



Ouvrages annexes

Ouvrages annexes

- ⇒ Dérivation pendant la construction
- ⇒ Evacuateurs de crues
- ⇒ Vidanges de fond
- ⇒ Prises d'eau

Dérivation - débit de dimensionnement

- ⇒ Principe: la construction d'un barrage ne doit pas provoquer des ondes de crues qui dépassent les conditions naturelles (sans barrage)
- ⇒ Débit de dimensionnement
 - ◆ barrages en béton: période de retour 25-50 ans
 - ◆ barrages en remblai: période de retour 80-100 ans
 - déversement contrôlé pendant la période de crues: période de retour 10-20 ans
- ⇒ Risque d'inondation du chantier pendant la construction

$$r = 1 - \left(1 - \frac{1}{p}\right)^n$$

p: période de retour du débit de dimensionnement

n: durée du chantier

Capacité économique de la dérivation

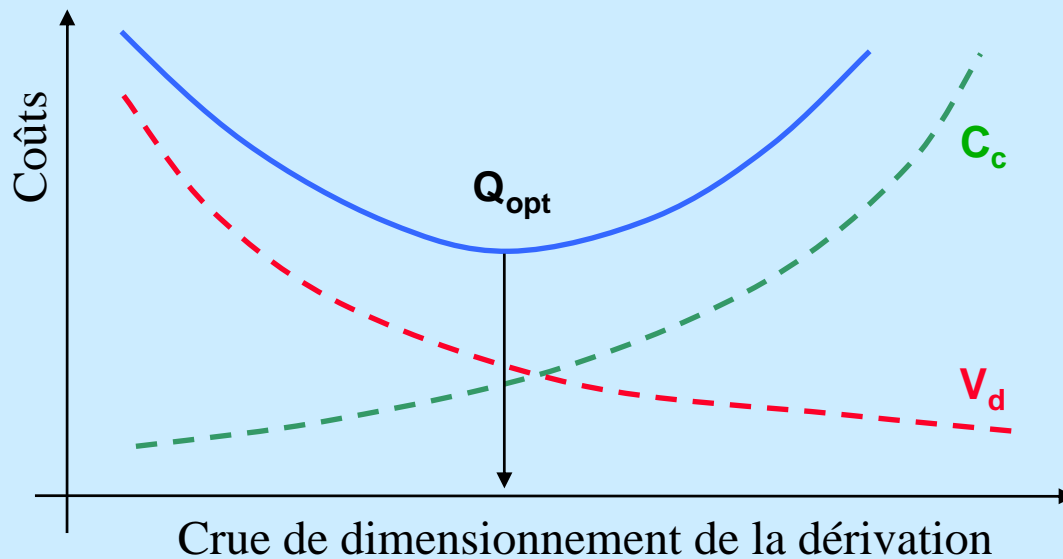
⇒ Conséquences financières en cas d'inondation

$$V_d = r \cdot C_d$$

C_d : conséquences financières

r : risque d'inondation

V_d : valeur du dégât probable (vulnérabilité)



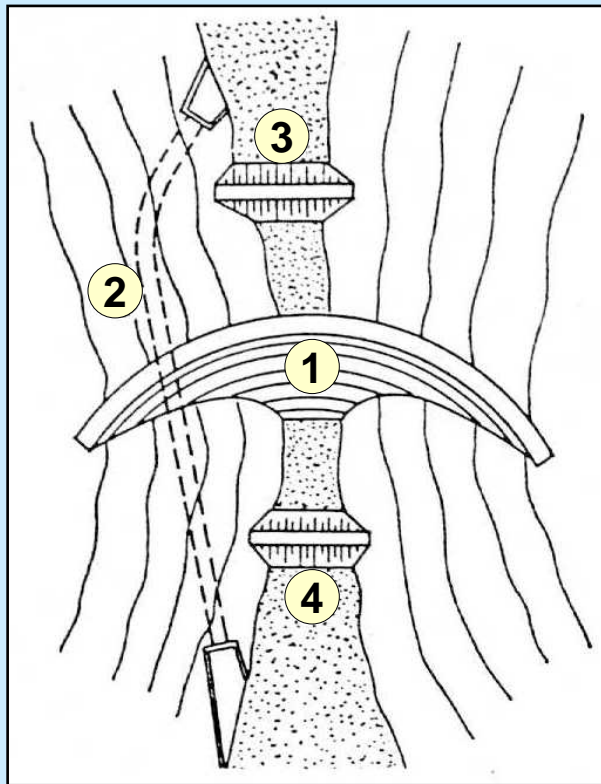
Q_{opt} : capacité économique de la dérivation

C_c : coûts de construction pour les ouvrages de dérivation

V_d : valeur du dégât probable

Types de dérivation

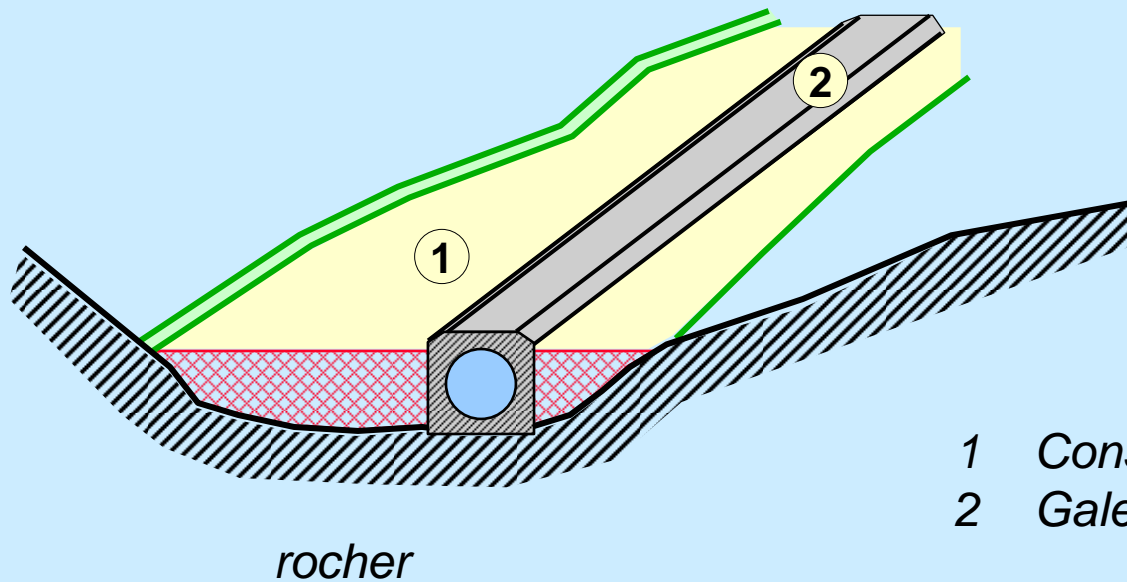
Dérivation intégrale



- 1 *Barrage en construction*
- 2 *Galerie de dérivation*
- 3 *Batardeau amont*
- 4 *Batardeau aval*

Types de dérivation

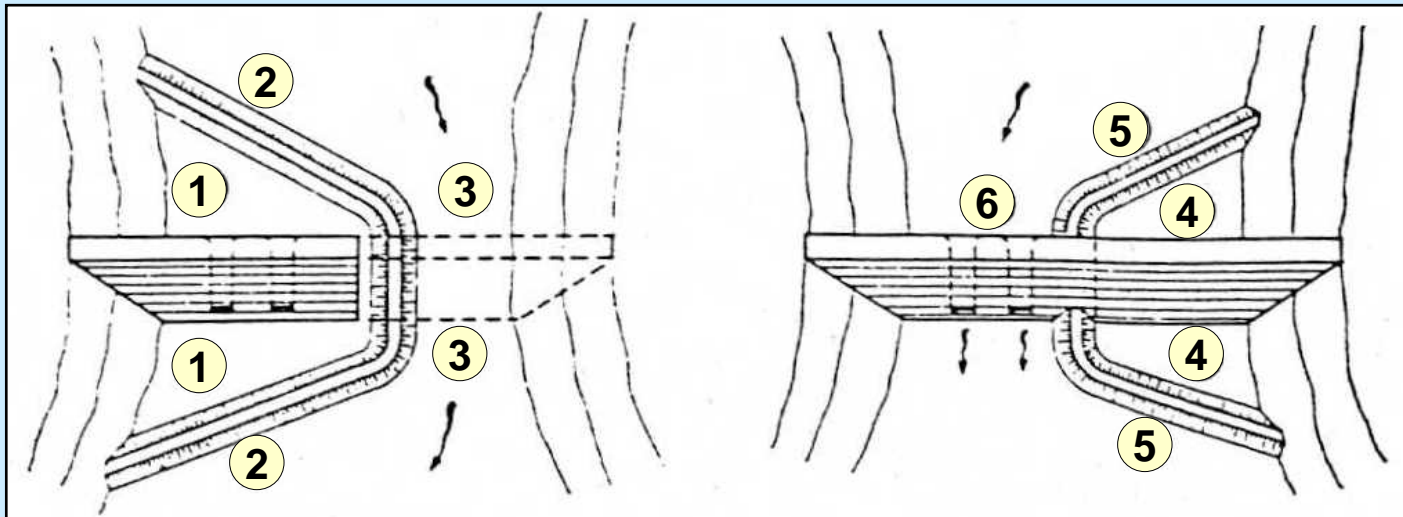
Dérivation à travers le chantier
(avec batardeaux amont et aval)



- 1 Construction (remblai)
- 2 Galerie de dérivation (près de la fondation)

Types de dérivation

Balancement de la rivière

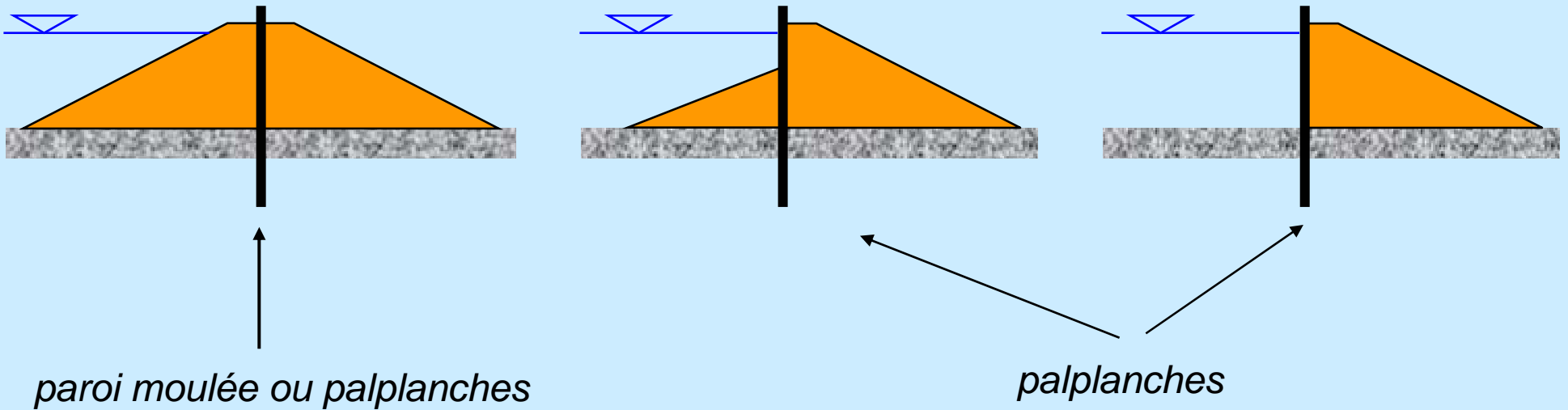


- 1 Zone des travaux
- 2 Batardeau
- 3 Section de la dérivation

- 4 Zone des travaux
- 5 Batardeau
- 6 Ouvertures (vidange de fond ou une future centrale hydroélectrique)

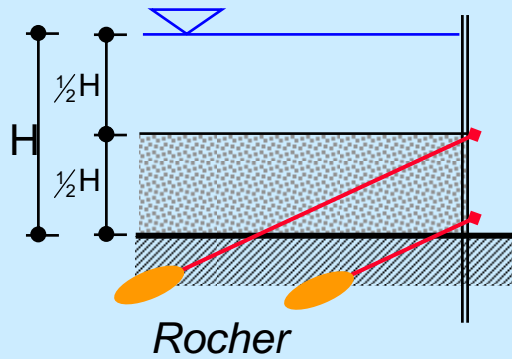
Eléments de la dérivation

Batardeaux en remblais



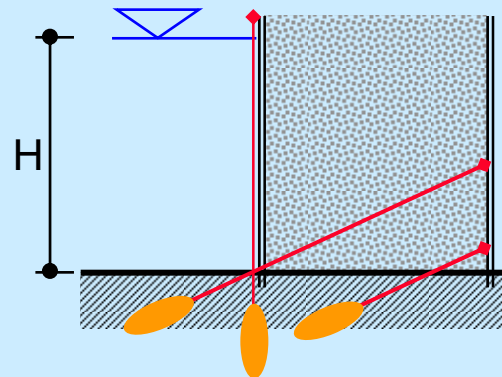
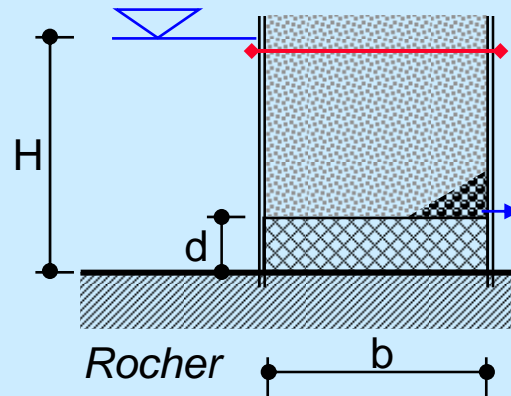
Eléments de la dérivation

Batardeaux avec palplanches

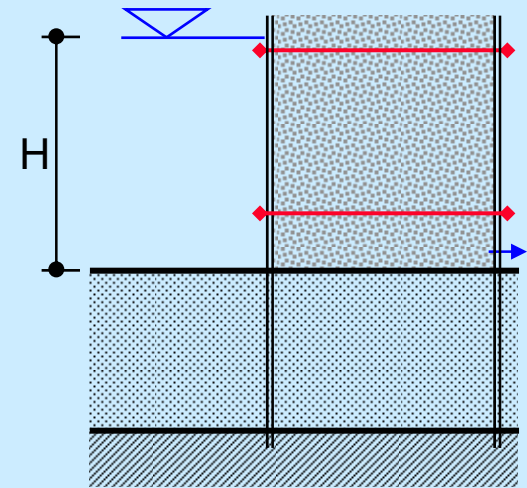


▲ Batardeau simple

Batardeau double ancré ➤
Exemple: Seujet à Genève



◀ Batardeau double ▶

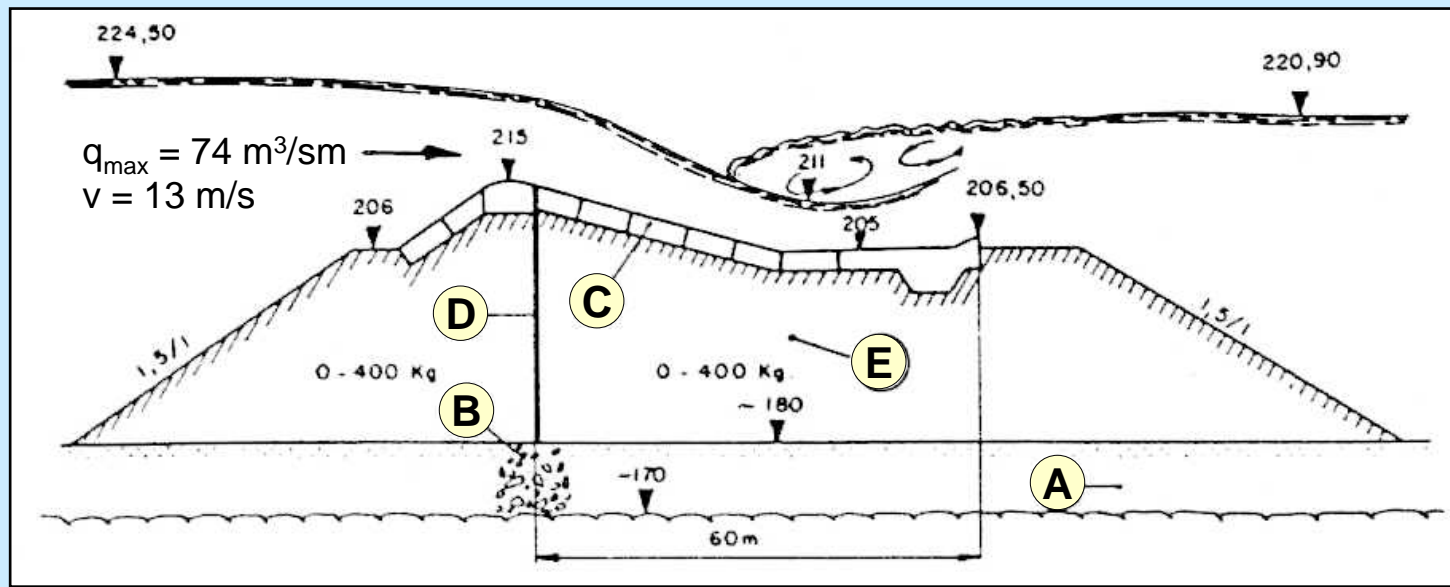


Rocher

$$\frac{b}{H} \cong 0.75 \div 0.9$$

Eléments de la dérivation

Batardeaux submergés
Exemple: Cabora Bassa, Mozambique



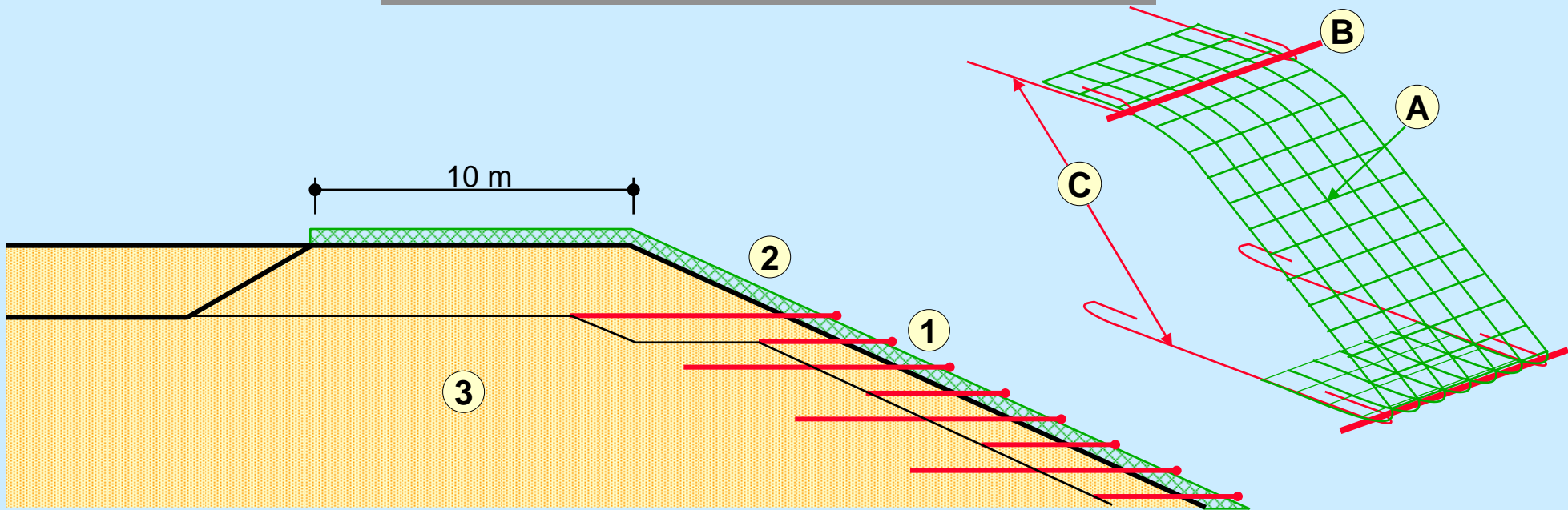
A Alluvions
B Injections

C Plaques en béton
7 x 7 m

D Palplanche
E Enrochement

Eléments de la dérivation

Batardeaux submergés

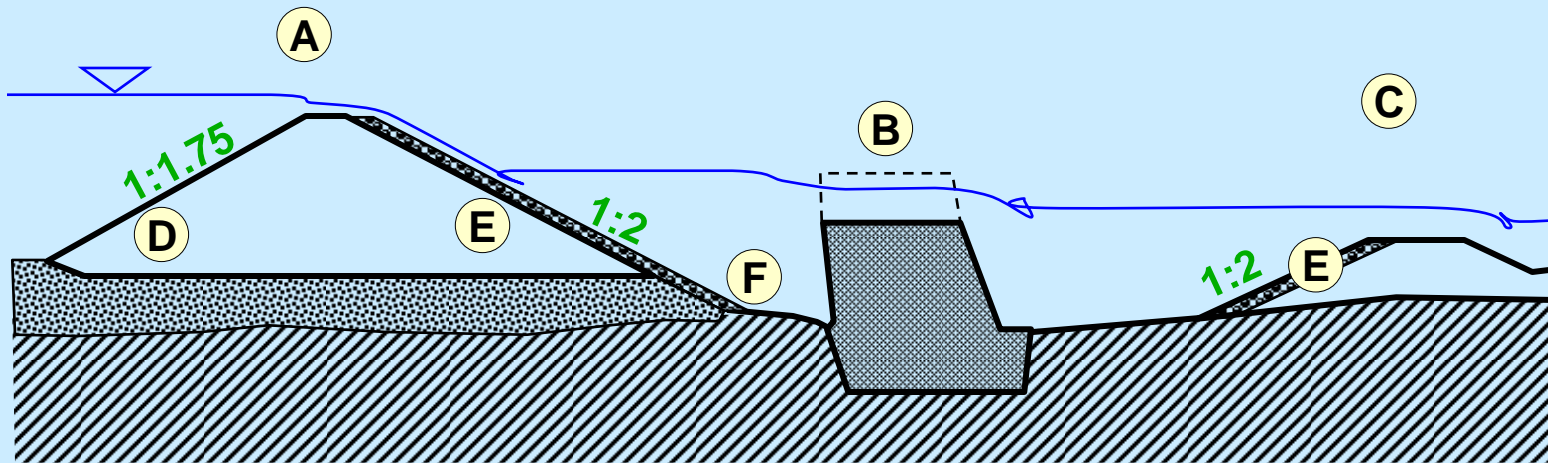


- 1 Barres d'armature de 4 et 10 m de longueur
- 2 Filet d'armature
- 3 Enrochement

- A Filet d'armature
- B Barre d'armature épaisse
- C Barre d'ancrage

Eléments de la dérivation

Batardeaux submergés



0 20 100 m

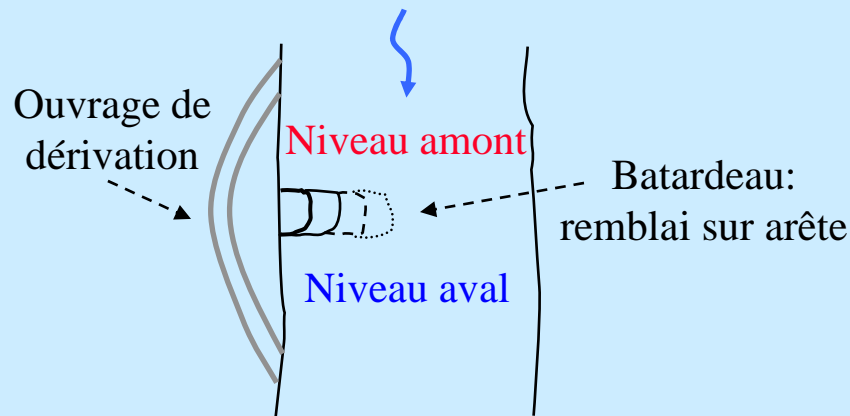
- | | | | |
|---|-----------------|---|-------------------|
| A | Batardeau amont | D | Rip-rap |
| B | Barrage voûte | E | Gabions |
| C | Batardeau aval | F | Pied du batardeau |

Barrages

Ouvrages annexes

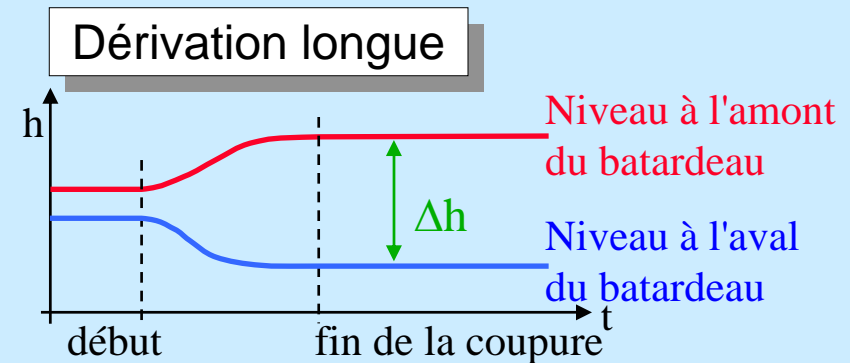
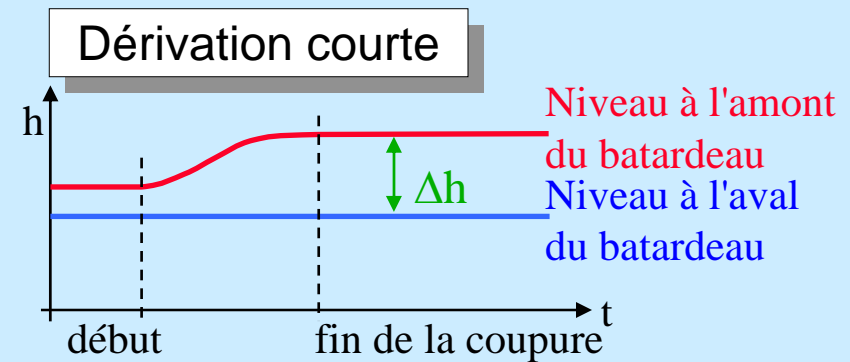
Dérivation - Coupure de la rivière

- ⇒ La dérivation d'une rivière par des galeries ou canaux nécessite la coupure par des batardeaux
- ⇒ La rivière est forcée d'entrer dans l'ouvrage de dérivation par une surélévation du plan d'eau



Limite technique
d'un seuil batardeau

$$\Delta h_{max} = 2.0 \text{ m}$$





Organes de la dérivation

⇒ Galeries de dérivation

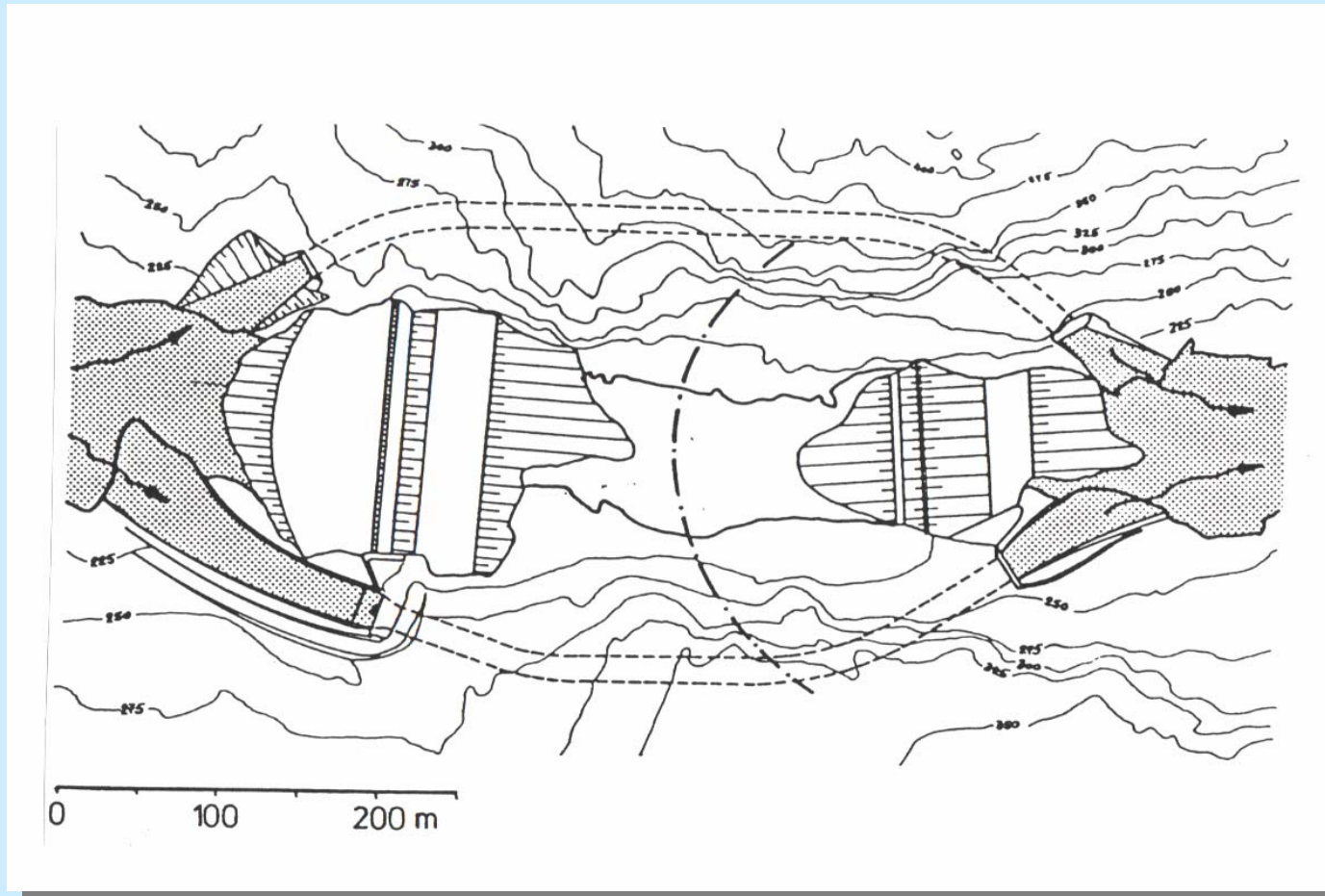
- ◆ Q_{\max} par galerie $\sim 2500 \text{ m}^3/\text{s}$
- ◆ $D_{\max} \sim 8 \text{ m}$ (qualité moyenne du rocher) à 16 m (qualité excellente)
- ◆ revêtement en béton
- ◆ $V_{\max} \sim 10 \text{ m/s}$

⇒ Canaux de dérivation

⇒ Ouvertures dans le barrage

- ◆ brèches
- ◆ orifices

Galeries de dérivation



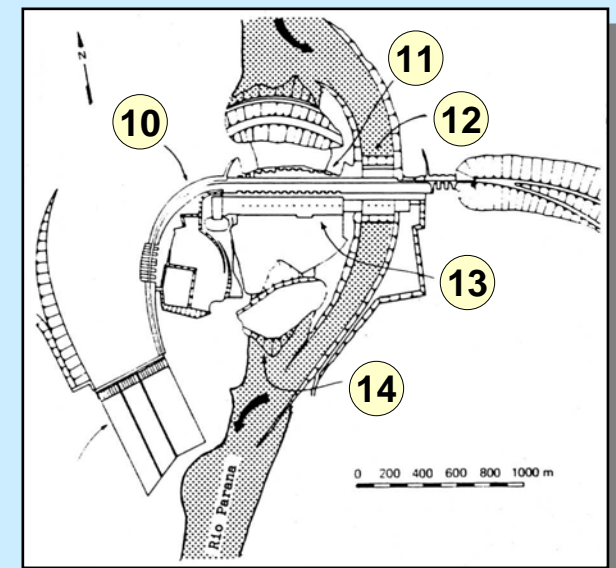
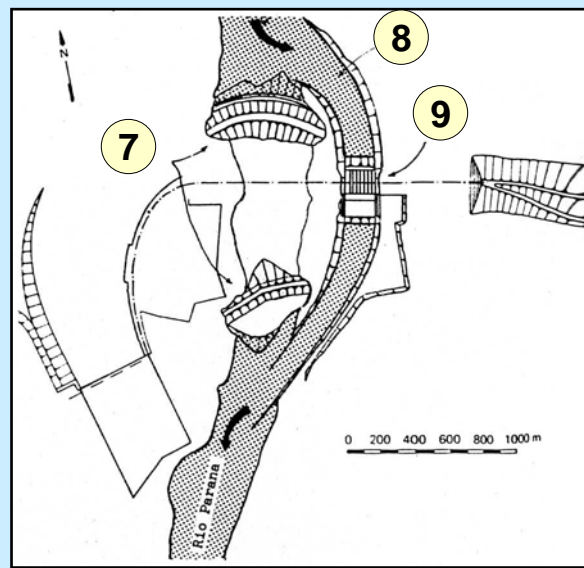
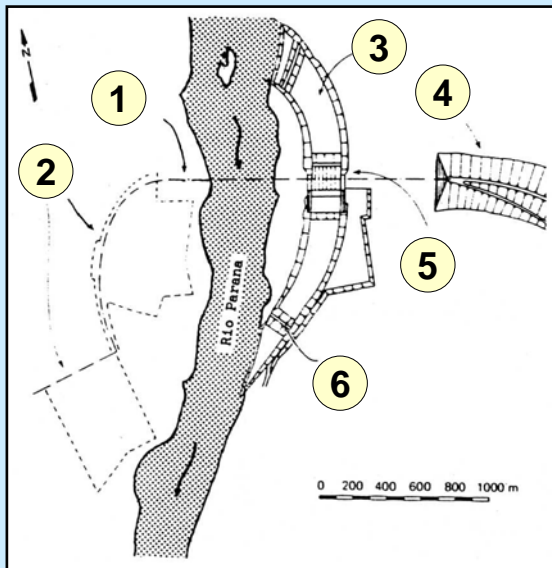
Cabora Bassa, Mozambique

Barrages

Ouvrages annexes

Dérivation - Balancement de la rivière

Exemple Itaipu



- 1 *Axe du barrage*
- 2 *Excavation: évacuateur de crues*
- 3 *Excavation: canal de dérivation*
- 4 *Digue en enrochement*
- 5 *Ouvrage de contrôle*
- 6 *Rocher laissé en place*

- 7 *Batardeaux principaux*
- 8 *Canal de dérivation*
- 9 *Ouvrage de contrôle*

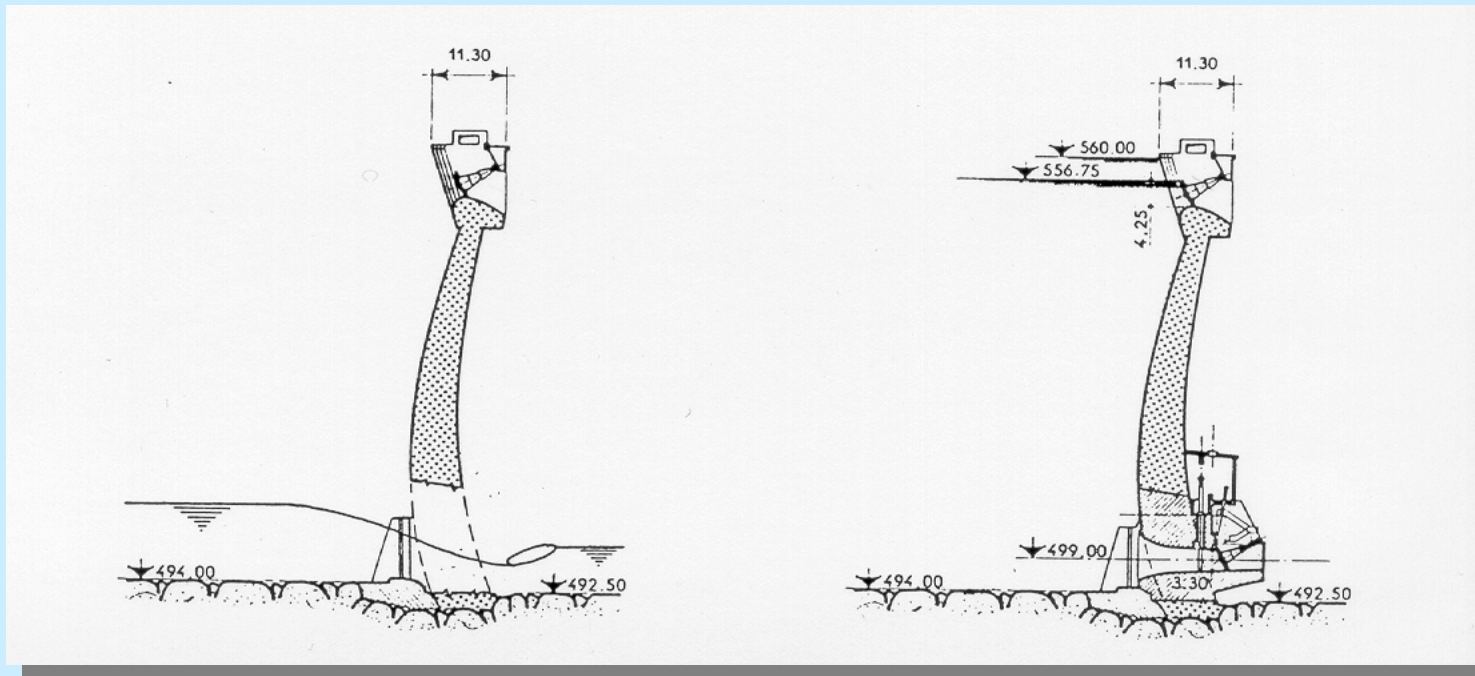
- 10 *Construction digue latérale*
- 11 *Construction digue principale*
- 12 *Fin des travaux: l'ouvrage de contrôle*
- 13 *Salle des machines*
- 14 *Démolition partielle du batardeau aval*



Barrages

Ouvrages annexes

Combinaison: dérivation - vidange de fond



Exemple:
La Barthe,
France

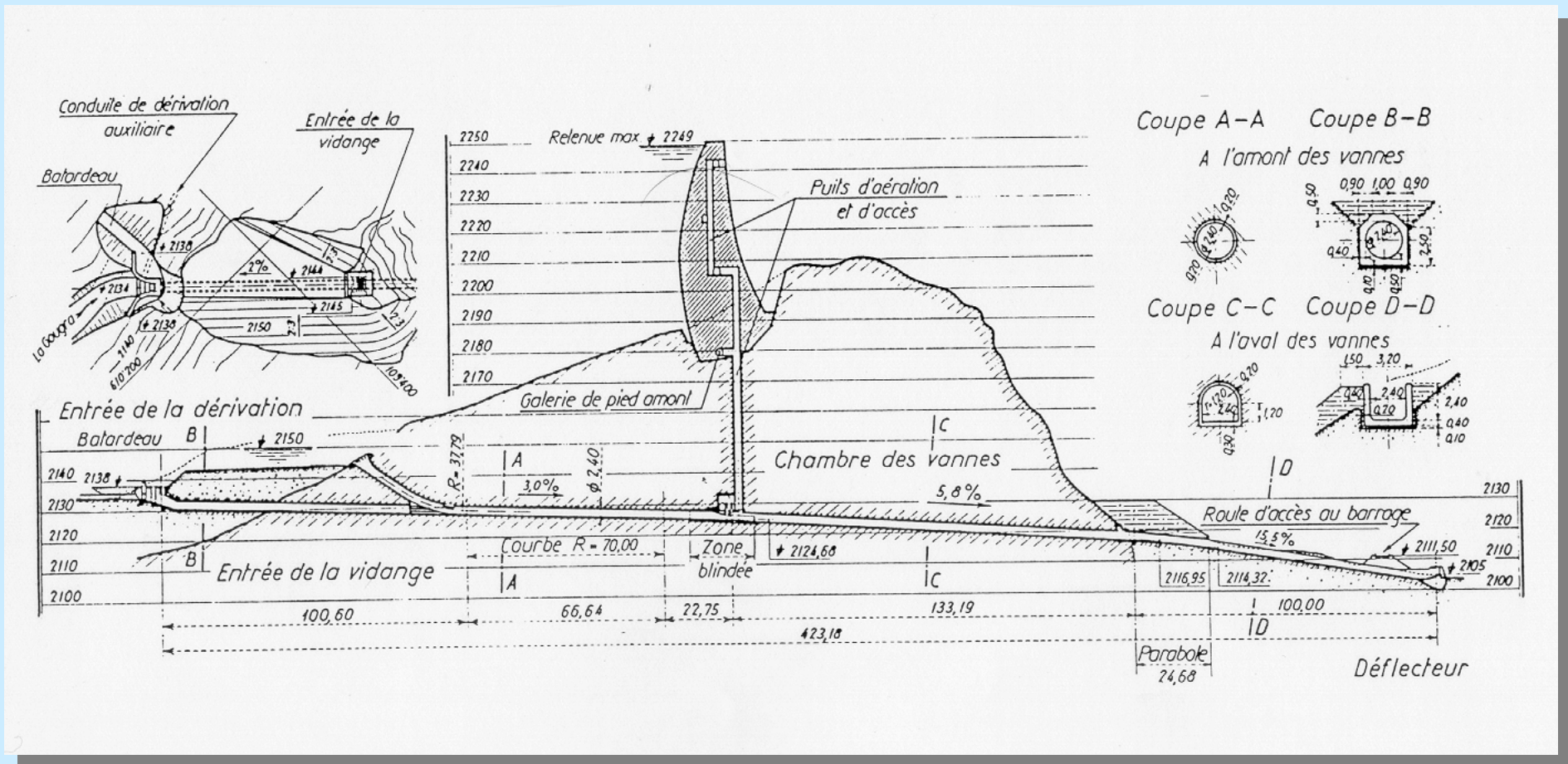
Etat provisoire pendant la construction:
Dérivation de la rivière à travers deux
ouvertures provisoires.

Etat définitif:
Transformation des ouvertures provisoires
aux vidanges de fond.

Barrages

Ouvrages annexes

Combinaison: dérivation - vidange de fond



Exemple: Moiry, (VS) Suisse

Laboratoire de constructions hydrauliques

Evacuateurs de crues



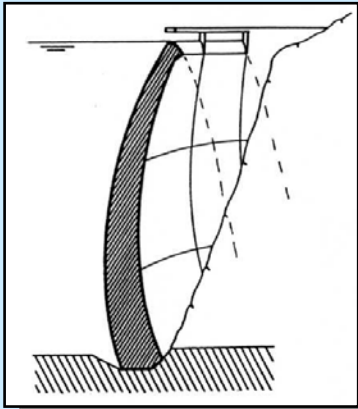
Barrages

Ouvrages annexes

Types d'évacuateurs

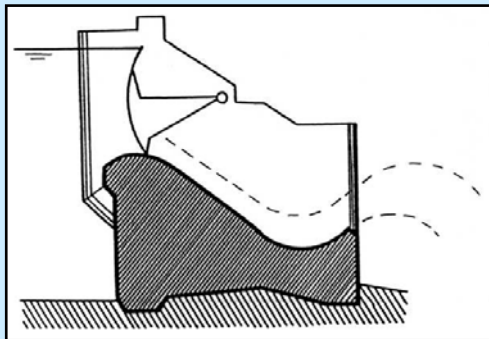
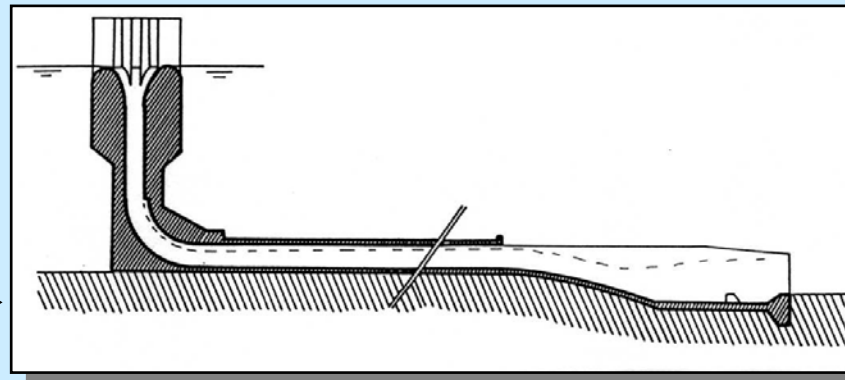
Elément	Possibilités de conception				
Evacuation	° sans vanne	° avec vanne	Æ vanne fusible	Ø digue fusible	
Ouvrage d'entrée	° d'versoir cristallin perpendiculaire	° d'versoir latéral	Æ d'versoir cristallin circulaire	Ø siphon	orifice
Ouvrage de transport	° nappe d' - versante en chute libre	° cascade	Æ coursier	Ø galerie écoulement libre	galerie pu puit en charge
Ouvrage de sortie	° manque	° bassin amortisseur	Æ saut de ski		

Types d'évacuateurs - Exemple



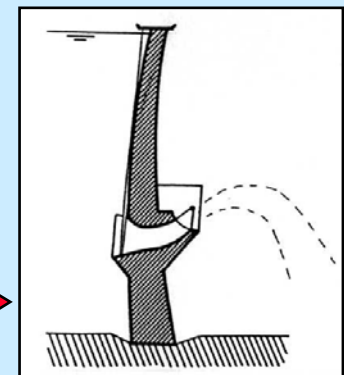
← **Type 1111**
Barrage Maè,
Italie

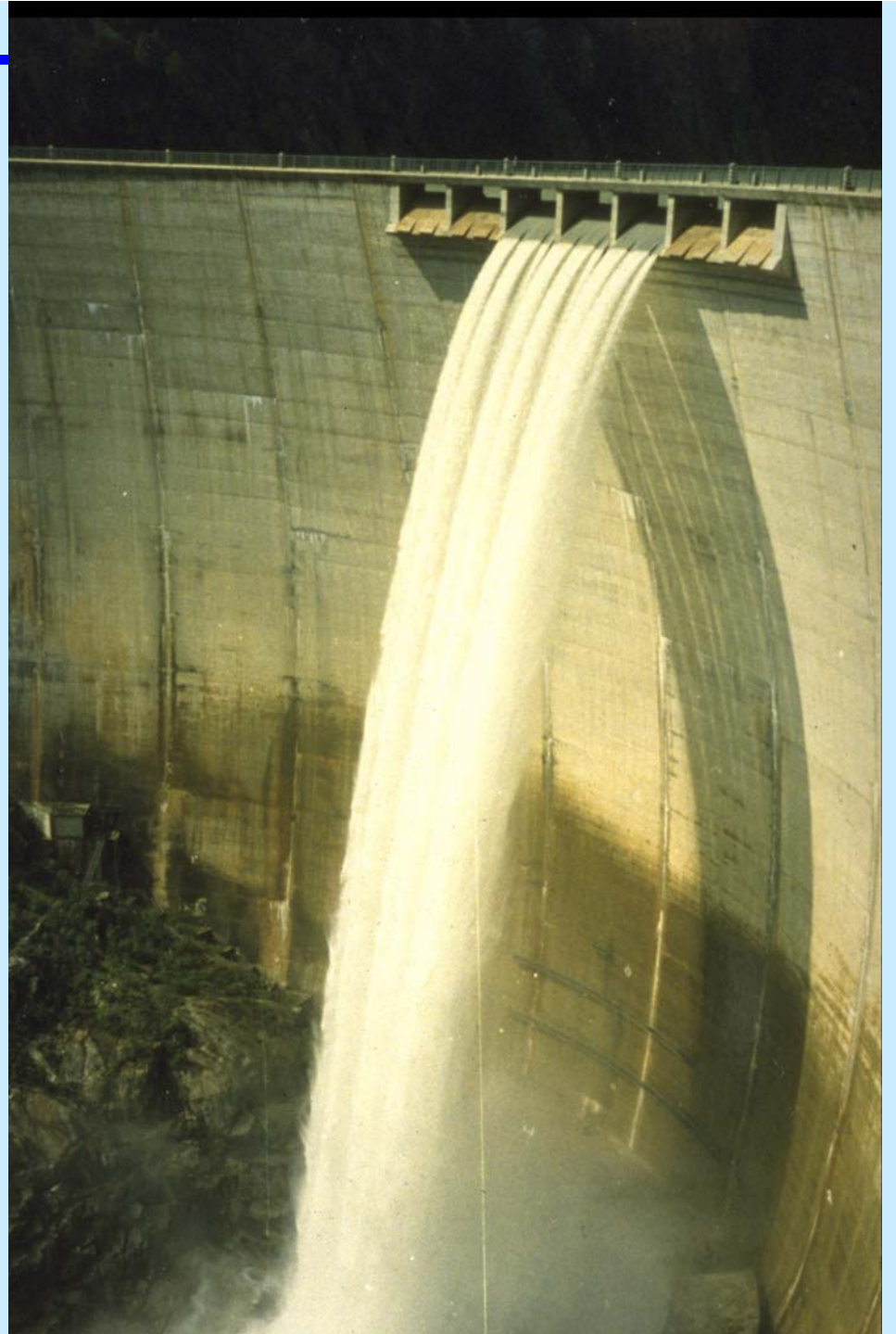
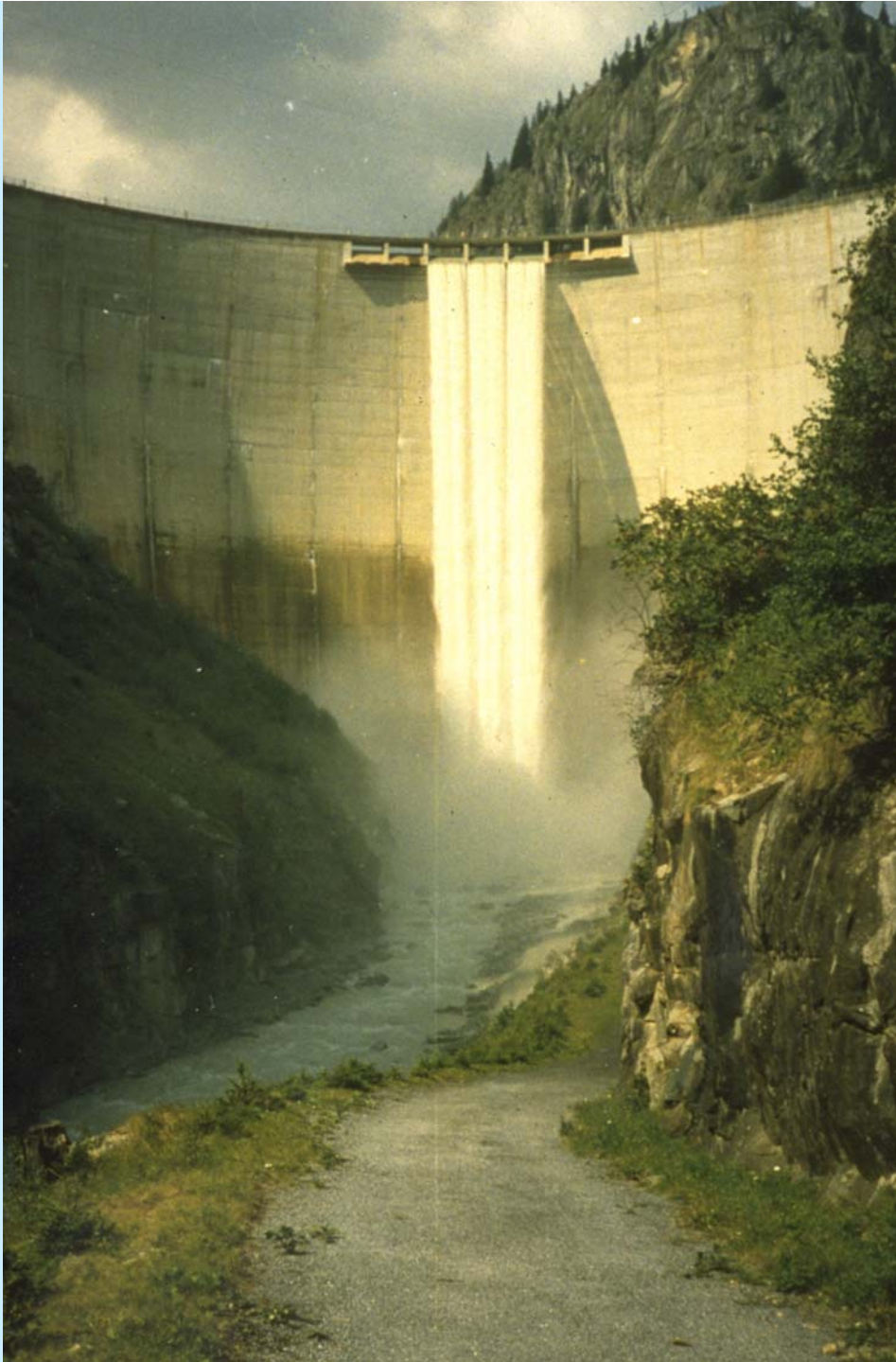
Type 1342
Heart-Buttle, →
USA



← **Type 2133**
Jaguara,
Brésil

Type 2513
Cabora Bassa, →
Mozambique





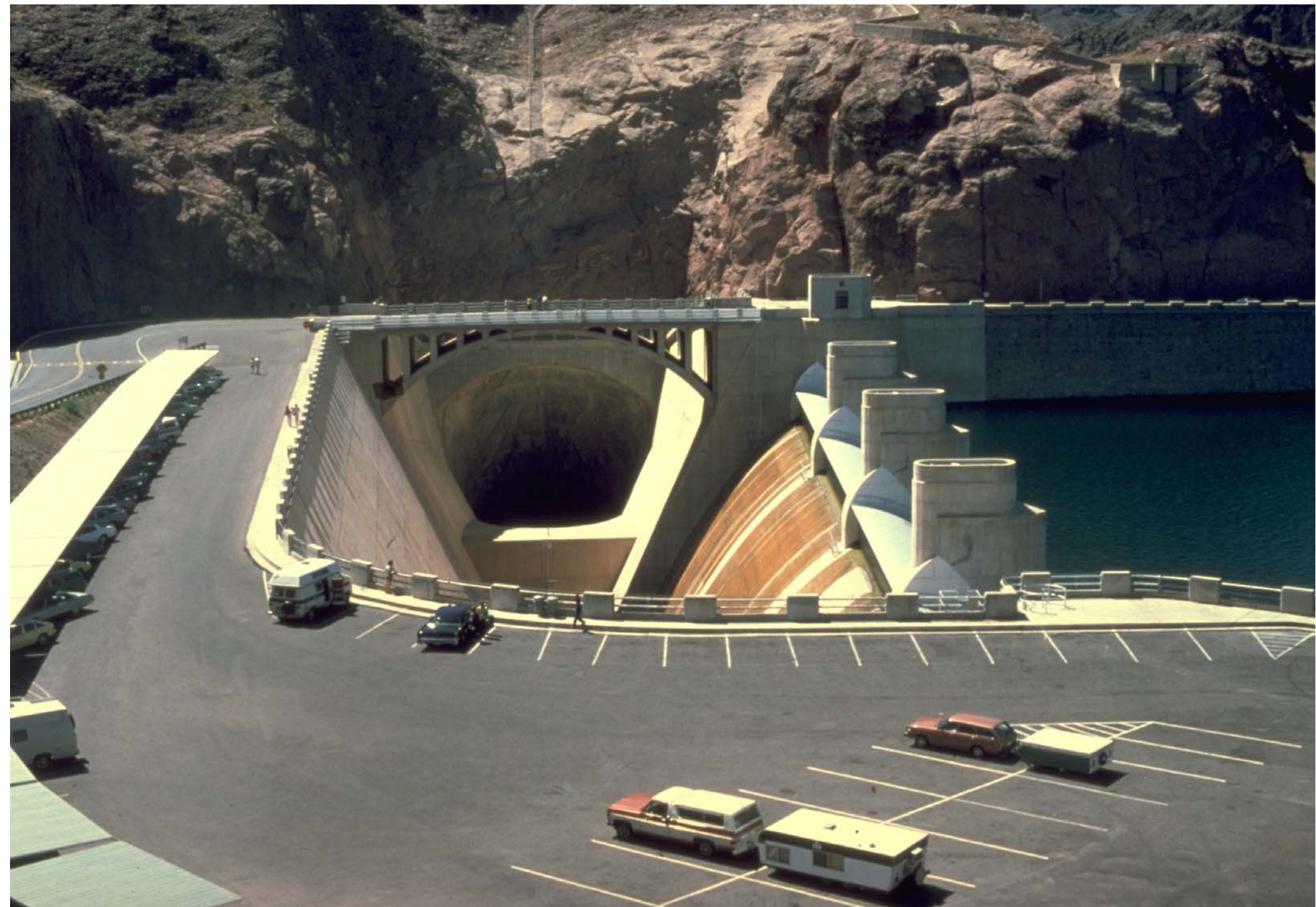




































Barrages
Ouvrages annexes















Evacuateurs - Problèmes particuliers

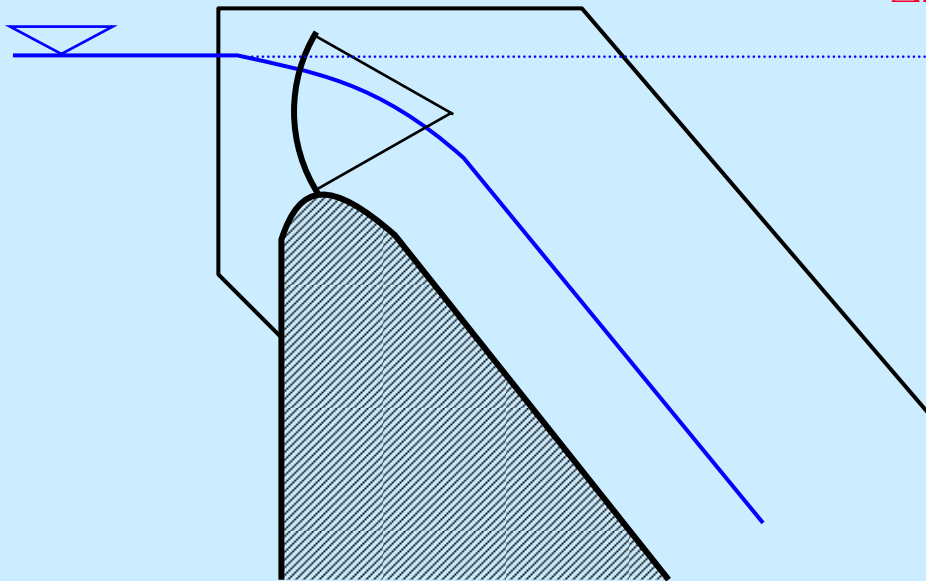
- ⇒ passage des corps flottants
- ⇒ sécurité au gel
- ⇒ dégâts d'abrasion dus aux matériaux en suspension
- ⇒ aération superficielle ou forcée dans les coursiers
- ⇒ vibrations dues aux pressions dynamiques
- ⇒ ondes de choc
- ⇒ dissipation



Evacuateurs avec ou sans vannes

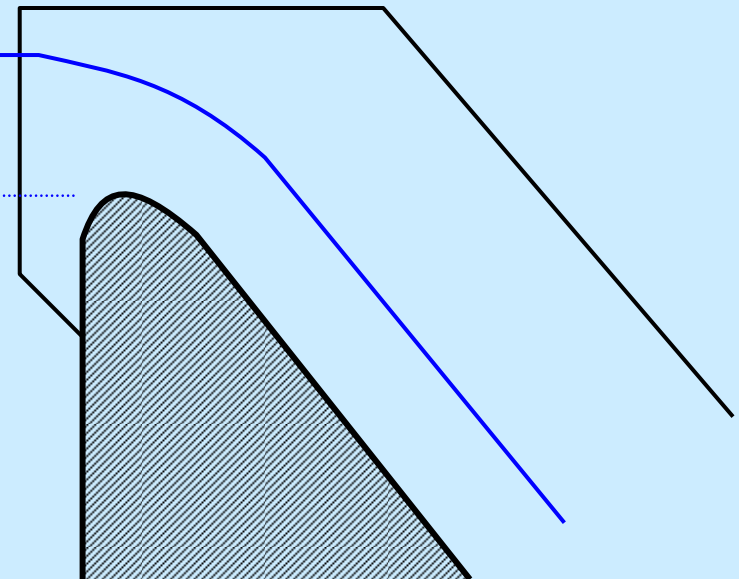
avec vannes

retenue normale (=niveau max.)



niveau maximal

Δh



sans vannes

Δh : surélévation du plan d'eau pendant la crue de dimensionnement

Objectifs des vidanges de fond

⇒ Vidange de fond

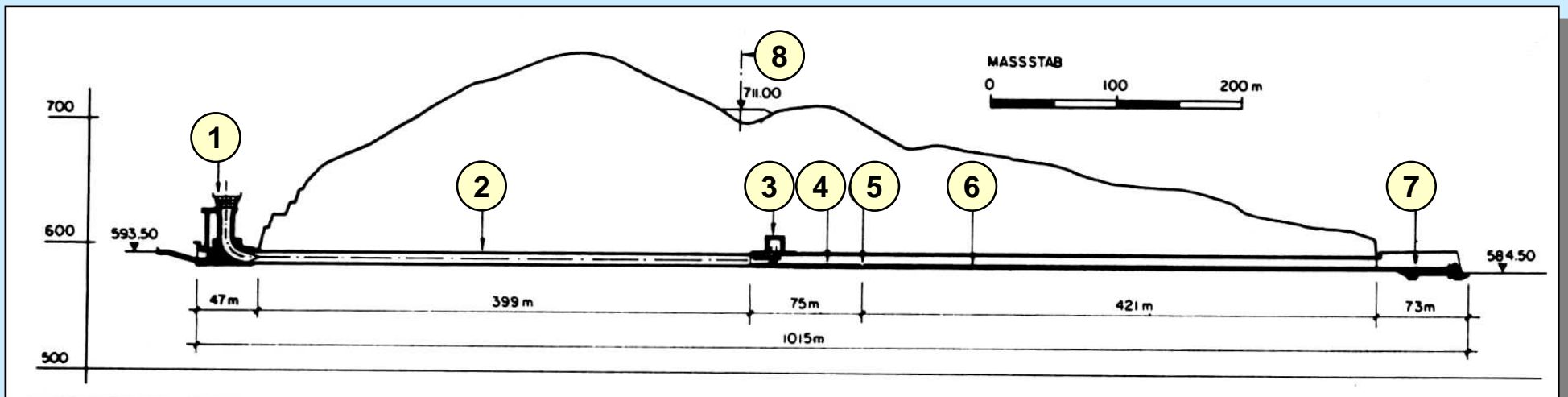
élément très important d'un barrage qui doit assurer:

- ◆ la vidange complète du bassin (purges, révisions)
- ◆ la montée contrôlée du plan d'eau lors du premier remplissage (comportement du barrage et des rives inondées)
- ◆ le contrôle du plan d'eau en cas d'événements particuliers (instabilité des rives)
- ◆ un abaissement du plan d'eau en périodes de danger (dangers naturels ou conflits armés)
- ◆ l'alimentation du cours d'eau aval pour des cas exceptionnels

Barrages

Ouvrages annexes

Eléments des vidanges de fond



Exemple: Alicura (Argentine)

- | | | | |
|---|--|---|---------------------------------------|
| 1 | Ouvrage d'entrée (avec grille grossière) | 5 | Aération du fond (rainure d'aération) |
| 2 | Galerie de vidange amont (Ø 9.0 m) | 6 | Galerie de vidange aval bétonnée |
| 3 | Chambre des vannes | 7 | Ouvrage de restitution (saut de ski) |
| 4 | Galerie de vidange aval blindée (75 m) | 8 | Axe de la digue |

Conception des vidanges de fond

Vidange de fond

combinée avec le barrage

- barrages en béton
- épaisseur du barrage au pied > 18 à 25 m
- conduite amont blindée en acier
- chambre des vannes fortement armée

combinée avec la fondation du barrage

- digues en terre
- chambre des vannes située le plus près possible du parement amont de la digue

combinée avec la galerie de dérivation

- transformation de la galerie de dérivation
- chambre des vannes directement à l'aval de l'écran d'étanchéité

Vidange de fond - Dimensionnement hydraulique

⇒ Critères pour le débit de dimensionnement

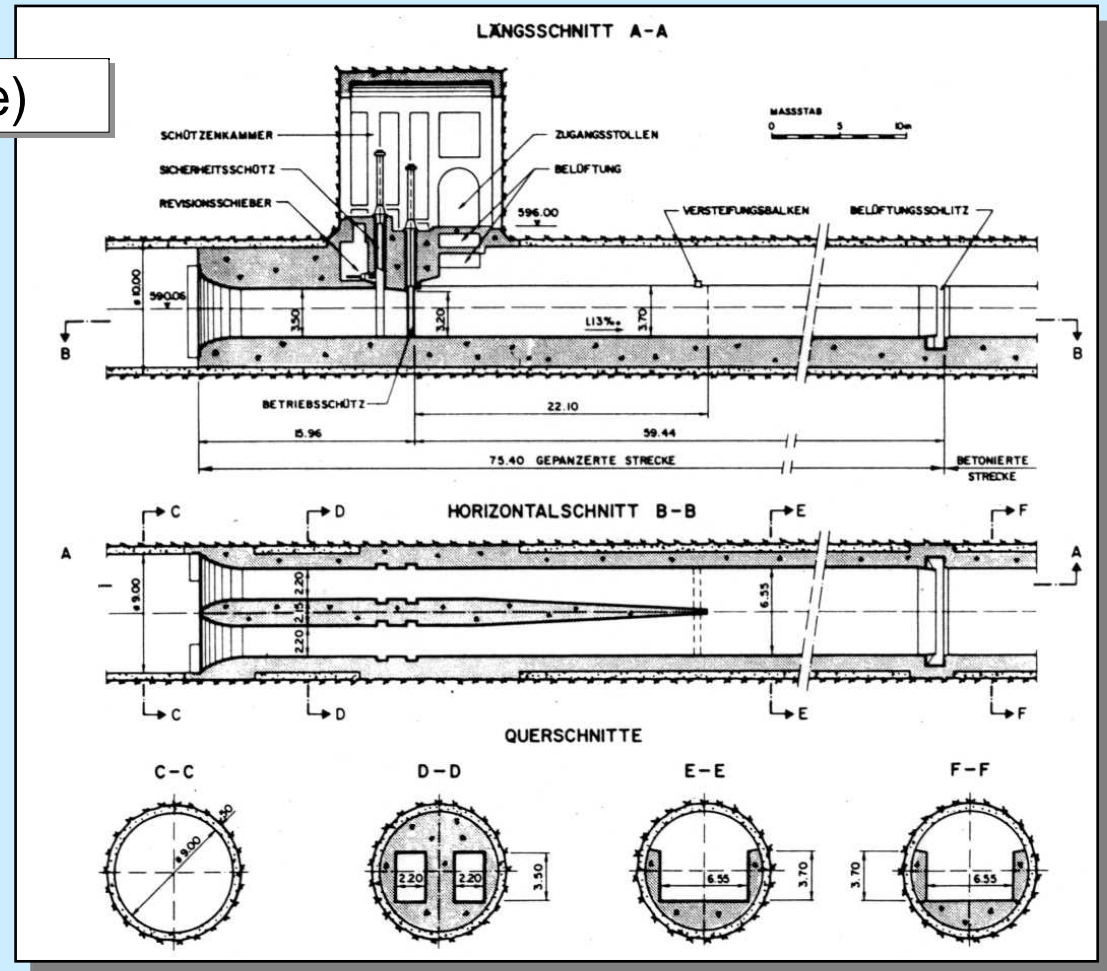
- ◆ le niveau du plan d'eau dans la retenue doit être maintenu constant pendant une certaine période
- ◆ le niveau du plan d'eau dans la retenue doit être abaissé d'une certaine tranche pendant une période déterminée

⇒ Règle approximative

- ◆ capacité de la vidange de fond doit être 2 fois plus grande que le module des apports dans le bassin

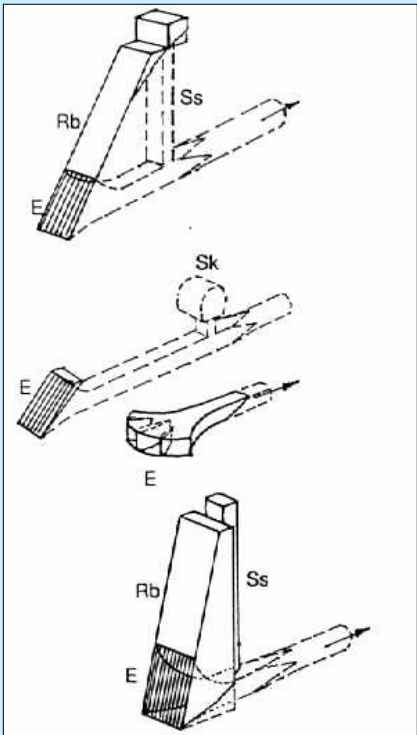
Chambre des vannes

Exemple: Alicura (Argentine)

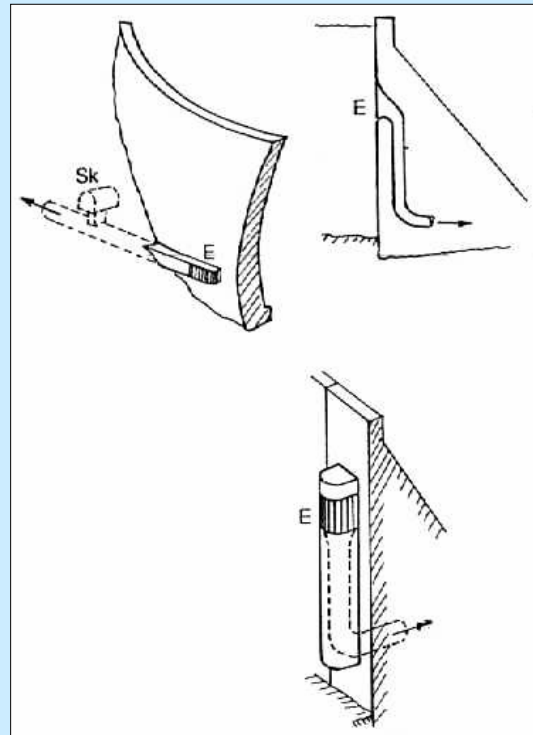


Prises d'eau - Classification selon l'emplacement

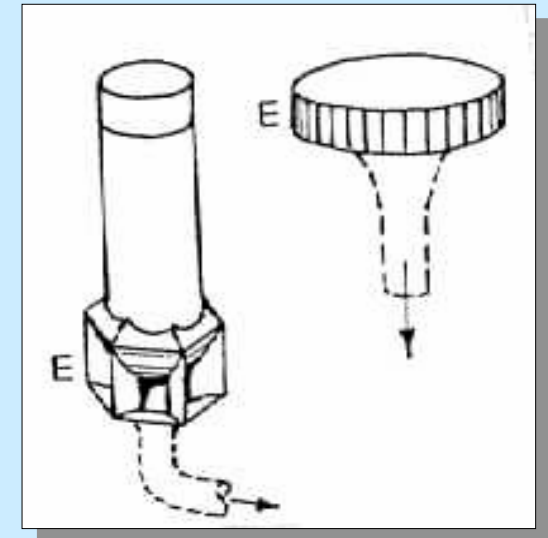
Prises situées aux rives



Prises combinées



Prises indépendantes



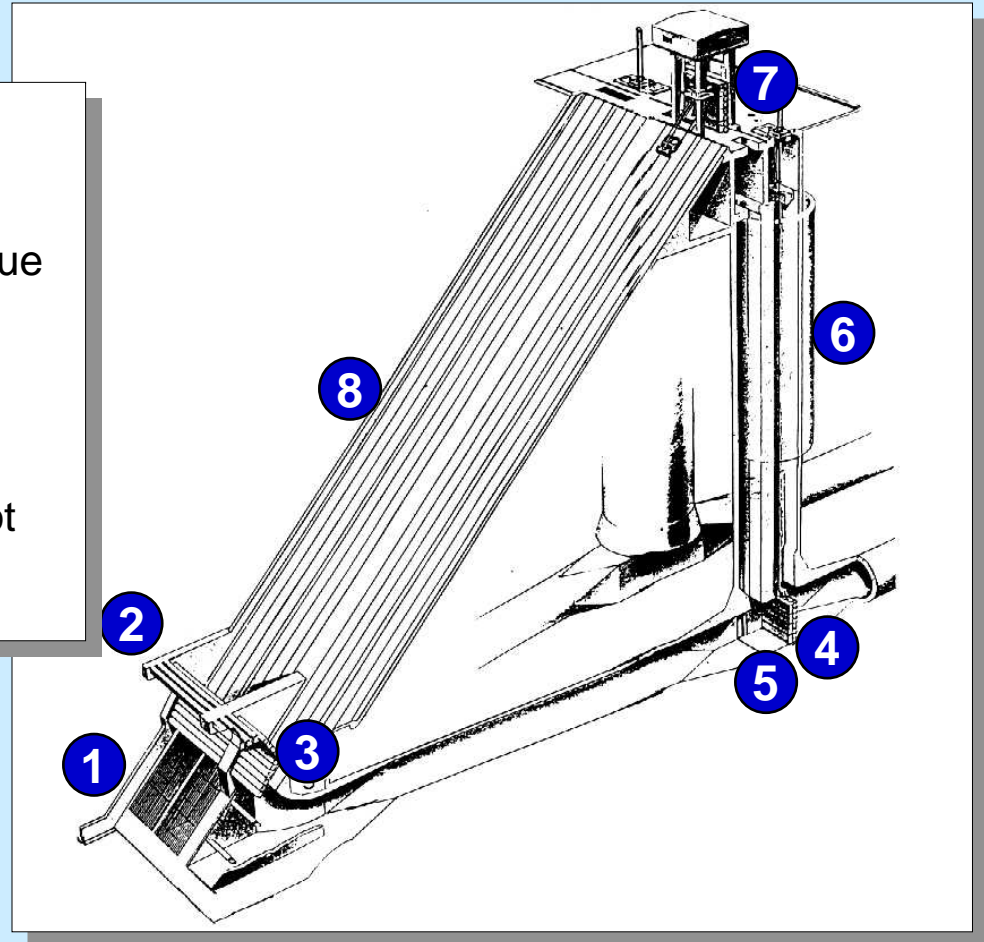
E: entrée
Sk: chambre des vannes
Ss: puits de commande des vannes
Rb: voie inclinée pour manœuvrer le chariot ou les batardeaux

Barrages

Ouvrages annexes

Eléments d'une prise d'eau située aux rives

1. grille
2. structure pour supprimer des vortex
3. pertuis d'entrée à forme hydrodynamique
4. vanne de service (vanne wagon)
5. batardeaux (évtl. vannes batardeau)
6. puits de commande des vannes
7. dégrilleur
8. voie inclinée pour manœuvrer le chariot du dégrilleur



Lac Victoria, Sri Lanka

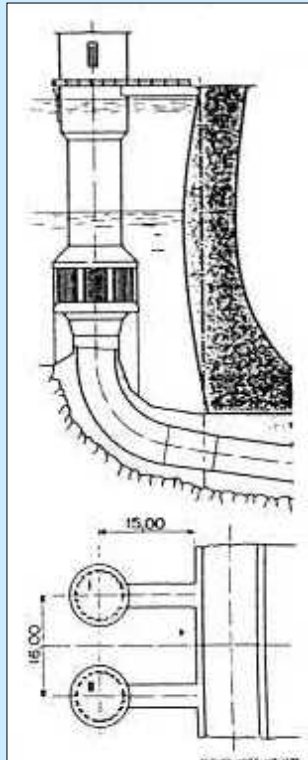




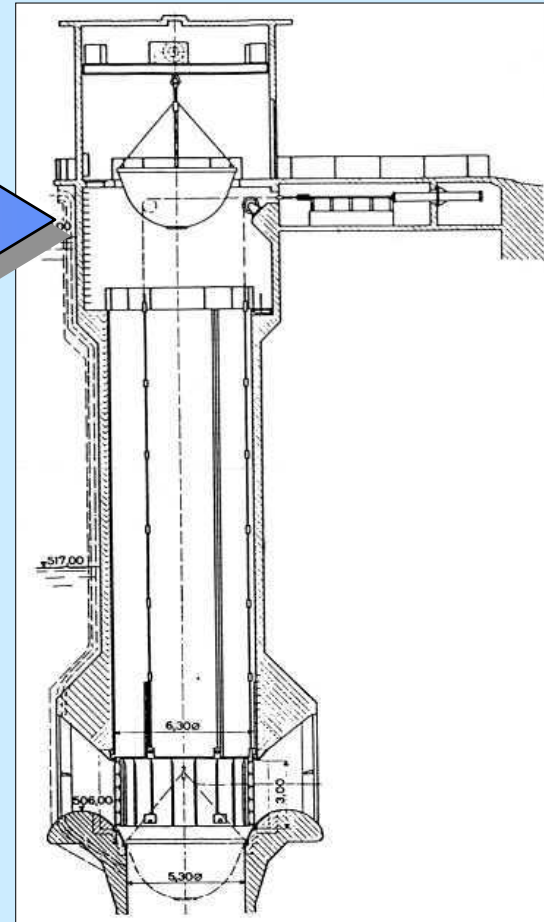
Barrages

Ouvrages annexes

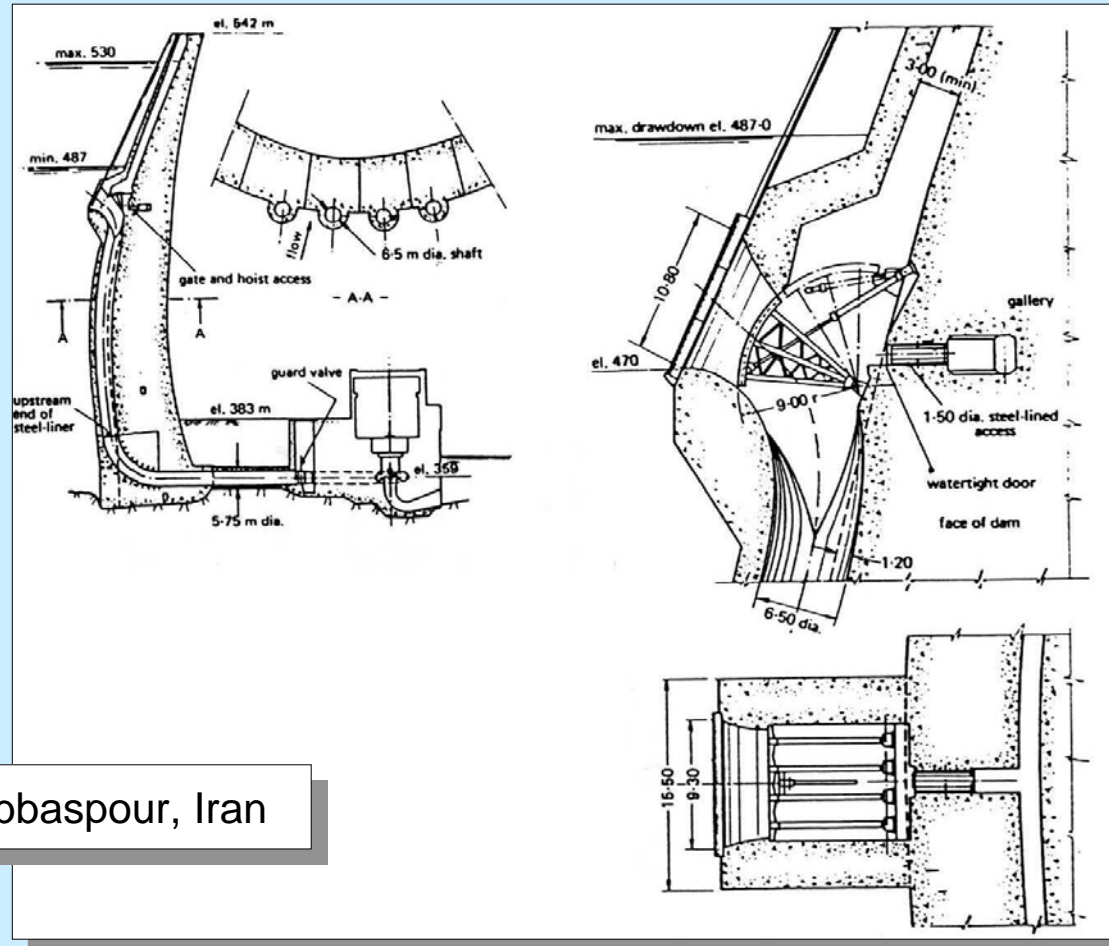
Prises indépendantes - tour de prise d'eau



Barrage / lac de Schiffenen, Fribourg



Prises combinées



Barrage Shahid Abbaspour, Iran