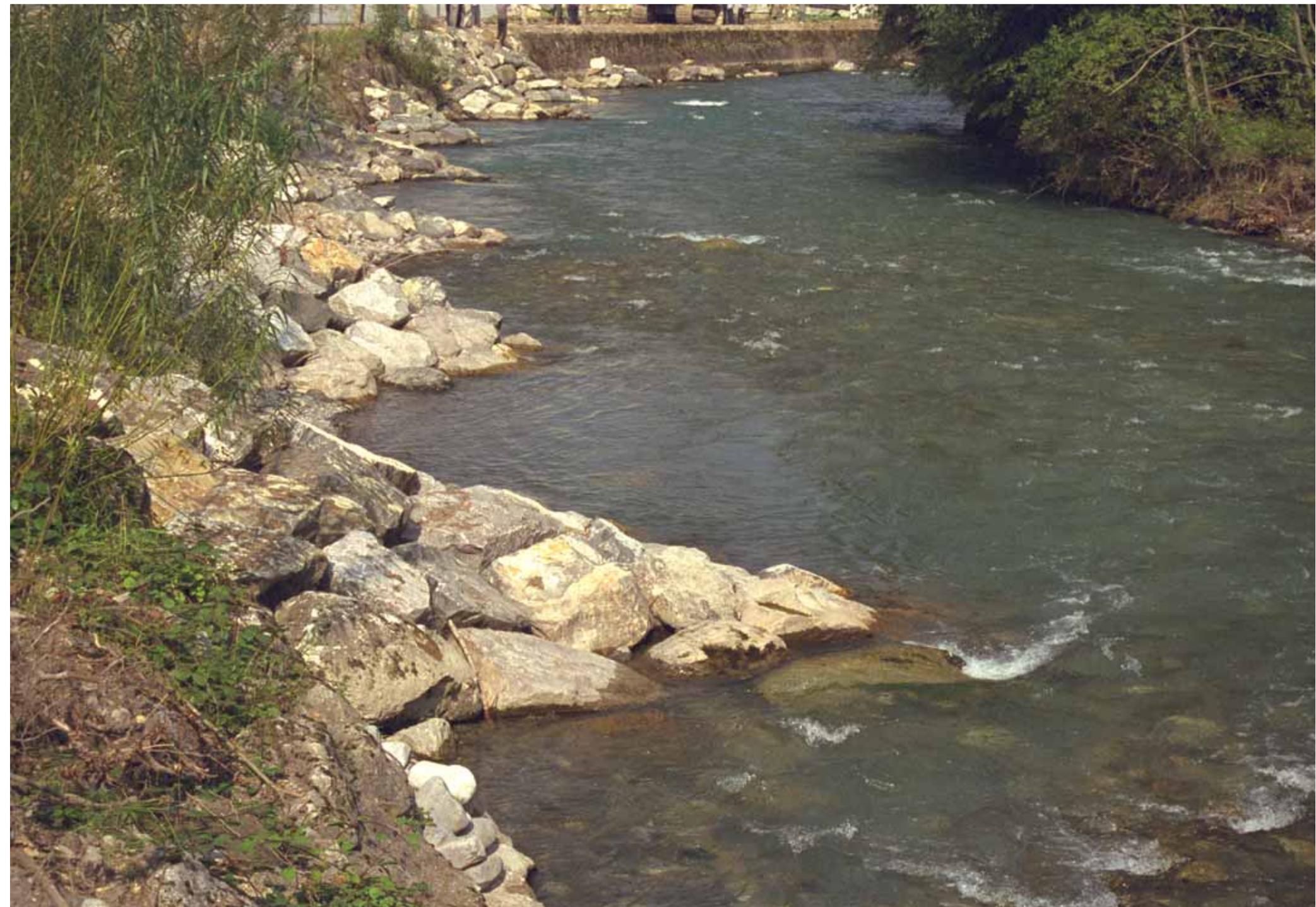
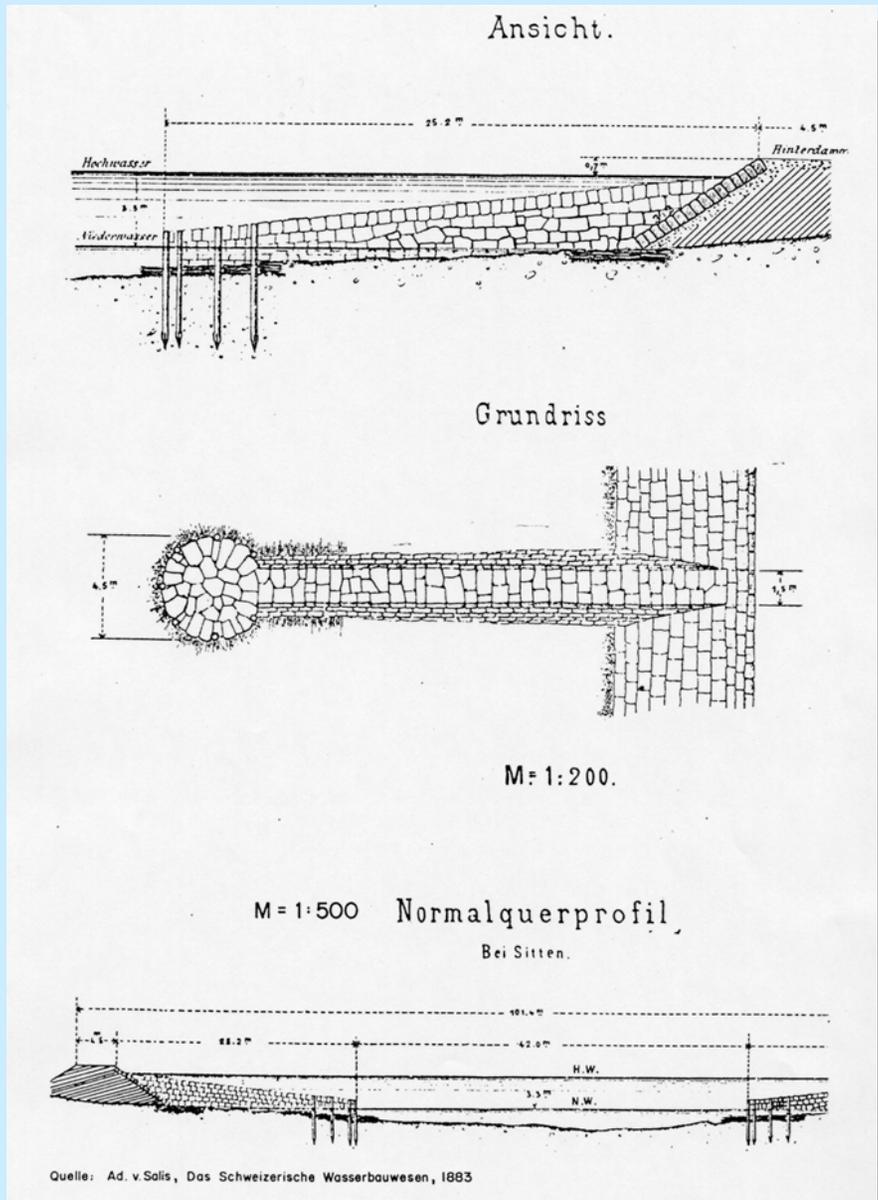


Epis en blocs



Aménagements de cours d'eau

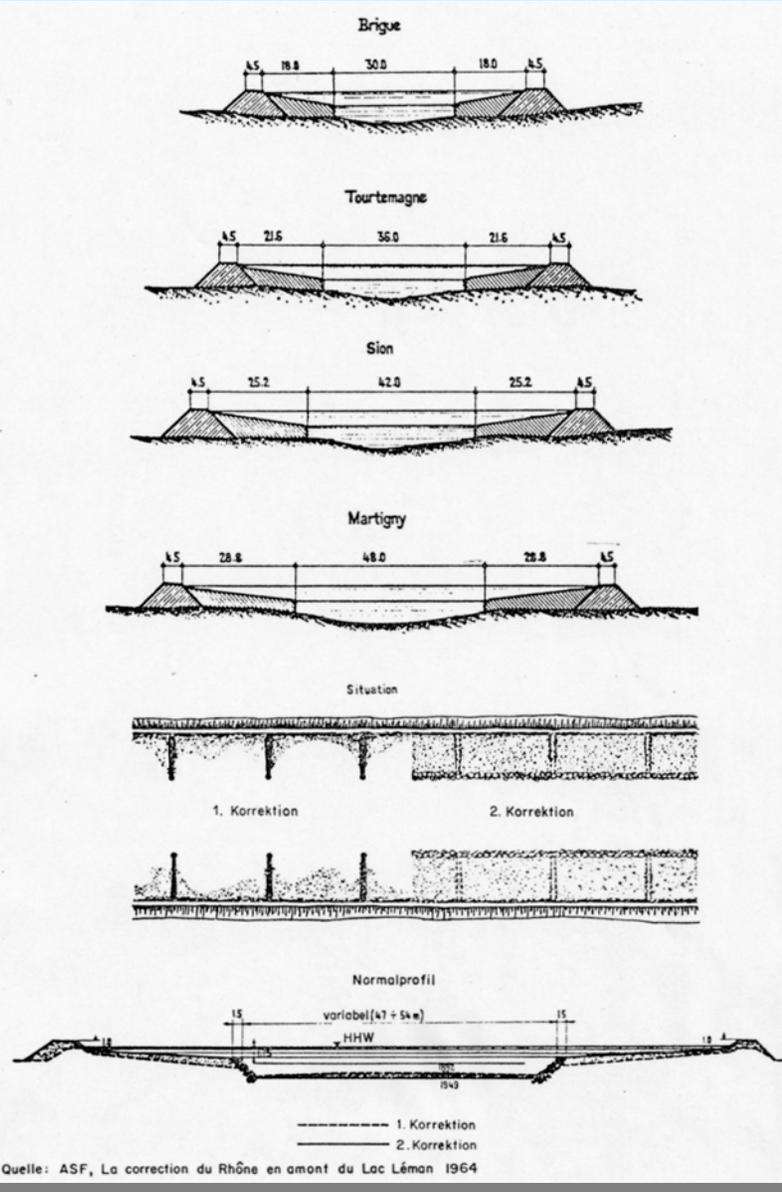


Epis en empierrement

Epis en empierrement pour la première correction du Rhône

Aménagements de cours d'eau

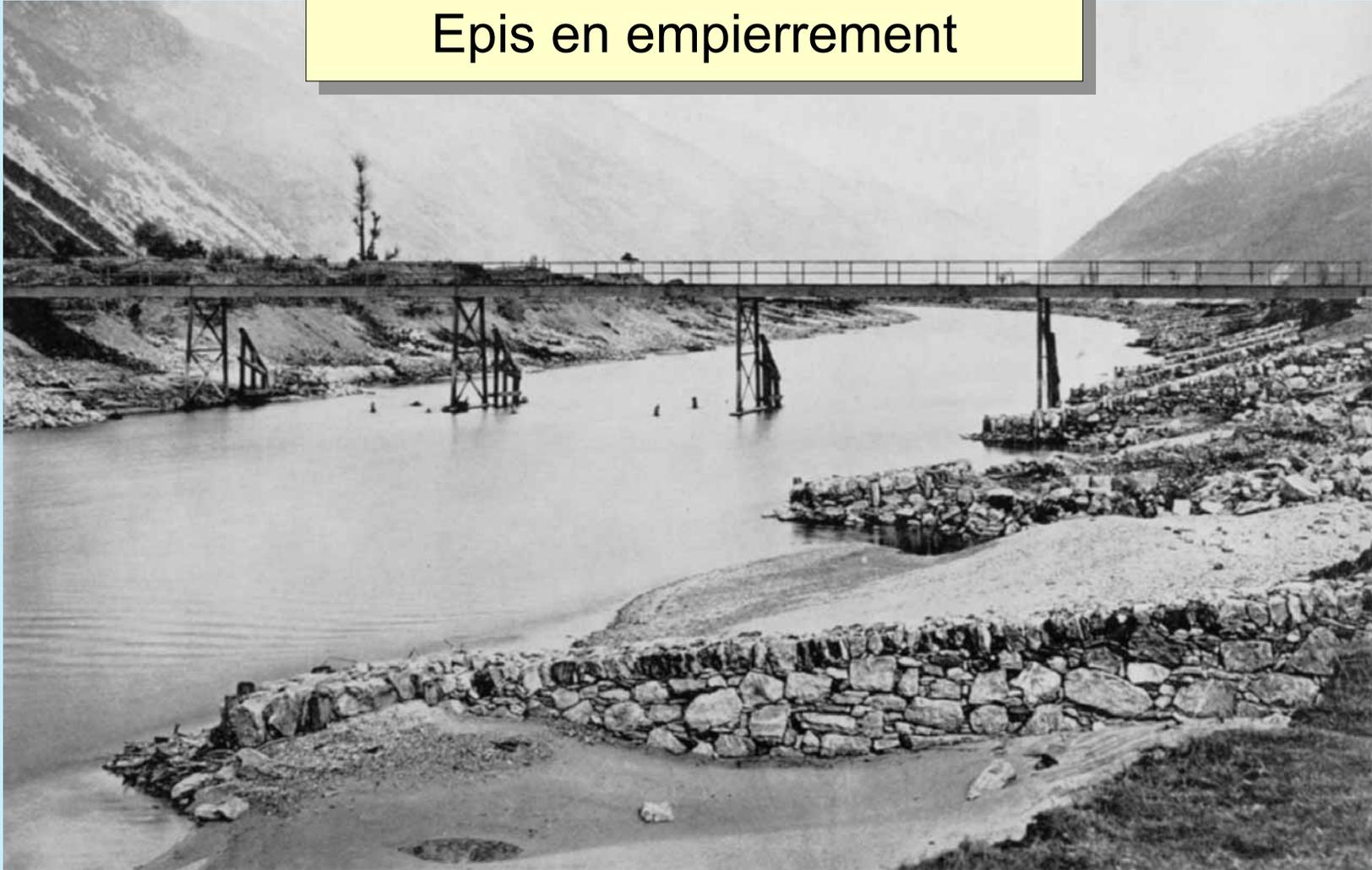
Epis en empierrement



Rétrécissement de la section du Rhône lors de la 1^{ère} correction et l'intégration des épis avec des enrochements dans le lit majeur lors de la 2^{ème} correction

Aménagements de cours d'eau

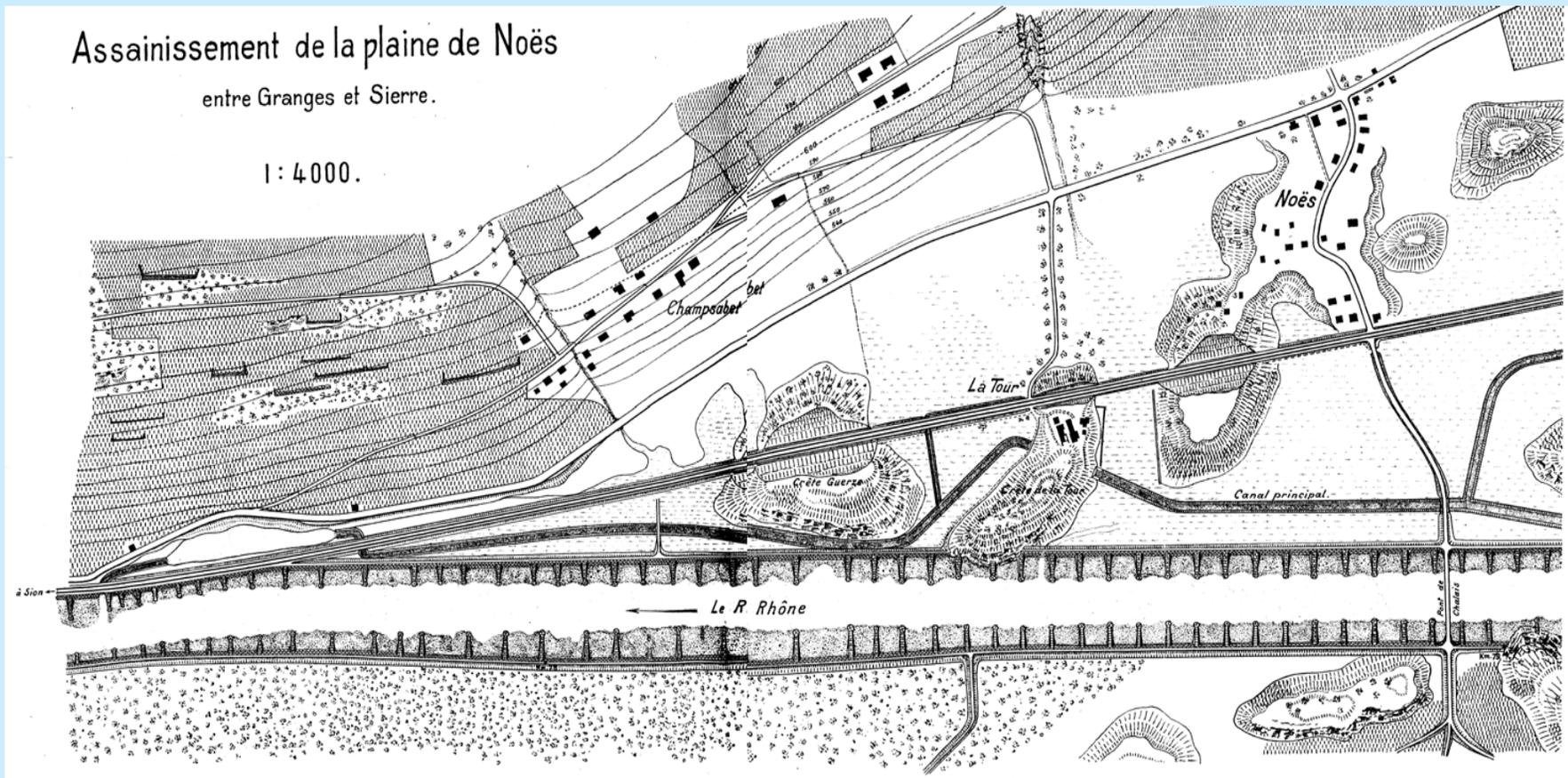
Epis en empierrement



Coupure au Leukerfeld (1875)

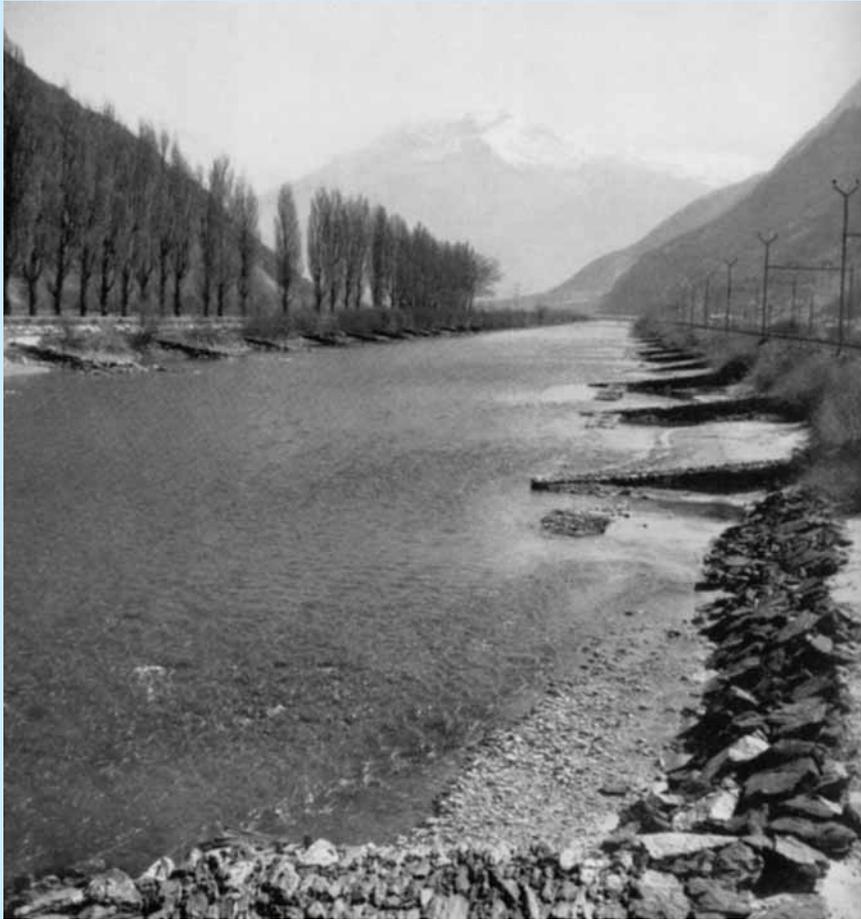
Aménagements de cours d'eau

Première correction du Rhône de 1863 à 1894



Aménagements de cours d'eau

La deuxième correction du Rhône 1936-1960



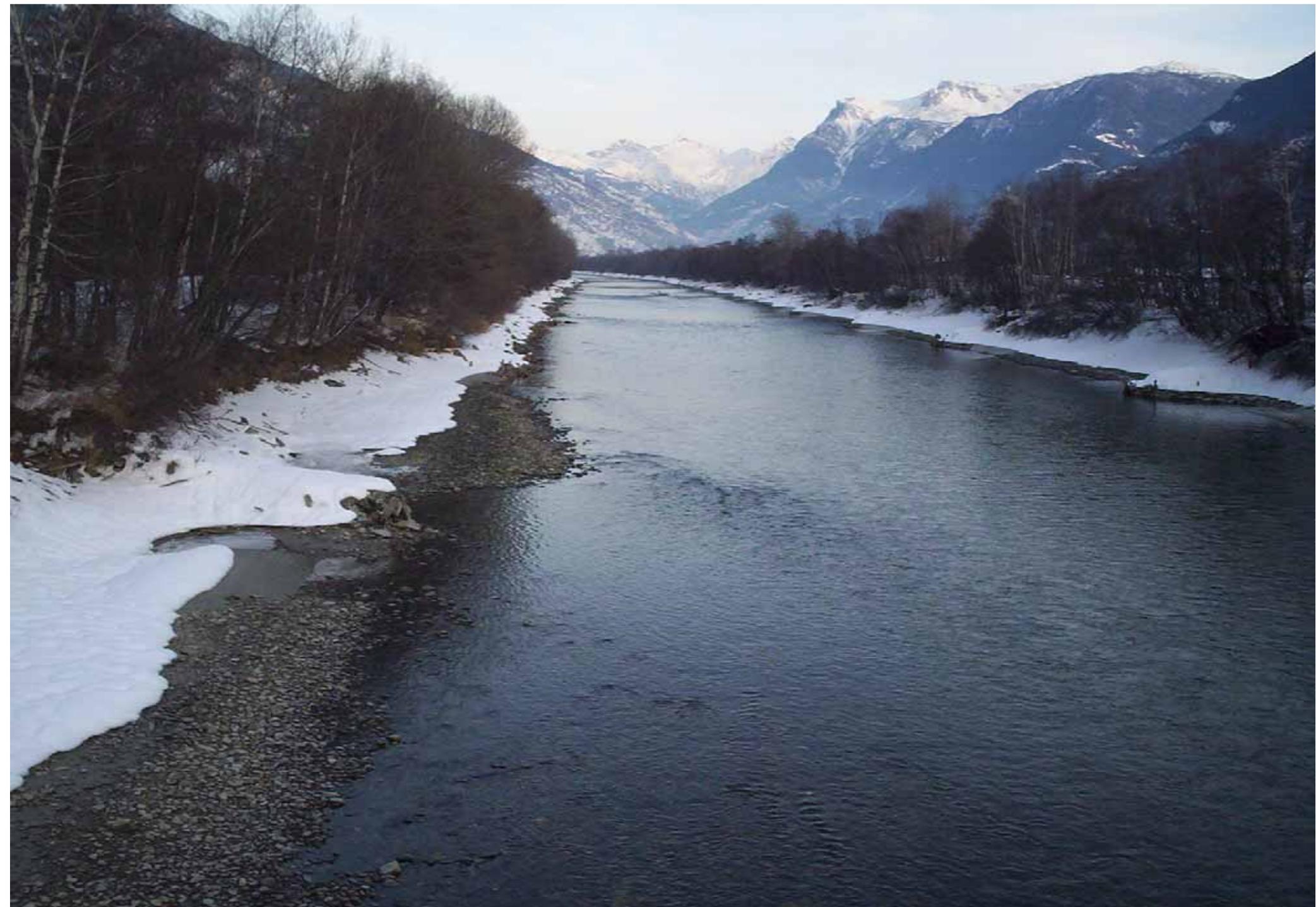
Pont de Lalden vers l'amont (1955)
(disparition complète des bancs de
sable / gravier)

Aménagements de cours d'eau

La deuxième correction du Rhône 1936-1960



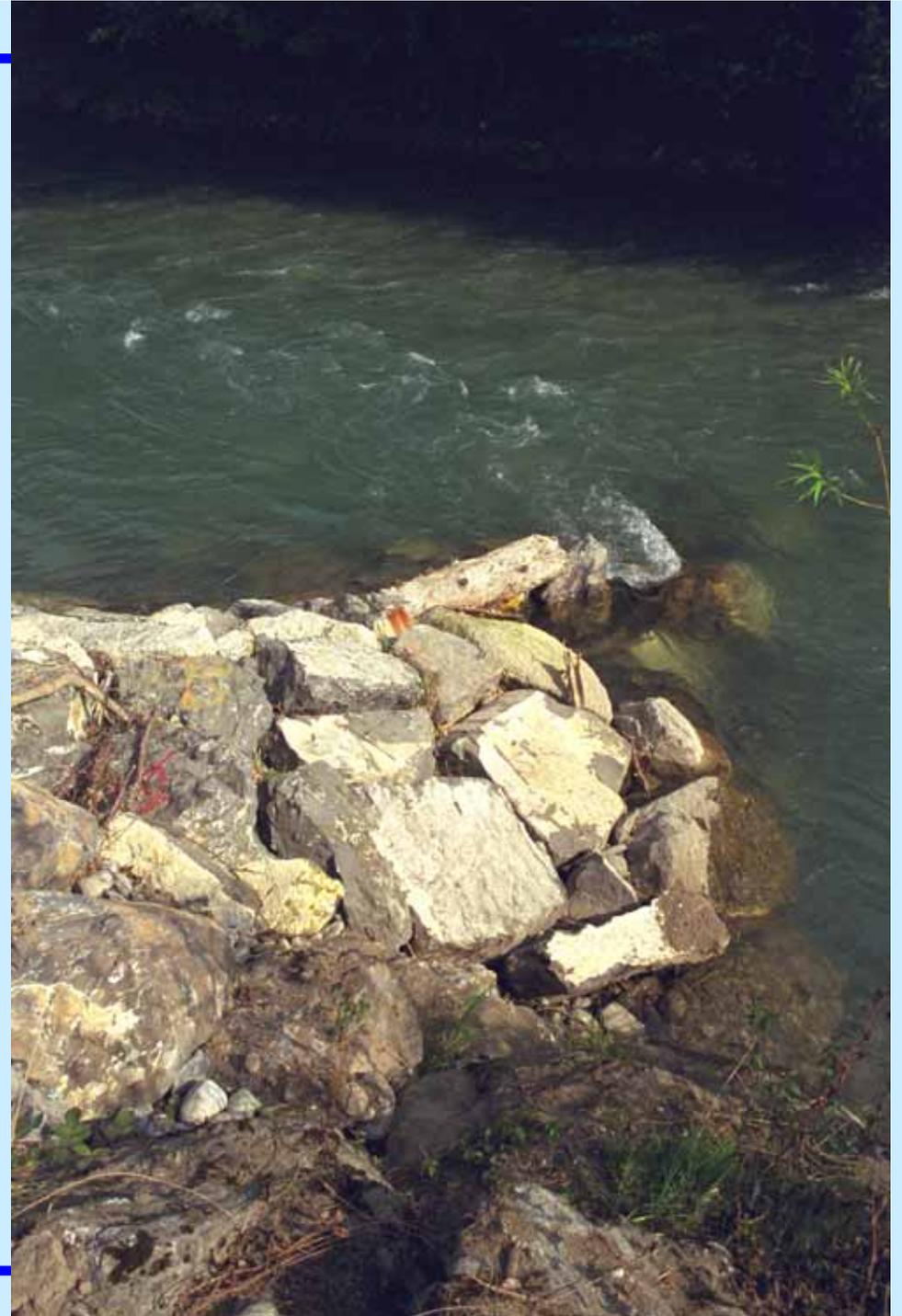
Le Rhône à l'embouchure de la Viège en 1930 (en bas) et 1938 (en haut) après l'achèvement de la correction de la Viège



Aménagements de cours d'eau

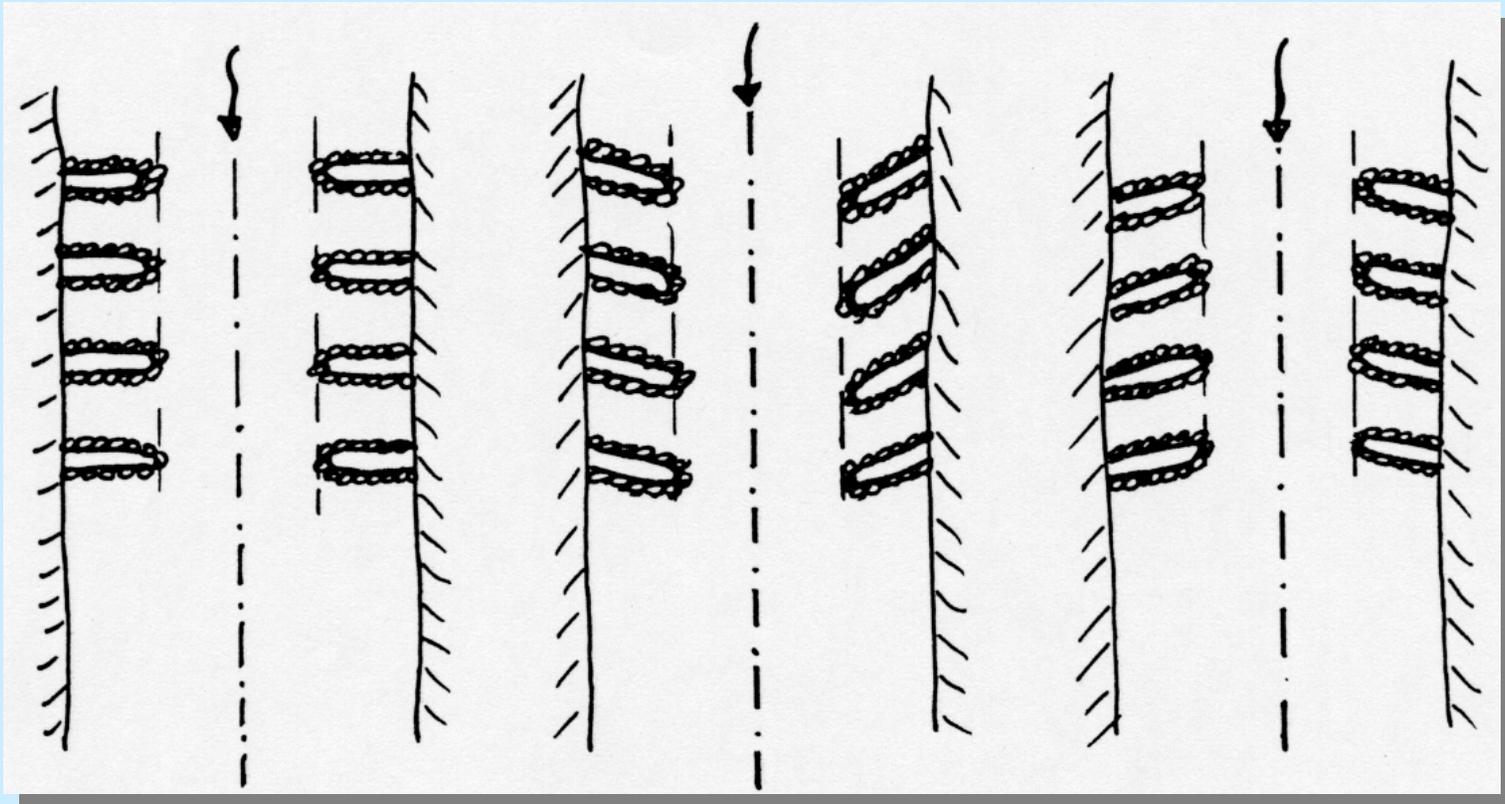
Types d'épis

- Systeme:
 - épis singuliers
 - épis en rangées
- Submersion:
 - épis non submergés
 - épis submergés
- Perméabilité:
 - épis non perméables
 - épis perméables
- Inclinaison:
 - épis perpendiculaires
 - épis inclinés vers l'aval
 - épis inclinés vers l'amont
- Construction:
 - épis massifs (enrochement, empierrement, éléments artificiels en béton, blocs ou pierres en taille éventuellement posés sur du mortier ou sur du béton)
 - épis en génie biologique (caissons en bois, fascines, pieux en bois)
 - épis combinés.



Aménagements de cours d'eau

Inclinaison des épis



perpendiculaire

incliné vers l'aval

incliné vers l'amont

Aménagements de cours d'eau

$$L \leq 4.5 \left(\frac{B_0 - B_1}{2} \right) = 4.5 b$$

Pour $b = \frac{1}{4} L$, selon les conditions locales les espacements suivants sont recommandés:

$$L = \frac{1}{2} \text{ à } \frac{3}{4} B_1$$

dans la transition entre un tronçon rectiligne et une courbe

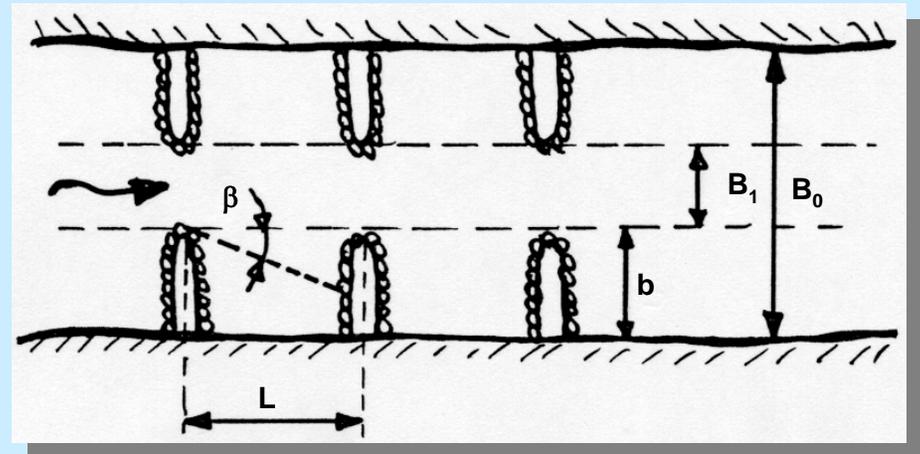
$$L = 1 B_1$$

à la rive extérieure dans une courbe

$$L = 1.5 \text{ à } 2 B_1$$

à la rive intérieure dans une courbe

Espacement et longueur des épis



La longueur de l'épis résulte du rétrécissement souhaité B_1 de la rivière pour favoriser le transport solide.

$$\beta = 6^\circ - 9^\circ$$

Aménagements de cours d'eau

Influence hydraulique des épis

- ⇒ La largeur du cours d'eau est hydrauliquement réduite par les épis
- ⇒ Surélévation du plan d'eau
- ⇒ Concept de la section équivalente

Epis non submergé

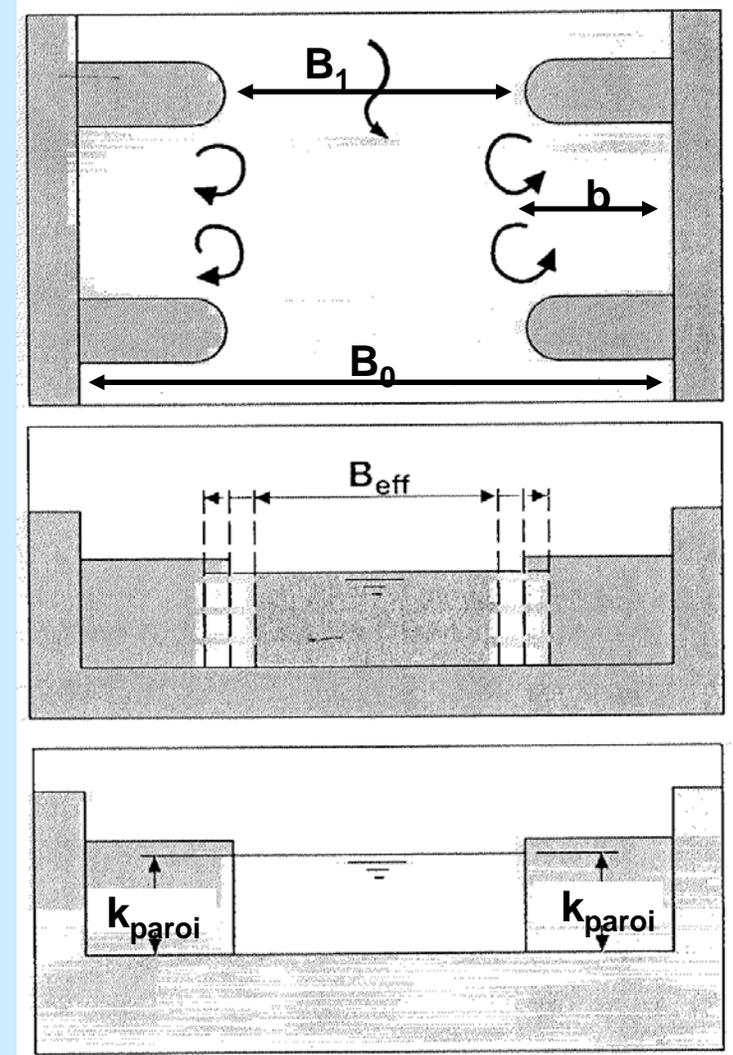
$$\lambda = B_{eff} / B_1 < 1.0$$

Epis submergés

$$\lambda > 1.0$$

Première approximation $B_{eff} = B_1$ ($\lambda = 1$)

- ⇒ $k_{paroi} = 15 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$ (faible profondeur) à $25 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$ (épis submergés)



Aménagements de cours d'eau

Erosion du lit due à l'effet des épis

Erosion maximale selon Spanning:

$$\Delta Z_{max} = h_0 \left[\left(\frac{\tau_0}{\tau_{crit}} \right)^{3/7} \left(\frac{B_0}{\lambda B_1} \right)^{6/7} - 1 \right]$$

avec

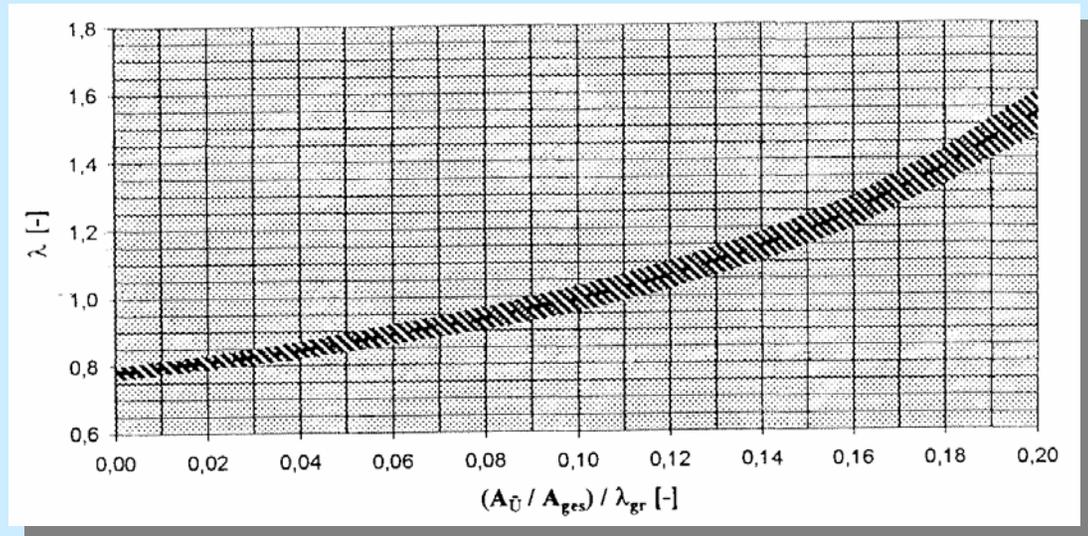
h_0 : profondeur d'eau dans la section sans épis

τ_0 : contrainte du cisaillement au lit dans la section sans épis

B_0 : largeur de la section sans épis

B_1 : largeur de la section entre les têtes des épis

λ : coefficient des épis.



$A_{\bar{u}}$: section de l'écoulement au-dessus des épis

A_{ges} : section totale de l'écoulement (sans épis)

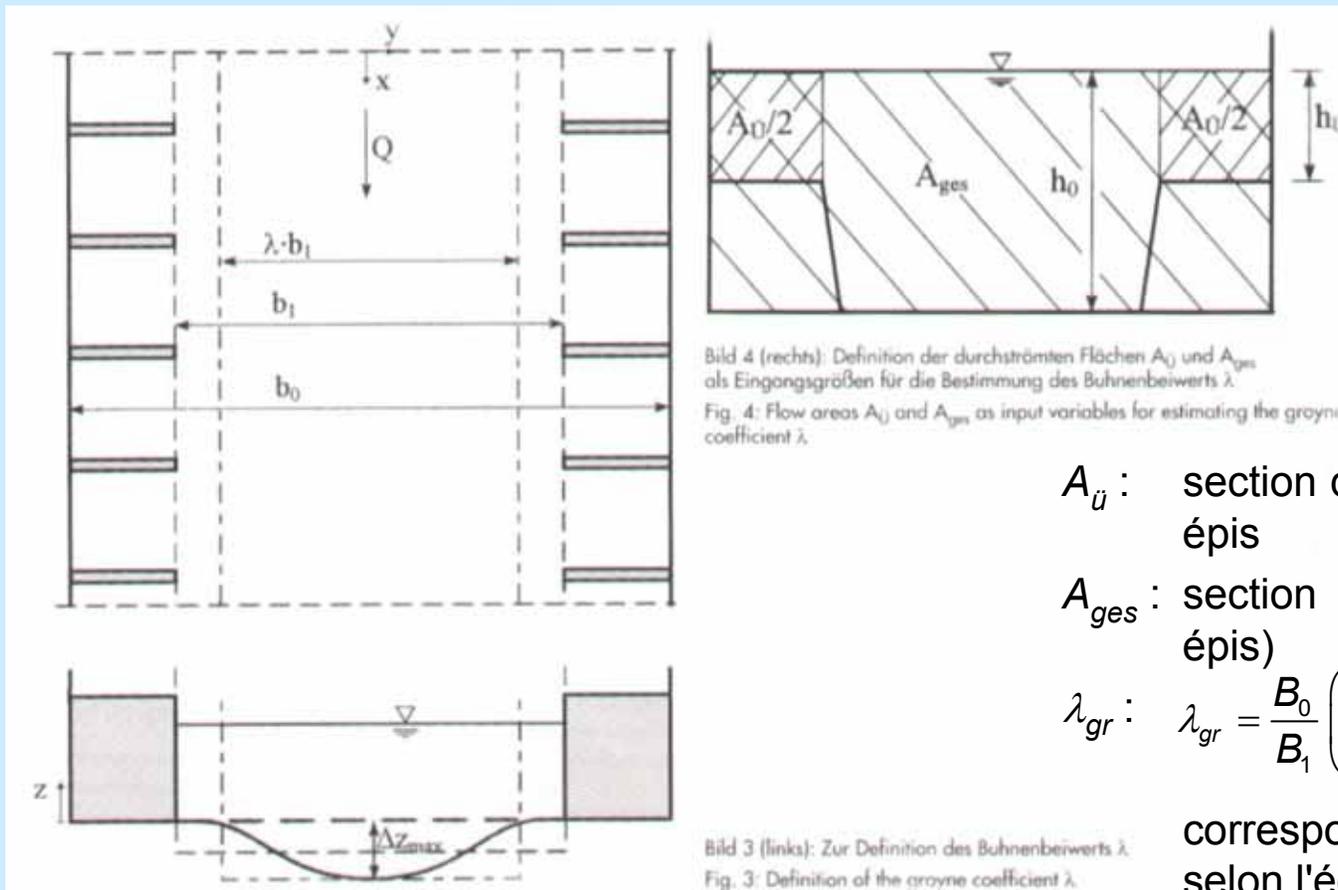
$$\lambda_{gr} = \frac{B_0}{B_1} \left(\frac{\tau_0}{\tau_{cr}} \right)^{1/2}$$

correspond à la limite supérieure de λ selon l'équation pour $\Delta Z_{max} = 0$.

Aménagements de cours d'eau

Erosion du lit due à l'effet des épis

$$\Delta Z_{max} = h_0 \left[\left(\frac{\tau_0}{\tau_{crit}} \right)^{3/7} \left(\frac{B_0}{\lambda B_1} \right)^{6/7} - 1 \right]$$



A_u : section de l'écoulement au-dessus des épis

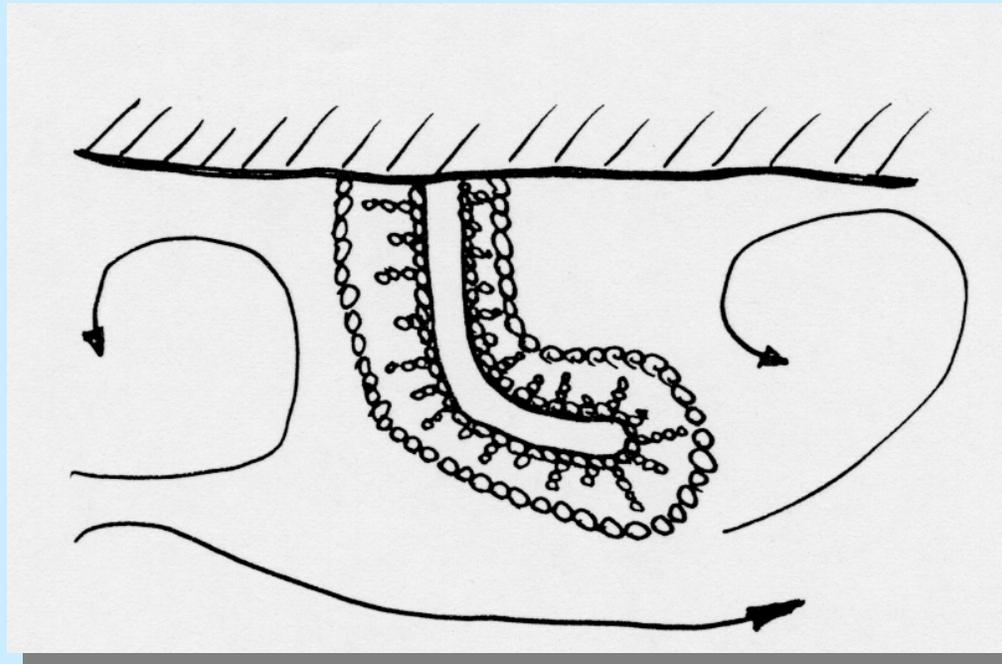
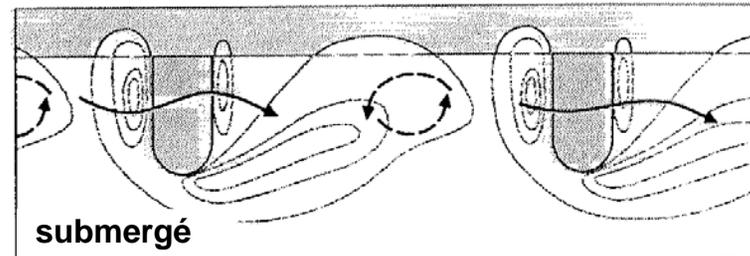
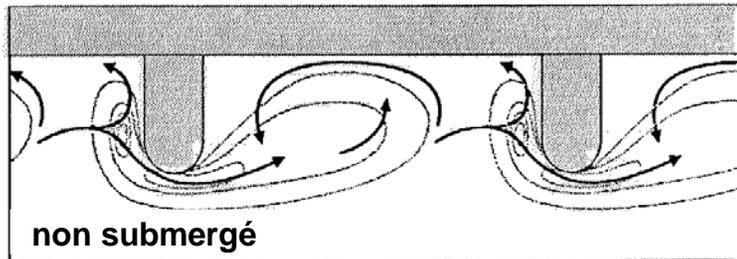
A_{ges} : section totale de l'écoulement (sans épis)

$$\lambda_{gr} : \lambda_{gr} = \frac{B_0}{B_1} \left(\frac{\tau_0}{\tau_{cr}} \right)^{1/2}$$

correspond à la limite supérieure de λ selon l'équation pour $\Delta Z_{max} = 0$.

Aménagements de cours d'eau

Affouillements à proximité de la tête des épis



Détails constructifs des épis

Corps des épis:

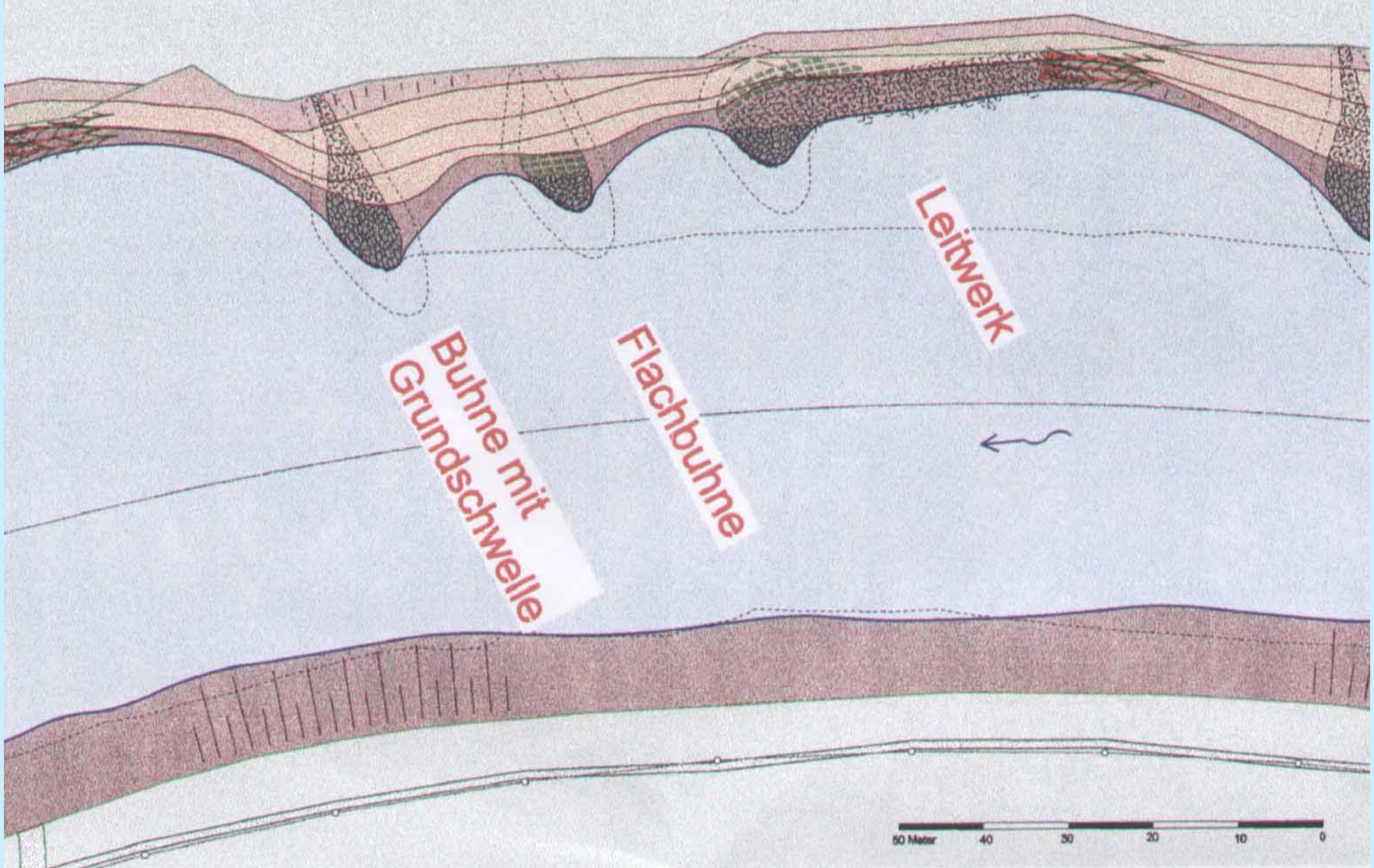
- pente amont : 1 : 1.5 (empierrement) à 1 : 2.0 (enrochement);
en cas de glace flottante: 1 : 1 (empierrement)
en cas de submersion: 1:3 à 1:5
- pente aval : 1 : 2.0 (empierrement) à 1 : 3.0 (enrochement):
pour des pentes faibles l'affouillement en cas de submersion est réduit (1:5)
- pente longitudinale : typiquement 1 : 8 à 10.

Tête des épis:

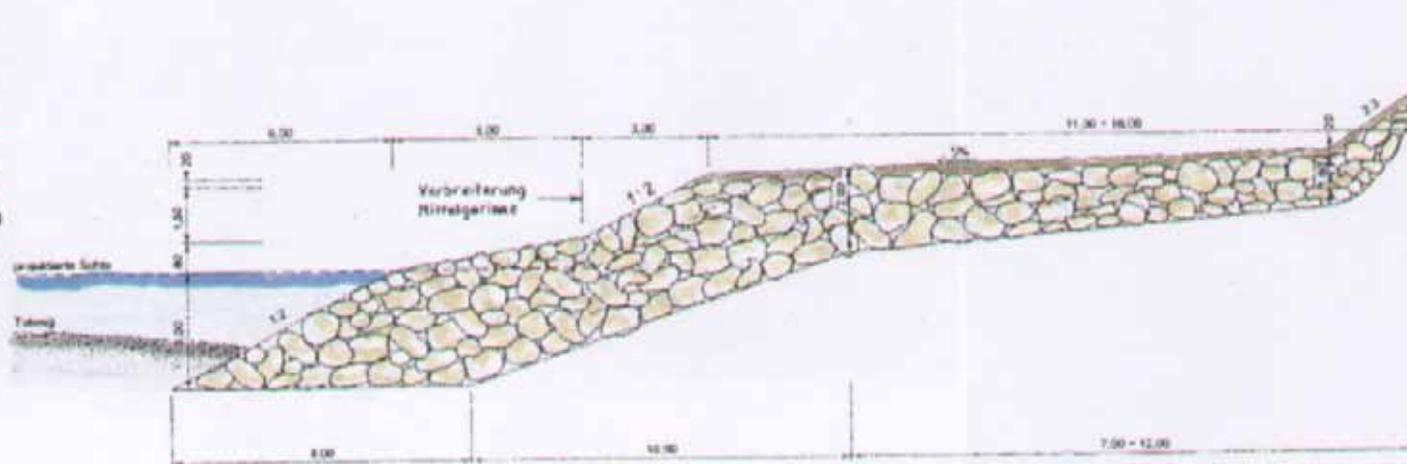
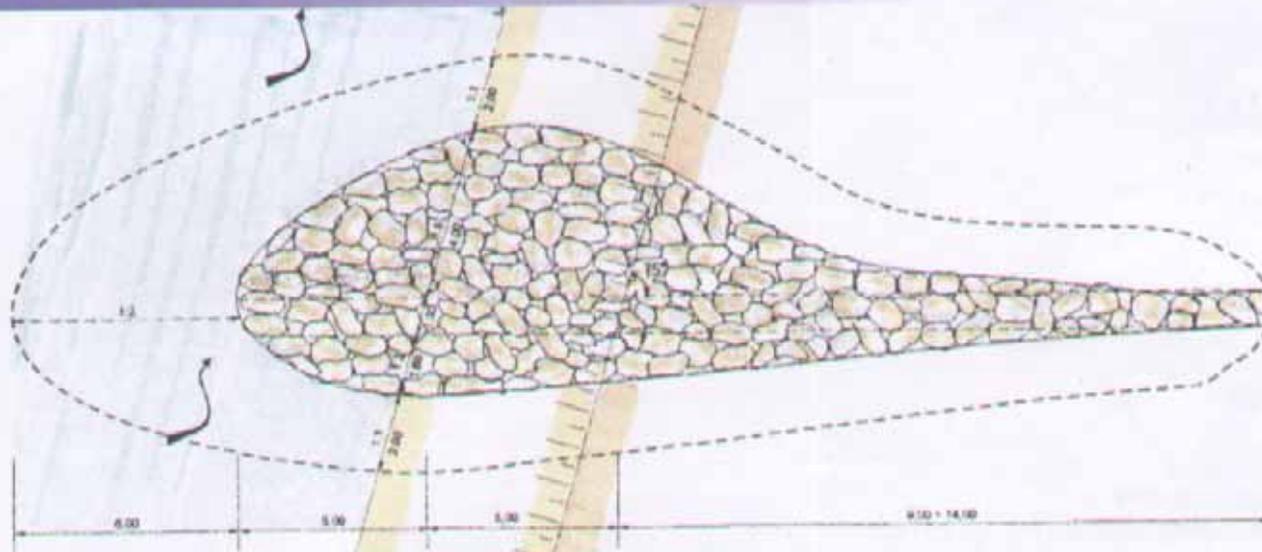
- normalement élargies par rapport au corps avec une pente de 1 : 3.
- hauteur de la tête par rapport au niveau du débit de dimensionnement dans des tronçons en courbe:
 - rive extérieure + 0.50 m
 - rive intérieure – 0.50 m.

a

Buhnensystem Schiterberg

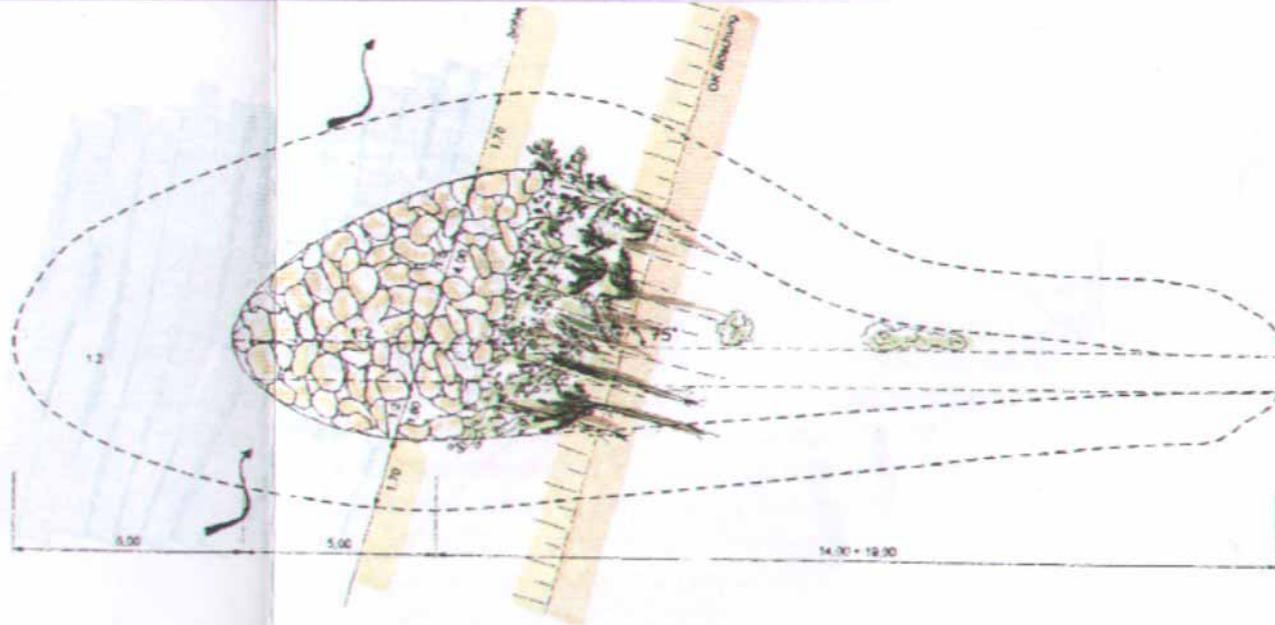


d) Buhne mit Grundschwelle

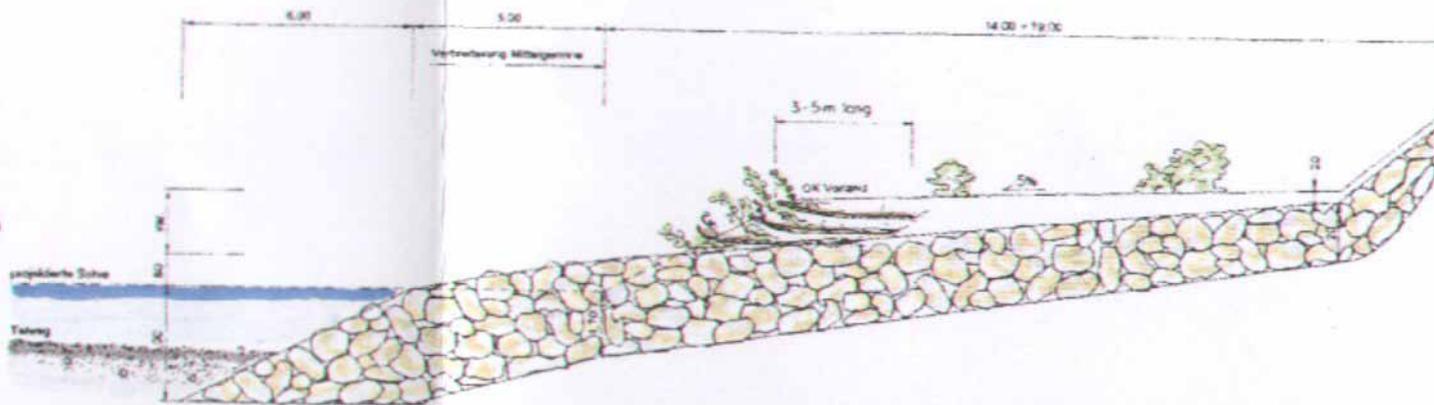


e Flachbühne

Grundriss



Längsschnitt

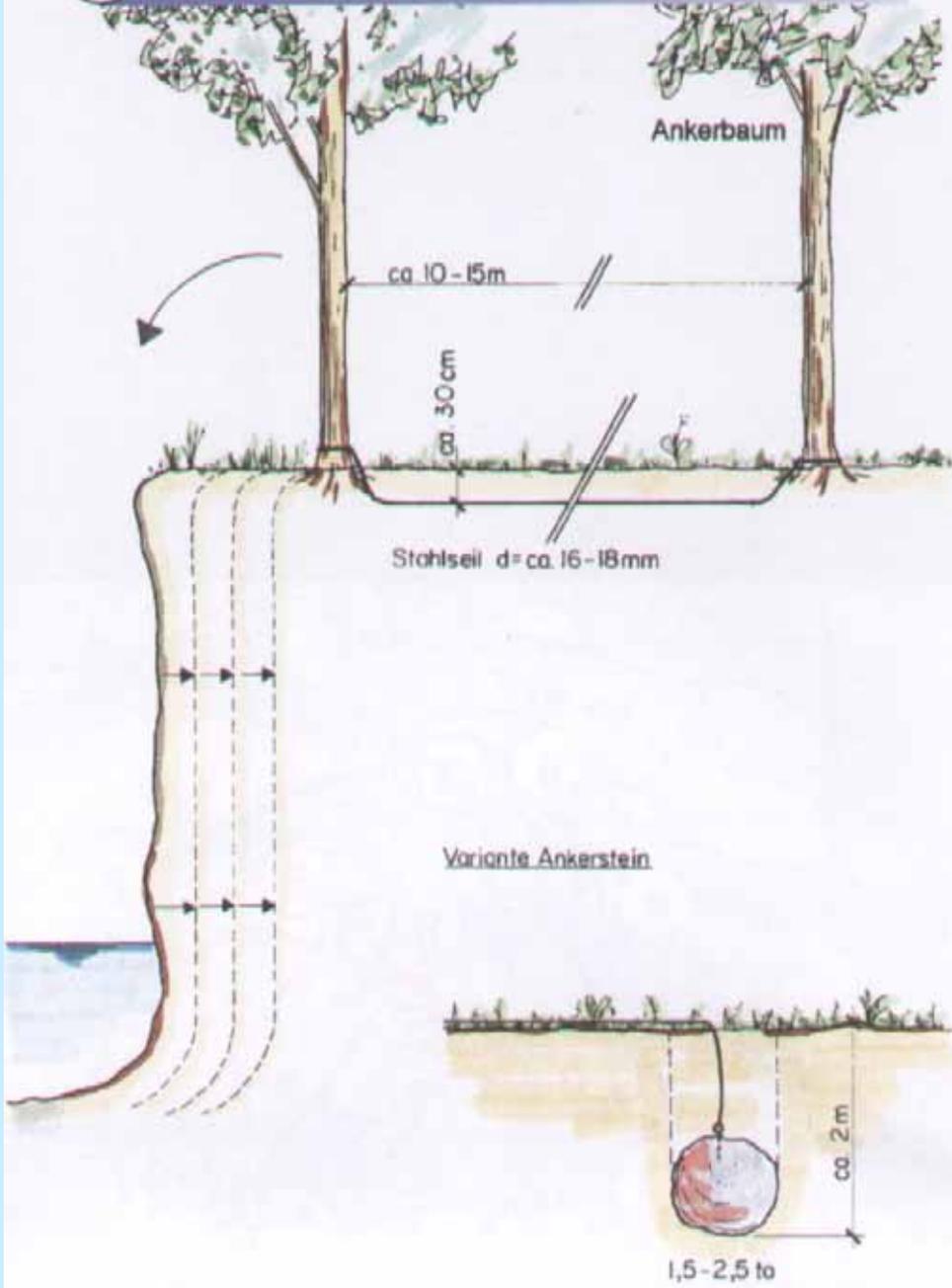


iques

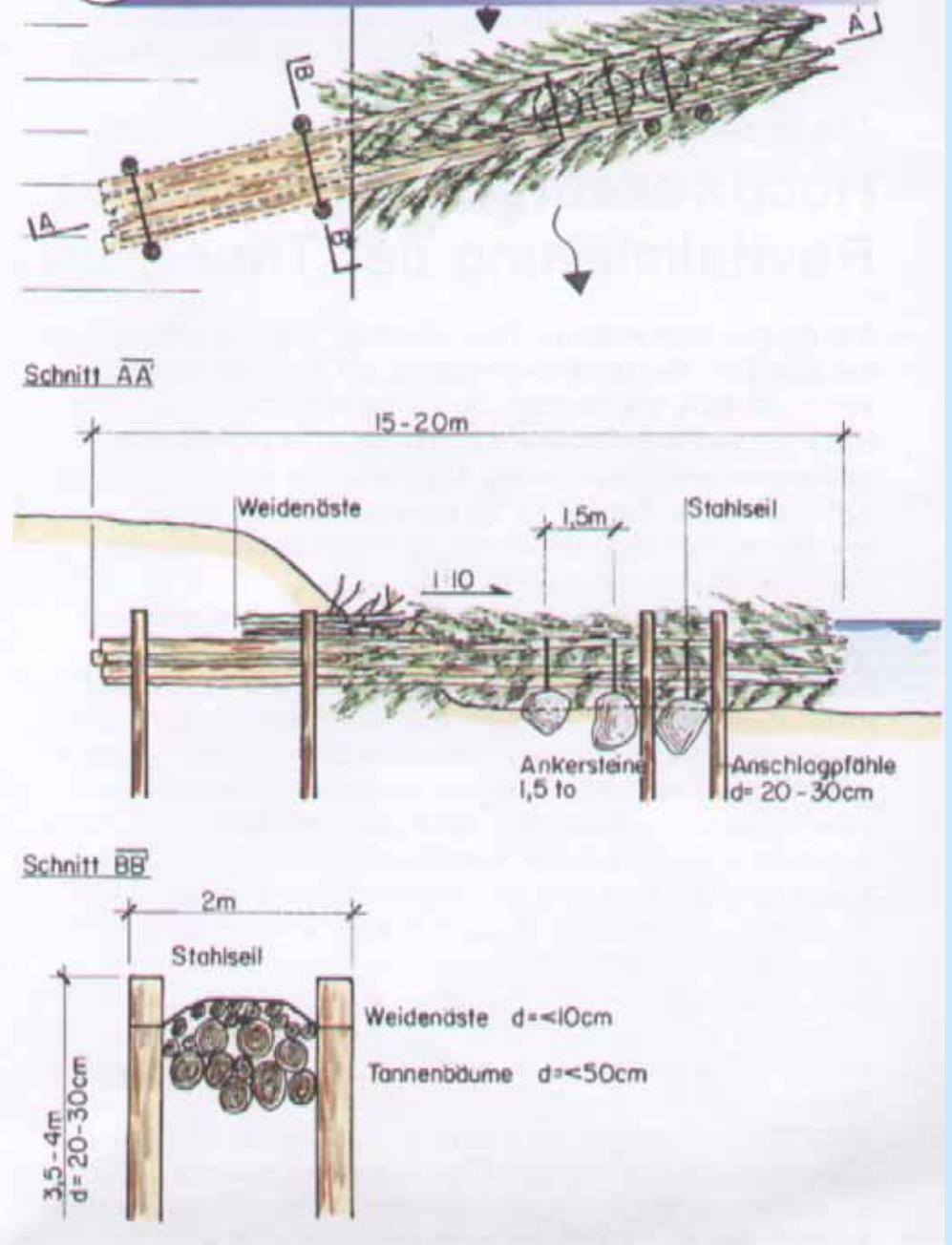
Aménagements de cours d'eau



b) angehängte Bäume

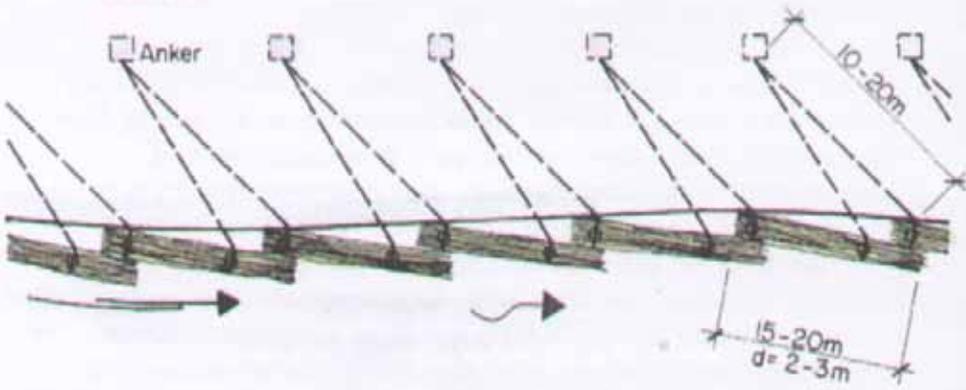


c) Baumbühne

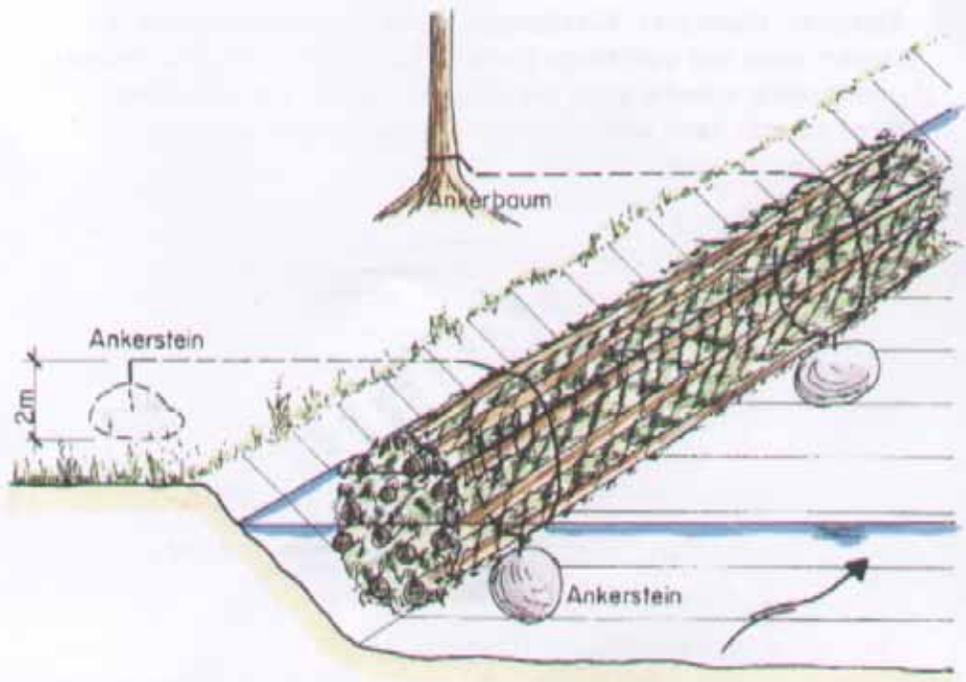


f Baumfaschine

Situation



Ansicht



Aménagements de cours d'eau



Aménagements de cours d'eau

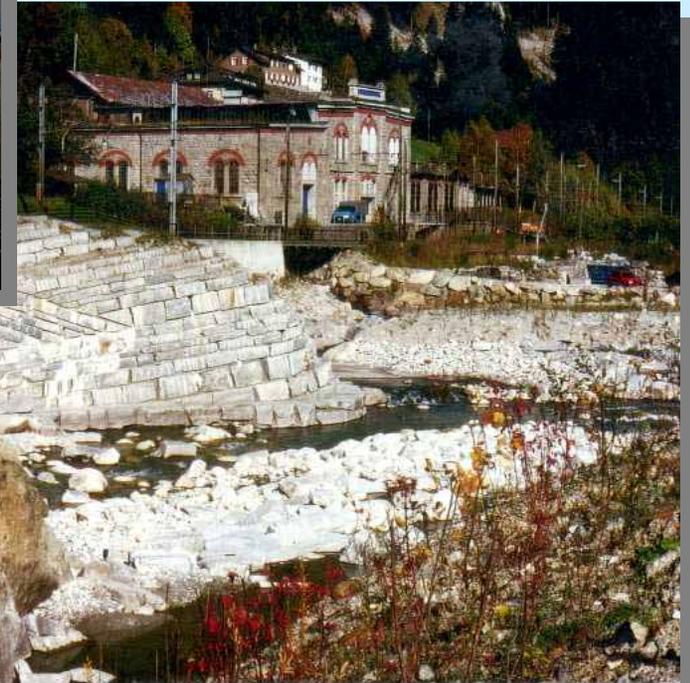
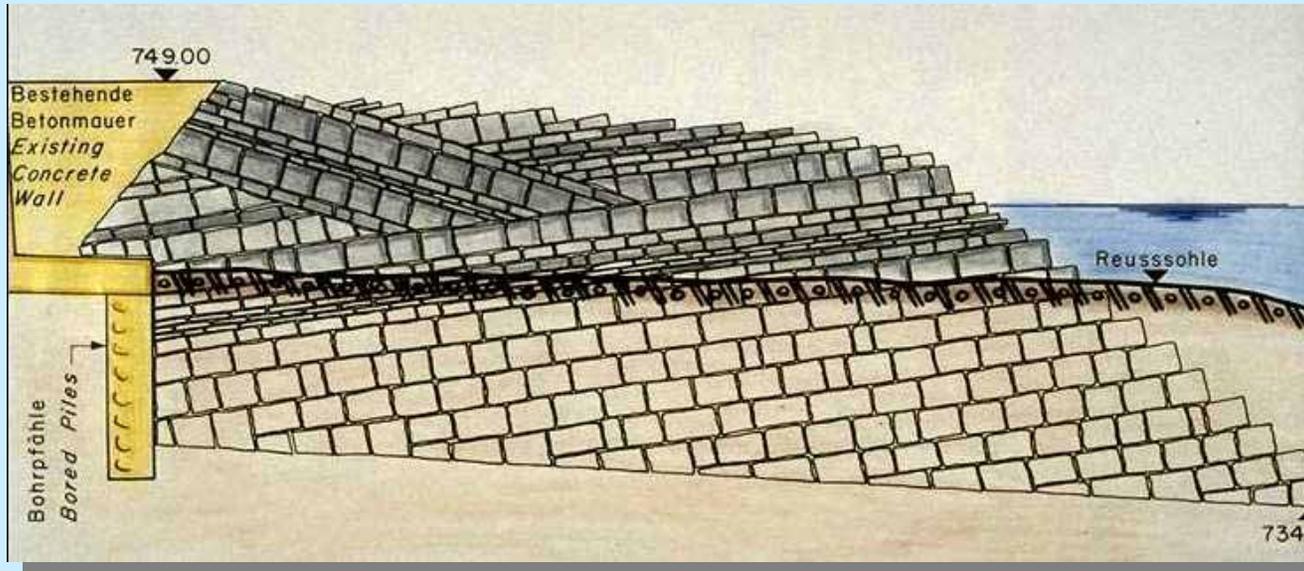


Aménagements de cours d'eau



Aménagements de cours d'eau

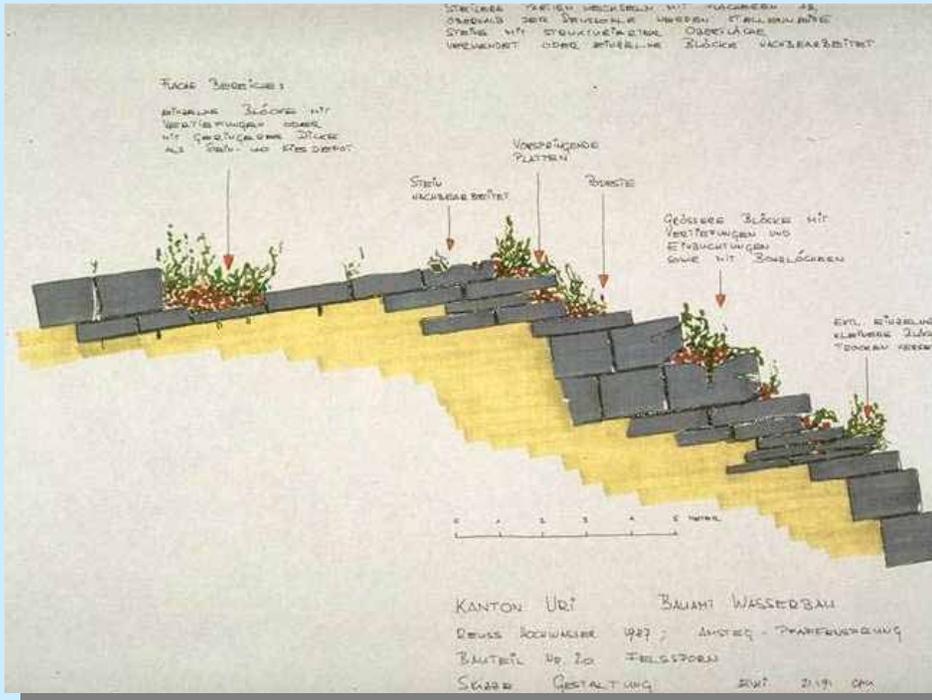
Pan de rocher artificiel



Pan de rocher artificiel
à Gurtnellen, Reuss

Aménagements de cours d'eau

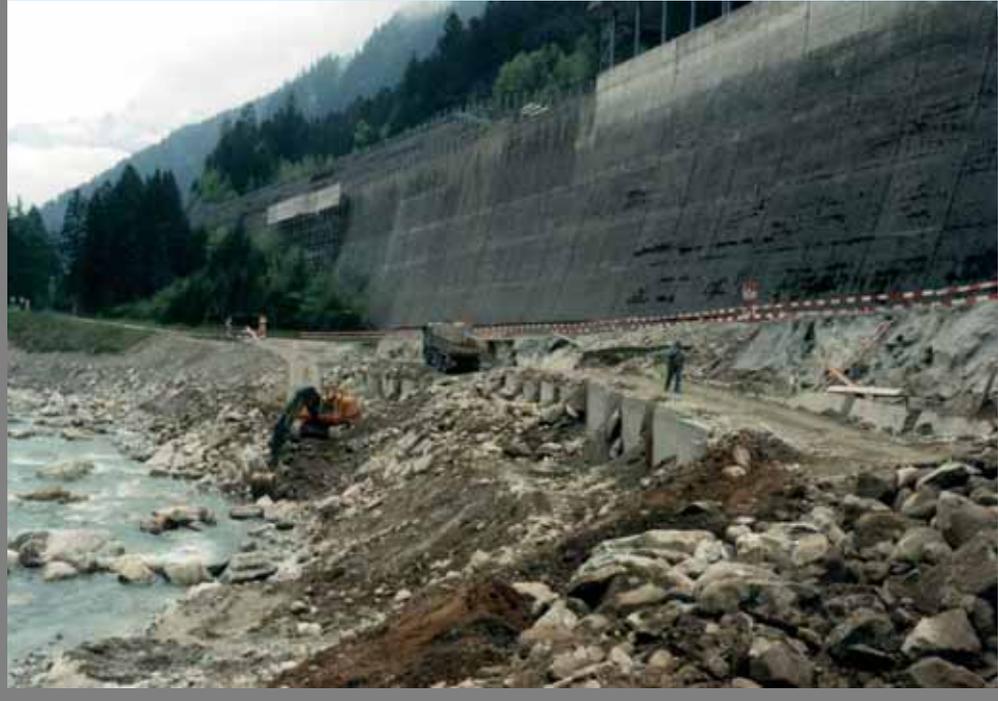
Pan de rocher artificiel



Pan de rocher artificiel
à Gurtnellen sur la Reuss

Aménagements de cours d'eau

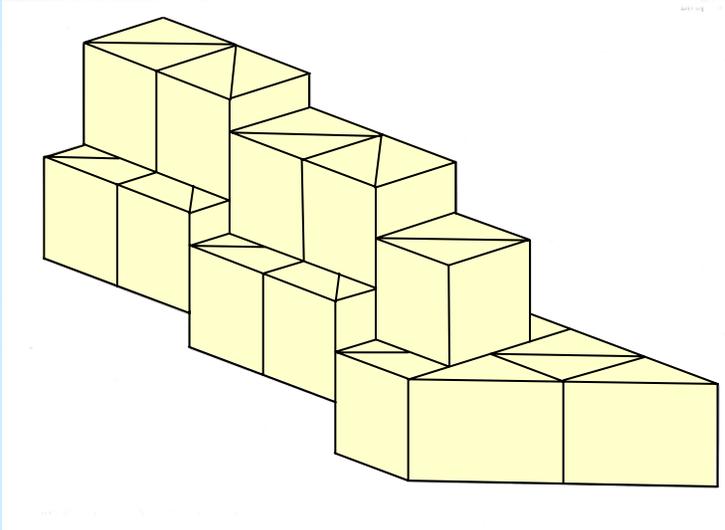
Blocs résiduels artificiels comme éléments linéaires



Galerie d'autoroute
à Gurtnellen sur la Reuss

Aménagements de cours d'eau

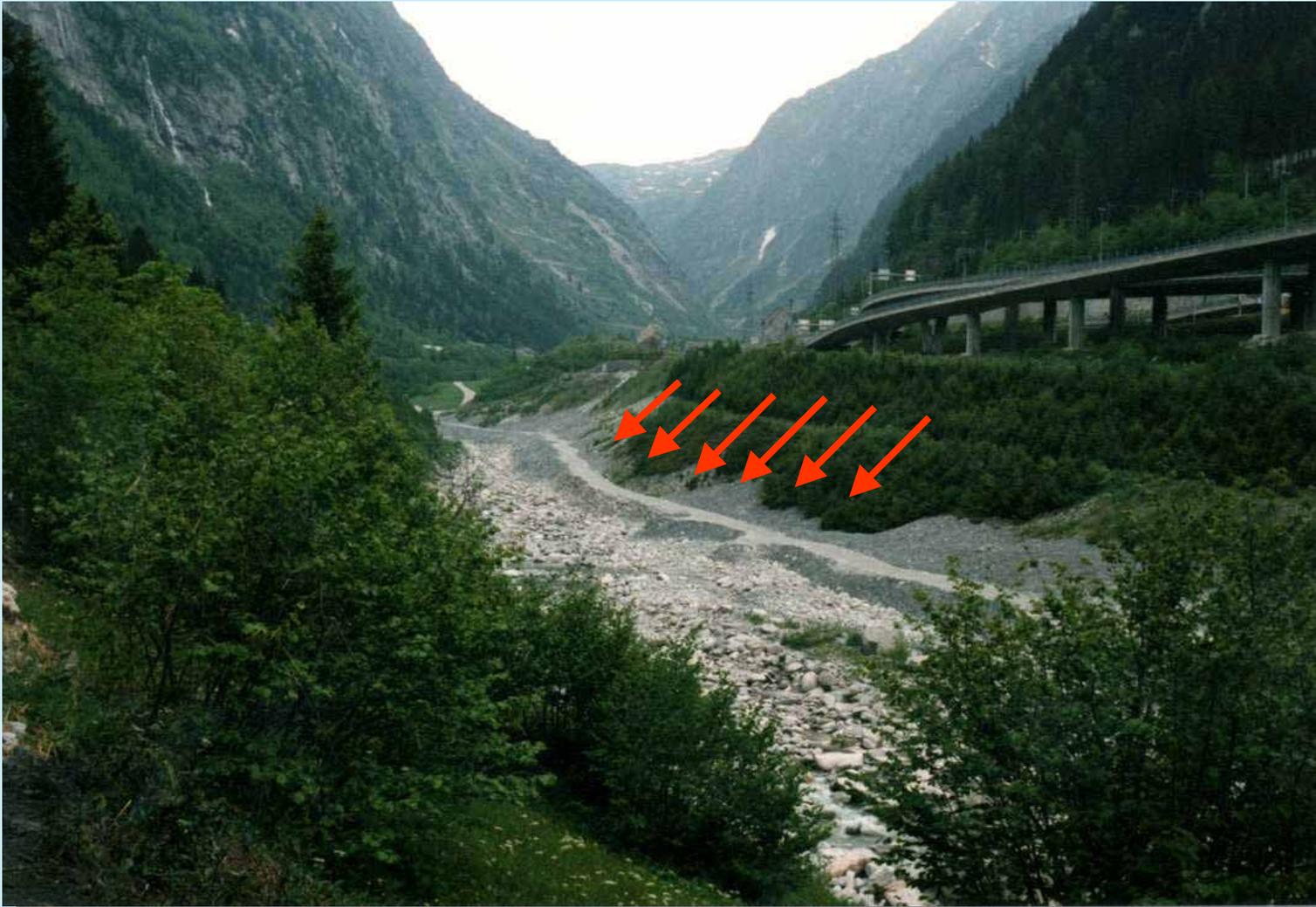
Epis en béton



Epis de dérivation à Göschenen,
Teufelstein sur la Reuss



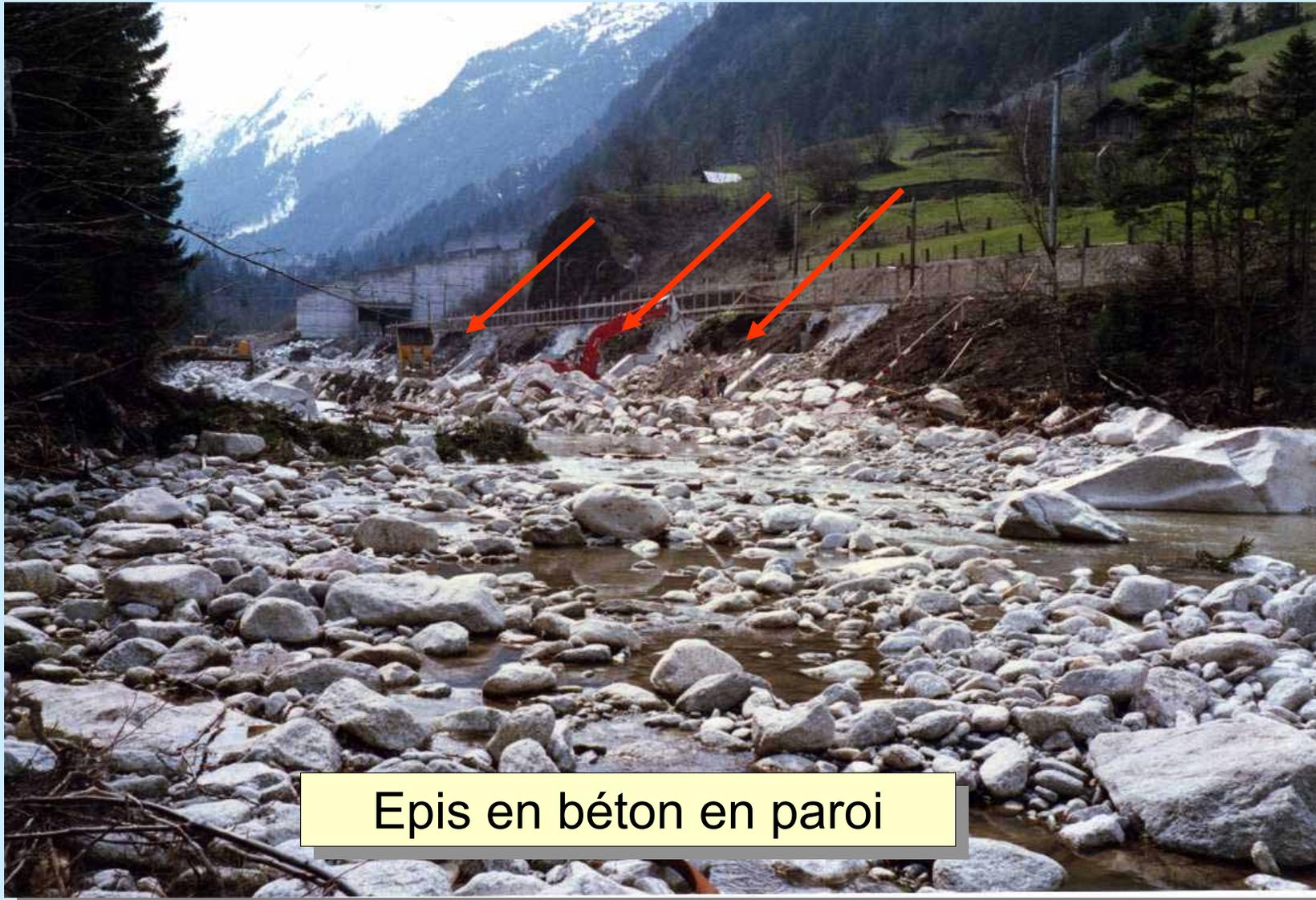
Aménagements de cours d'eau



Epis en
béton

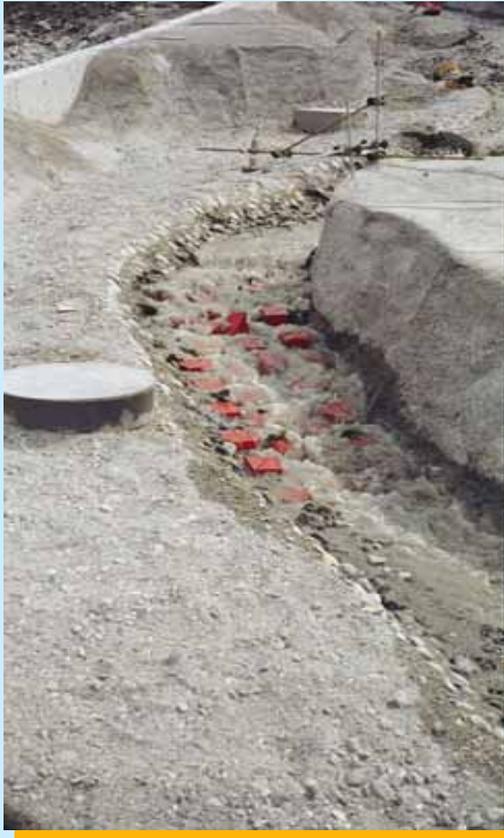
Epis de
dérivation à
Göschenen,
Teufelstein sur
la Reuss

Aménagements de cours d'eau



Epis en béton en paroi

Aménagements de cours d'eau



Gamsa, Valais, 2003



Aménagements de cours d'eau

Synergies entre aménagement du cours d'eau et aménagement du village à Gurtnellen - Wiler



Synergies entre aménagement du cours d'eau et aménagement du village à Gurtnellen - Wiler

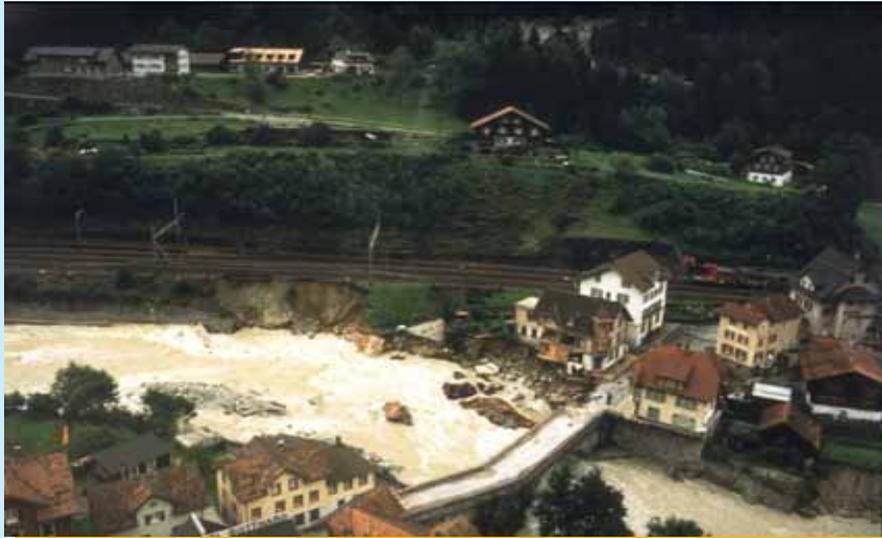


**Crue
1987**

La

hydrauliques

Synergies entre aménagement du cours d'eau et aménagement du village à Gurtellen - Wiler



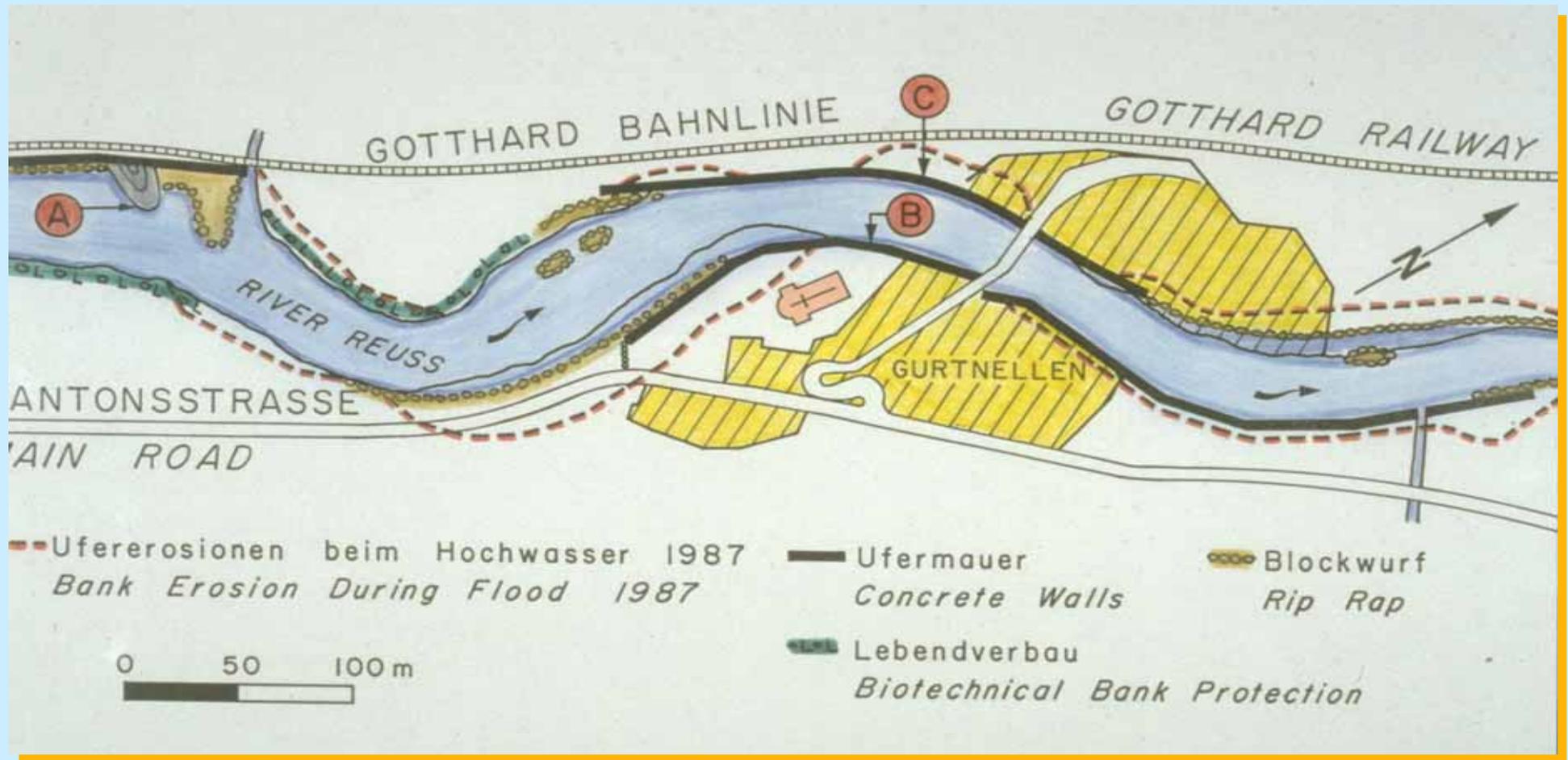
Crue
1987

Laboratoire de constructions hydrauliques

Aménagements de cours d'eau

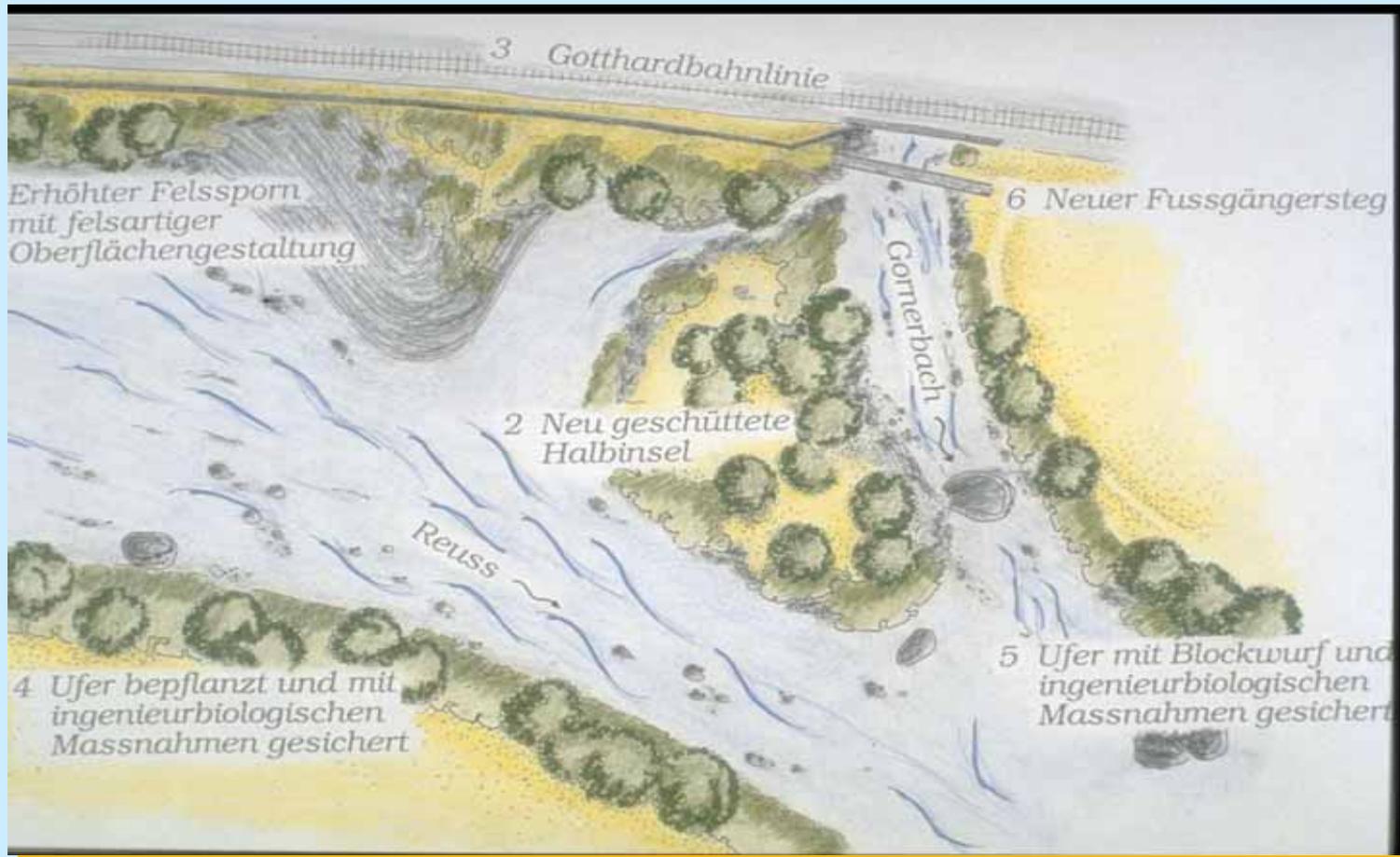
Gurtellen - Wiler:

Concept de protection contre les crues avec trois principaux éléments



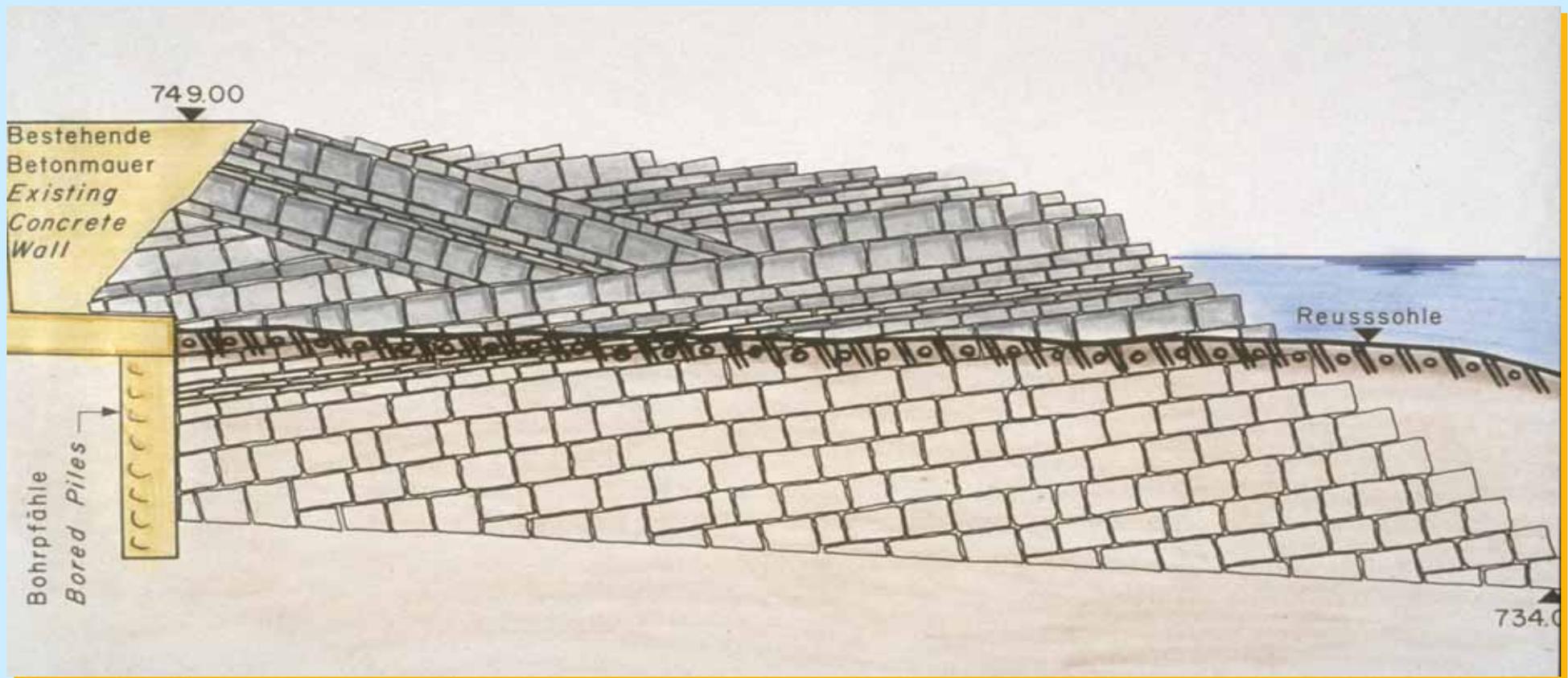
Aménagements de cours d'eau

Elément de protection A:
Surélévation d'un pan de rocher existant combiné avec
une demi île artificielle



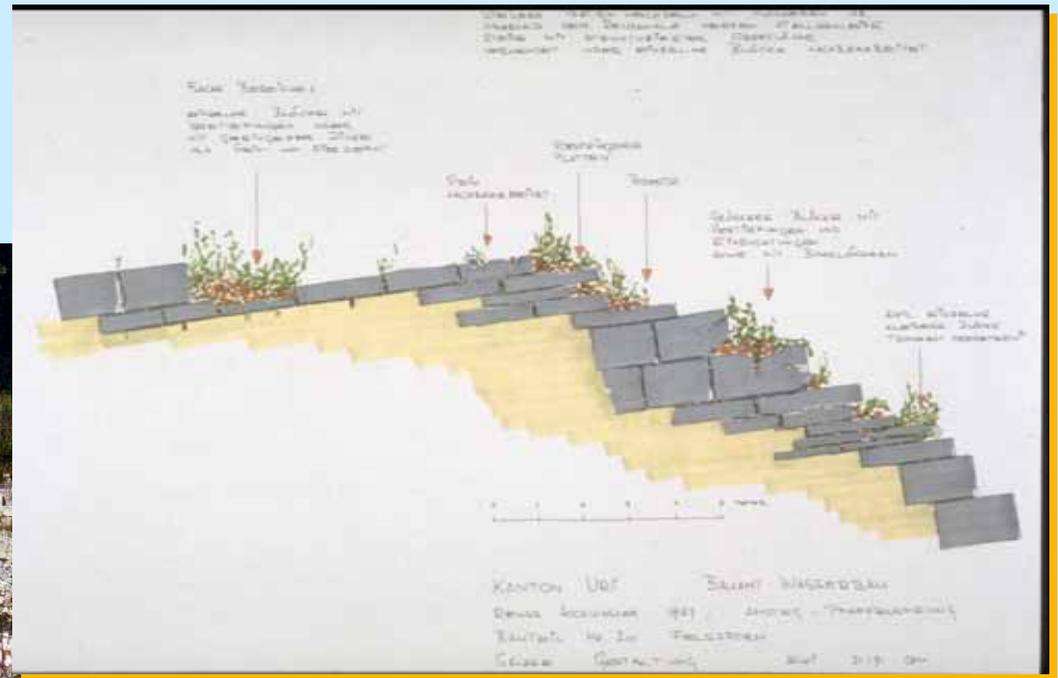
Aménagements de cours d'eau

Élément de protection A:
Surélévation d'un pan de rocher existant combiné avec
une demi île artificielle



Aménagements de cours d'eau

Élément de protection A:
Surélévation d'un pan de rocher existant combiné avec
une demi île artificielle

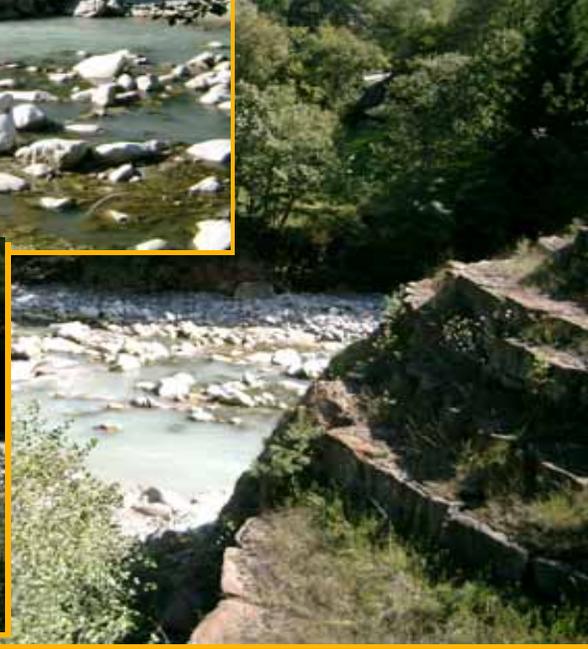


Aménagements de cours d'eau

Elément de protection A: Photos 2003



Photos:
E. Philipp,
Kt. Uri





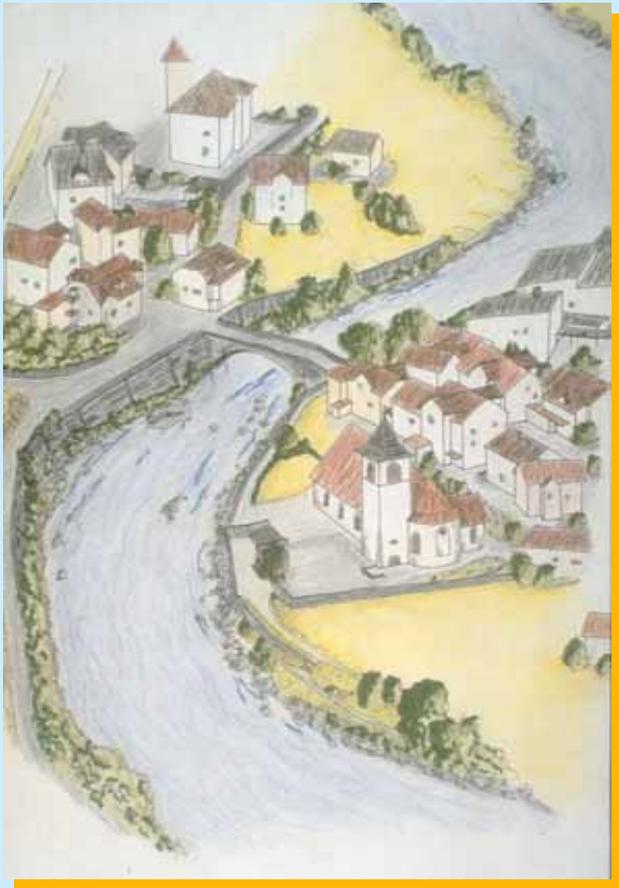




22 9 2006

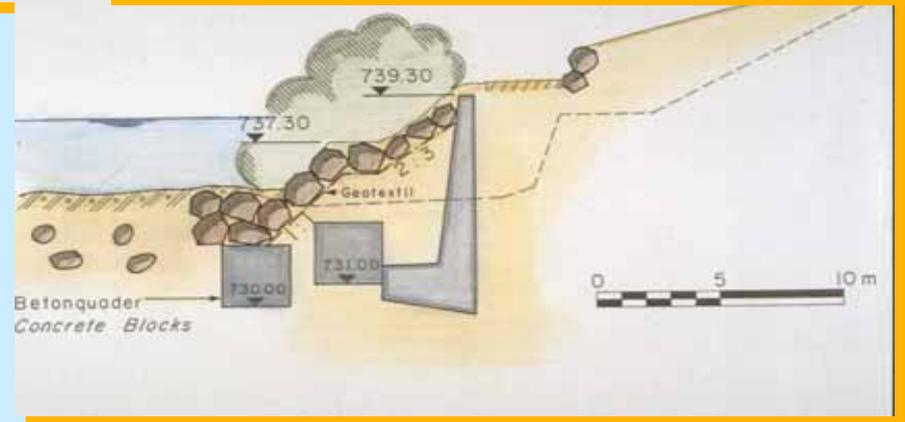
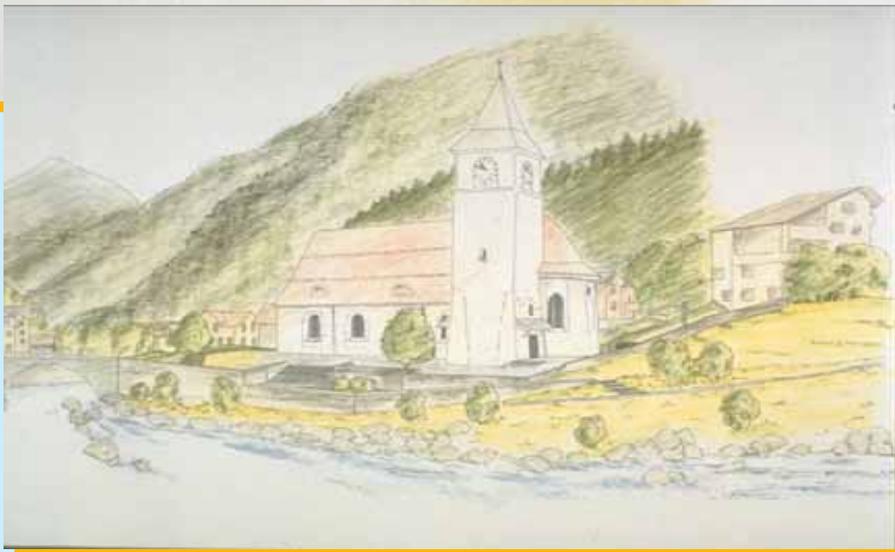
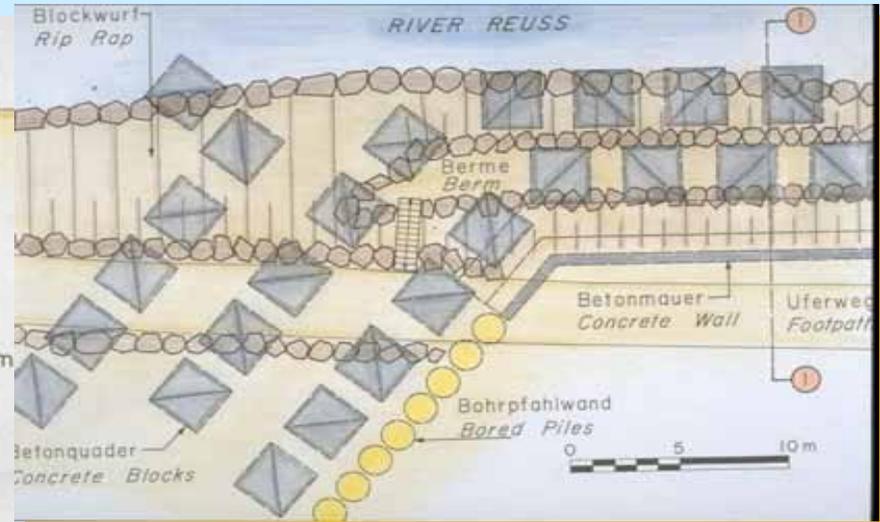
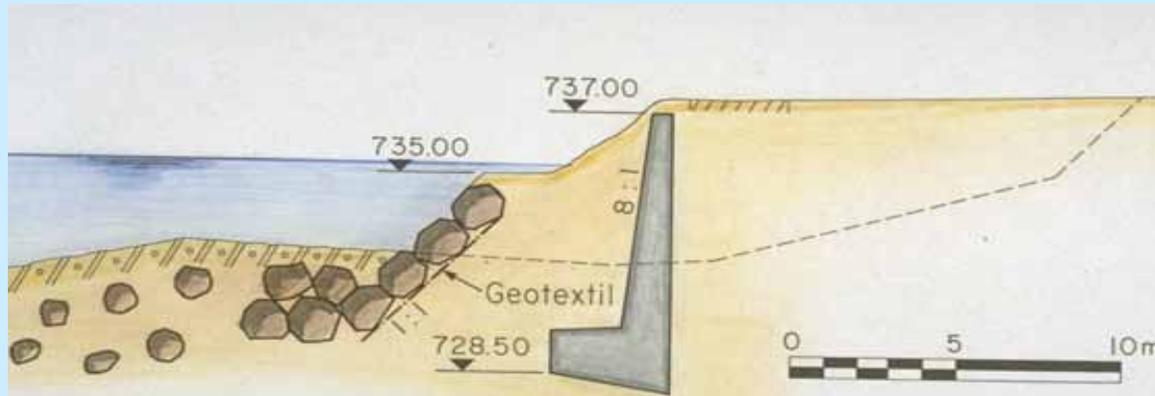
Aménagements de cours d'eau

Élément de protection B: Mur de protection à l'amont de l'église



Aménagements de cours d'eau

Élément de protection B: Mur de protection à l'amont de l'église



Aménagements de cours d'eau

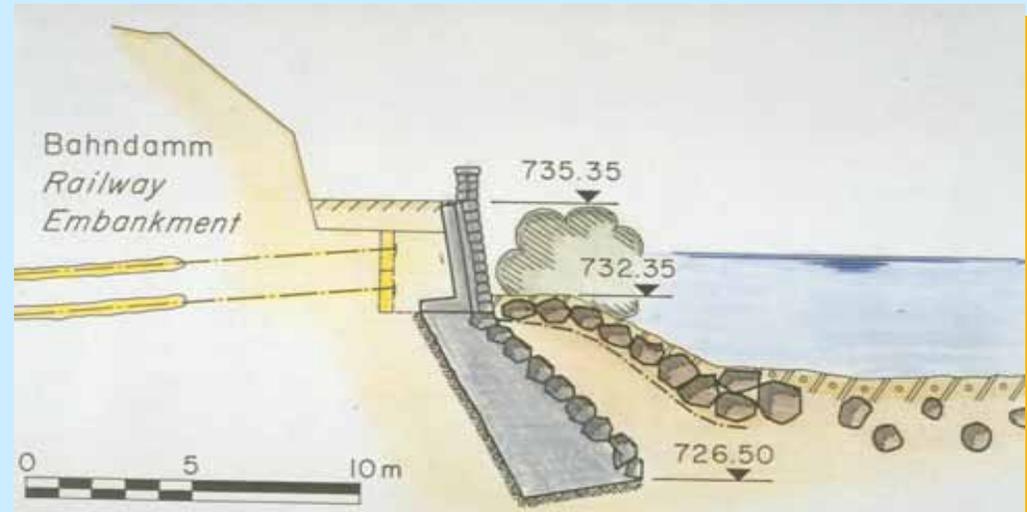
Elément de protection B: Photos 2003



Photos:
E. Philipp,
Kt. Uri

Aménagements de cours d'eau

Elément de protection C: Mur de protection incurvé à l'amont du pont du village



Aménagements de cours d'eau

Elément de protection C: Photos 2003



Photos: E. Philipp, Kt. Uri

Laboratoire de constructions hydrauliques