

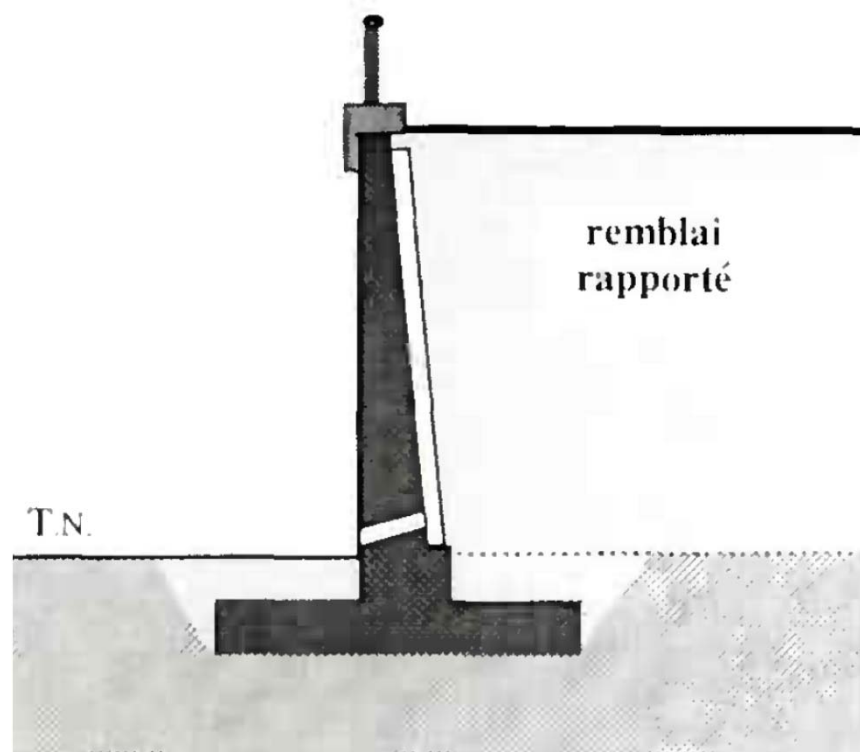
Murs de Soutènement

La typologie des murs de soutènements

Patrick LOSSET / DOA



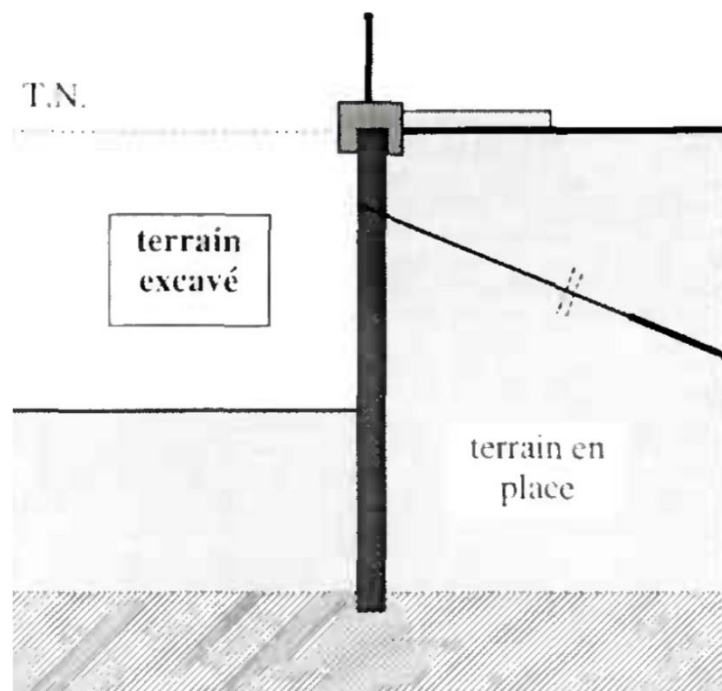
Les situations :



Ouvrage en remblai

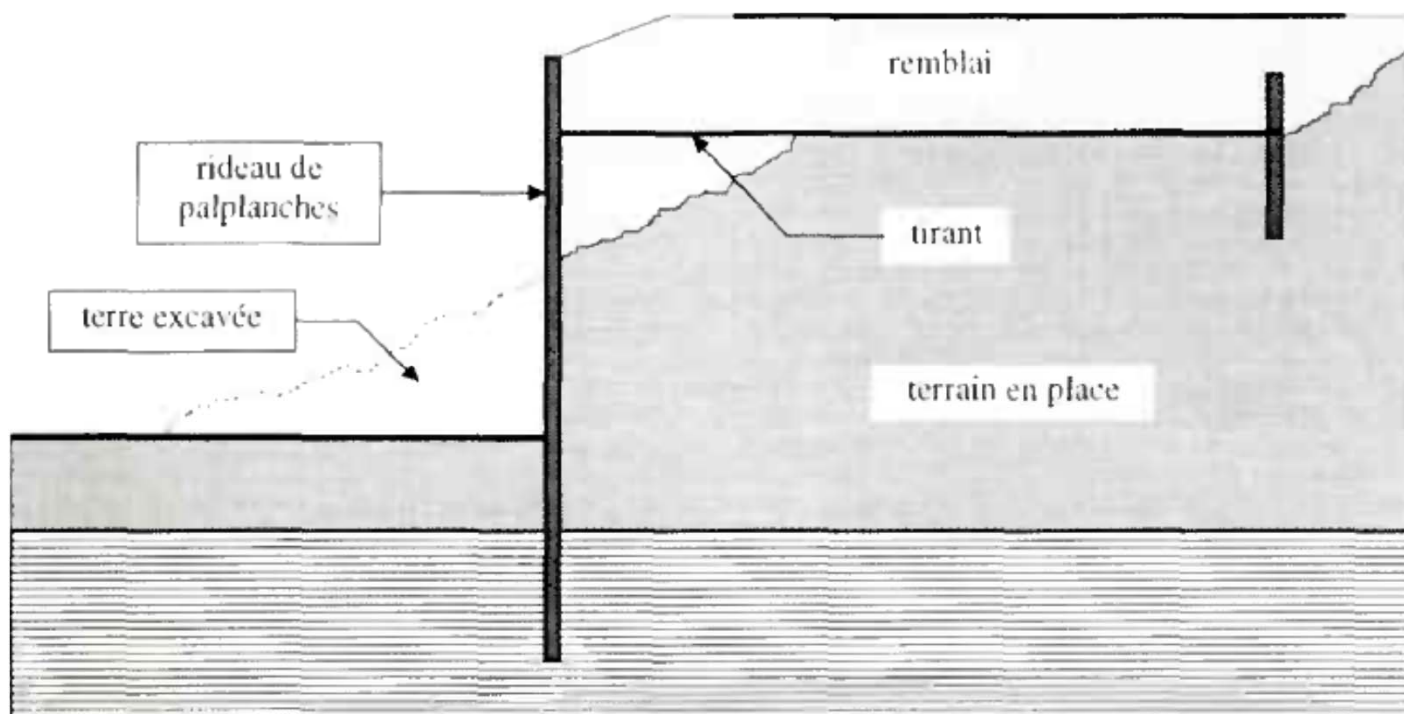


Les situations



Ouvrage en déblai

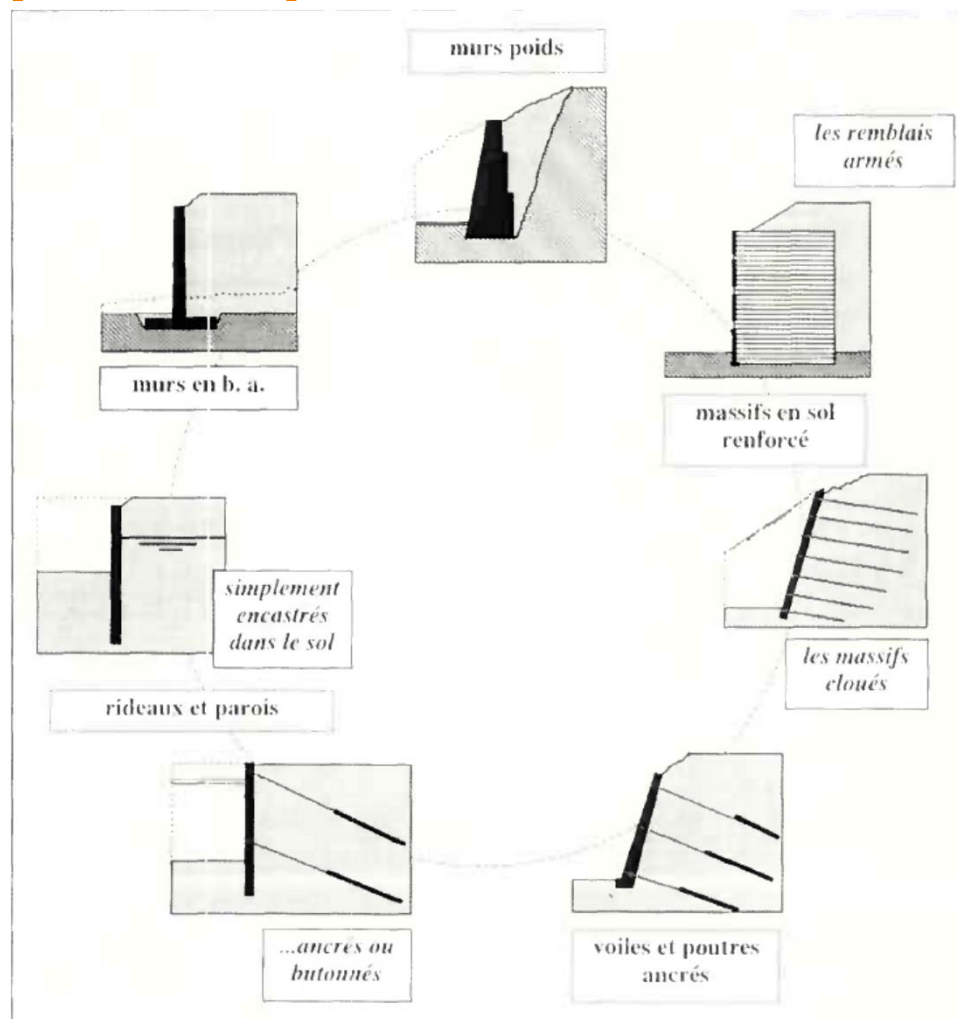
Les situations



Ouvrage mixte remblai-déblai

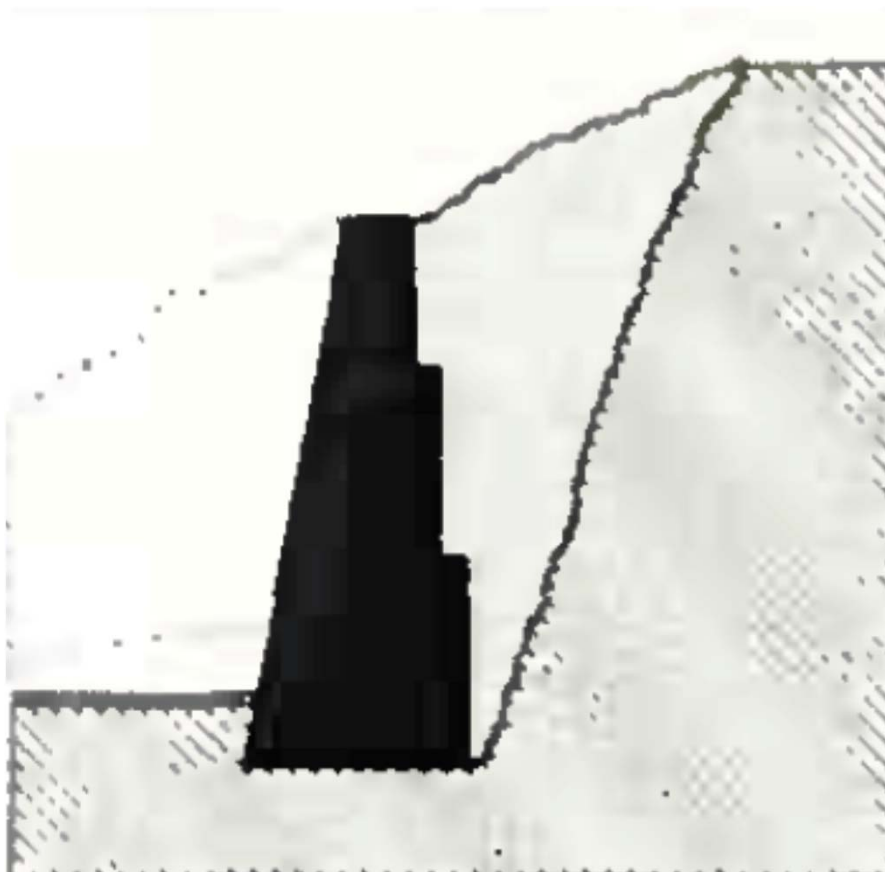


Les principales familles:



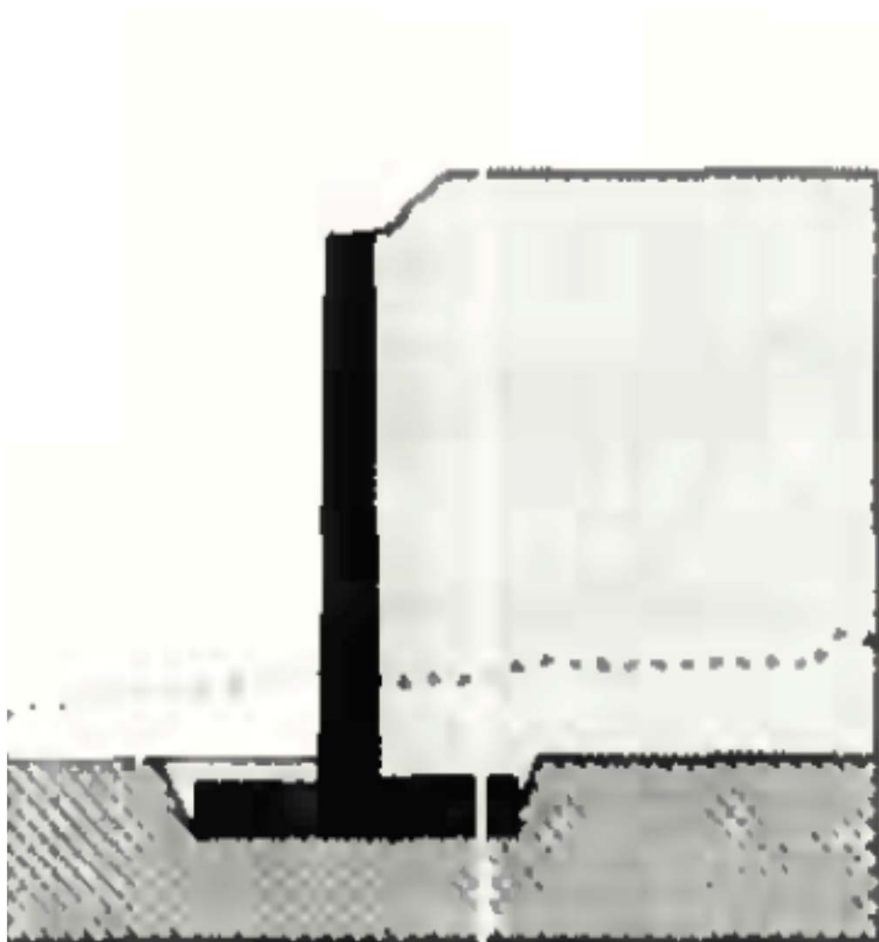


Murs poids:



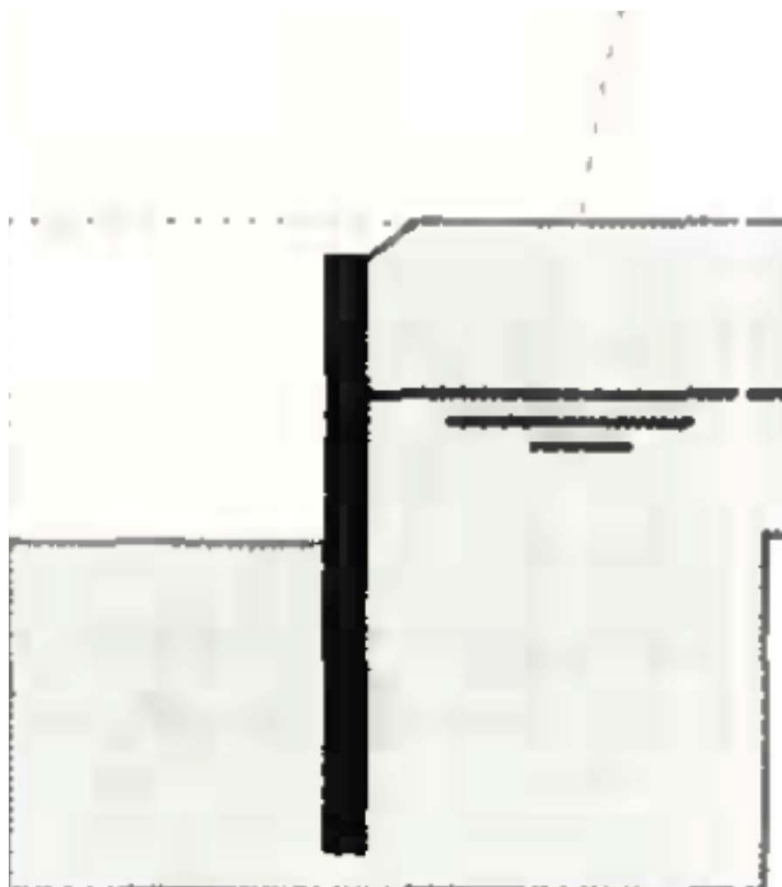


Murs en béton armé:



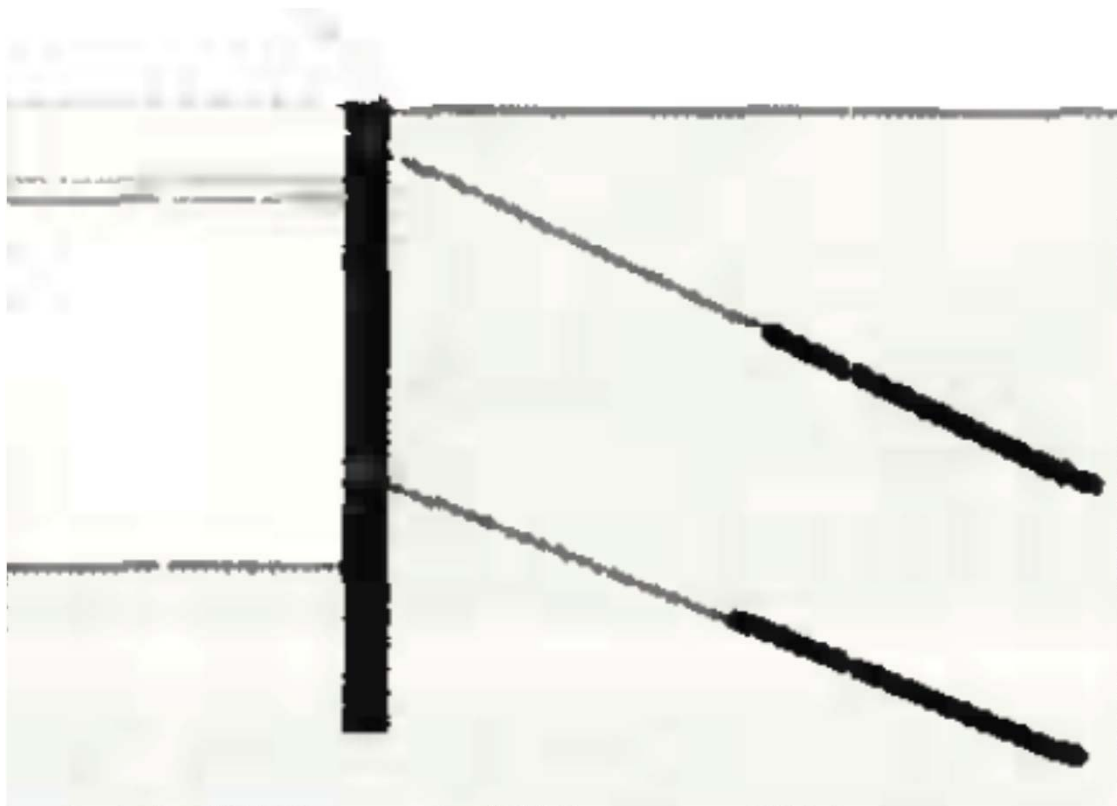


Rideaux et parois simplement encastrées dans le sol:



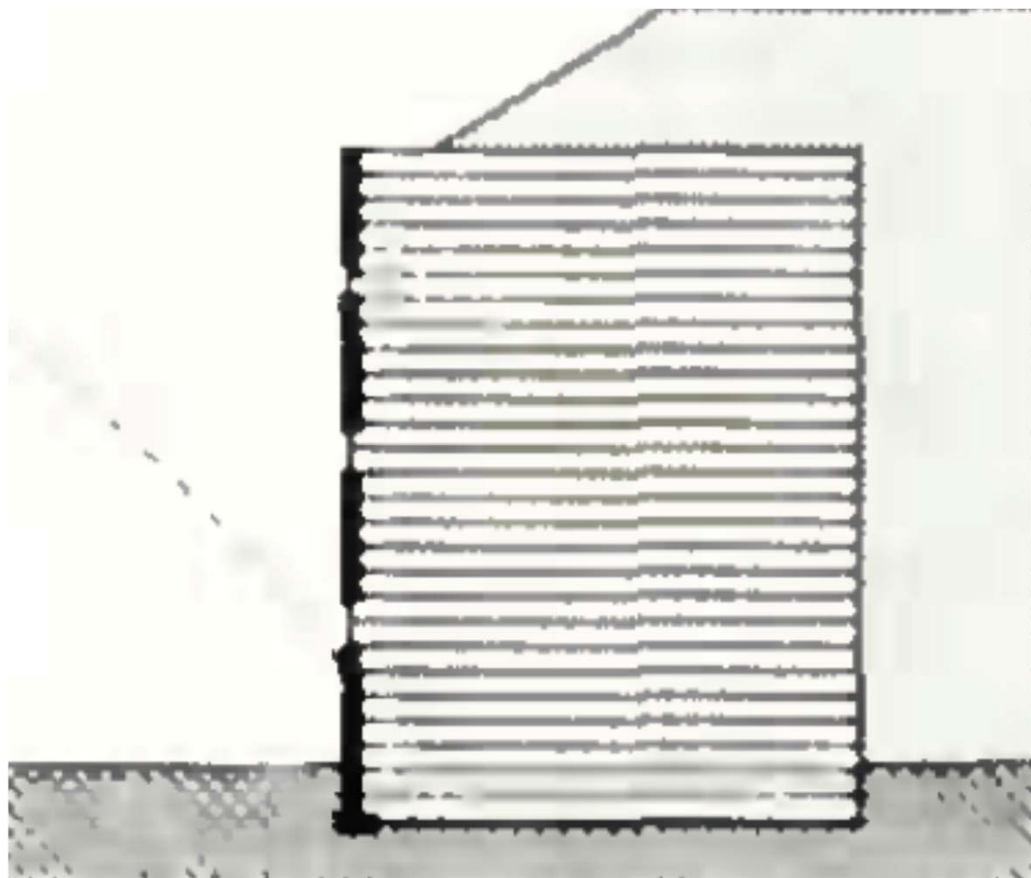


Rideaux et parois ancrés ou butonnés:



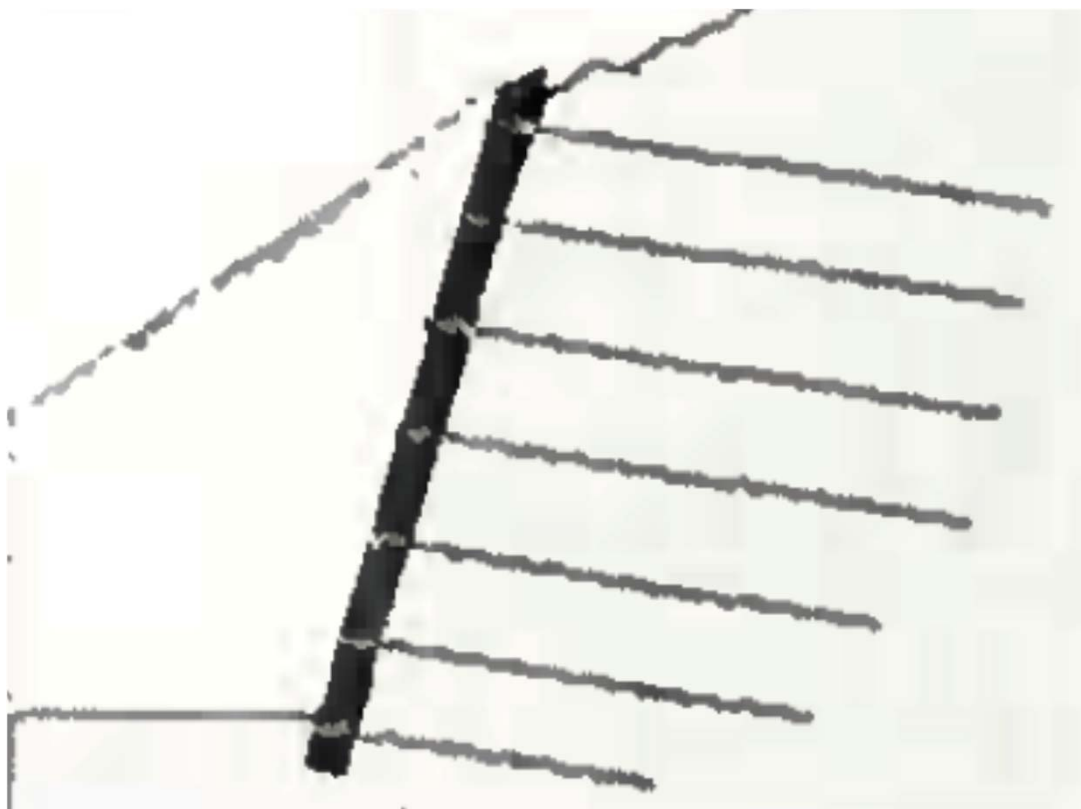


Les remblais armés:



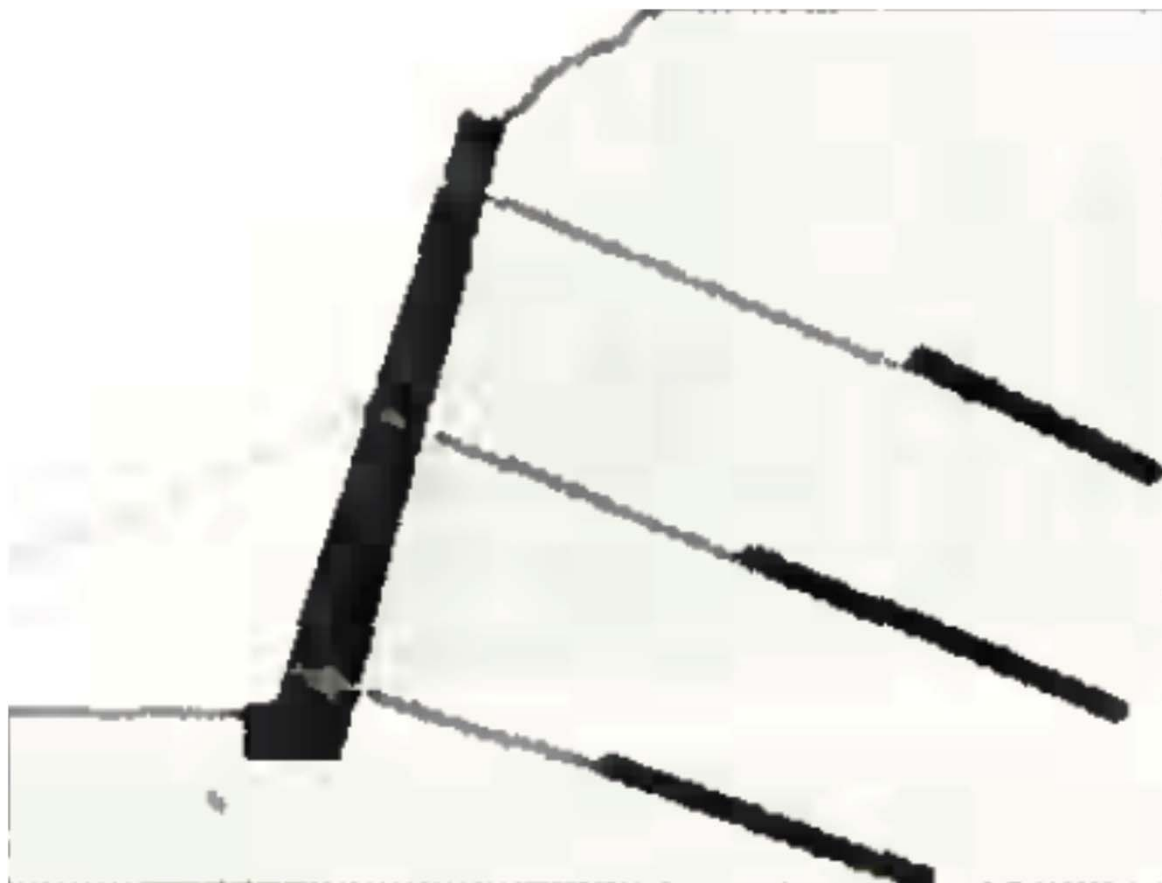


Les massifs cloués:





Les voiles et poutres ancrés:





Différenciation

- Morphologie (ouvrages massifs, ouvrages BA, rideaux et parois ancrés ou non, massifs armés...)
- Modes de fonctionnement et/ou dimensionnement
- Matériaux
- Modes d'exécution.
- Domaine d'emploi.



Critères de choix

- Déblais remblai ou mixte
- Hauteur de soutènement
- Sol de fondation
- Souplesse (sol de fondation déplacements admissibles)
- Aspect



Dimensionnement Paramètres

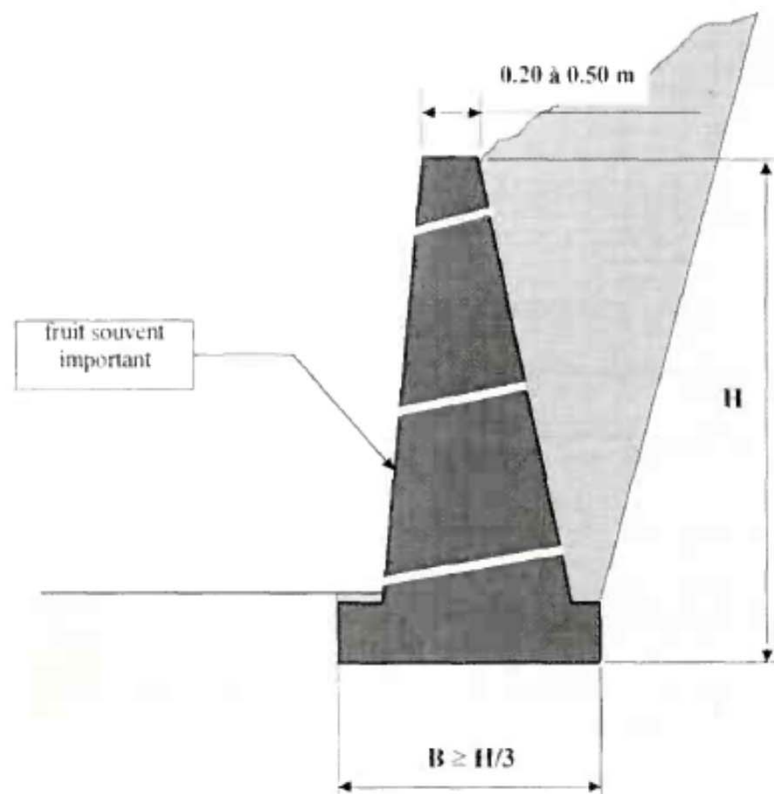
- Géométrie (H soutènement, fruit, pente talus etc..)
- Caractéristiques du sol de fondation.
- Caractéristiques du sol soutenu.
- Niveau d'eau maximum.
- Charges d'exploitation de la plateforme supérieure, chocs sur barrières...
- Séismes
- Déplacement maximal
- Durée de vie escomptée

Les principales familles d'ouvrages de soutènement

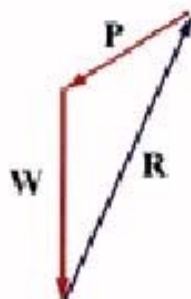
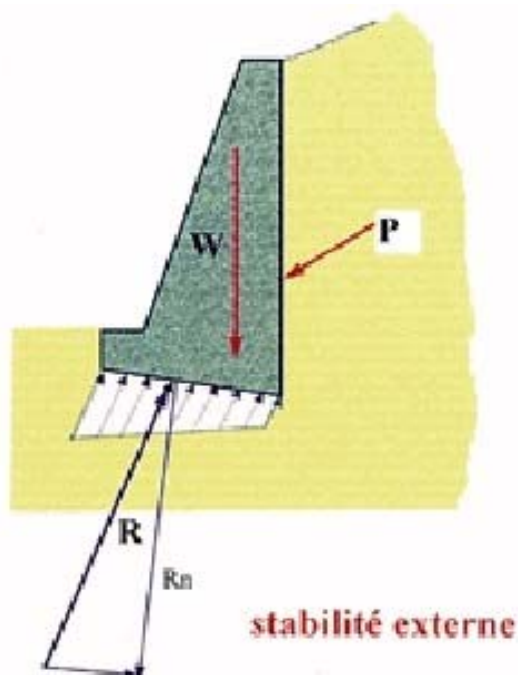
Classification suivant le mode de fonctionnement ou la morphologie :

- **Les murs poids (maçonnerie de pierres sèches, maçonnerie jointoyée, béton non armé, gabions, éléments empilés préfabriqués en béton)**
- **Les murs en béton armé encastrés sur semelle**
- **Les rideaux et parois (palplanches métalliques, parois moulées et préfabriquées, parois composites)**
- **Les massifs en sol renforcé (remblais renforcés par éléments métalliques et géosynthétiques, parois clouées)**
- **Les voiles et poutres ancrés**

Pré dimensionnement mur poids



Mur poids



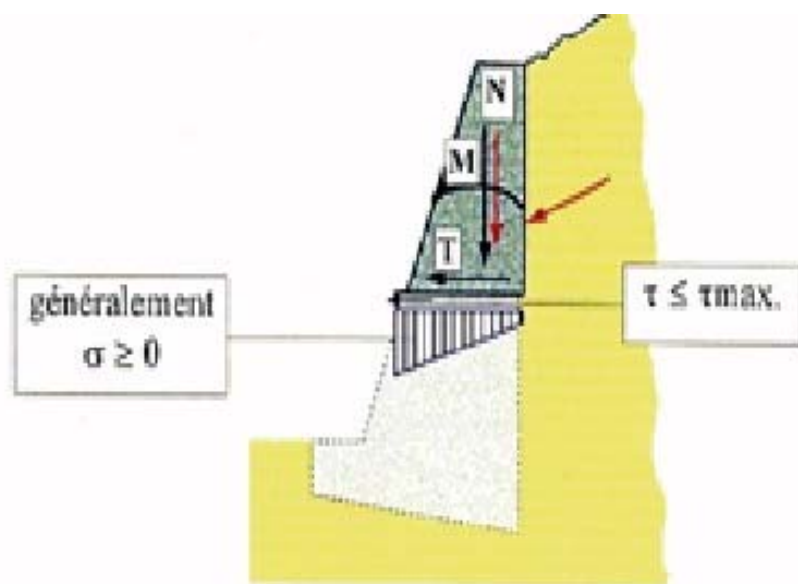
Stabilité externe :

dimensionnement géométrique de l'ouvrage et de sa fondation vis-à-vis des risques de poinçonnement, de glissement sur la base et de renversement ou basculement.

Mur poids

Stabilité interne :

- . Toute section horizontale est comprimée (sans dépasser la résistance propre des éléments, en cas de murs cellulaires)
- . La contrainte de cisaillement ne dépasse pas la résistance au cisaillement du matériau (les éléments ne doivent pas glisser entre eux, en cas de murs cellulaires)



résistance interne

Mur en maçonnerie de pierres sèches

Mur soutenant la voie = mur aval



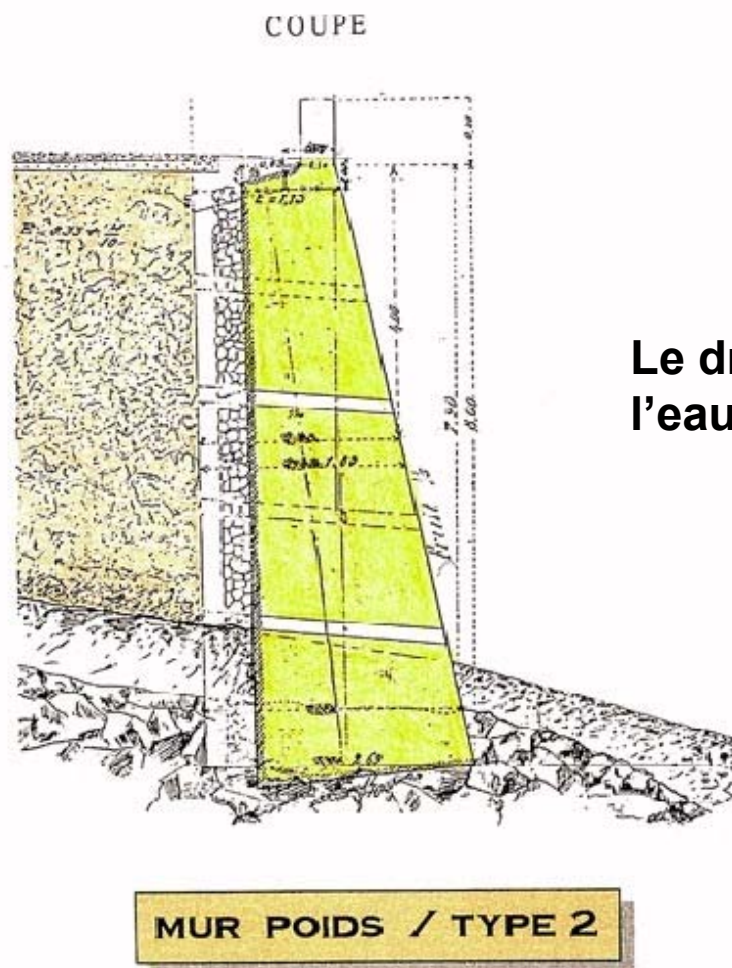
Mur en maçonnerie de pierres sèches



Mur protégeant la voie = mur amont



Mur en maçonnerie jointoyée



Le drainage s'avère nécessaire car l'eau l'eau ne peut plus passer entre les pierres.

Mur en maçonnerie jointoyée



Parement avec arcades

Mur en maçonnerie jointoyée



Mur en maçonnerie jointoyée



Mur en briques jointoyées

30 mai 2017 – Les murs de soutènement



Mur en maçonnerie fondations

**Fondations directement sur le sol naturel:
Empattement de 0.05m à 0.10m sur chaque mur**



Mur en maçonnerie fondations

**Fondations superficielles en libage:
Maçonnerie en libage avec de forts moellons
grossièrement dressés**



Mur en maçonnerie fondations

**Fondations superficielles en maçonnerie de
meulière hourdée au ciment romain:
A partir de la fin du XIXe**



Mur en maçonnerie fondations

**Fondations superficielles en béton ($e=0.3\text{m}$ à 0.8m)
A partir de 1825 environ**

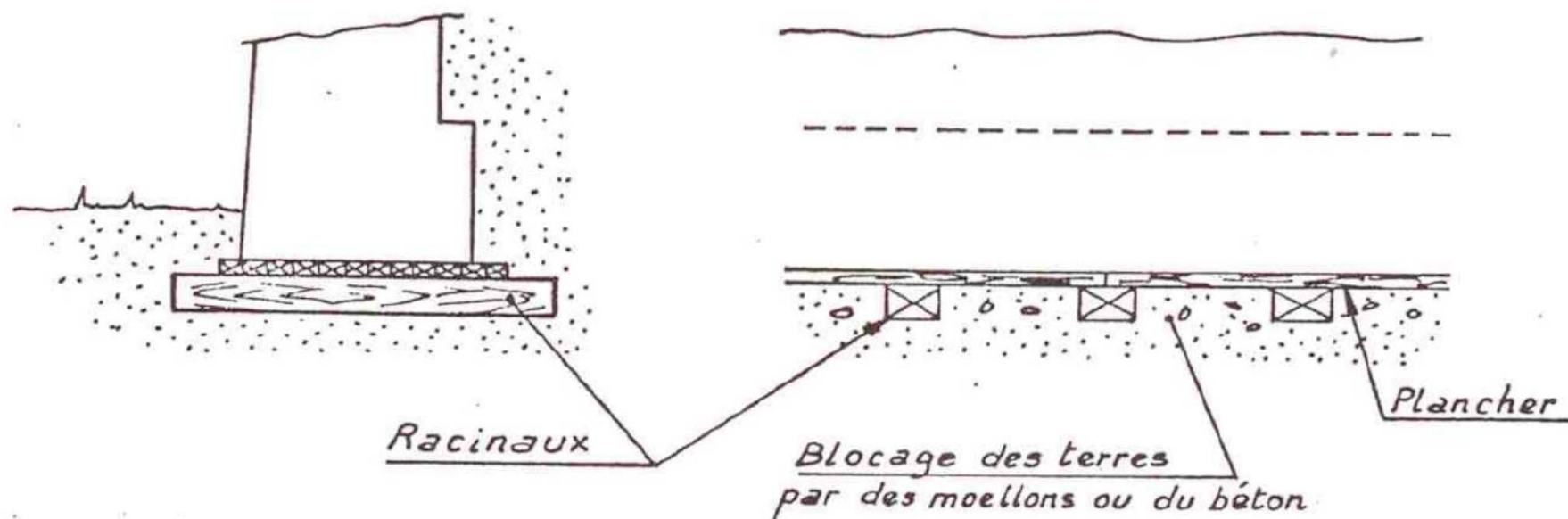


Mur en maçonnerie fondations

**Fondations superficielles sur sol renforcé avec
sable mortier ou béton (après extraction de pieux
bois battus)**

Mur en maçonnerie fondations

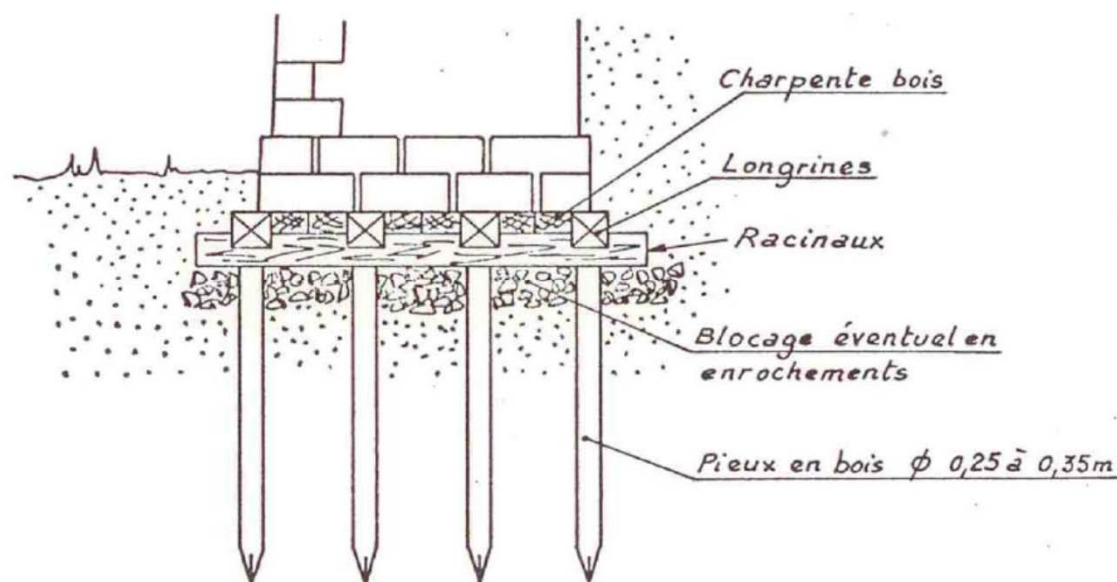
Fondations sur racinaux





Mur en maçonnerie fondations

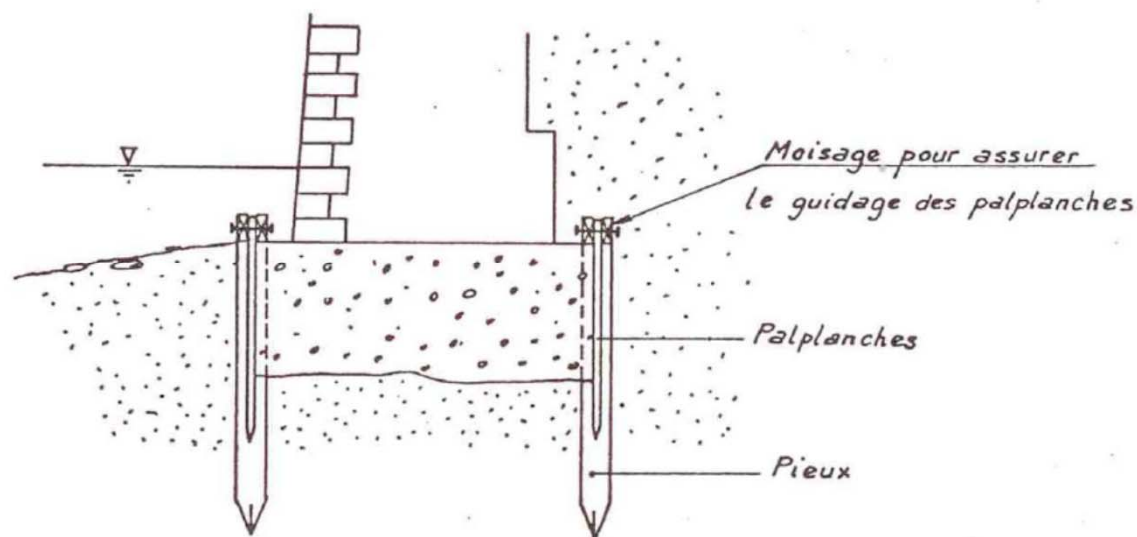
Fondations sur pilotis (e= 1m à 1.20m sur 3 à 4 rangs)





Mur en maçonnerie fondations

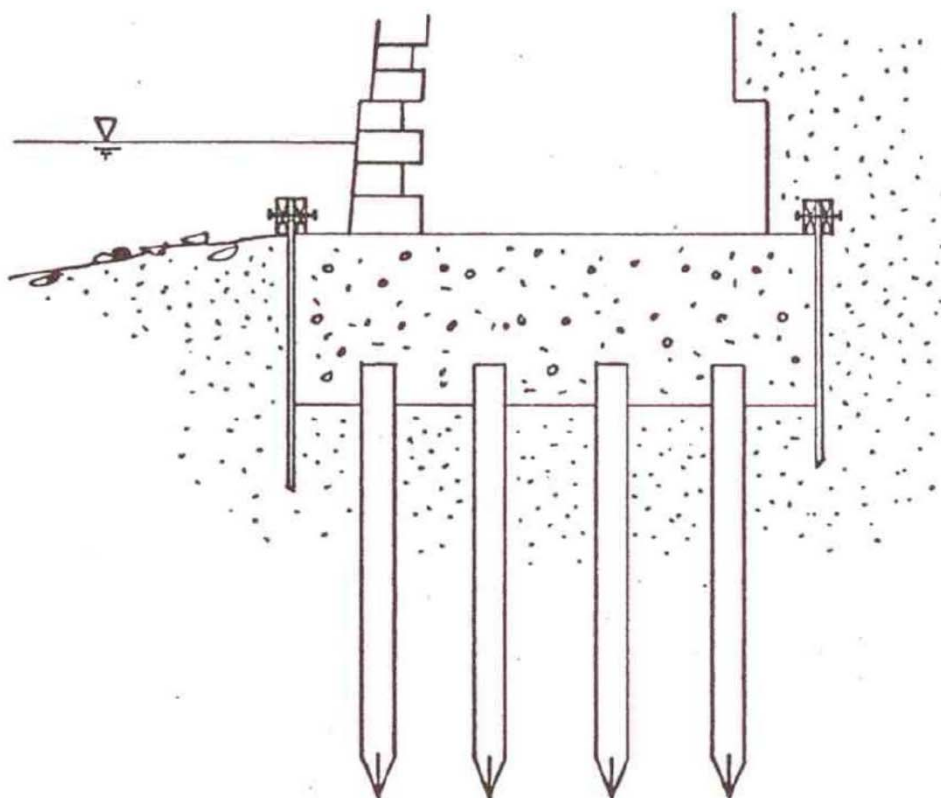
Fondations sous l'eau par encaissement et coulage d'un béton immergé



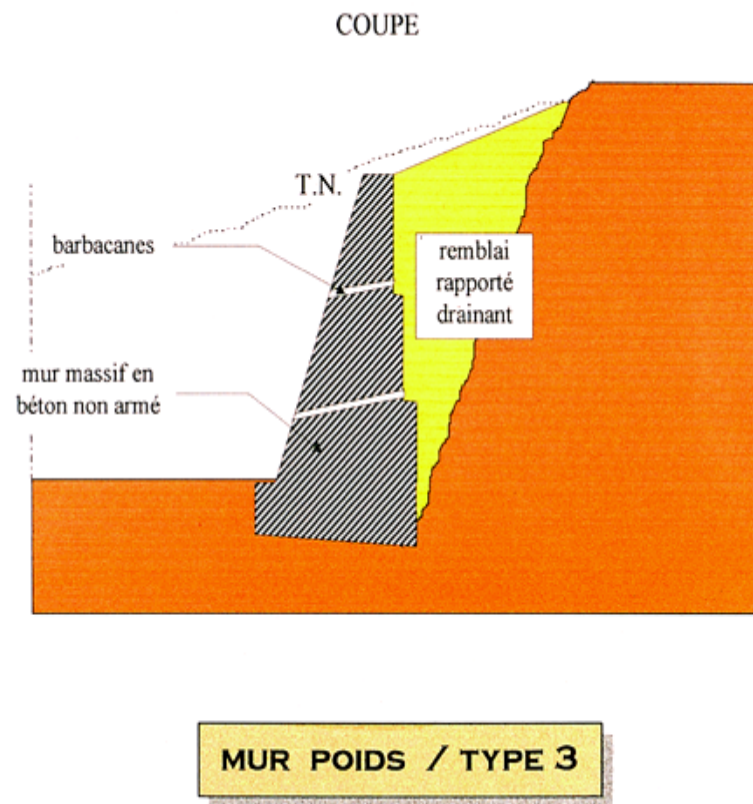


Mur en maçonnerie fondations

Fondations sous l'eau sur pilotis (interposition d'enrochements ou couche de béton)



Mur poids en béton



Mur en béton non armé ou en béton cyclopéen (blocs de pierres ou moellons noyés dans le béton) coulé en place.

On y trouve parfois des armatures de peau.

Le drainage par barbacanes s'avère nécessaire car l'eau ne peut pas traverser le béton.



Mur poids en béton

Ouvrage en construction

Mur poids en béton

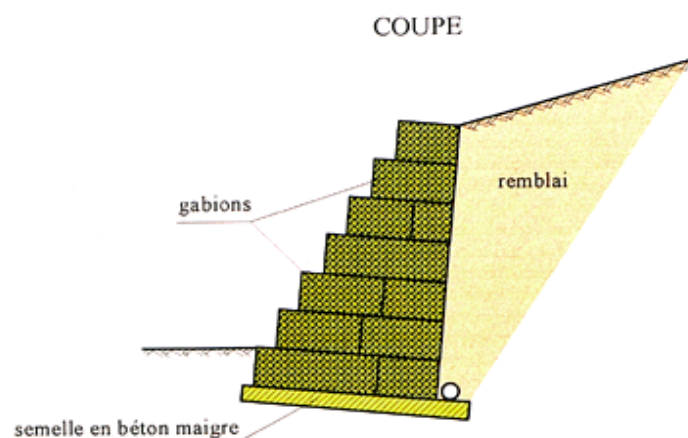


Ouvrage renforcé par des contreforts

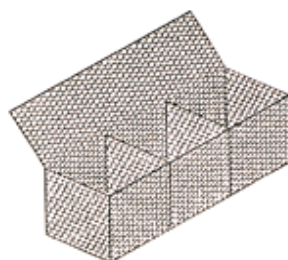
Mur poids en gabions

Murs constitués d'éléments parallélépipédiques en grillage métallique remplis de pierres.

Ce type de mur, plus récent, est moins rigide que les types 2 et 3.



DETAIL D'UN GABION



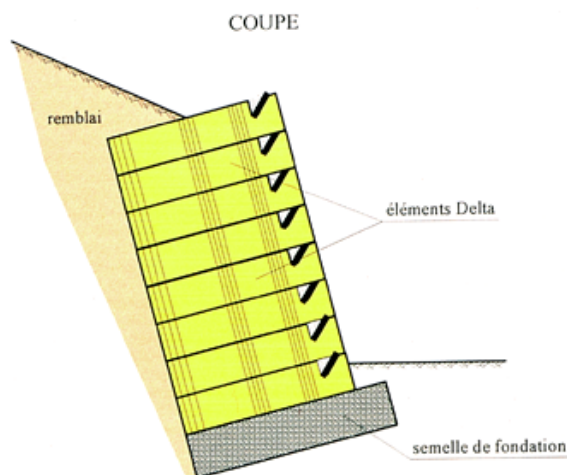
MUR POIDS / TYPE 4

Mur poids en gabions

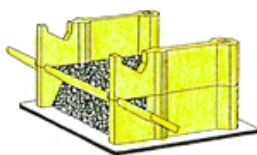


Ce type de soutènement est perméable

Mur en éléments



ELEMENTS DELTA :
PRINCIPE DE MONTAGE



MUR POIDS / TYPE 5

Murs constitués d'un empilement ou d'un assemblage d'éléments préfabriqués en béton (armé ou non) selon différents procédés. Ces éléments peuvent se présenter sous plusieurs formes (caissons, poutres...), être remplis de terre pour permettre une végétalisation du parement. Ce type de mur est moins rigide que les types 2 et 3.

Procédé DELTA

Mur en éléments préfabriqués empilés



Mur Delta

30 mai 2017 – Les murs de soutènement

Mur en éléments préfabriqués empilés



Ouvrage végétalisé du procédé Evergreen

Mur en éléments préfabriqués empilés



Mur Reboul

Mur en éléments préfabriqués empilés

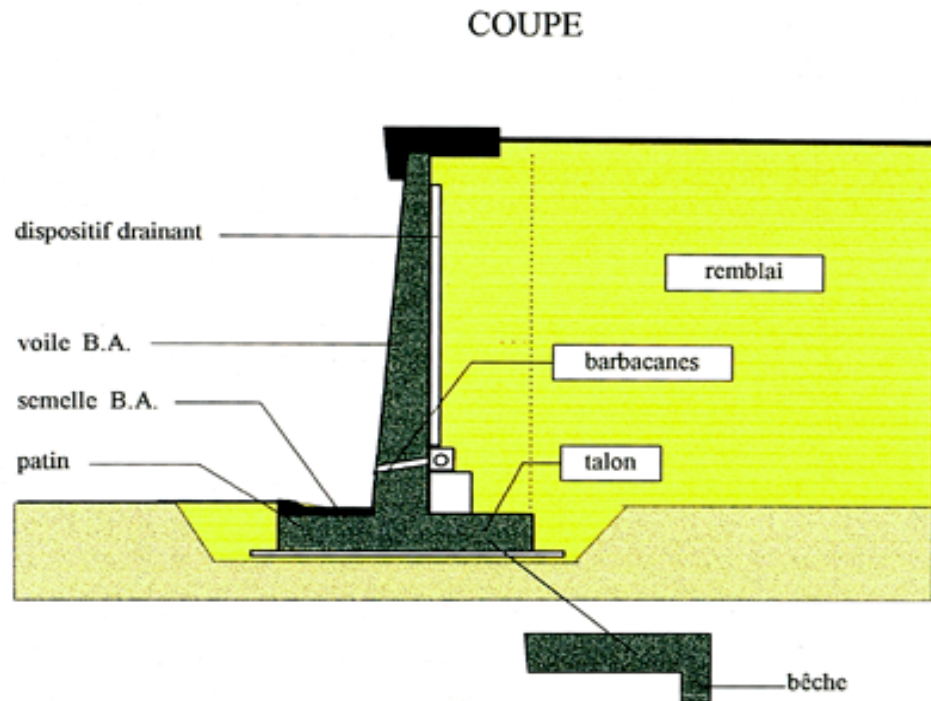


Mur Stater

30 mai 2017 – Les murs de soutènement



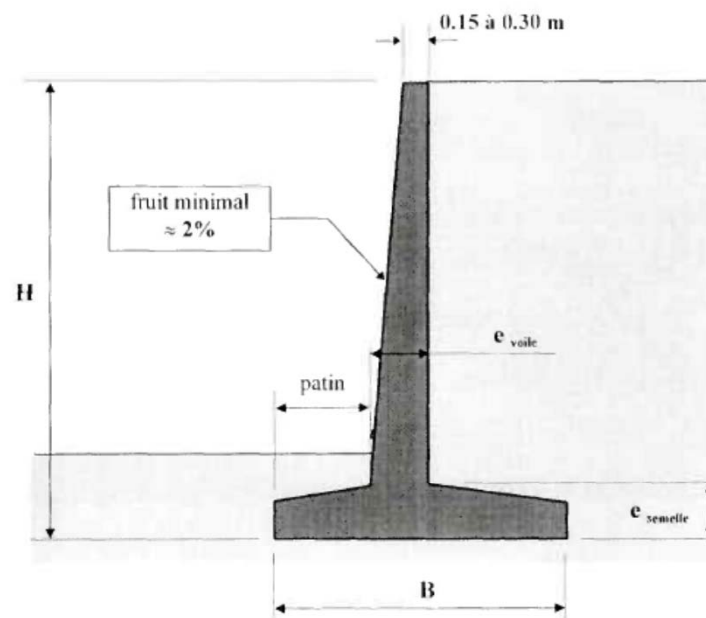
Mur en béton armé encastré sur semelle



MUR ENCASTRÉ SUR SEMELLE / TYPE 6



Pré dimensionnement d'un mur BA



• semelle	$B \approx 0.35 \text{ à } 0.40 H$ (bon sol) $\approx 0.45 \text{ à } 0.60 H$ (sol de qualité moyenne)
• patin	$\approx B/2 \text{ à } B/5$
• e voile	$\approx H/12$ pour H de l'ordre de 7 à 9 m. $\approx H/18$ pour H de l'ordre de 3 à 4 m.
• e semelle	$\approx e_{\text{voile}}$

Mur en béton armé encastré sur semelle

**Ouvrage coulé en place.
Coffrage pour réalisation du voile.**



Mur en béton armé encastré sur semelle



30 mai 2017 – Les murs de soutènement

Ouvrage terminé



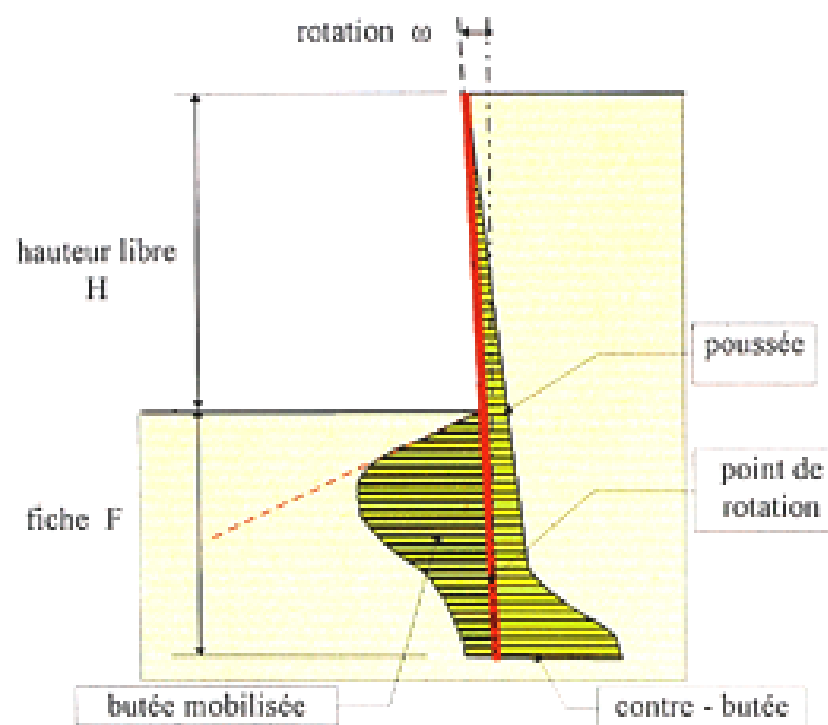
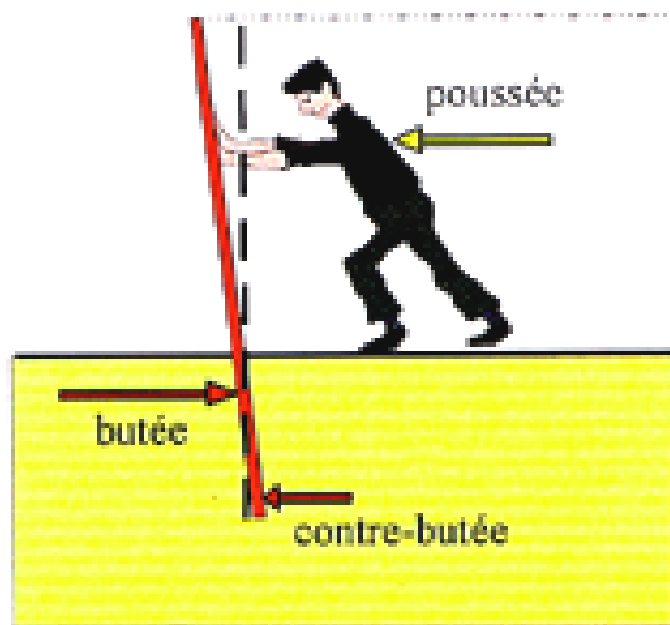
Mur en béton armé Encastré sur semelle

**Mur totalement préfabriqué :
procédé Chapsol**

Manutention d'un élément

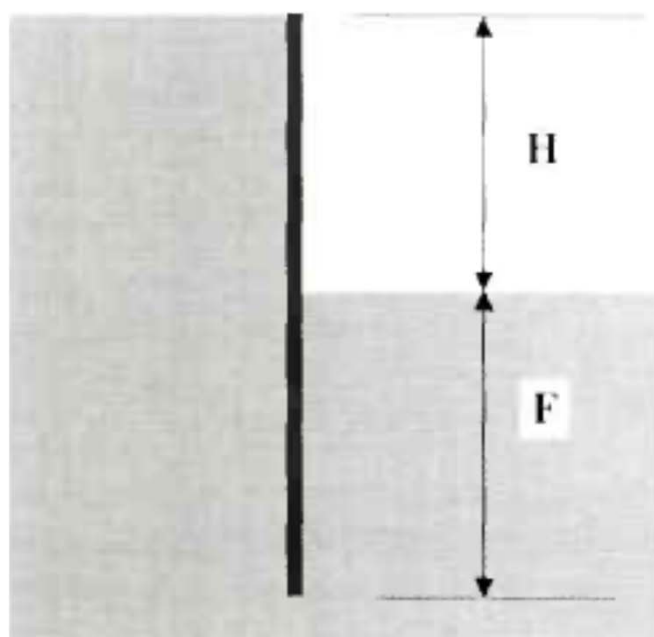
Rideau de palplanches

Mode de fonctionnement du rideau encastré ou autostable :





Pré dimensionnement rideau de palplanches simplement encastré



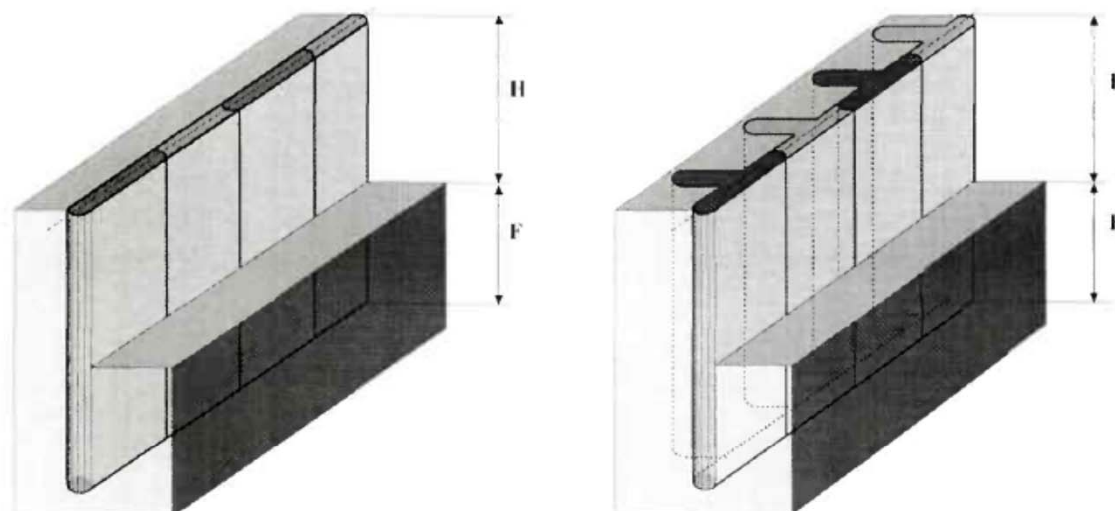
rideau simplement encastré dans le sol

$$F \approx H$$

$$H_{\max} \approx 3 \text{ à } 4 \text{ m.}$$



Pré dimensionnement paroi moulée auto stable



$H_{max} \approx 5 \text{ à } 6 \text{ m}$

$F \leq H$

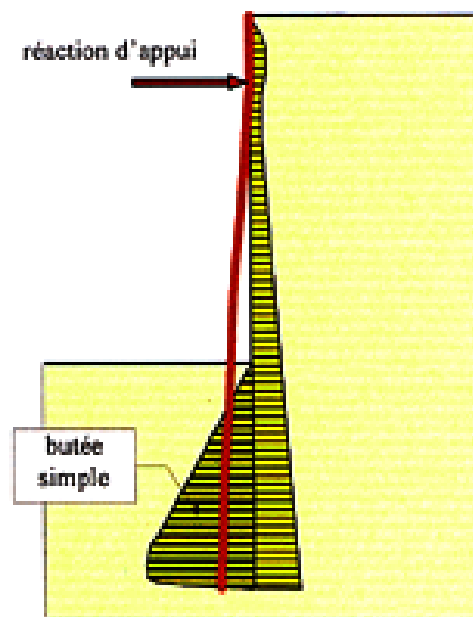
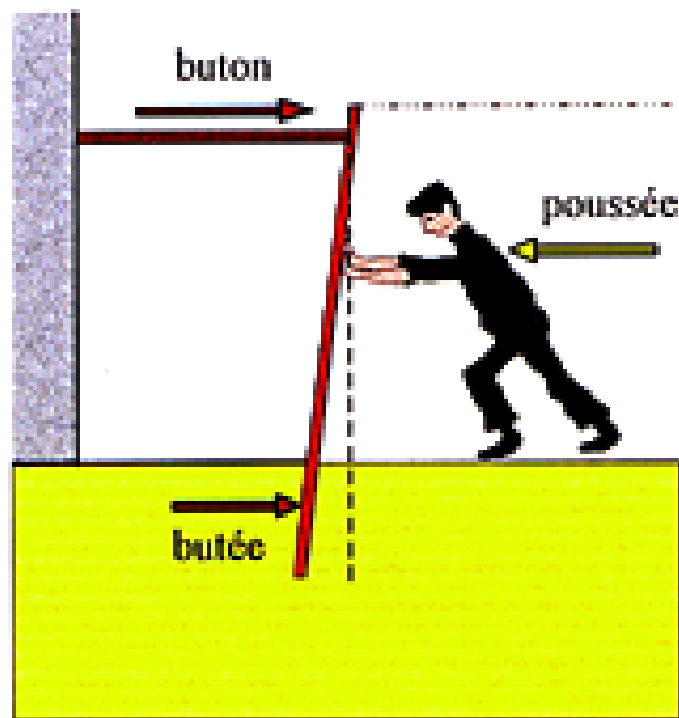
(selon terrains, eau,...)

H jusqu'à 10 à 12 m si contreforts

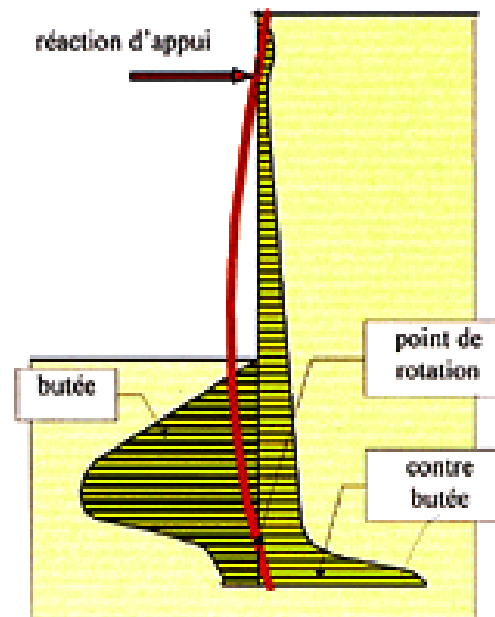
(bon terrain en fiche)

Rideau de palplanches

Mode de fonctionnement du rideau ancré ou butonné



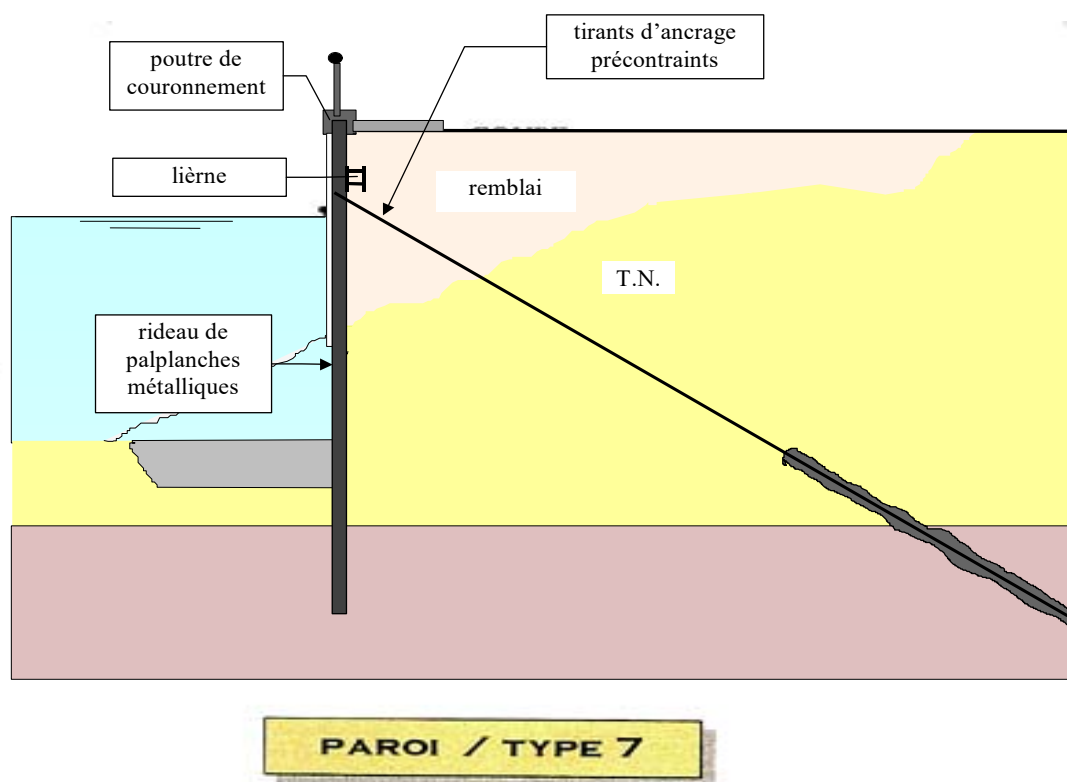
rideau rigide



rideau souple



Rideau de palplanches



L'ouvrage peut comprendre un ou plusieurs lits de tirants d'ancrage



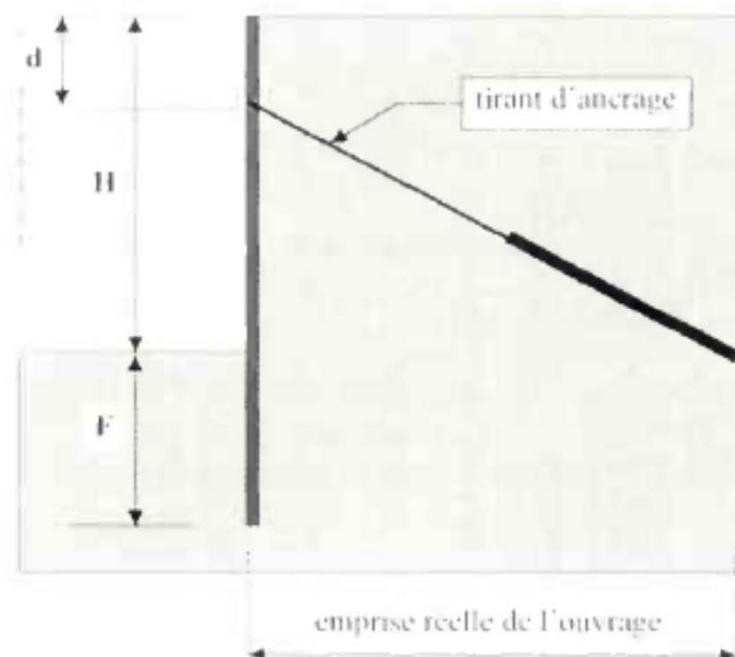
Pré dimensionnement rideau de palplanches ancré ou butonné

rideau ancré (ou boutonné)
par 1 lit de tirants

$$F \approx H/3 \text{ à } 2H/3$$

$$H_{\max} \approx 7 \text{ à } 8 \text{ m.}$$

$$d \approx 0,5 \text{ à } 2 \text{ m.}$$





Rideau de palplanches



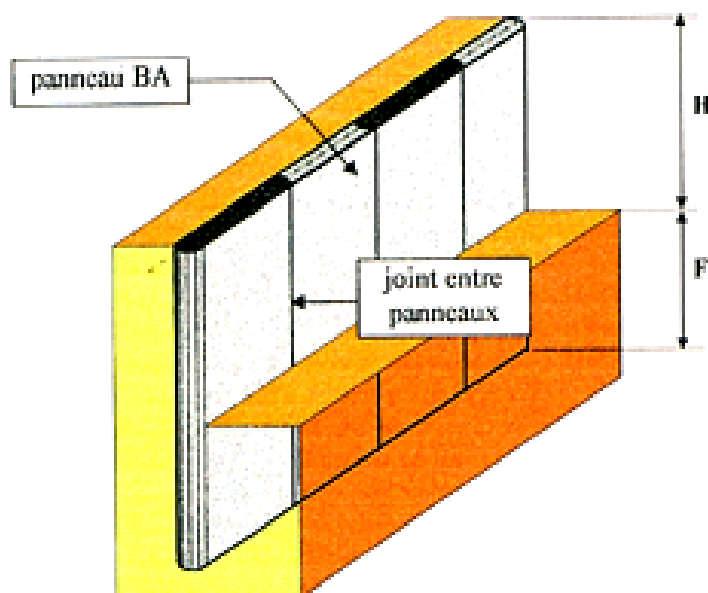
Rideaux de palplanches ancrés



Remblaiement sur un lit de tirants d'ancrage passifs

PAROI / TYPE 8

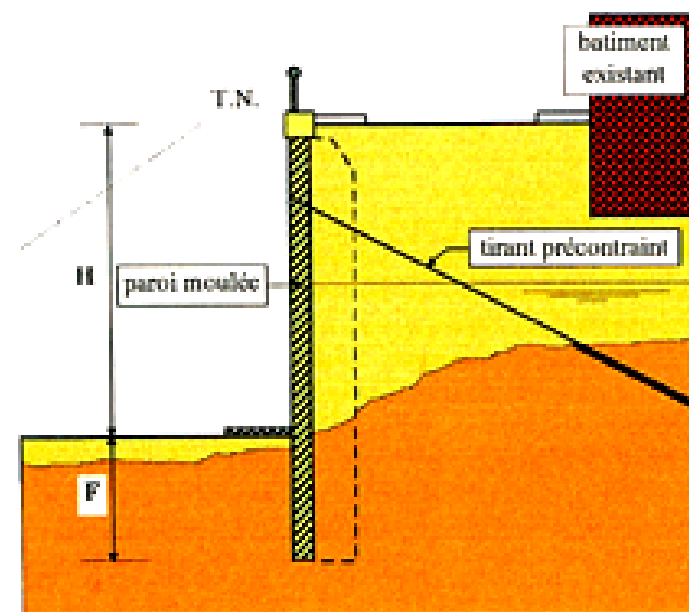
VUE ECLATEE



Panneaux autostables

Paroi moulée

COUPE

Panneaux ancrés par des tirants
D'ancrage précontraints

Une paroi moulée est constituée d'une succession de panneaux verticaux en béton armé, coulés en place dans une tranchée préalablement réalisée.



Paroi moulée

Exécution de la tranchée à l'aide d'une benne preneuse.

Paroi moulée



Recépage de la tête de la paroi

Paroi moulée



Paroi ancrée par des tirants précontraints et butonnée
Excavation devant la paroi

Paroi moulée

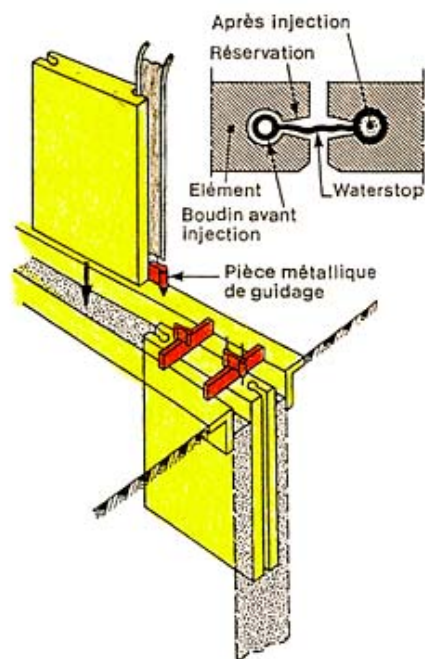


Paroi ancrée par des tirants précontraints

30 mai 2017 – Les murs de soutènement



Paroi préfabriquée



METHODE D'EXECUTION

PAROI / TYPE 8

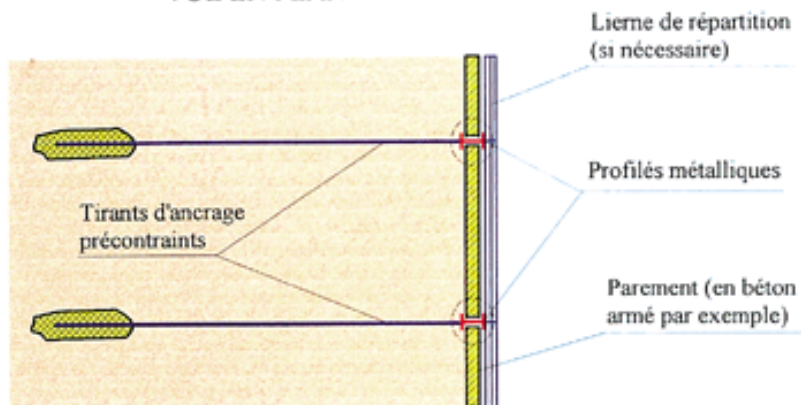
La paroi est constituée de panneaux préfabriqués scellés dans une tranchée



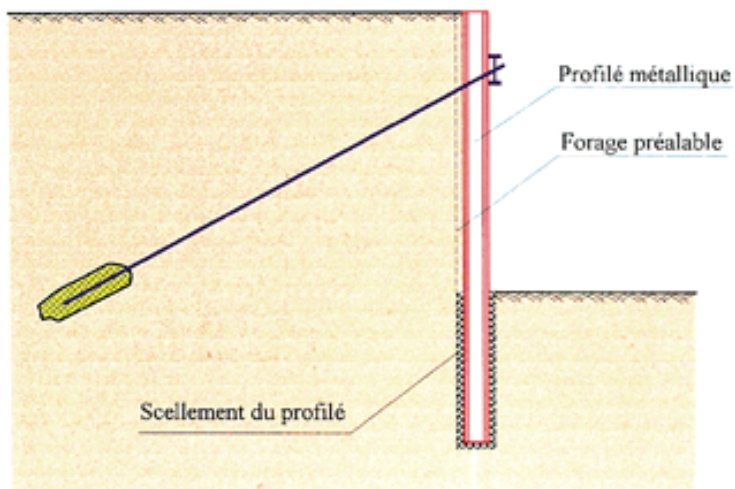
Paroi préfabriquée

Mise en place d'un panneau dans la tranchée préalablement exécutée.

VUE EN PLAN



COUPE



PAROI / TYPE 9

Paroi composite

Ouvrages constitués de *poteaux métalliques* espacés, fichés dans le sol et d'un parement (béton projeté sur nappe de treillis soudé, béton armé coffré, bastinges...) réalisé entre les poteaux.

Ces ouvrages peuvent être ancrés par un ou plusieurs lits de tirants précontraints.

Paroi composite berlinoise



**Paroi berlinoise ancrée par des tirants précontraints
Parement constitué de voiles en béton armé réalisés entre les poteaux.**

Paroi composite



Paroi parisienne ancrée par des tirants précontraints

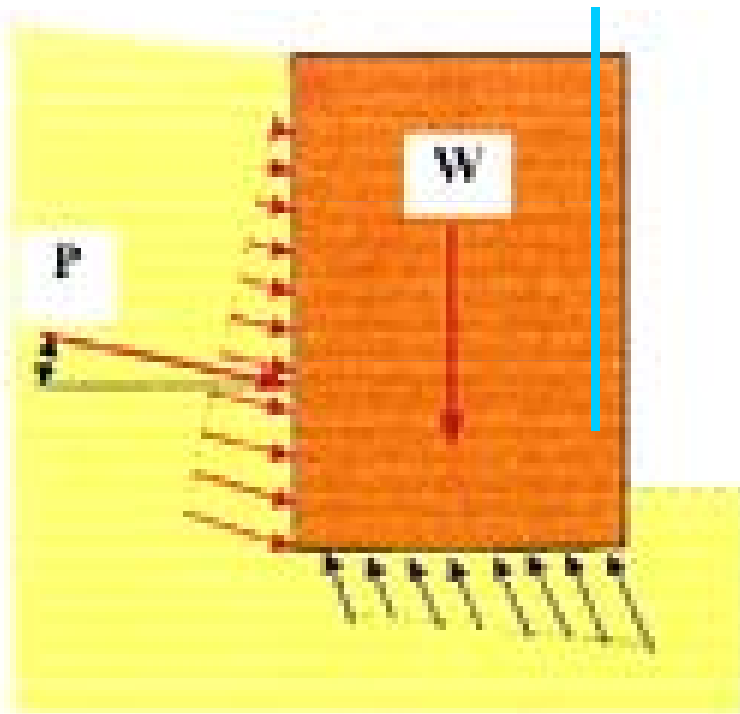
Remblai renforcé par éléments métalliques

stabilité externe

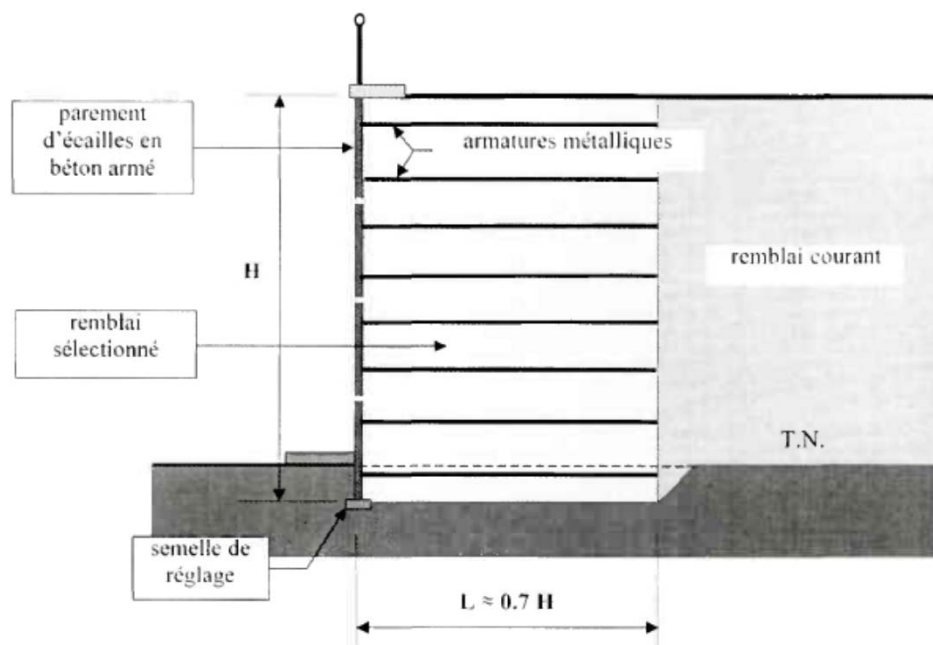
► FONCTIONNEMENT EN OUVRAGE POIDS

Ouvrage constitué :

- d'un massif de remblai mis en place par couches successives compactées
- d'éléments de renforcement métalliques (bandes, panneaux de treillis soudé, nappes de treillis soudé, etc.) disposés entre les couches de remblai
- d'un parement relié aux éléments métalliques et constitué de panneaux ou d'éléments préfabriqués en béton armé ou non, d'éléments métalliques, etc.



Pré dimensionnement massif en remblai renforcé





Remblai renforcé par éléments métalliques

**Mise en place d'une écaille de
de Terre Armée**

Remblai renforcé par éléments métalliques



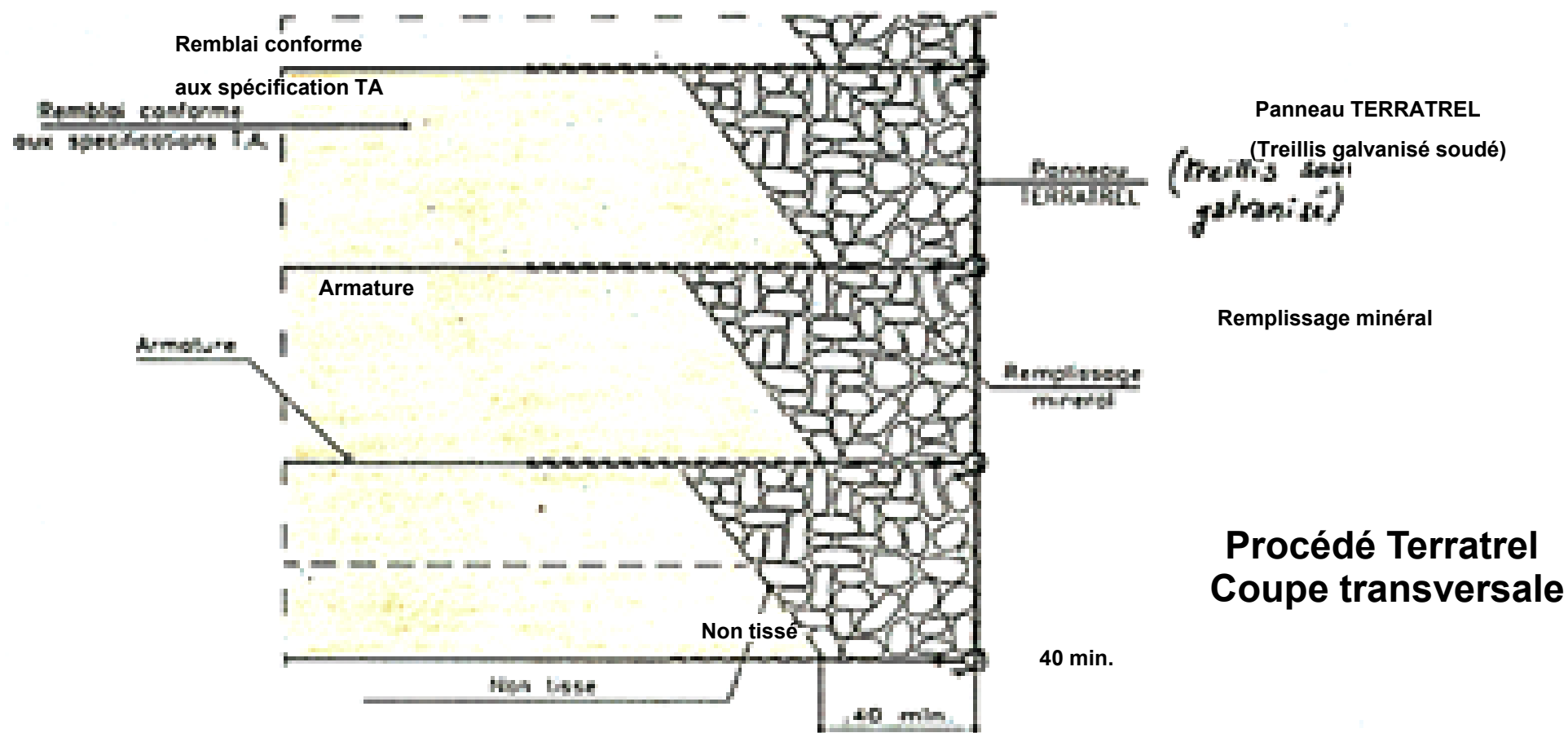
**Mise en place d'une couche de remblai
entre deux parements d'écailles de Terre Armée**

Remblai renforcé par éléments métalliques



Procédé Terre Armée disposé en gradins

Remblai renforcé par éléments métalliques

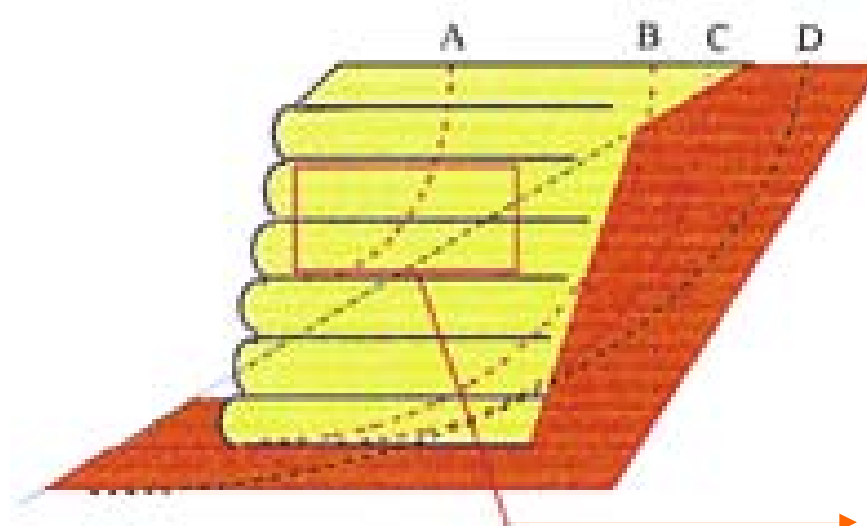


Remblai renforcé par éléments métalliques

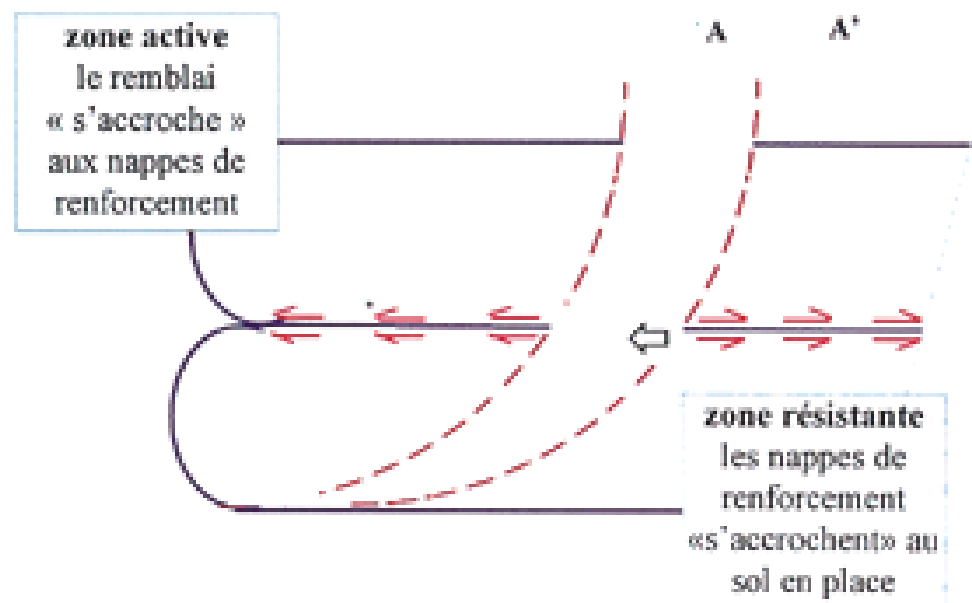


Remblai renforcé par éléments géosynthétiques

principe de fonctionnement



stabilité interne



→ adhérence sol/renforcement (frottement)

⇌ effort de traction dans la nappe de renforcement



Remblai renforcé par éléments géosynthétiques

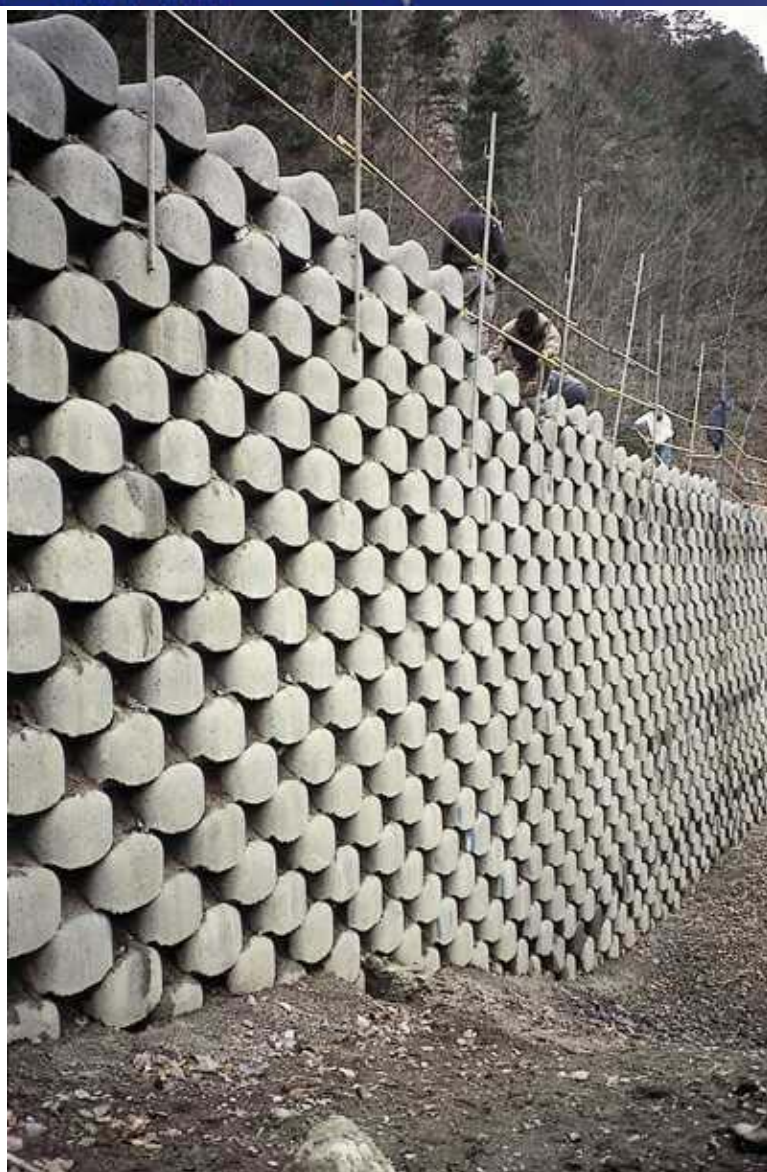
Procédé Ebal-Géotextiles

Réalisation du massif en géotextiles à l'aide d'un coffrage s'appuyant sur des poteaux métalliques provisoires.



Remblai renforcé par éléments géosynthétiques

**Procédé Ebal-Géotextiles
Trappe de visite**



Remblai renforcé par éléments géosynthétiques

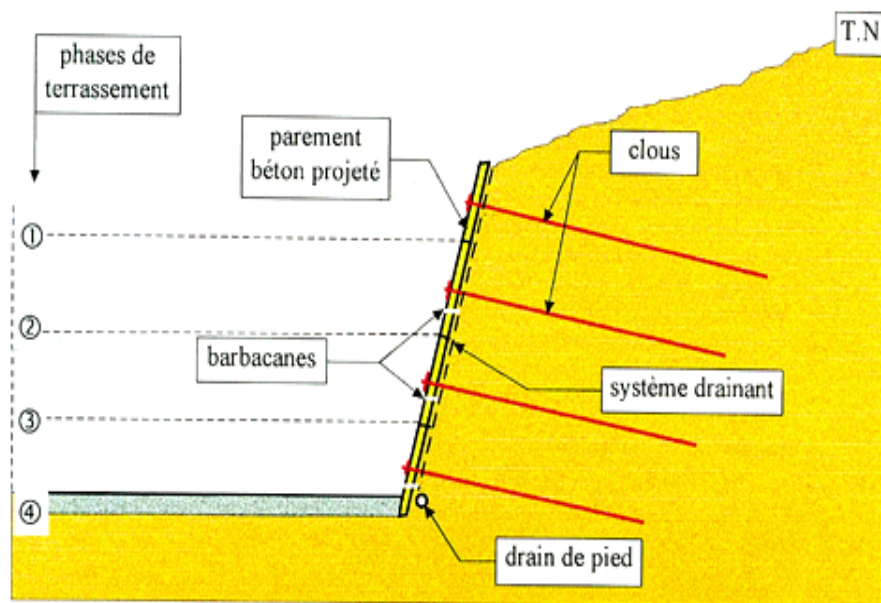
**Parement en éléments préfabriqués
empilés en béton du procédé Mezzolofell**



Remblai renforcé par éléments géosynthétiques

Procédé Textomur

COUPE



PAROI CLOUÉE / TYPE 12

Paroi clouée

Ouvrage constitué d'éléments de renforcement du sol en place :

Clous:

Ce sont généralement des armatures métalliques passives, tels que des ronds à béton scellés dans un forage ou des cornières battues.

Parement :

Il est souvent constitué d'un voile en béton projeté sur une ou deux nappes de treillis soudé.

Paroi clouée



Forage pour mise en place et scellement d'une barre

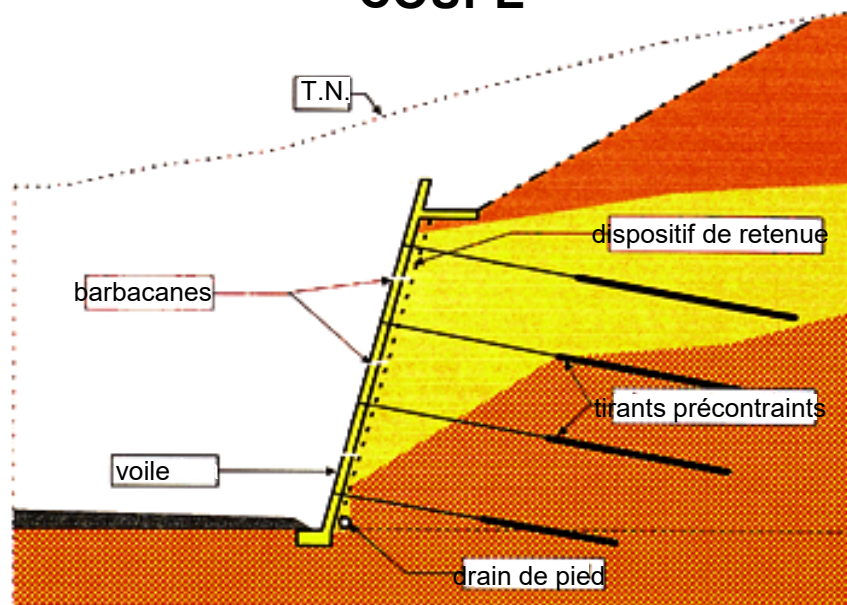
30 mai 2017 – Les murs de soutènement

Paroi clouée



Projection du béton sur nappes de treillis soudé

COUPE



VOILE ANCRÉ / TYPE 13

Voile (ou poutres) ancrées

Ouvrage constitué d'un voile en béton armé, ancré par deux ou plusieurs lits de tirants d'ancrage précontraints.

Le fruit de l'ouvrage est parfois assez important et la fiche est assez faible.

On désigne par poutre ancrée un voile épais, qui ne comporte en général qu'un seul lit de tirants d'ancrage précontraints.

Voile (ou poutres) ancrées

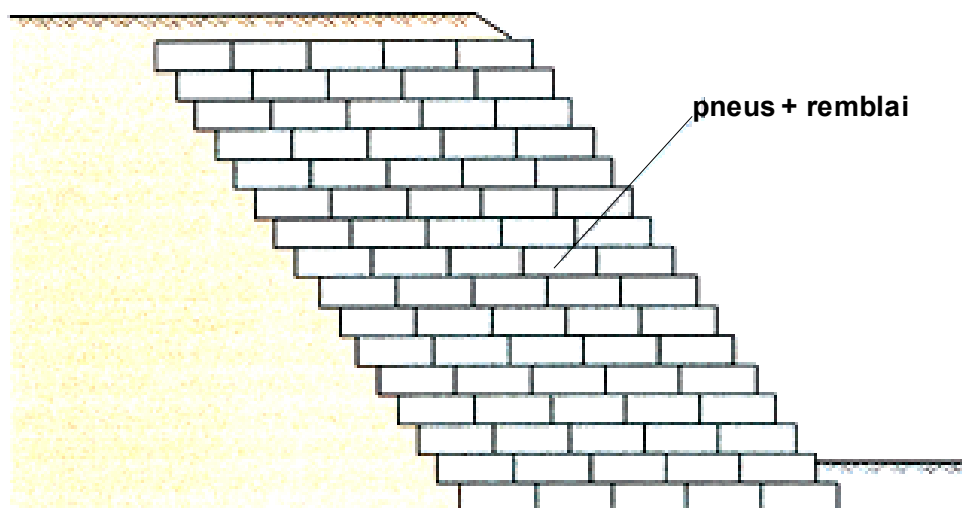


Poutres ancrées en phase de construction

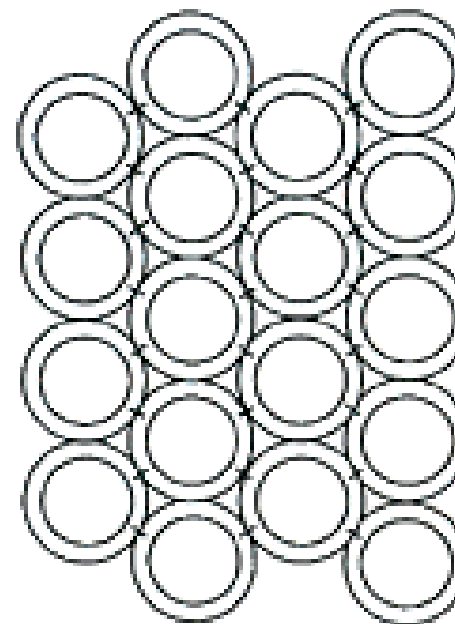
30 mai 2017 – Les murs de soutènement

Ouvrages divers

COUPE



VUE EN PLAN



Procédé Pneusol

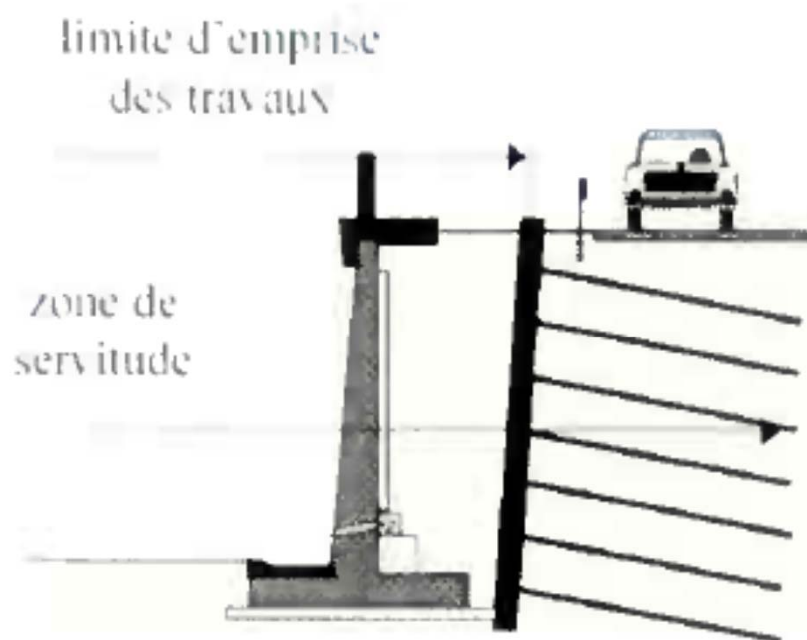
Ouvrages divers



Procédé Pneusol

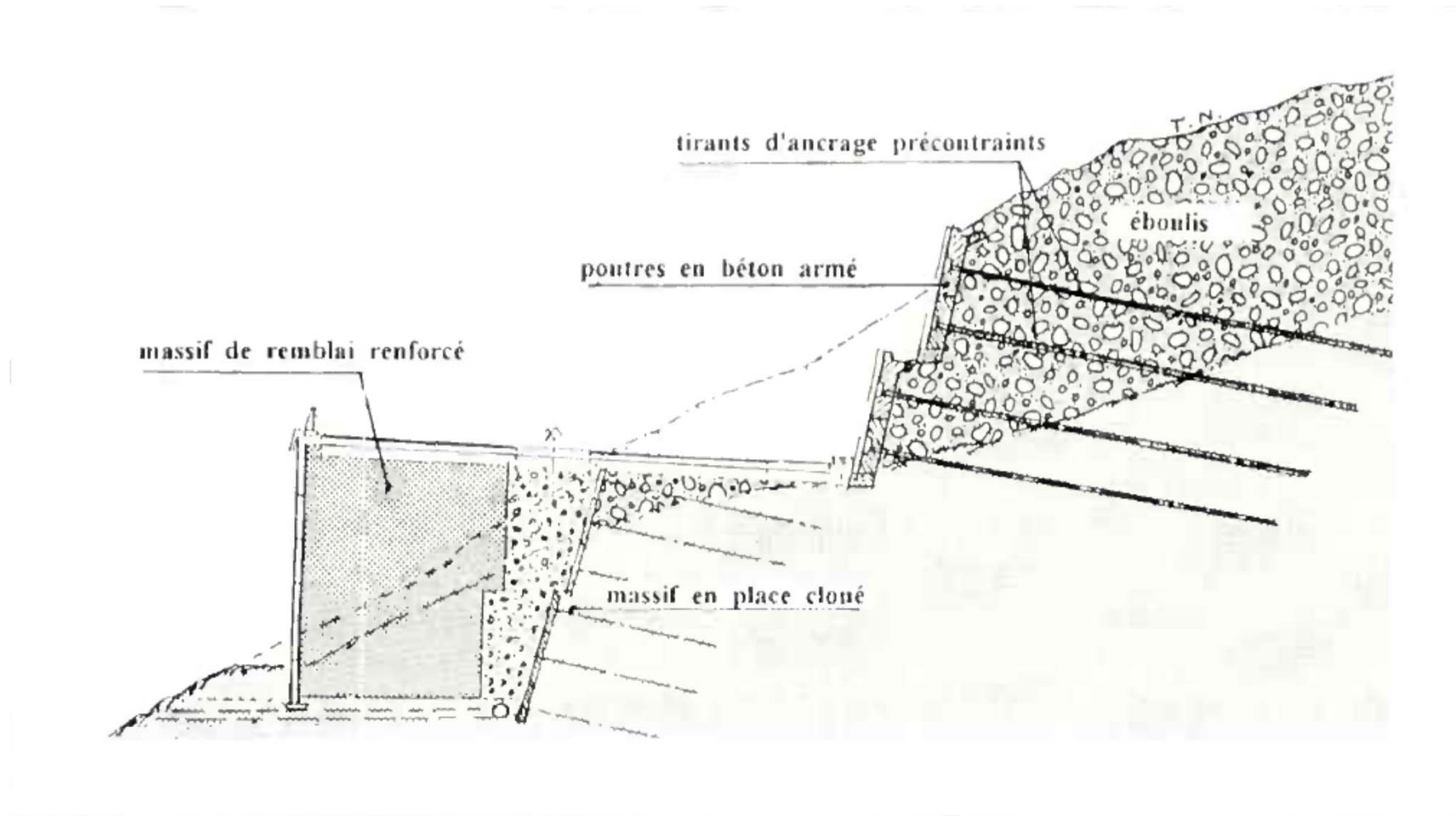


Utilisation d'un soutènement provisoire.





Utilisation d'un soutènement provisoire.





Chocs- Dispositifs de retenue.

- Dispositif de retenue nécessaire quand $H < 1\text{m}$
- Guide GC \Rightarrow indice de danger \Rightarrow niveau de barrière (GC-N- H)



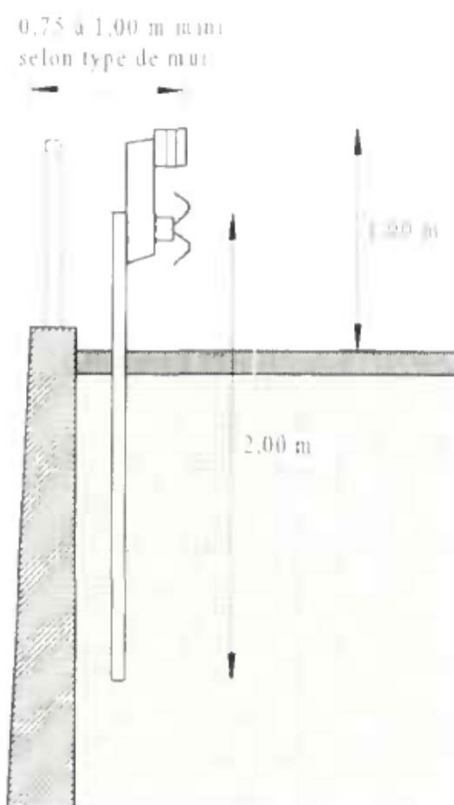
Dispositifs de retenue.

Possibilités de mise en place :

- Fixés à la structure.
- Dissociés de la structure:
 1. Arrière du parement (supports battus-longrines-dalle de frottement)
 2. Disposés à l'aplomb du parement (dalle de frottement)

Dispositifs de retenue.

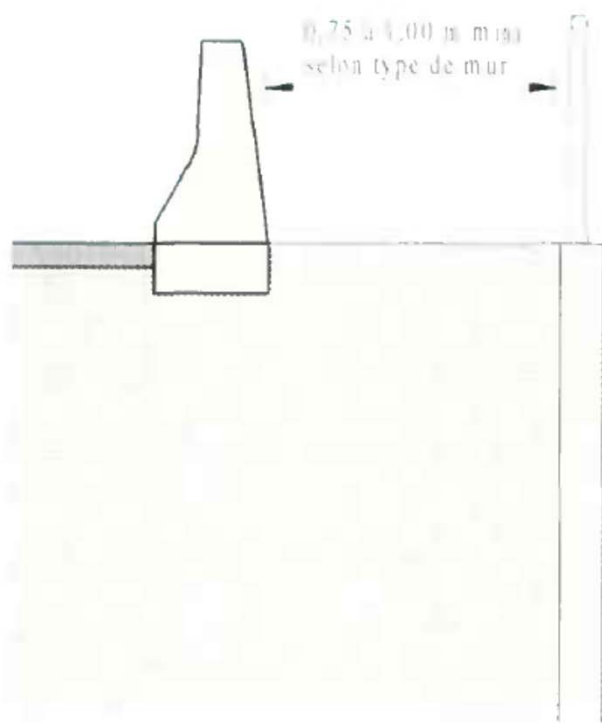
Supports barrière BHO battus:





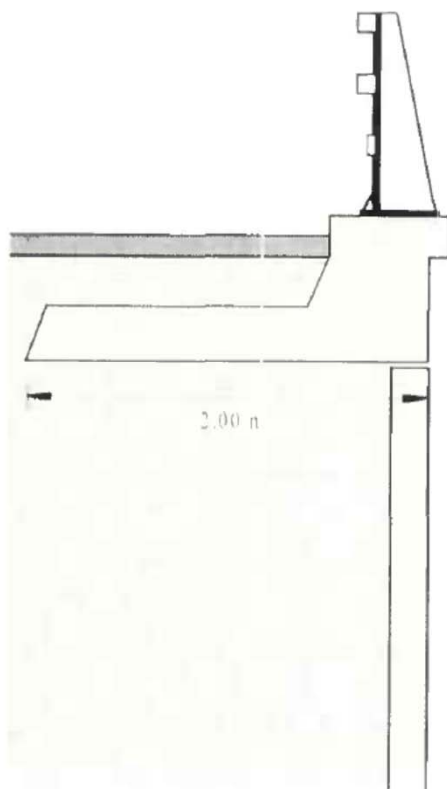
Dispositifs de retenue.

GBA posés sur plateforme:



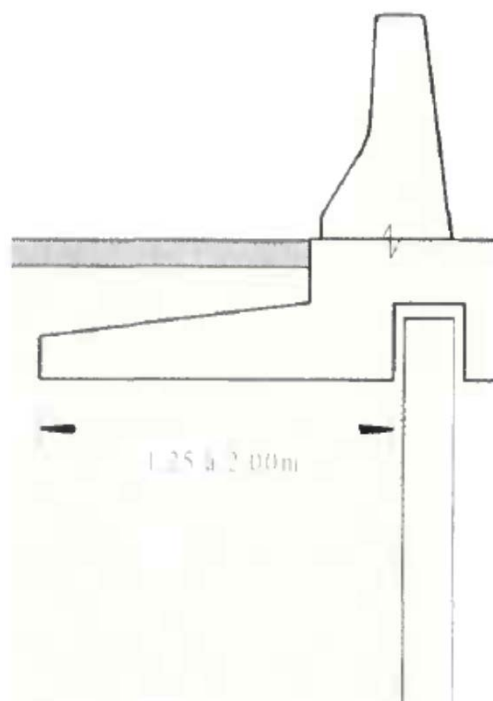
Dispositifs de retenue.

BN4 sur dalle de frottement:



Dispositifs de retenue.

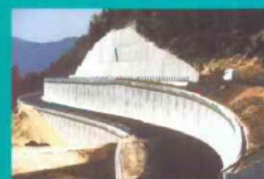
GBA sur dalle de frottement:



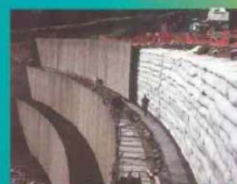


Bibliographie

LES OUVRAGES DE SOUTÈNEMENT



*Guide de
conception générale*



Service d'Études Techniques des Routes et Autoroutes



Bibliographie



Fondations et ouvrages en terre



Gérard Philipponnat
Bertrand Hubert

Préface de André Isnard

EYROLLES



mars 2005

Guide méthodologique

IQA - MURS
Murs de soutènement



MUR (Documentation Technique)

1

MUR

Version 3.00

Avril 2017

Documentation Technique de l'utilisateur



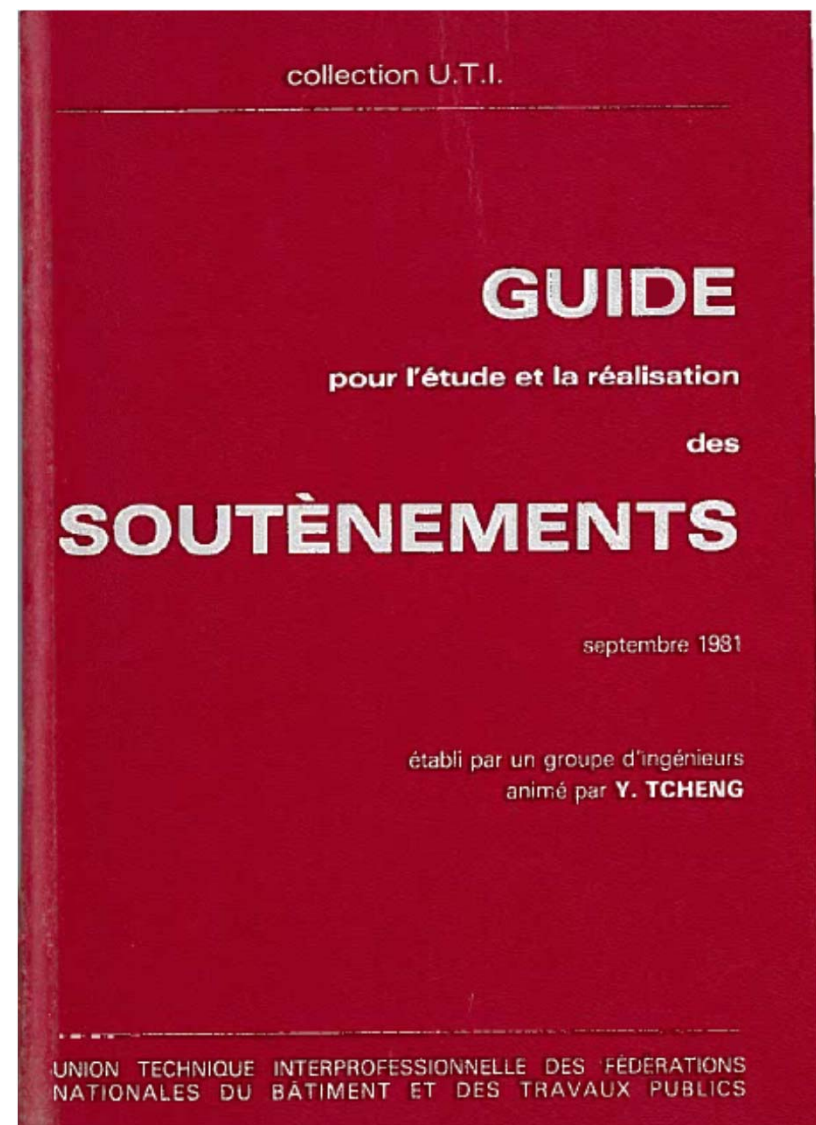
CEREMA - ITM

Programme MUR - Manuel technique de l'utilisateur

1

Bibliographie

- Guide pour l'étude et la réalisation des soutènements Y Tcheng (UTI)





Bibliographie

- Les murs de soutènements.pdf
Adets
- MUR 73 SETRA



MERCI