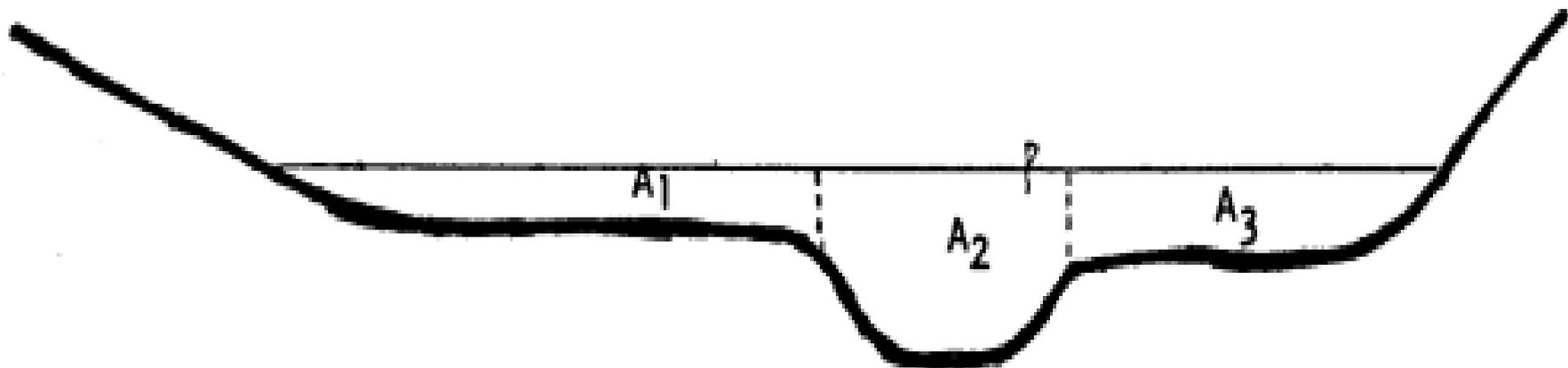
Végétation



Sinusoité

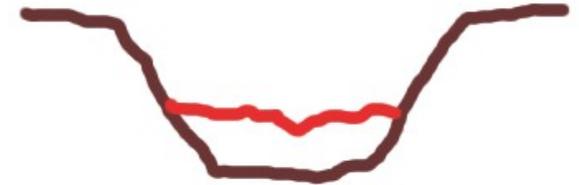
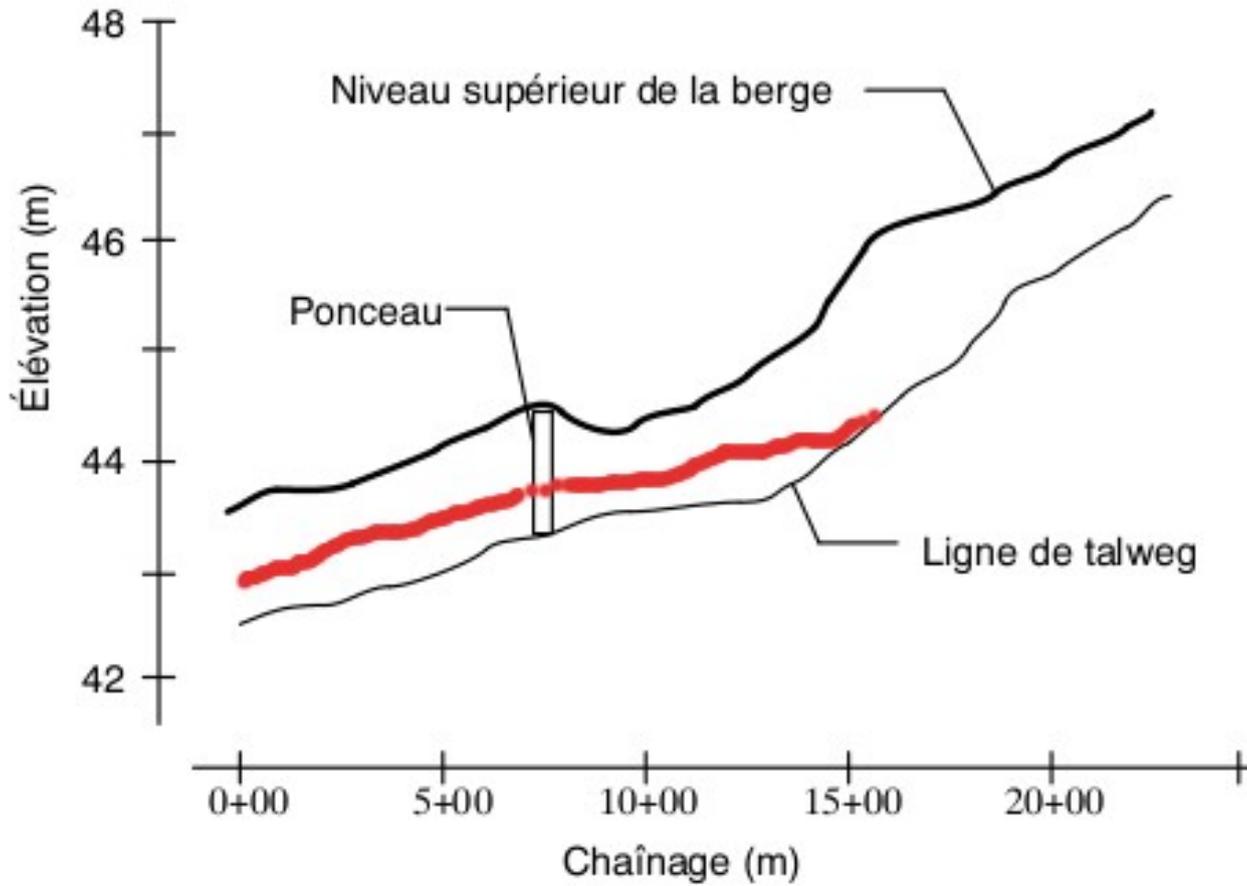


SECTION COMPLEXE

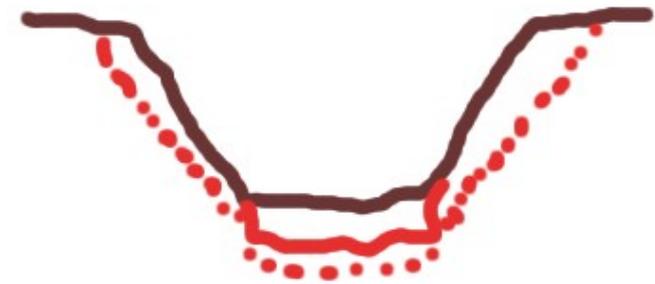
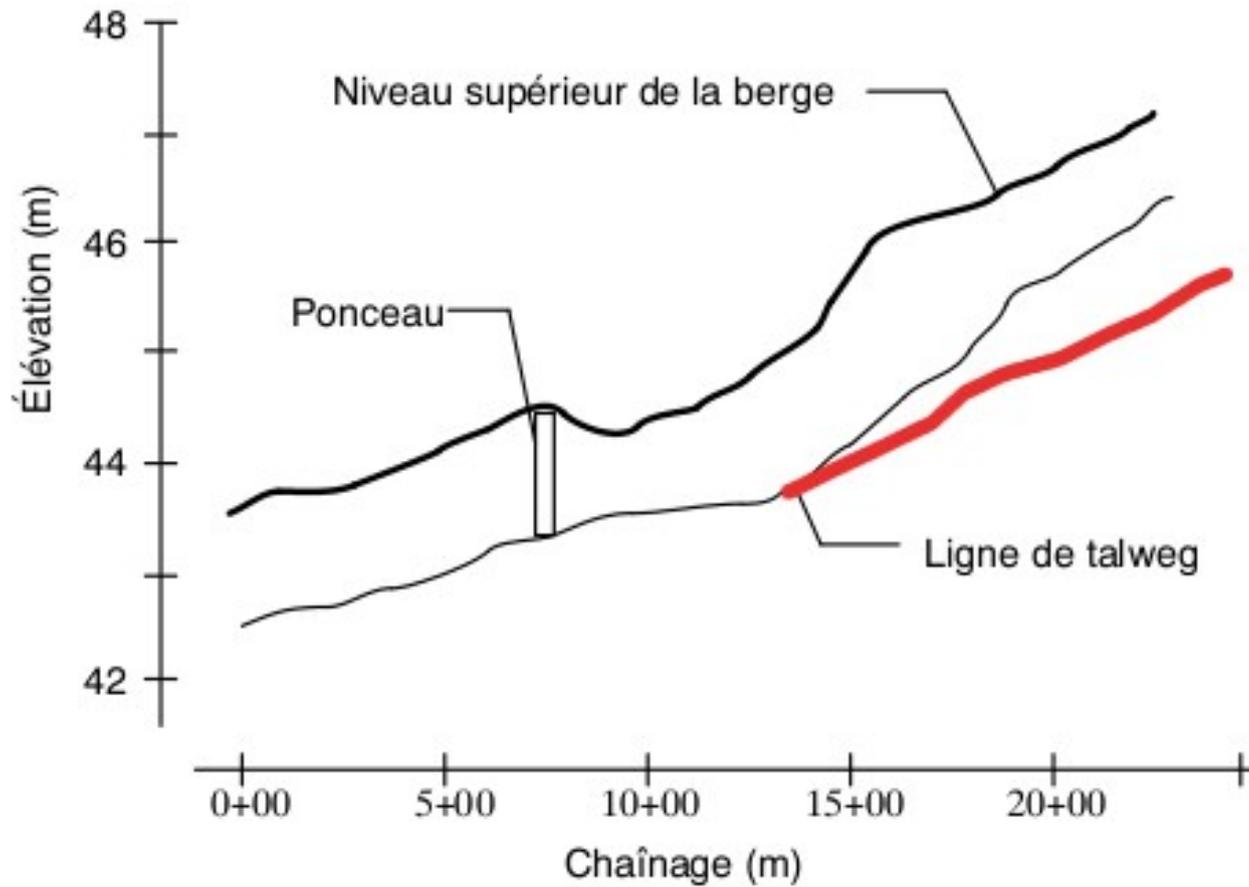


4. Dégradation / aggradation du profil

AGGRADATION

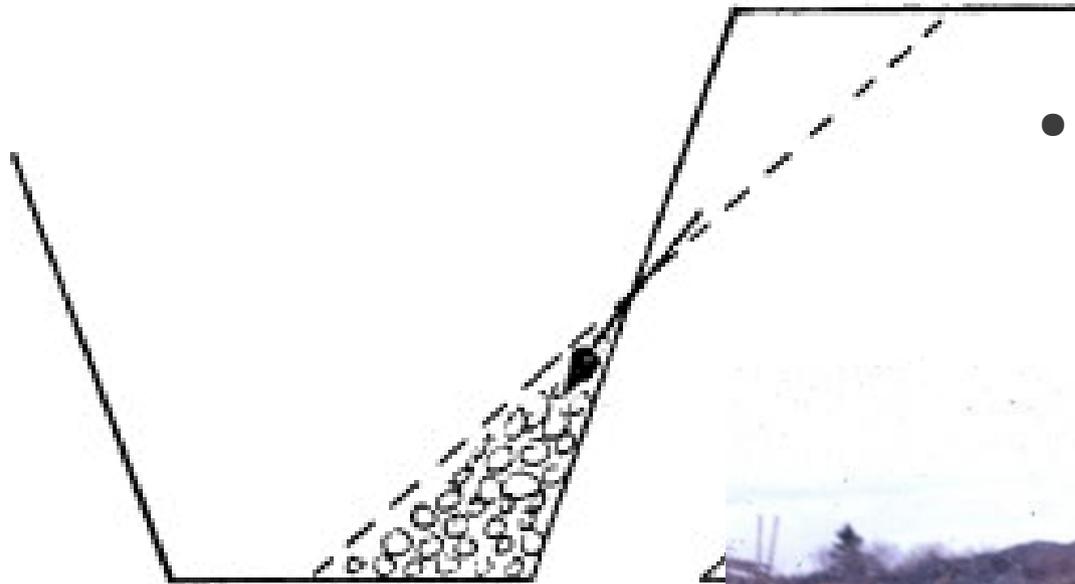


DÉGRADATION



5. Dégradation des talus

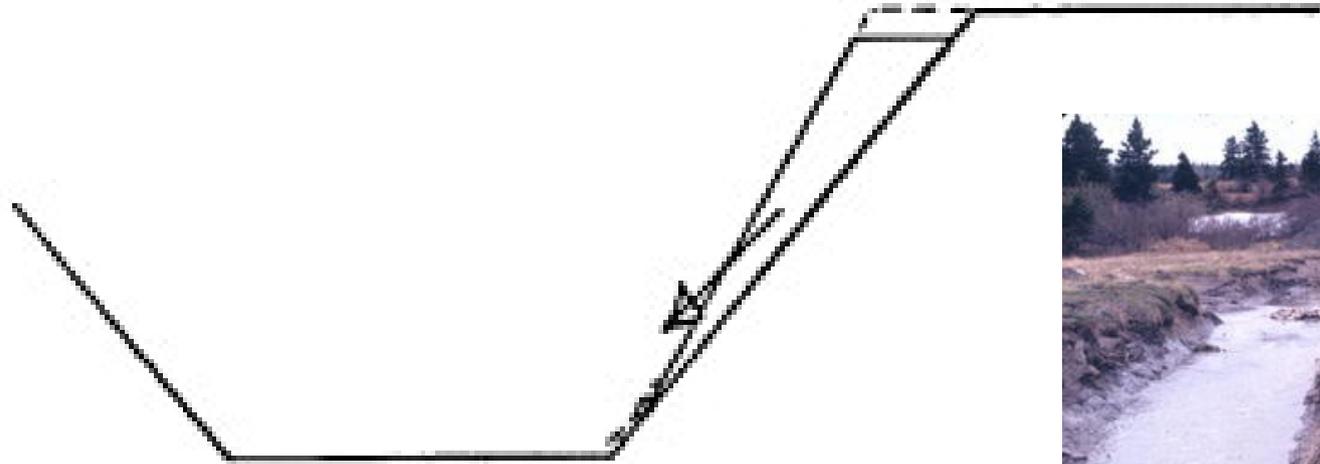
Résistance mécanique des talus



- Sols pulvérulents
– Angle de repos

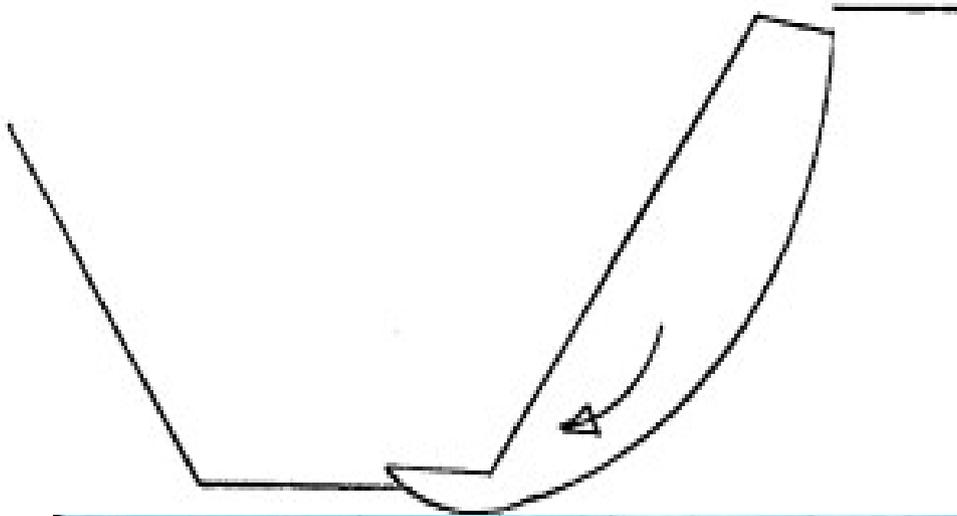


Résistance mécanique des talus

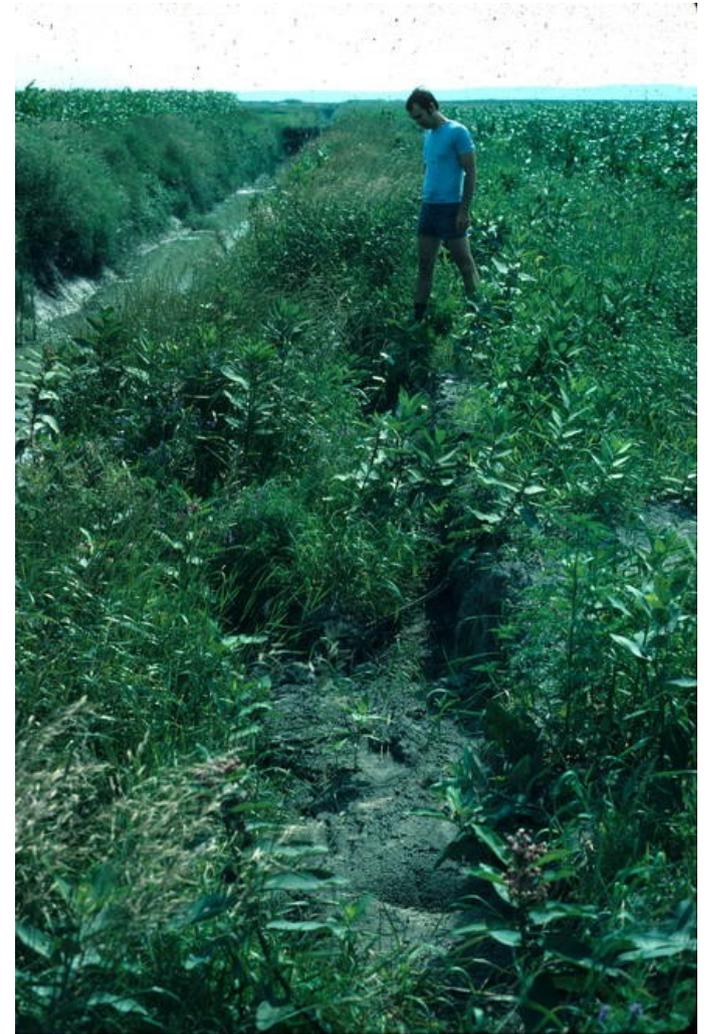


- Sols cohérents –
Angle de repos

Résistance mécanique des talus



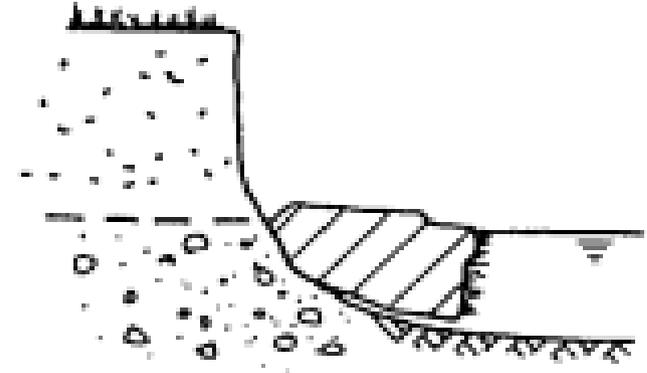
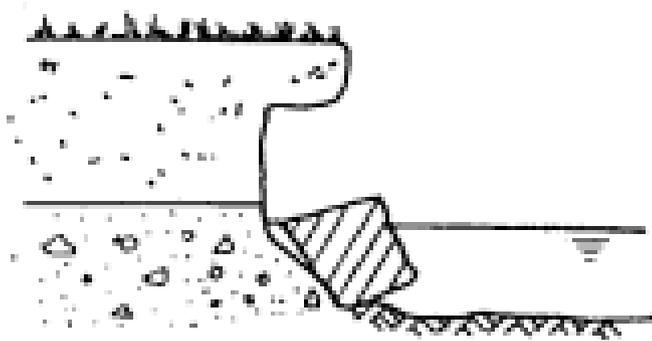
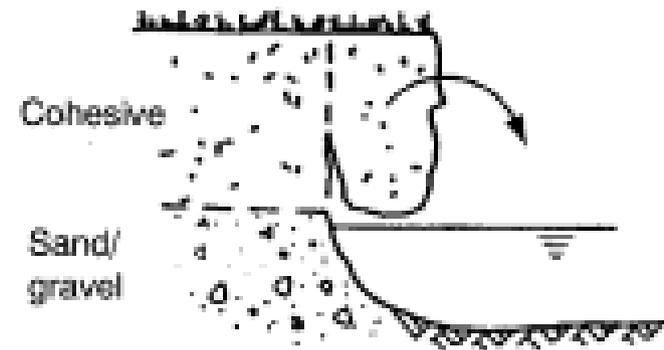
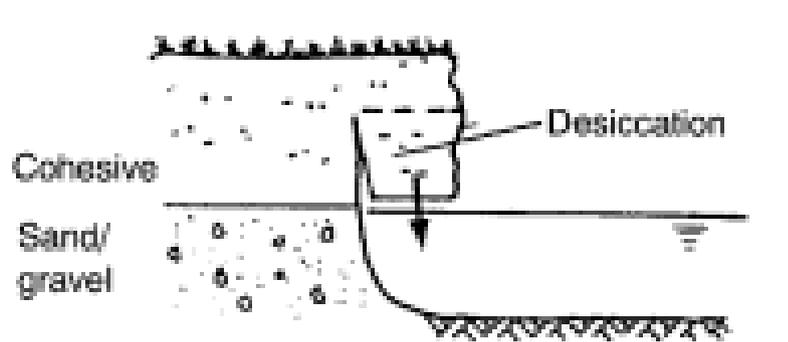
- Cercle de rupture



Pieds de talus – Vitesse



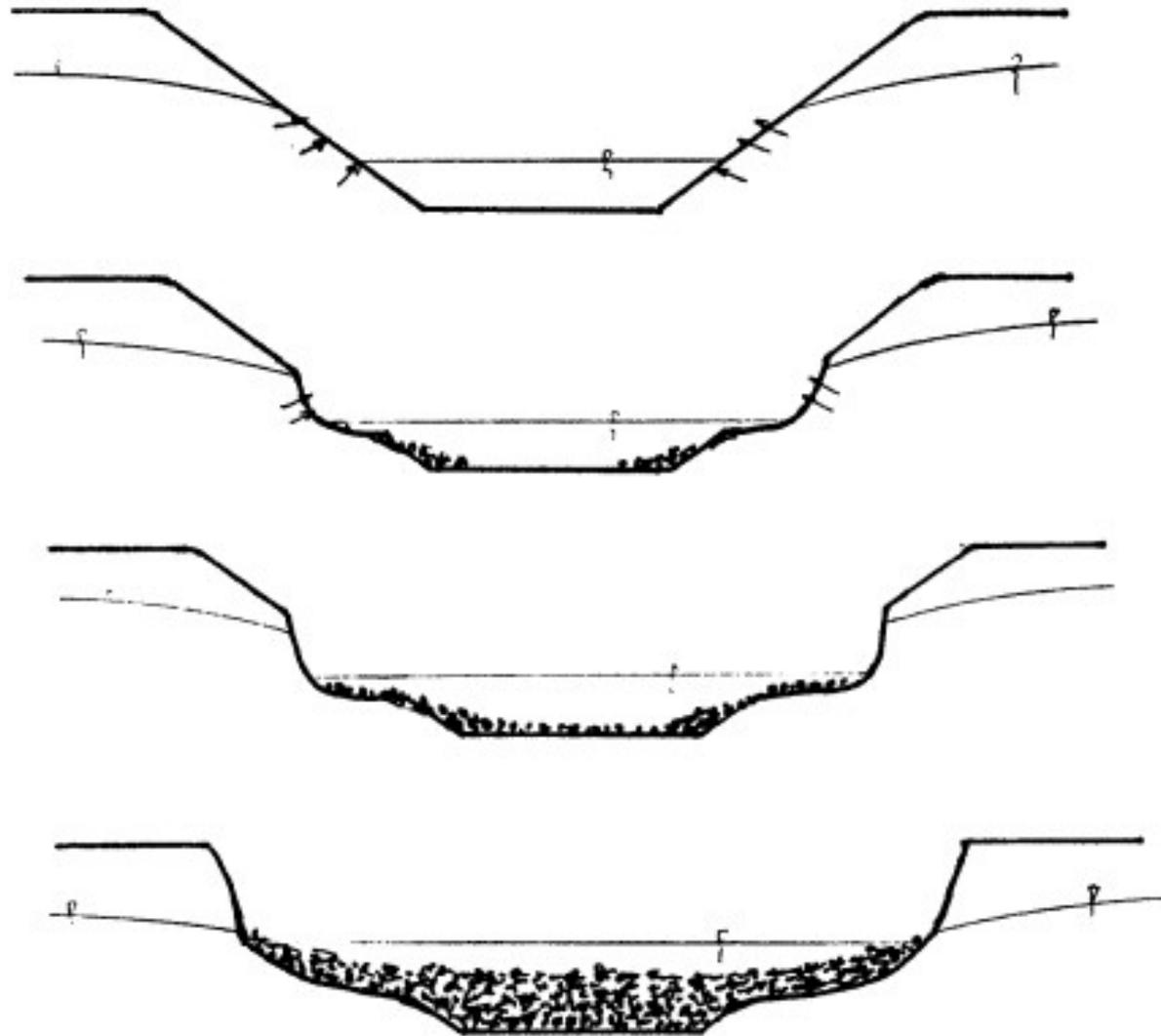
Pieds de talus – sol moins résistant



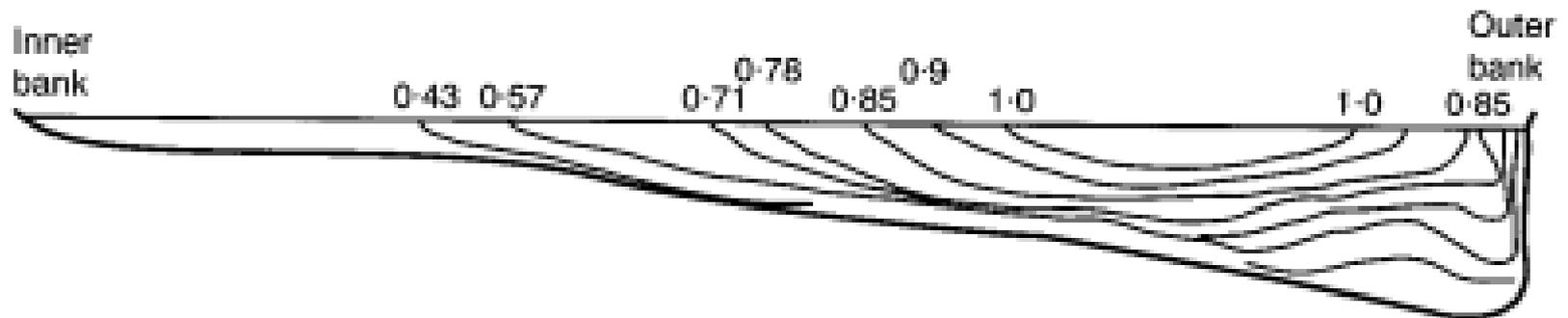
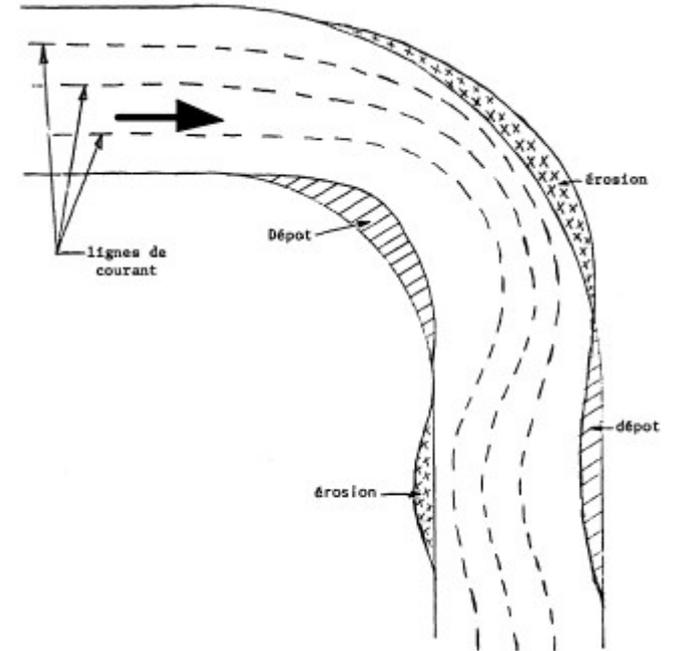
Pieds de talus – Suintement



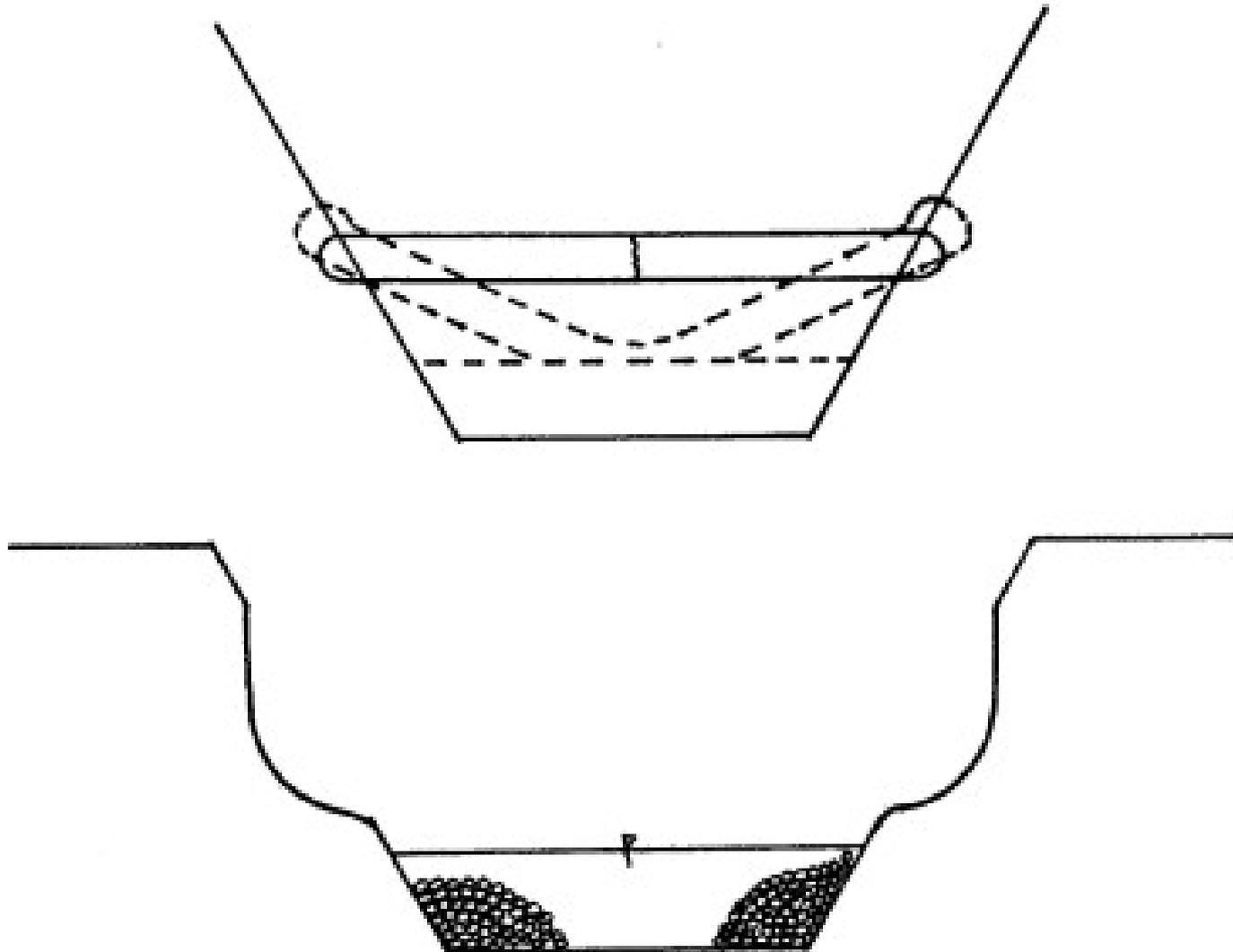
Pieds de talus – Sable avec nappe



Courbes



Glaces



6. Concepts de stabilité

Vitesse maximale

$V < V_{max}$

- Type de sol
- Profondeur d'écoulement
- Végétation
- Matériaux (type, grosseur)
 - Ex cailloux 10 cm
(Tables de **V_{max}**)

(Méthode la plus utilisée)

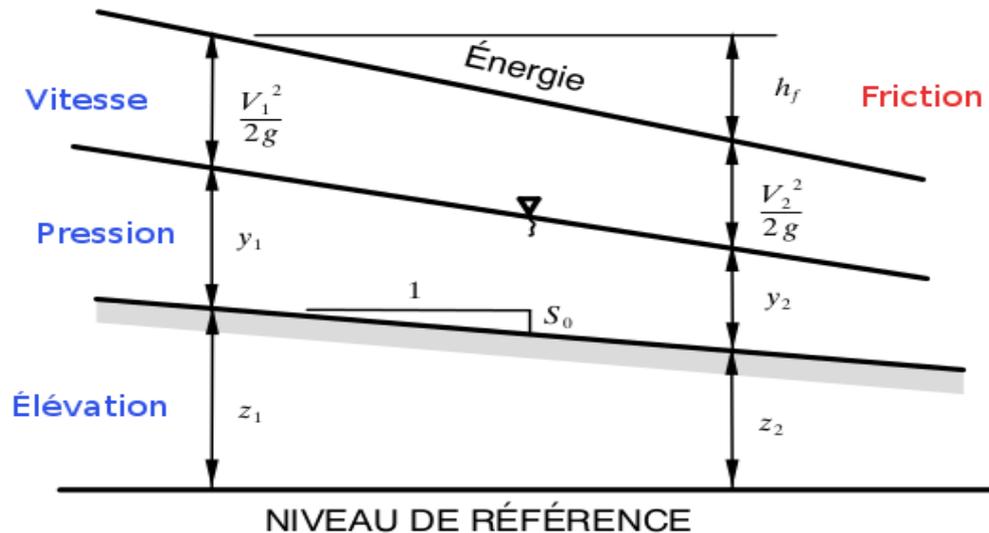
Force de cisaillement

- Force de cisaillement de l'eau < force de résistance du matériel (fond et talus)
- Utilisée aux États-Unis

Équilibre fluvial

- Utilisée dans les zones alluviales
- Capacité de transport du cours d'eau en équilibre avec la quantité de sédiment que reçoit le cours d'eau
- Demande des mesures de concentration de sédiments

Puissance spécifique



$$\omega = \frac{Q}{W} = \frac{\rho g Q_b S}{W}$$

$$\omega > 100 \text{ W/m}^{-2}$$

$$35 \text{ W/m}^{-2} < \omega < 100 \text{ W/m}^{-2}$$

$$5 \text{ W/m}^{-2} < \omega < 35 \text{ W/m}^{-2}$$

$$\omega < 8 \text{ W/m}^{-2}$$

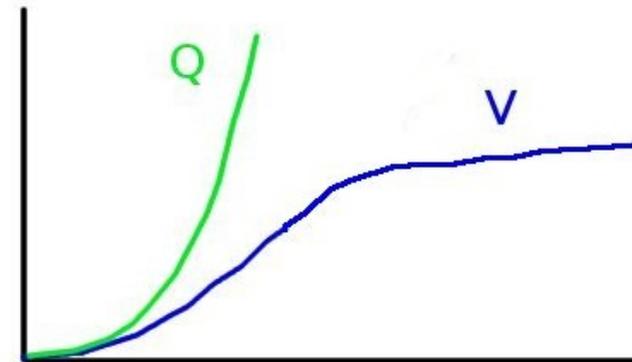
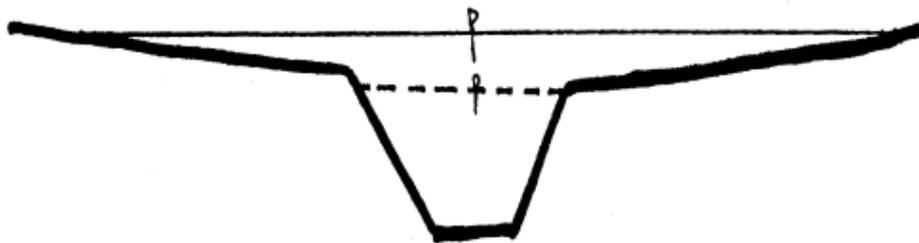
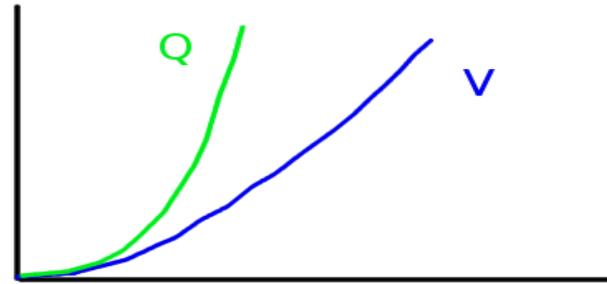
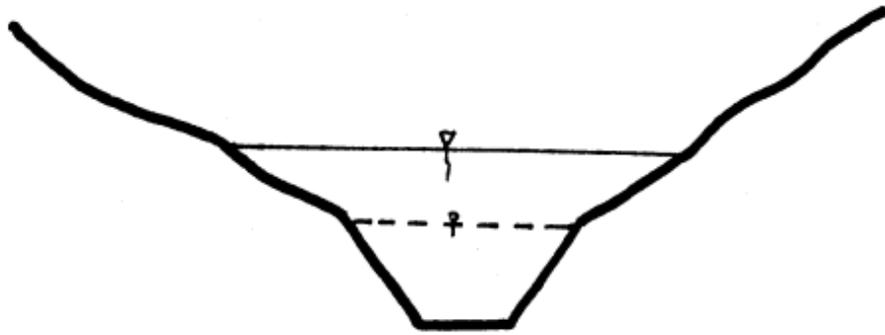
Érosion – méandres

Stable

Sédimentation

7. Géométrie – Vitesses - Débits

Géométrie – Vitesse - Débit



8. Cours d'eau à deux niveaux

Recreuser – Nettoyer (Powell et al, 2007)

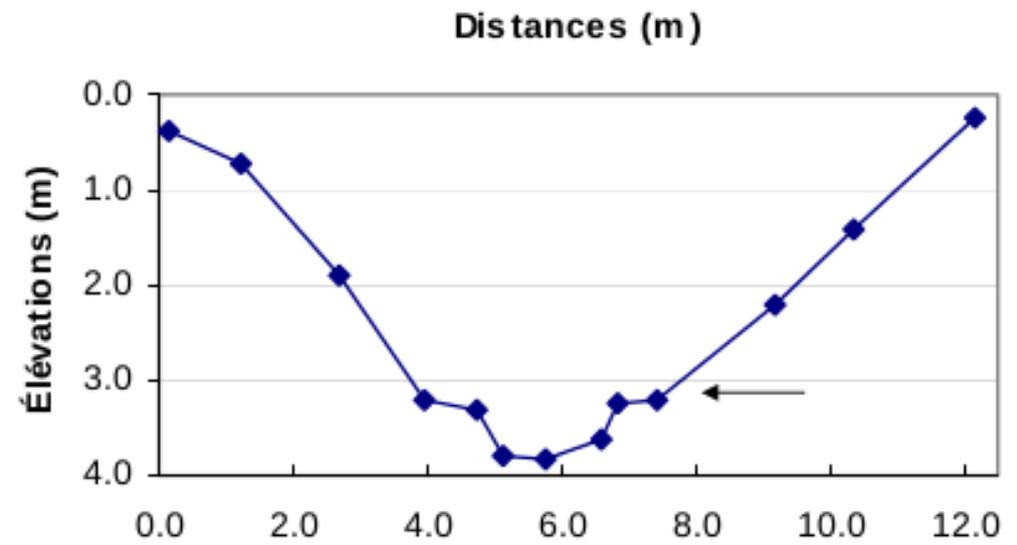


Observations



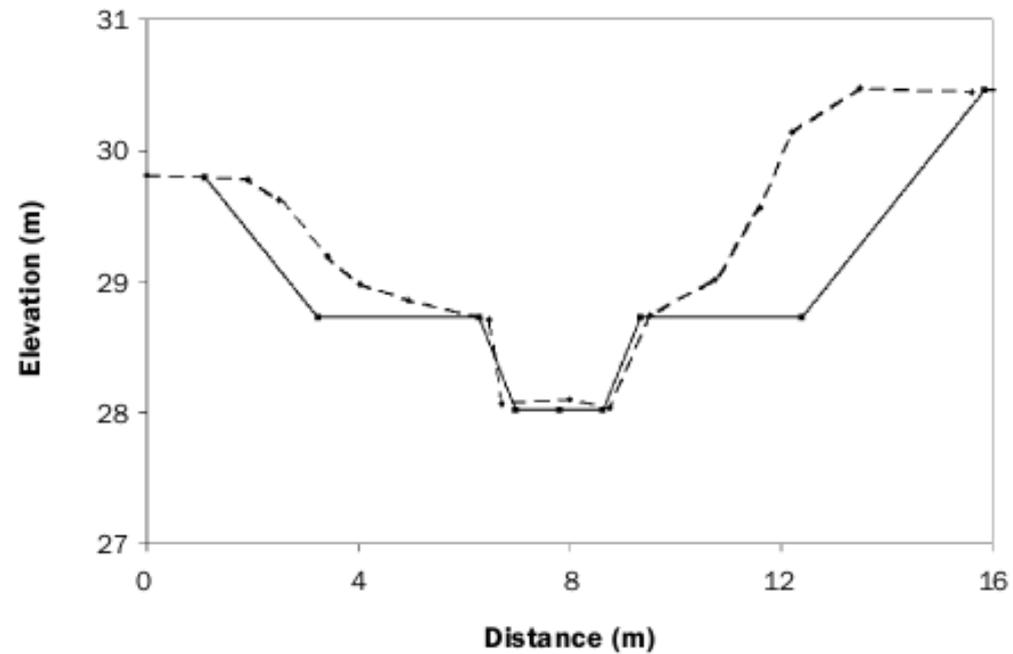
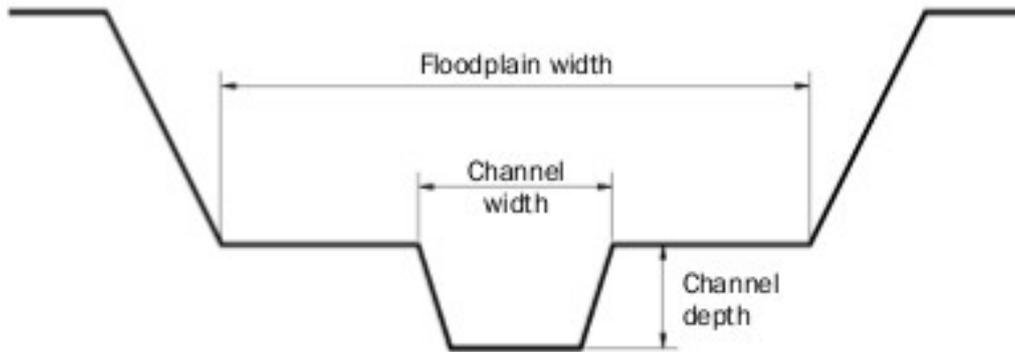
Powell et al., 2007

Coupe du lit et détermination du débit morphogène. Tronçon 2 mesure 4



Guillou, 2012

Imiter la nature (Powell et al, 2007)



Construction (Powell et al, 2007)



Caroline du Nord

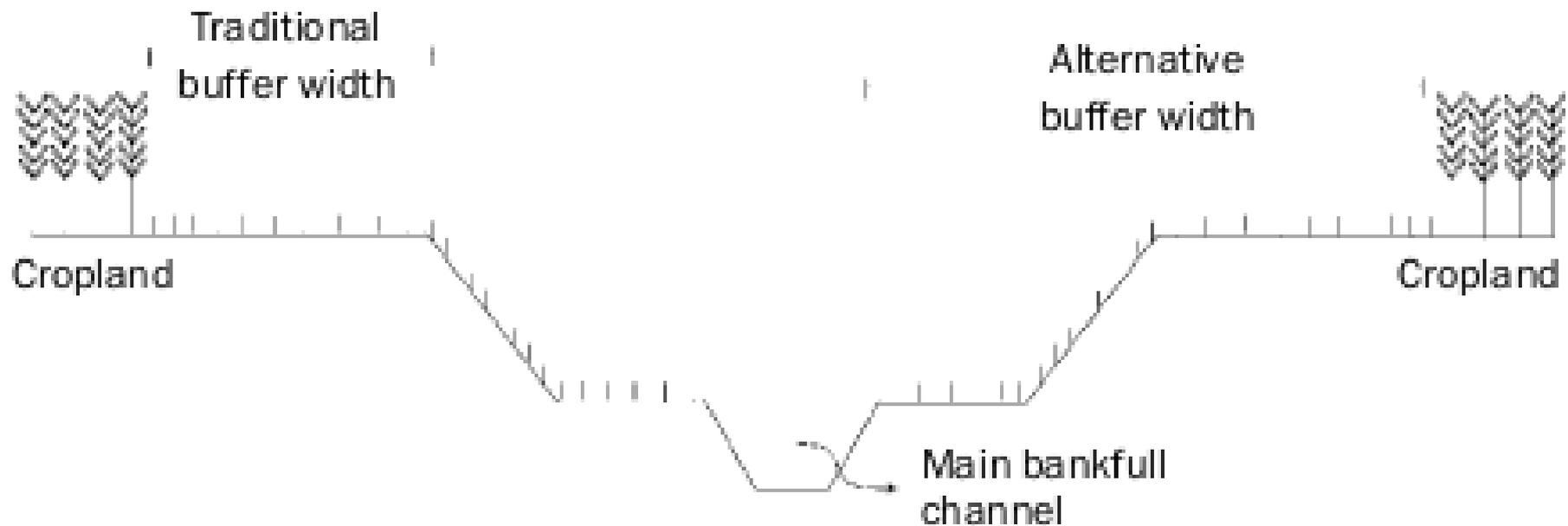




Bande riveraine (Powell et al, 2007)

Figure 10

Two-stage channel cross section with a traditional buffer strip identified on the left and a new proposed buffer strip on the right.



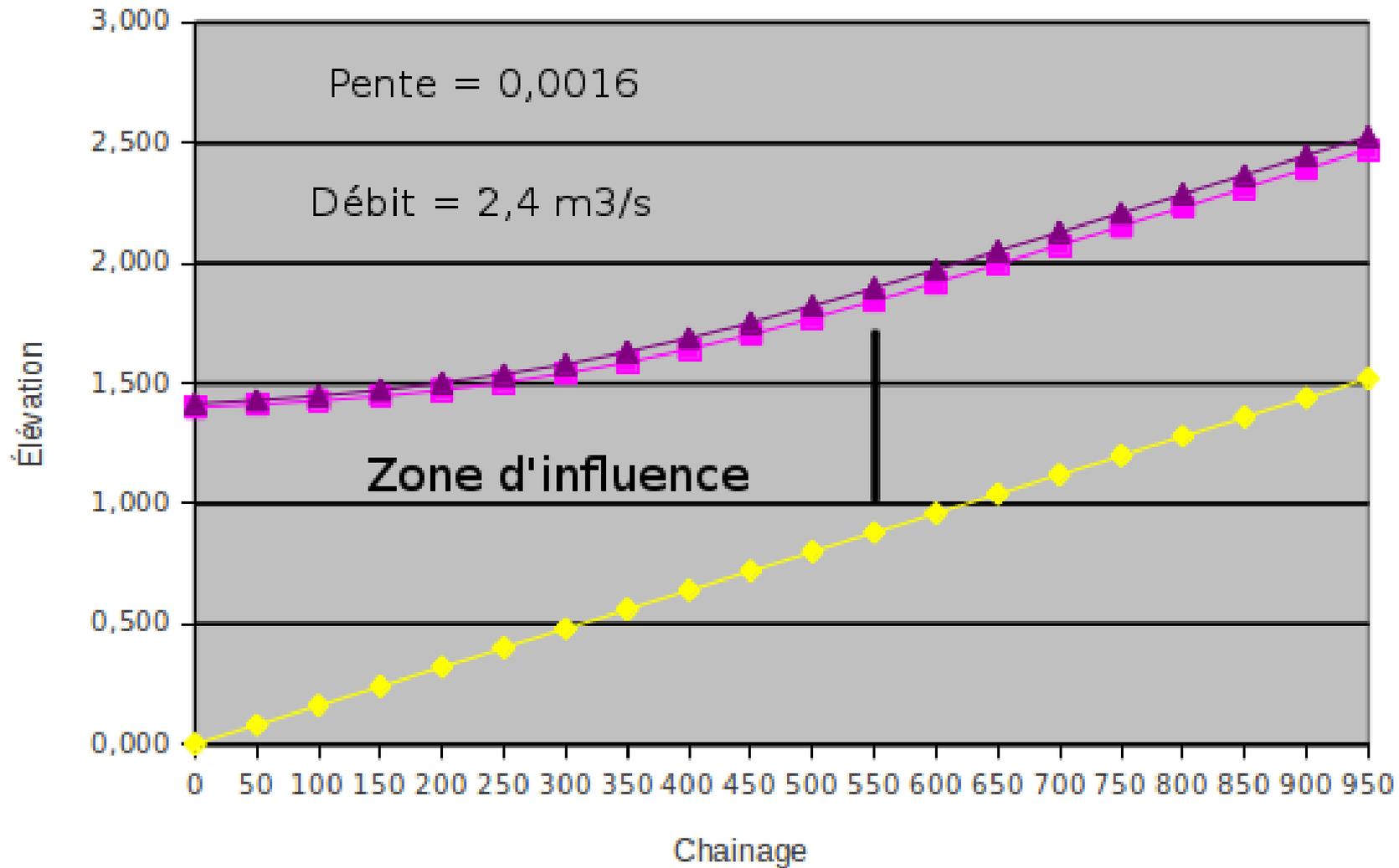
9. Ponceaux

Effet de barrage



Zone d'influence - Effet d'enfilade

Courbe de remous - Ponceau



Traverse à gué



Penser plus loin

- **Concept de fonctionnalité**
- **Concept de pérennité**

10. Philosophies et courants de pensée

Terminologie

- Restauration (restoration)
- Réhabilitation (rehabilitation)
- Amélioration (enhancement)
- Création (creation)
- Naturalisation (naturalization)
- Mitigation (mitigation)

Approches

- Approche utilitaire
- Agir ou laisser faire la nature
- Le courant de la restauration
- L'approche du USDA-NRCS
 - Design au seuil limite
 - Cours d'eau alluvionnaires
 - Cours d'eau à deux niveaux

Approches (suite)

- Approche Biotec – génie végétal
- La naturalisation
- Le génie écologique

Site WEB

http://www.grr.ulaval.ca/gae_3005/