Licence I.U.P.

AMELIORATION DES SOLS

Vitry Alain

Hasina

J-Charles Bourdeau

Natacha Sertier

Sommaire

I. Les sols

II. Préchargement

III. géotextile

IV. Injection

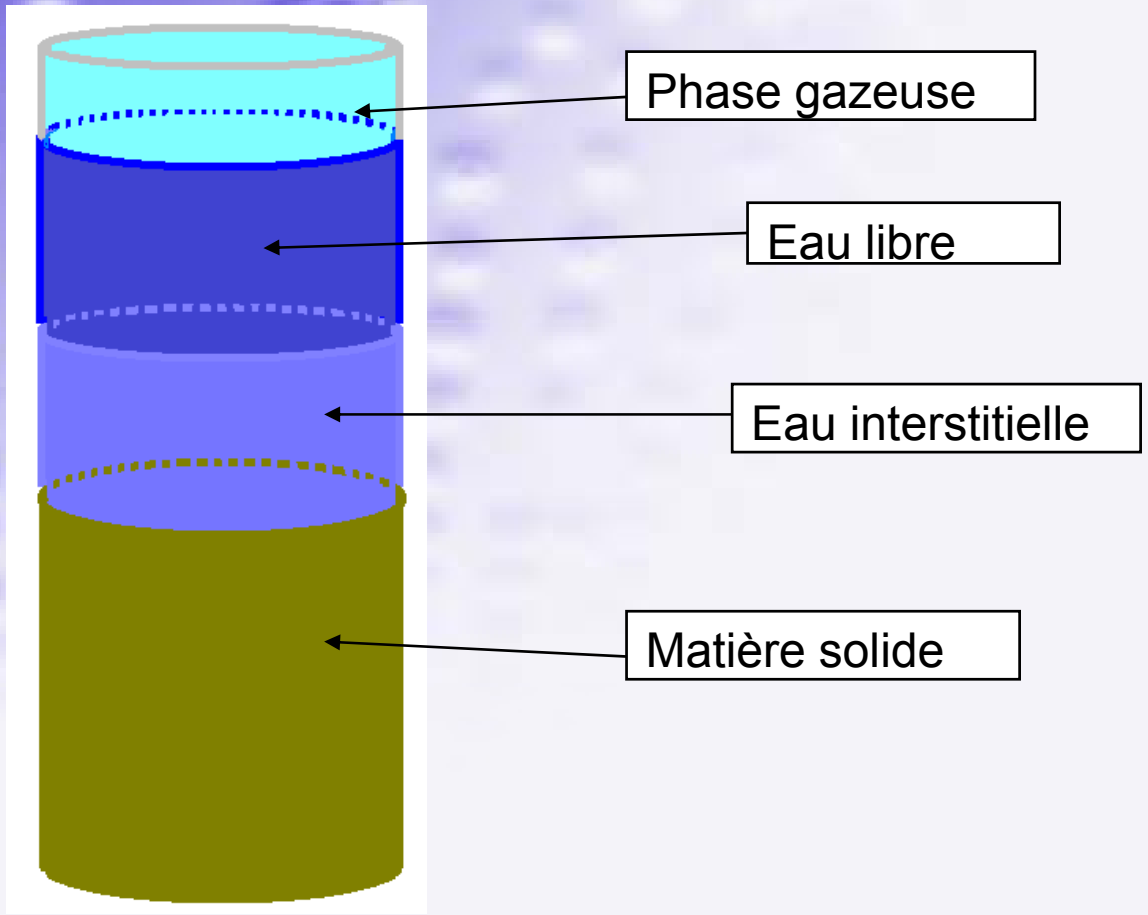
V. Traitement chimique

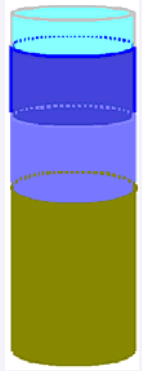
VI. compactage

VII. Drainage

VIII. Traitement thermique et électrique

Définition des sols





Sols fin

Sols grenus

Argile

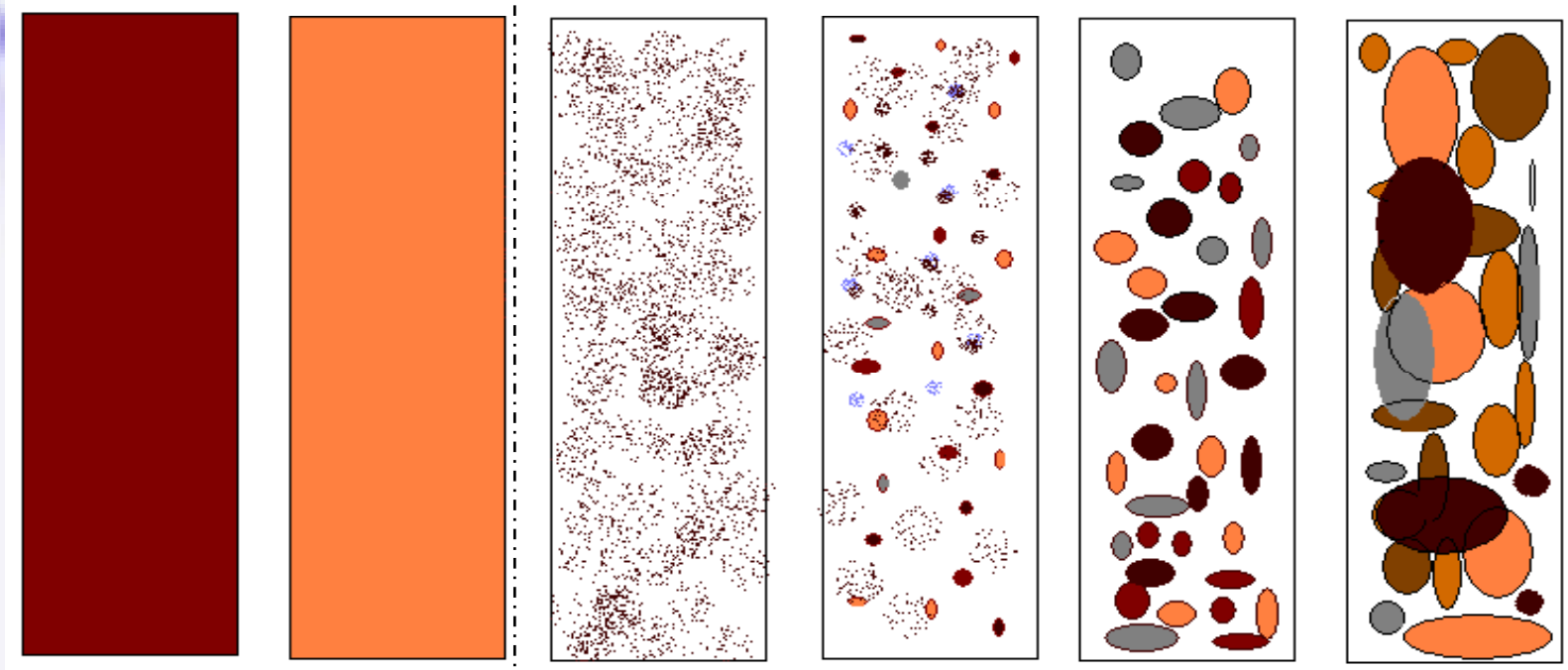
limon

Sable fin

Gros sable

gravier

caillou



<2µm<

<20µm<

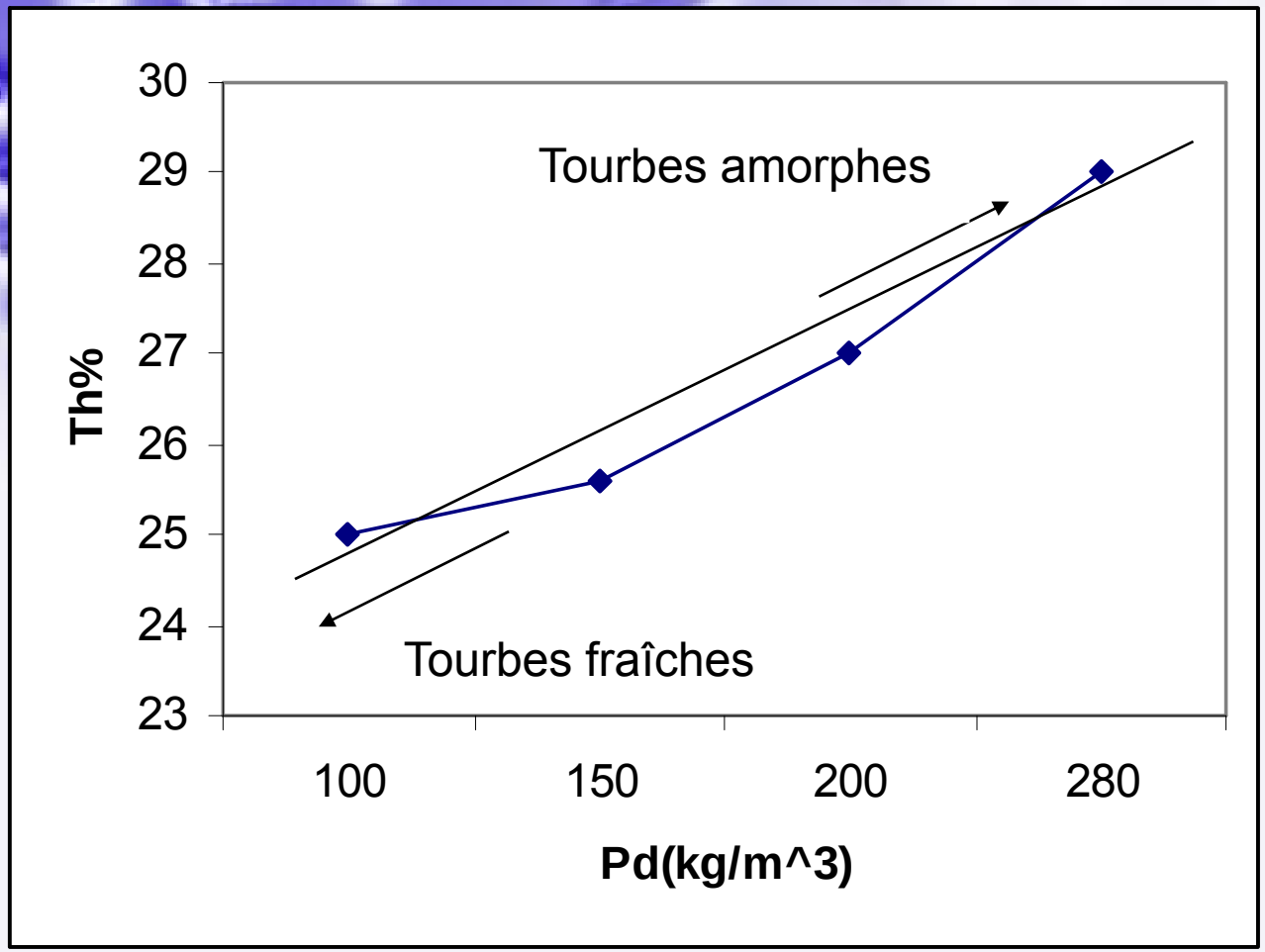
<0,2m<

<2mm<

<20mm<

Les tourbes

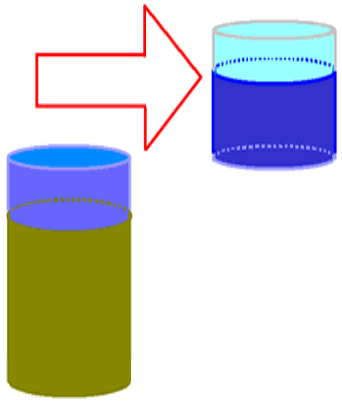
Tourbe Phase solide < 2µm



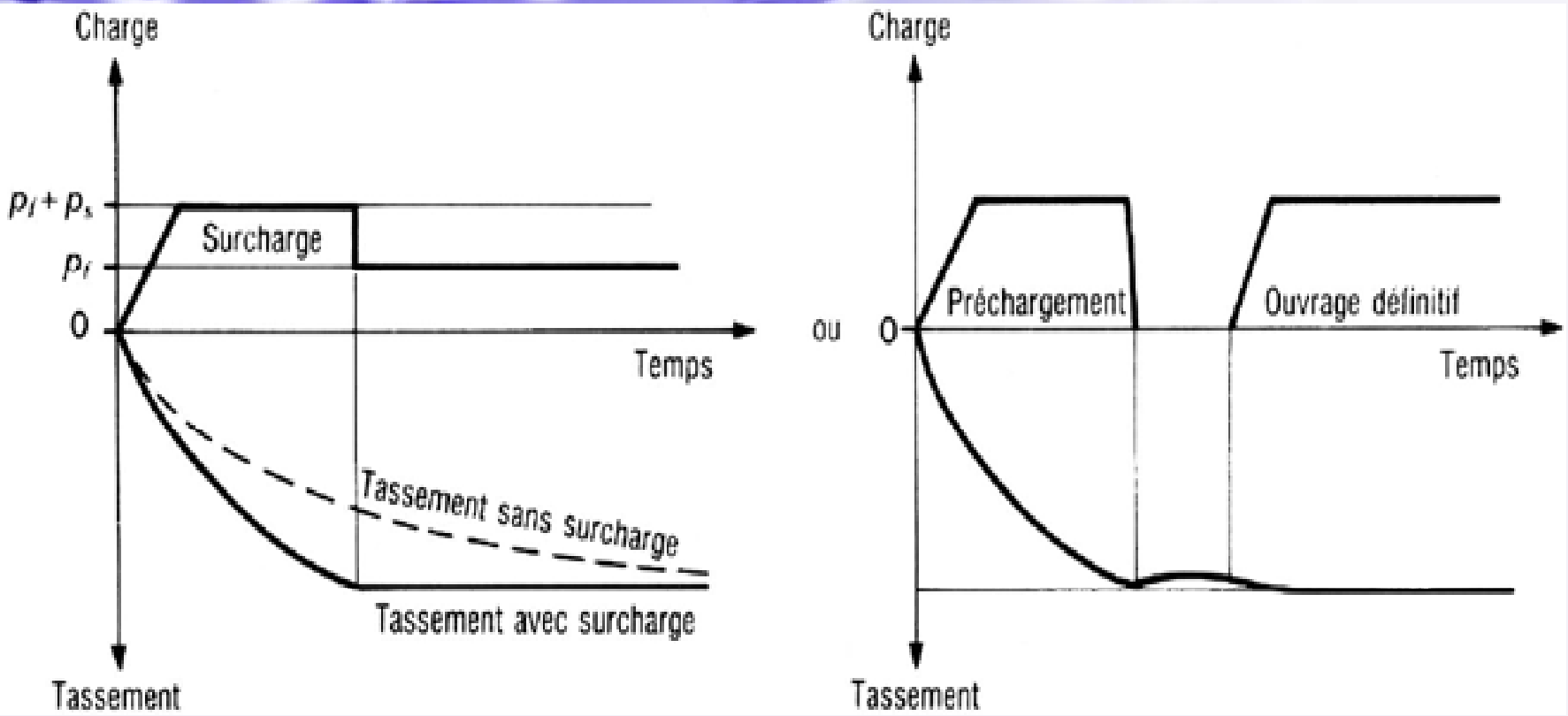
Caractéristique mécanique

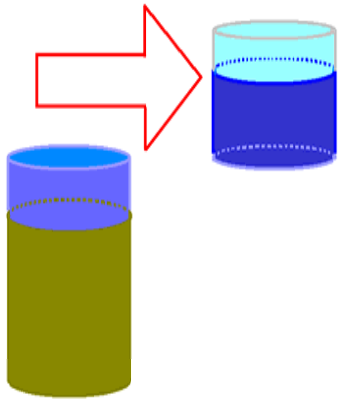
Tourbe fraîche	0,2 à 0,5 MPa
Tourbe amorphe	0,8 à 1 MPa
Argile molle (récente)	1 à 5 MPa
Argile raide	10 à 50 MPa
Sable lâche	5 à 20 MPa
Sable dense	100 à 200 MPa

Préchargement



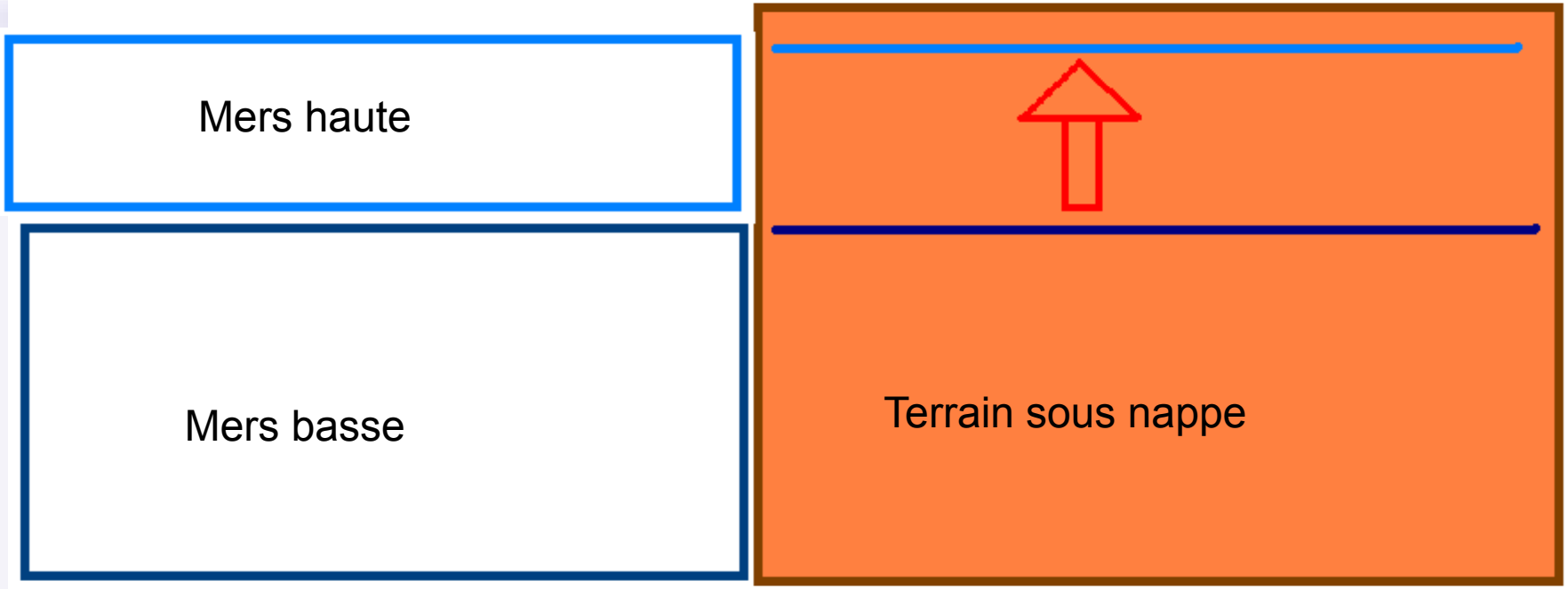
Paramètre technique



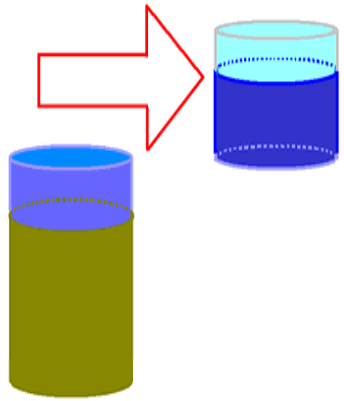


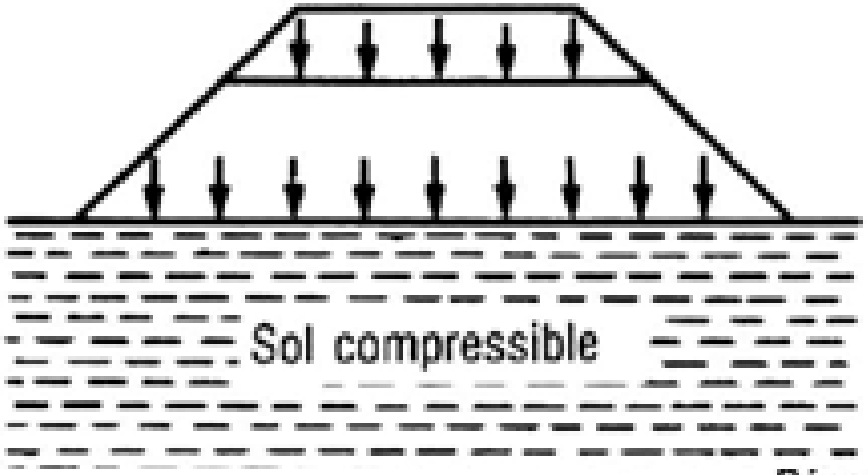
Paramètre technique

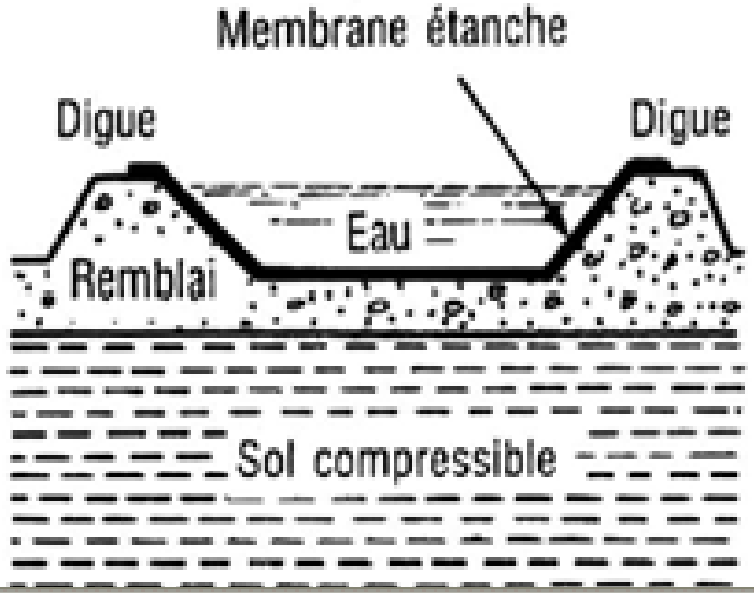
Variation des nappes phréatique

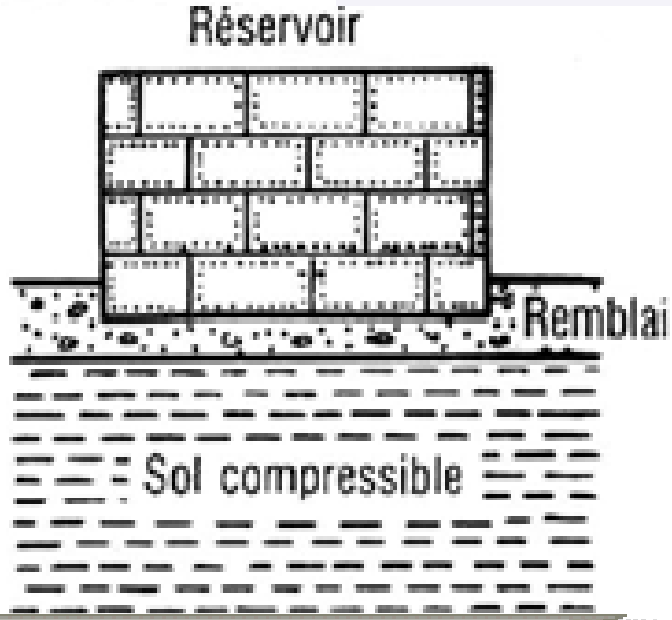


Les techniques

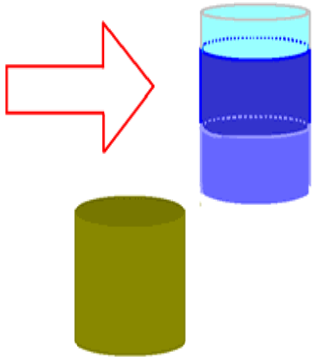


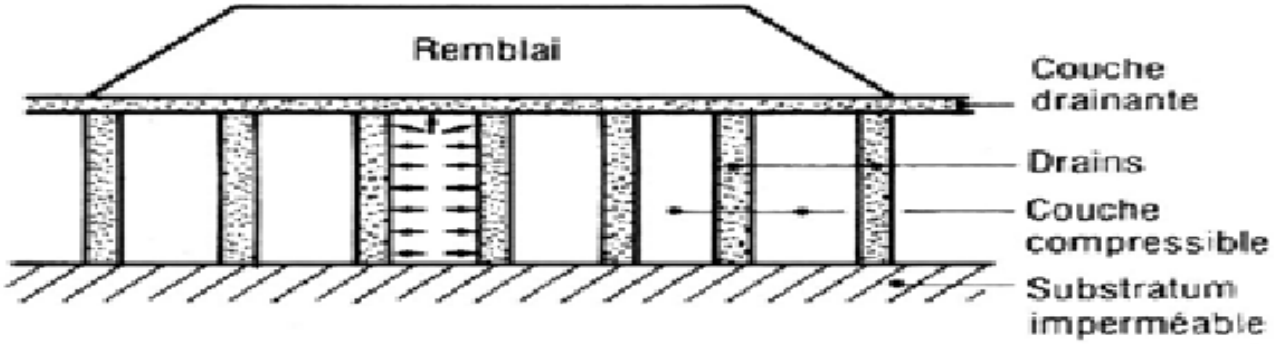


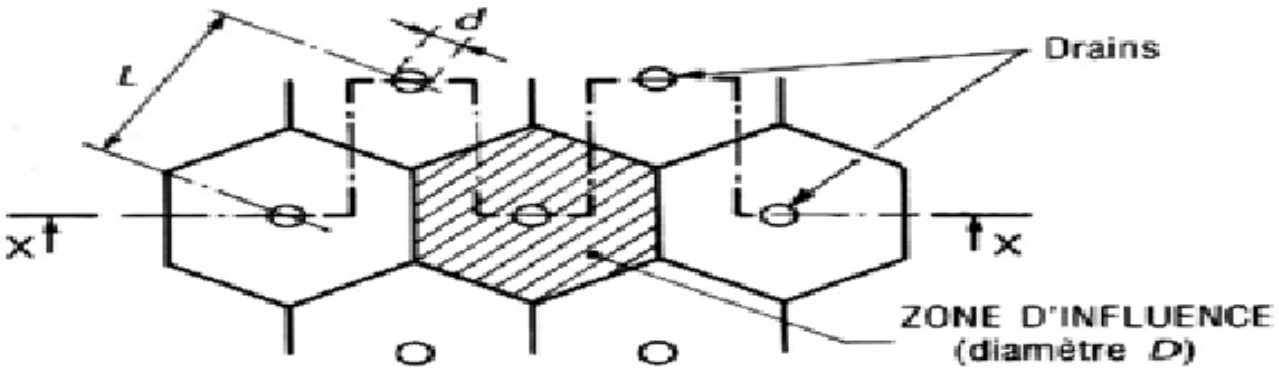




Combinaison du drainage et préchargement







vue en plan (maille triangulaire)

→ sens de l'écoulement

Géotextile

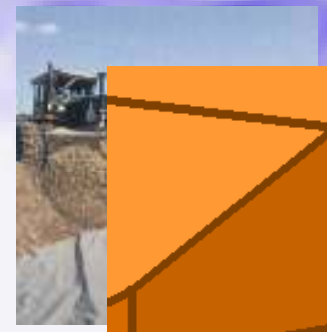
Mécanique

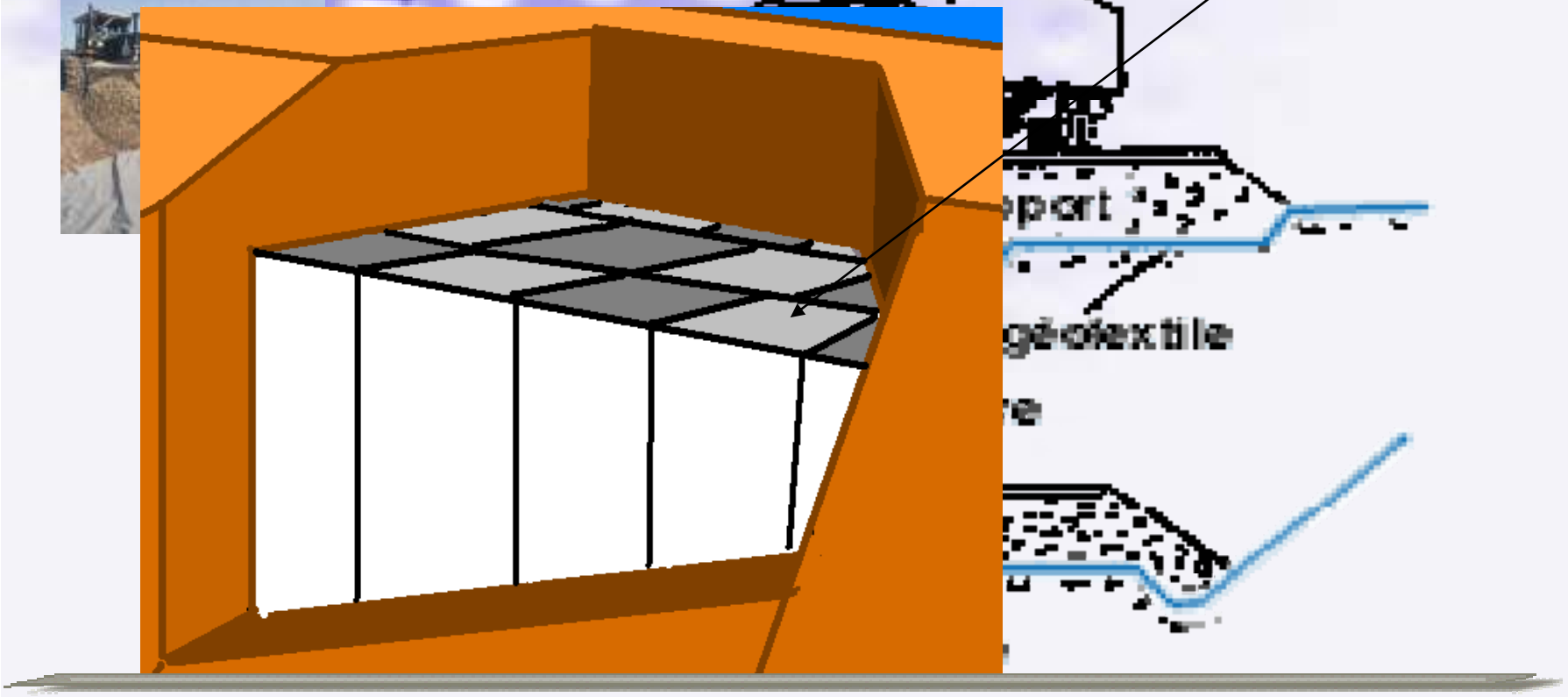
Armature métallique traitée anticorrosion

Membrane drainante ou imperméable

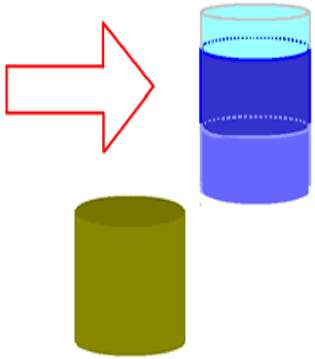
- Dissipation rapide des variations de pressions.
- Meilleure mise en oeuvre des matériaux granulaires.
- Économie sur le volume des enrochements ou du remblai hydraulique.
- Stabilisation accrue de la fondation des ouvrages

TRAVAUX ROUTIERS et TERRASSEMENTS GENERAUX

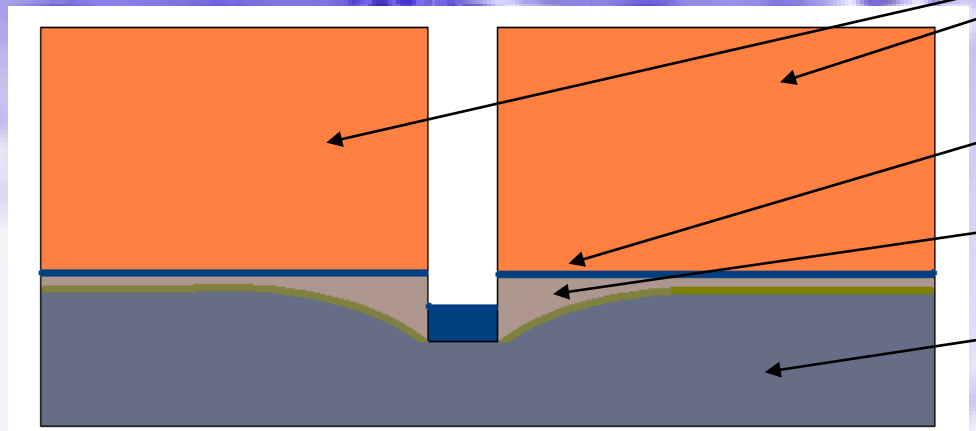


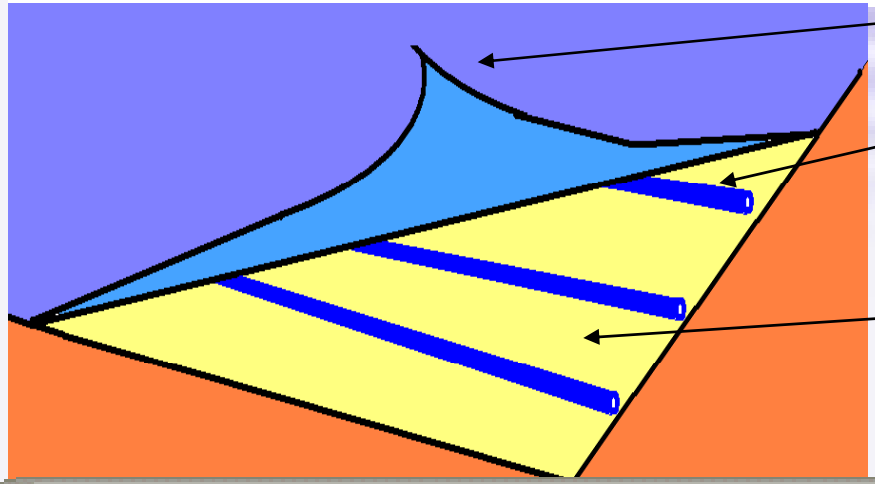


HYDRAULIQUE

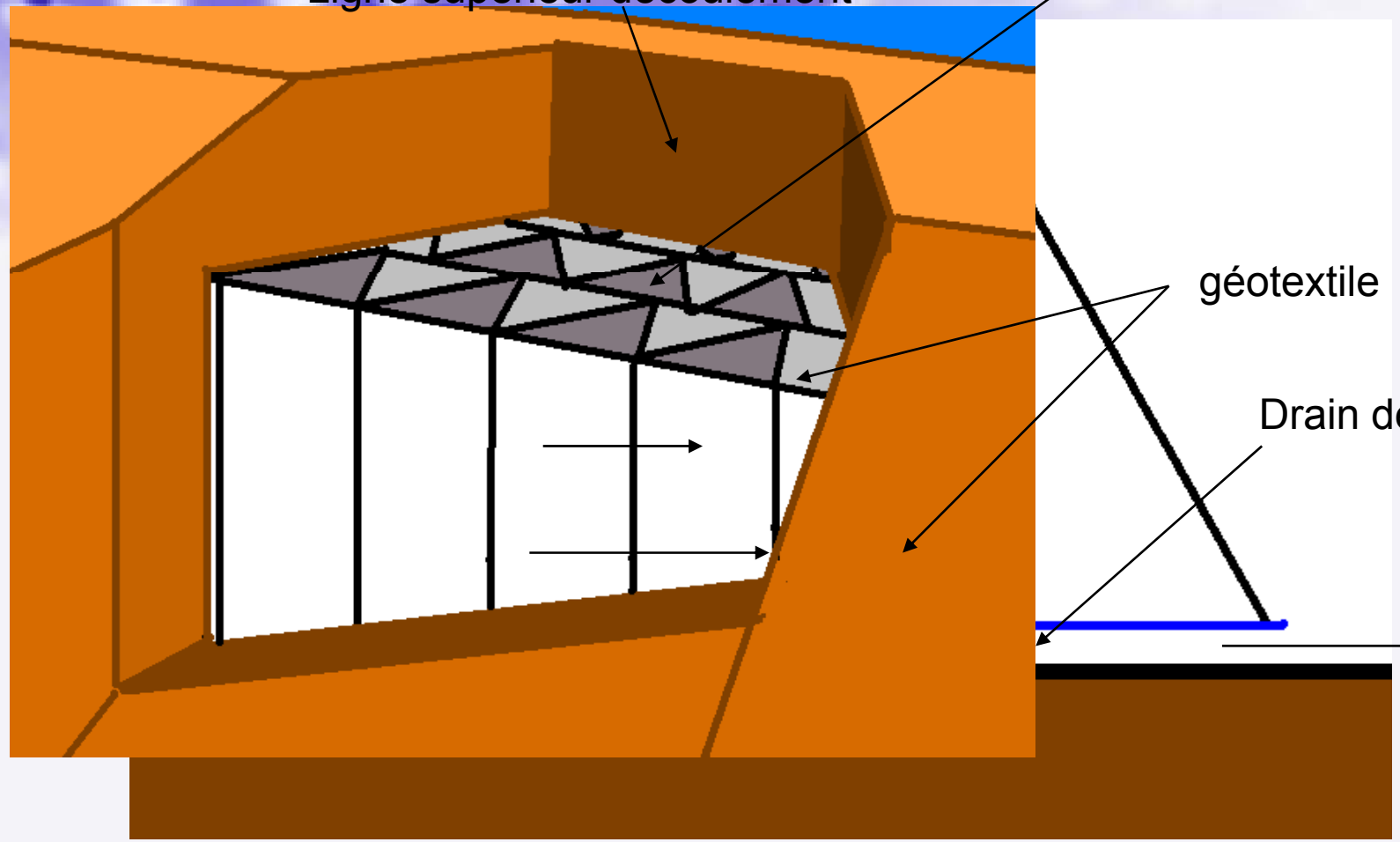


- Une protection contre la contamination des sols en place
- Un drainage des eaux libres et interstitielles





HYDRAULIQUE



- Les l'injections ?
  - Son histoire
  - Les domaines d'application
  - Quelques méthodes d'applications
    - Injection de comblement
    - Injection d'étanchéité
    - Injection de consolidation
    - Injection de scellement

- Les traitements chimiques?
  - Quelques type de traitement chimique
    - Traitement à la chaux
    - Traitement au ciment
  - Les méthodes d'application

Amélioration des sols

- Qu'est que l'injection ?

Son histoire

Créateur:
Charles Berigny
Ingénieur français
1802

Knipple introduit l'injection en Angleterre vers 1856

Knipple introduit l'injection en Égypte vers 1896

Amélioration des sols

Les domaines d'application

- **Les écrans d'étanchéité** (voile d'étanchéité au pied d'un barrage, fonds injectés raccordés à des parois moulées, etc) ;
- **Le renforcement des sols** (amélioration de la stabilité du terrain lors de la construction d'un tunnel, amélioration de la qualité du terrain afin de faire des travaux miniers, stockages souterrains, etc) ;
- **Le comblement des cavités souterraines** (mines, carrières, cavités karstiques, etc).
- **La consolidation des sols situés sous des fondations** (en phase de construction ou en reprise en sous oeuvre) ;
- **Les injections de scellement** (tirants d'ancrage, micropieux, etc).

Amélioration des sols

Chantier en cours de réalisation

Amélioration des sols

- Méthodes d'applications
  - Injection de comblement

L'injection de coulis de comblement nécessite :

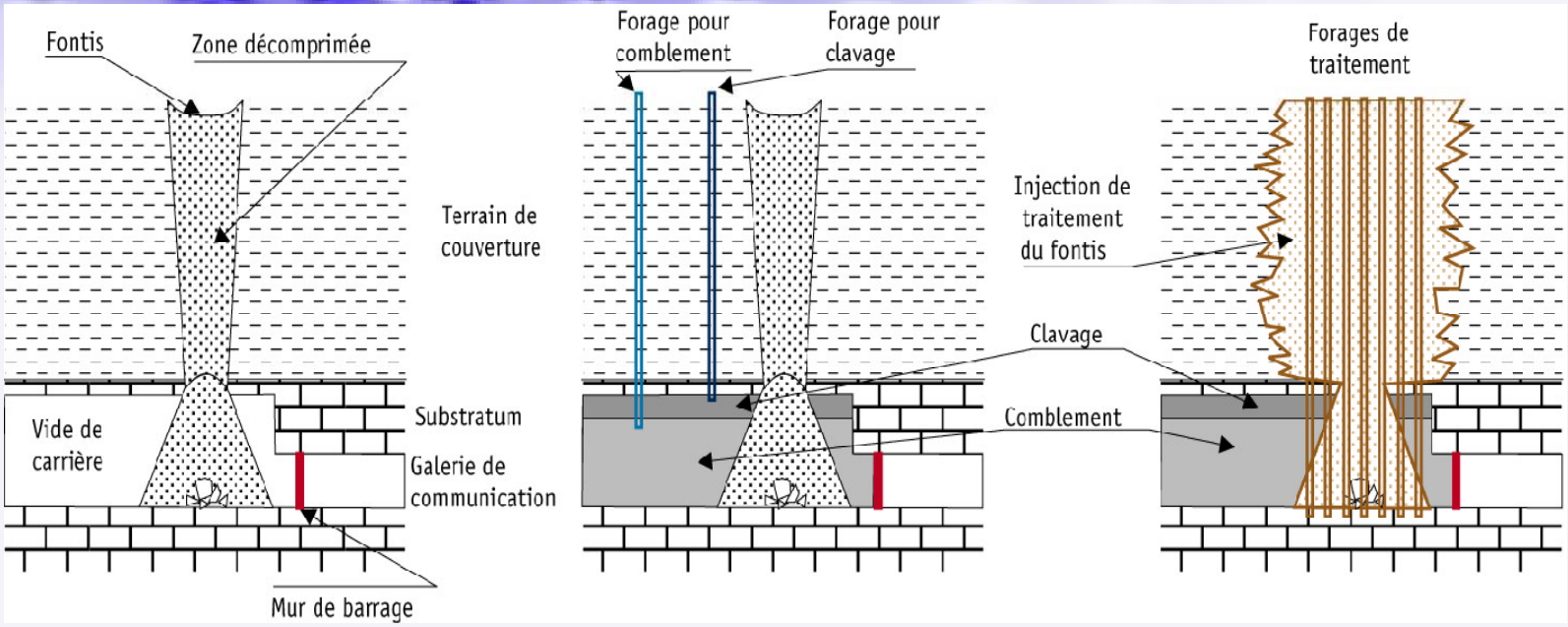
•Un atelier de forage pour atteindre les vides à traiter,

•Une centrale de fabrication des produits d'injection à grand débit,

•Un atelier d'injection composé de pompes et d'une unité de pilotage et d'enregistrement.

Amélioration des sols

- Injection de comblement
  - Phasage



Amélioration des sols

- Méthodes d'applications
  - Injection d'étanchéité

L'injection de coulis de comblement nécessite :

- **Un atelier de forage pour atteindre les vides à traiter,**
- **Un atelier de fabrication des coulis à grand débit,**
- **Un atelier composé de presses d'injection et d'une centrale de pilotage et d'enregistrement.**

Amélioration des sols

- Méthodes d'applications

  - Injection d'étanchéité

A partir de la gale ne digue, deux ateliers distincts v

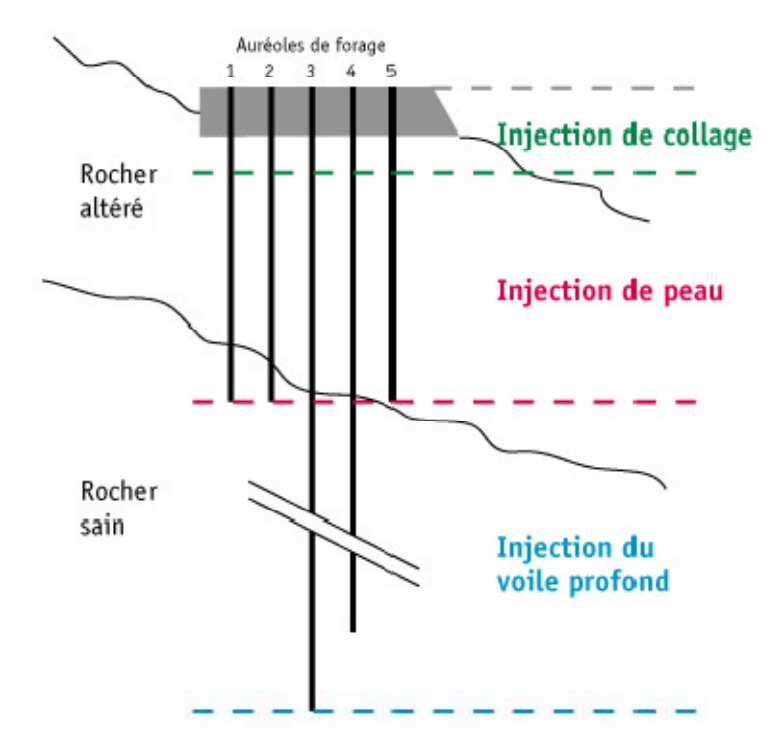
•l'atelier de un maillage et des inclinaisons

•l'atelier d' t la mise en oeuvre des différent

Chaque point d'im es où le forage et l'injection se succ es.

Amélioration des sols

- Injection d'étanchéité
  - Modélisation d'injection

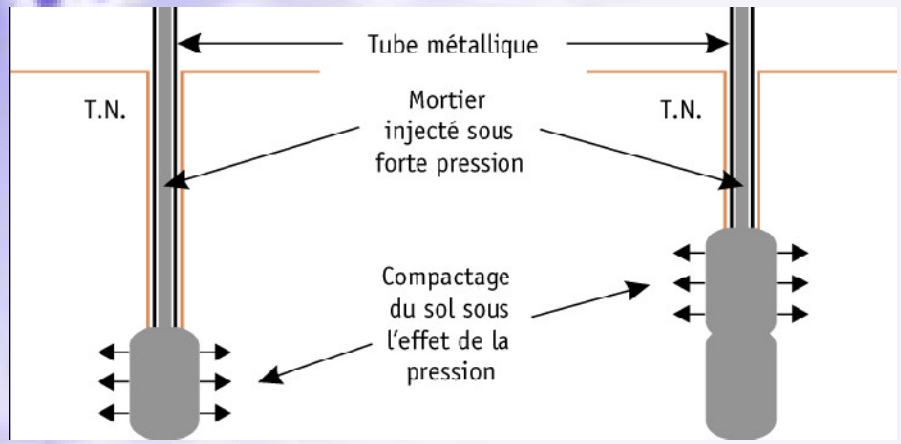


Amélioration des sols

- Injection d'étanchéité
  - Matériel de forages

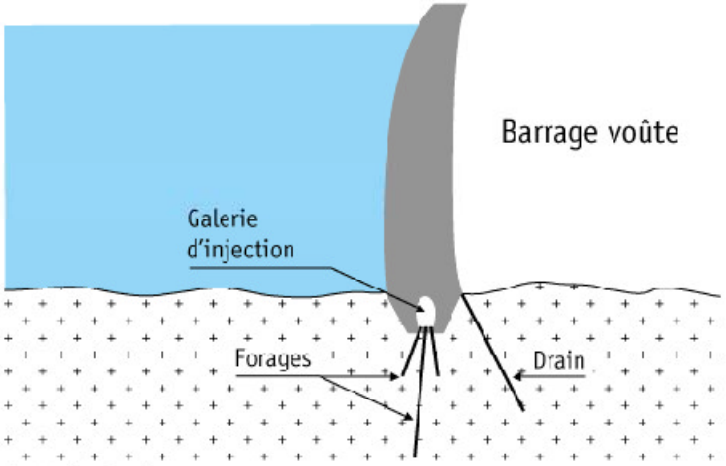
Amélioration des sols

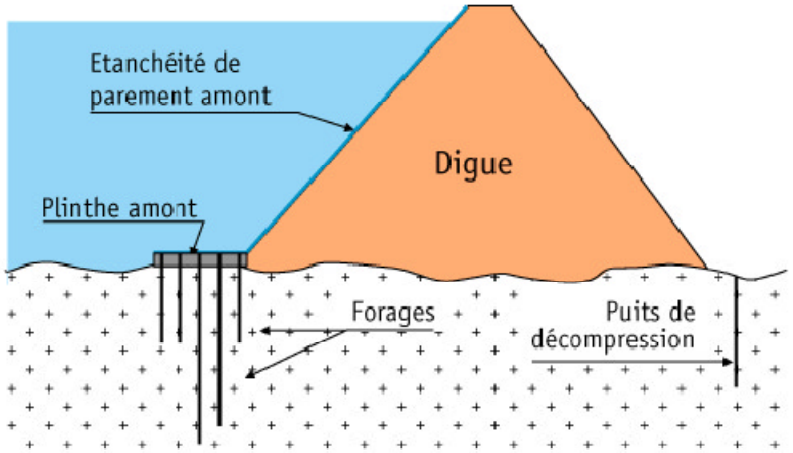
- Injection d'étanchéité
  - Les Méthodes



Amélioration des sols

- Injection d'étanchéité
  - Exemples de forages pour ouvrages importants



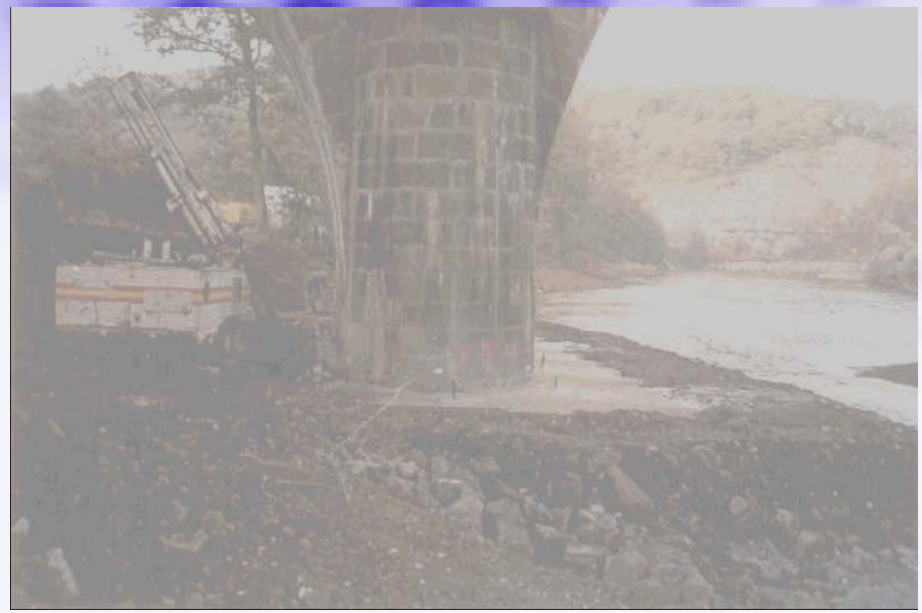


Amélioration des sols

- Injection d'étanchéité
  - Exemples de voile étanchéité au pied d'un barrage (Photo)

Amélioration des sols

- Méthodes d'applications
  - Injection de consolidation



L'injection de consolidation nécessite:

1. Un atelier de forage,
2. Un atelier de fabrication des coulis,
3. Un atelier composé de presses d'injection et d'une centrale de pilotage et d'enregistrement

Amélioration des sols

- **Méthodes d'applications**

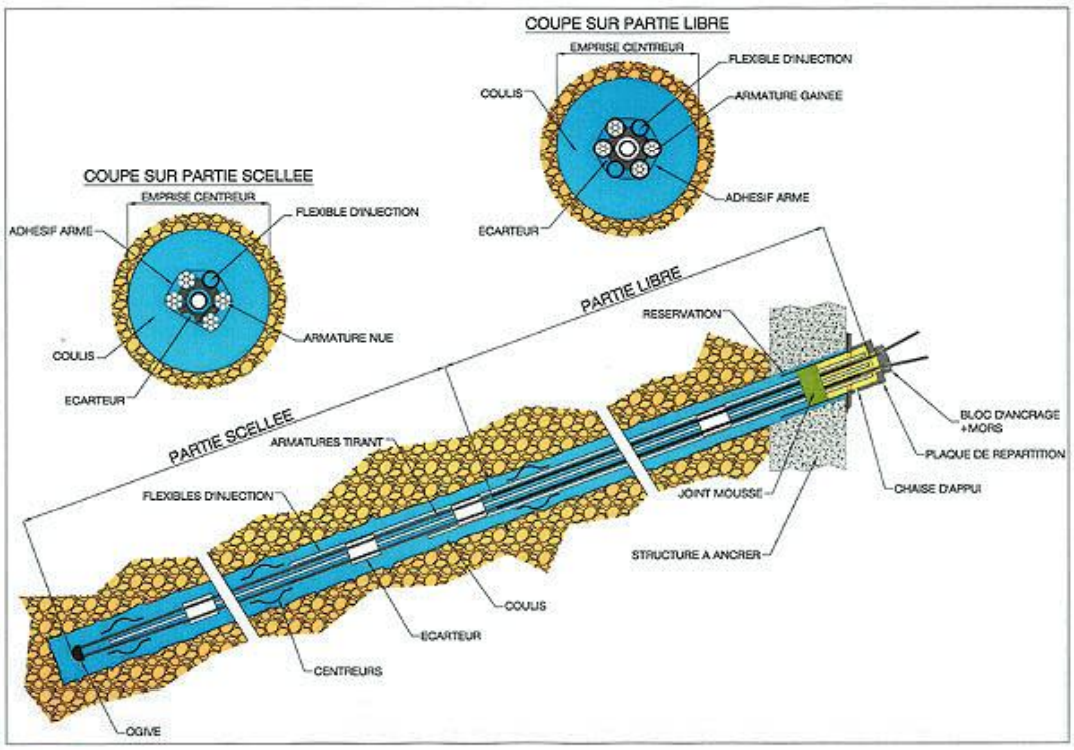
  - Injection de consolidation – Les nécessités

centrale de pilotage et d'enregistrement

Atelier de forage

Amélioration des sols

- Méthodes d'applications
  - Injection de scellement (schéma tirant d'ancrage)

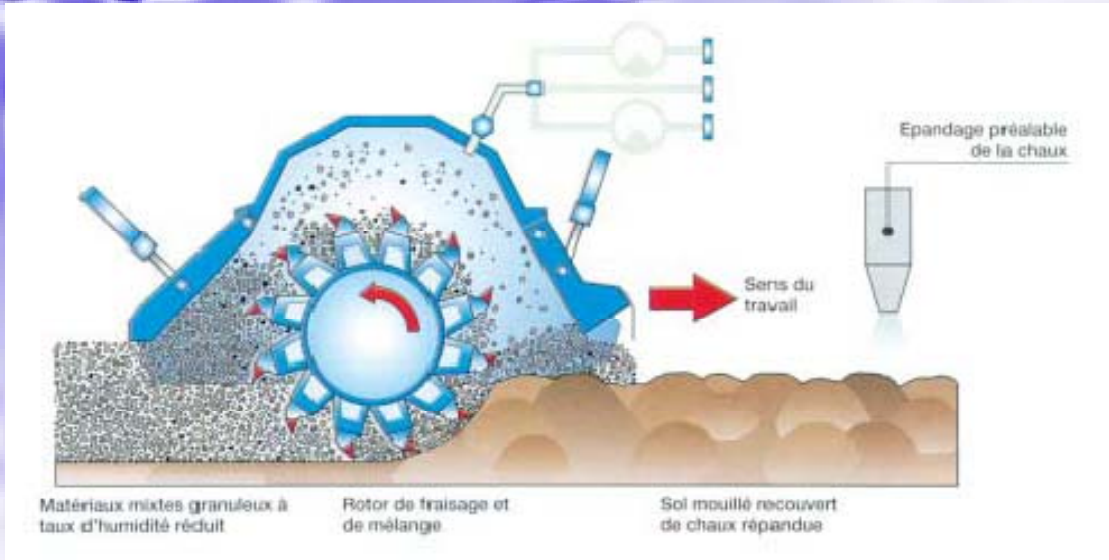


Traitements chimiques

Incorporation de la chaux ou du ciment à l'aide d'un épandeur

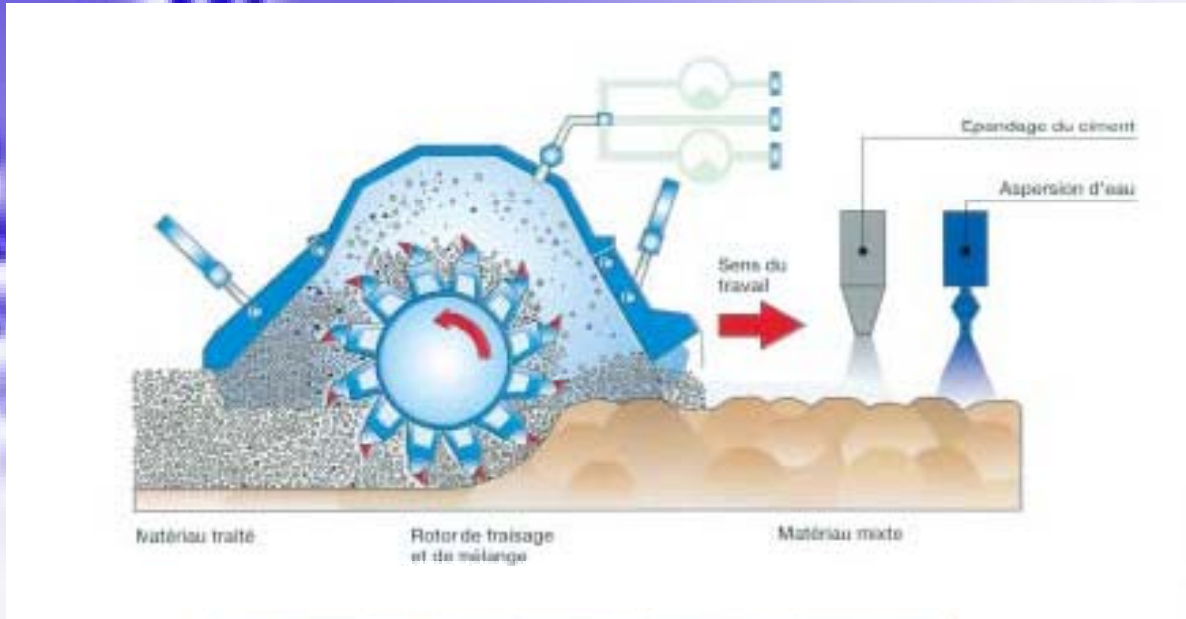
Ce procédé convient pour la réalisation de remblais, de talus ou de voies de circulation sur le chantier.

Traitements à la chaux



Incorporation de la chaux préalablement répandue

Traitements au ciment



Incorporation du ciment à l'aide d'un épandeur

Traitements chimiques

Les compacteurs

compactage

Colonnes ballastées

Vibroflotation

Pilonnage

Tableau d'adéquation des procédés d'amélioration par vibration des sols en place en fonction de leur granulométrie

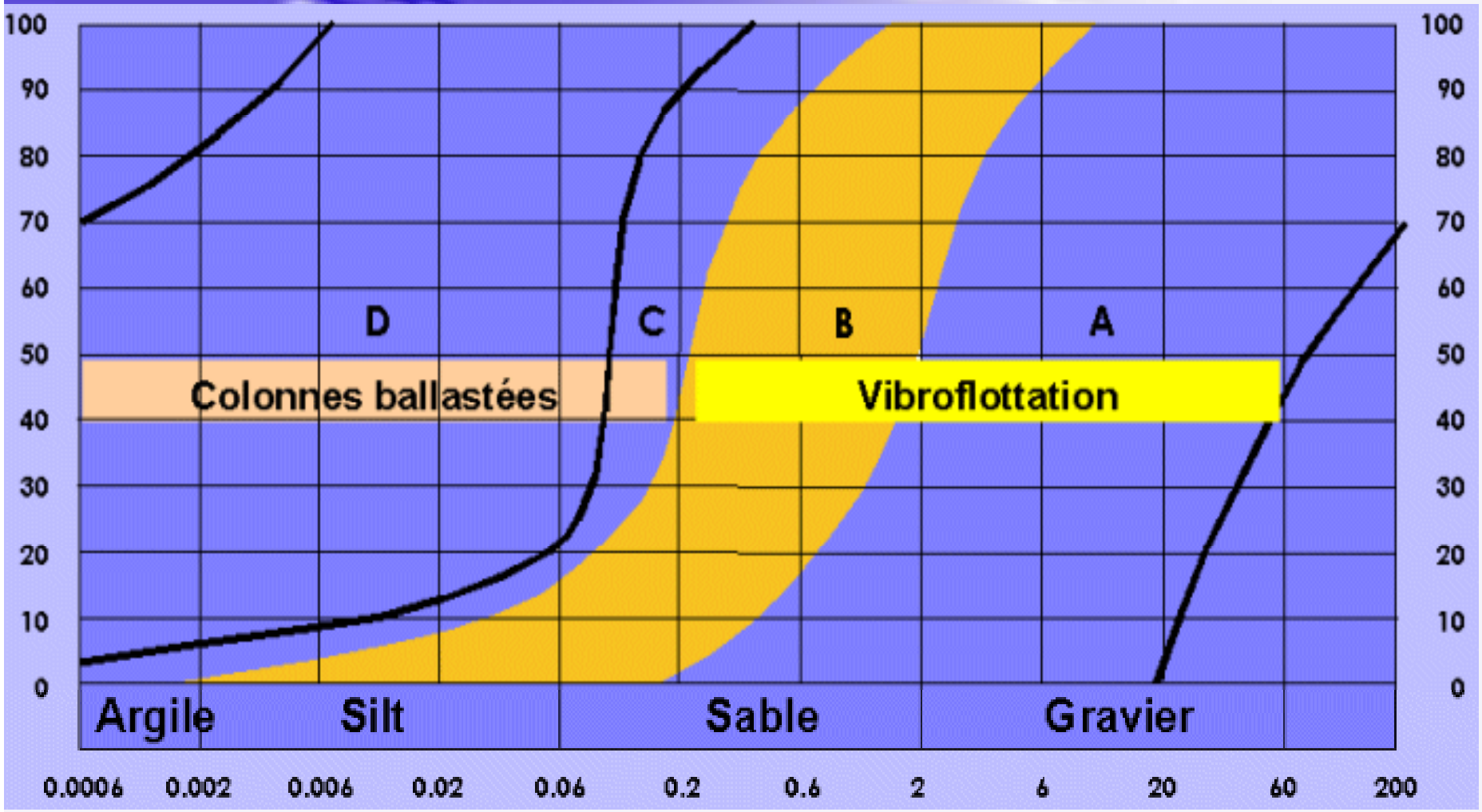
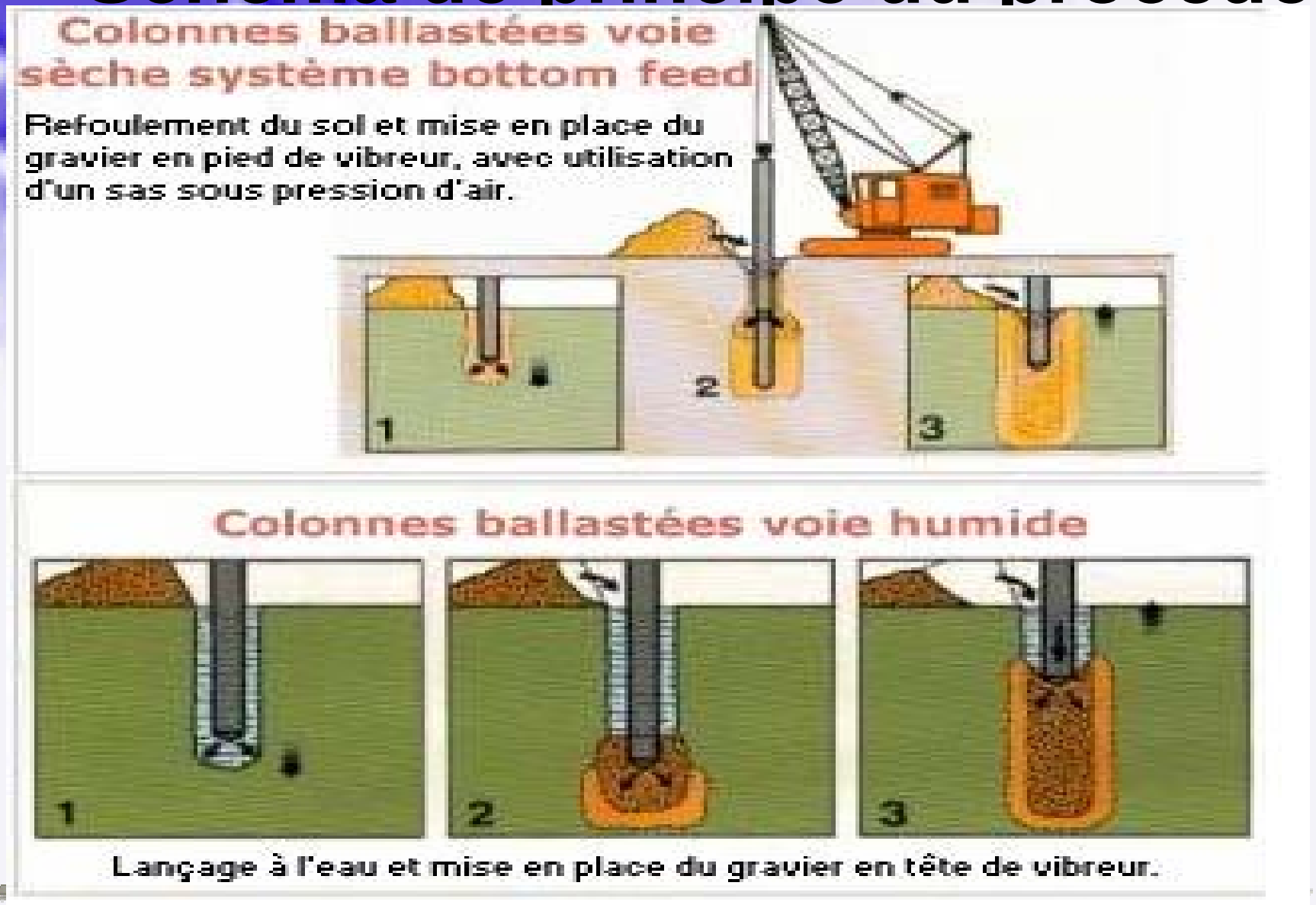


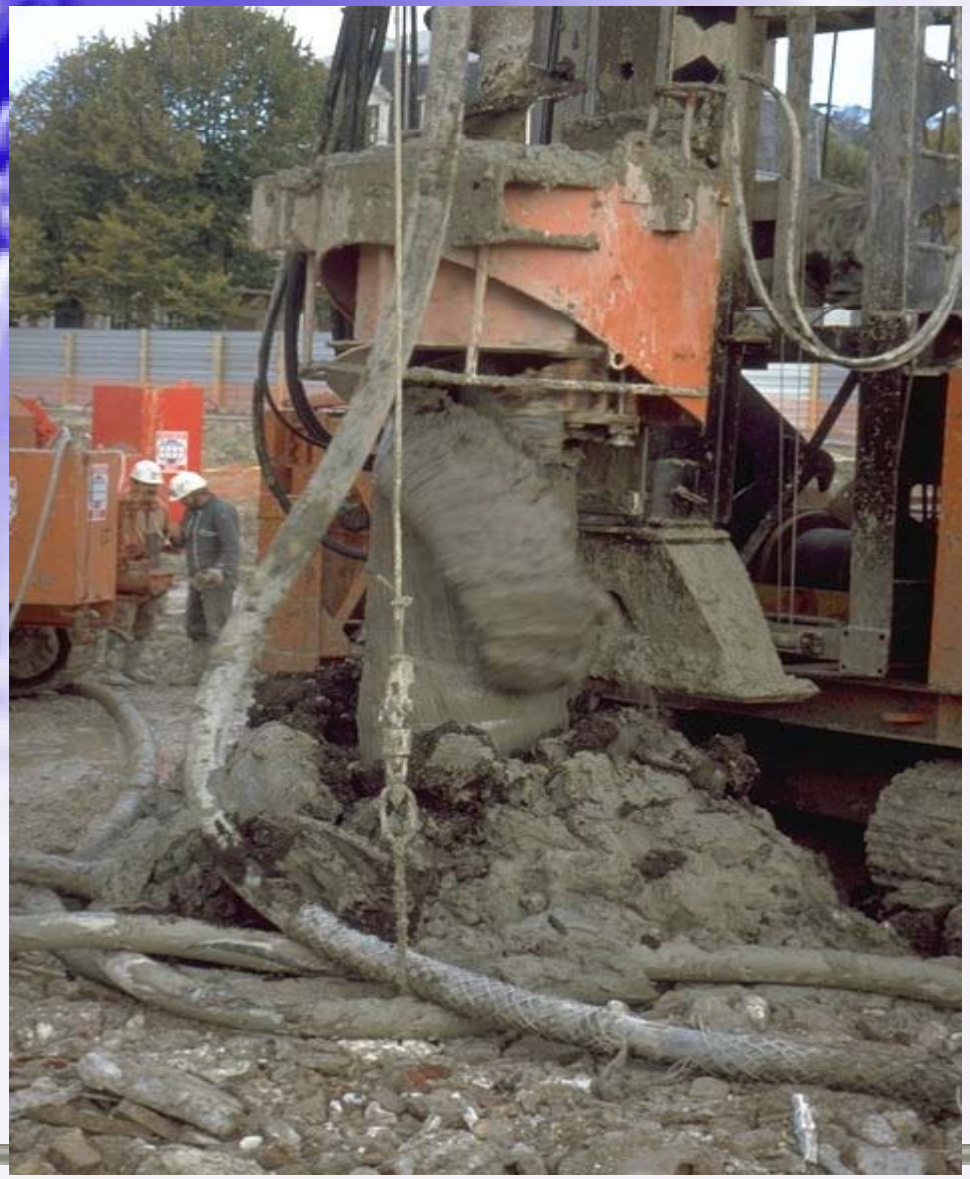
Schéma de principe du procédé



Le béton est livré par la toupie dans la pompe à béton qui joue également le rôle de trémie tampon

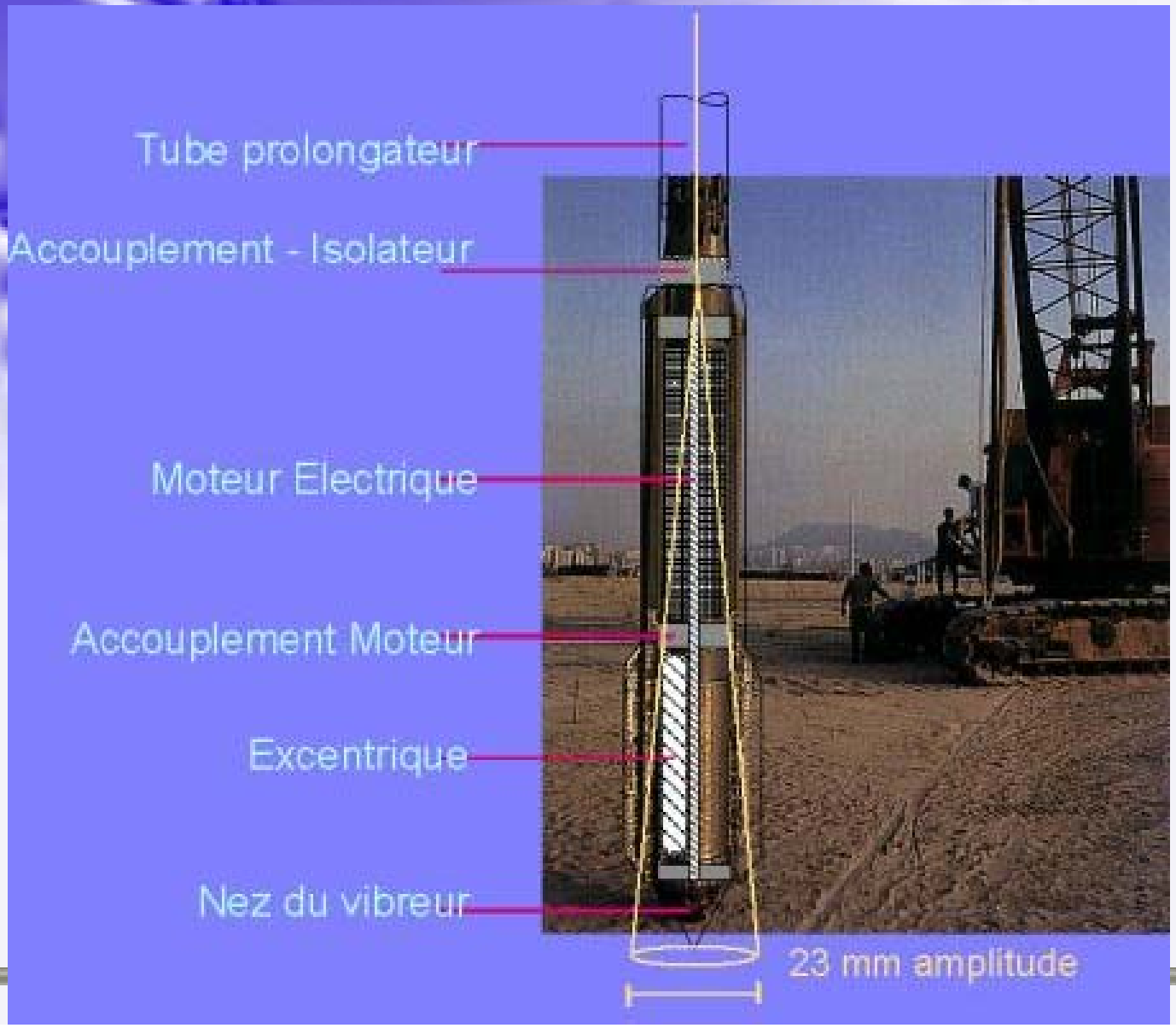
Pendant la durée du bétonnage le pilote contrôle les paramètres du bétonnage (profondeur, pression de béton, sur volume). A droite on distingue le dispositif d'enregistrement qui a également enregistré les paramètres du forage (couple

Réalisation du bétonnage



Fin du bétonnage,

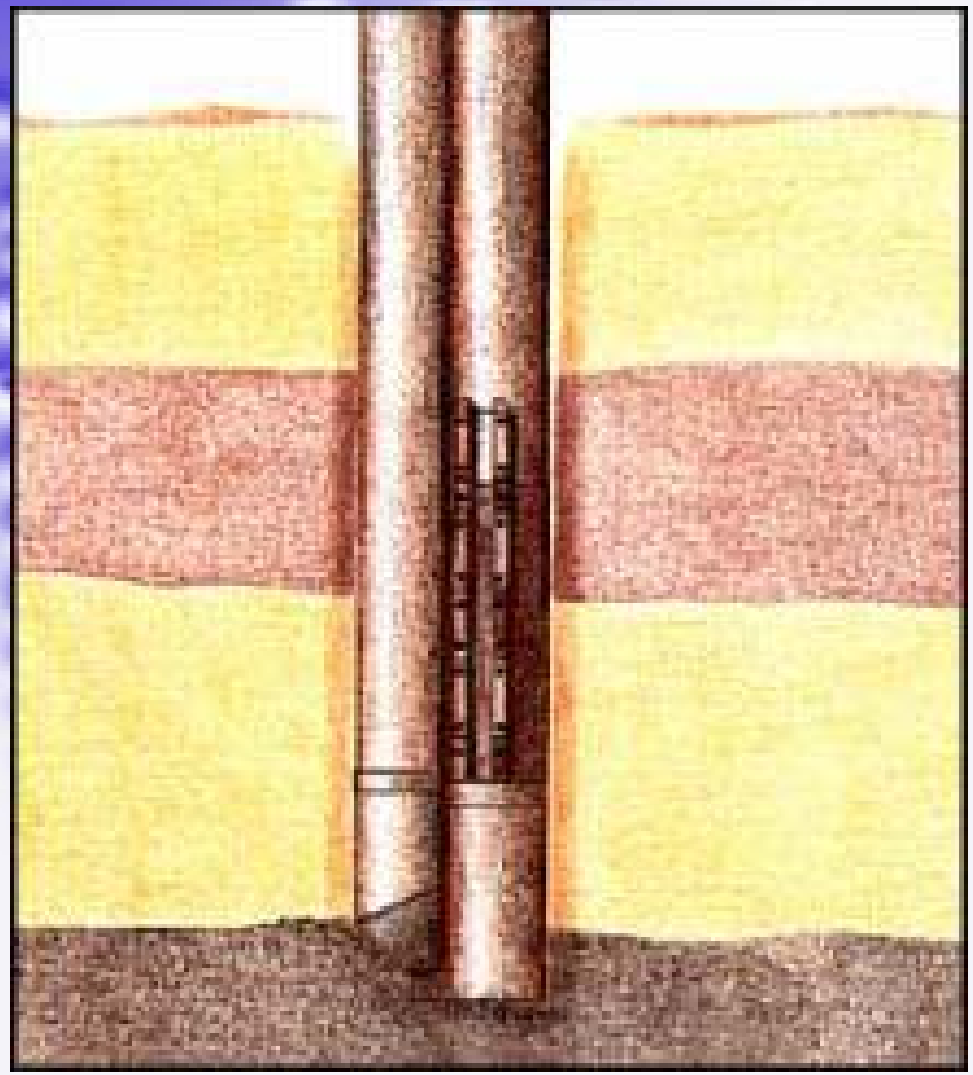
Fonctionnement d'un vibreur



Mise en La tête de la tarière

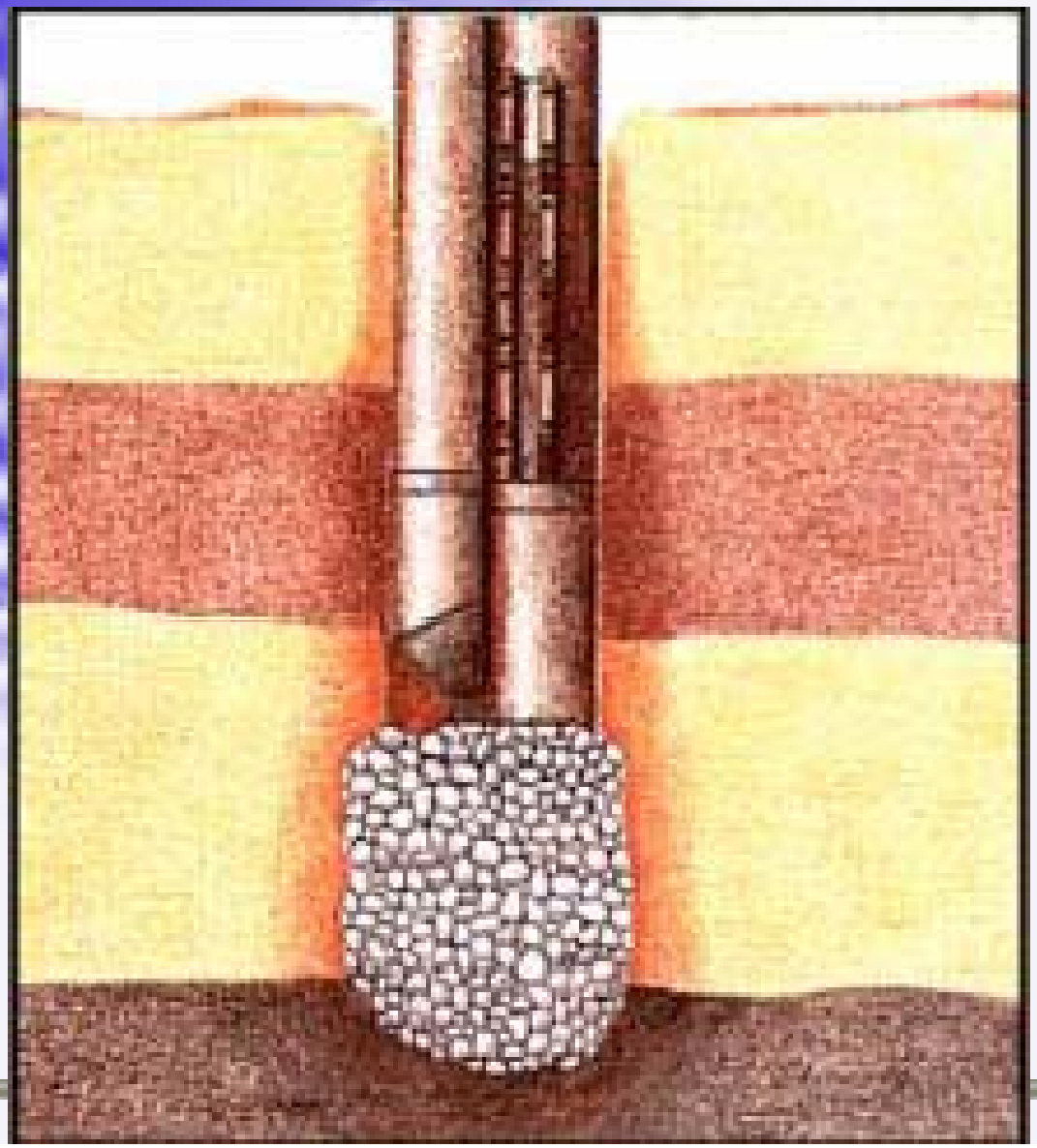
Forage

Pénétration



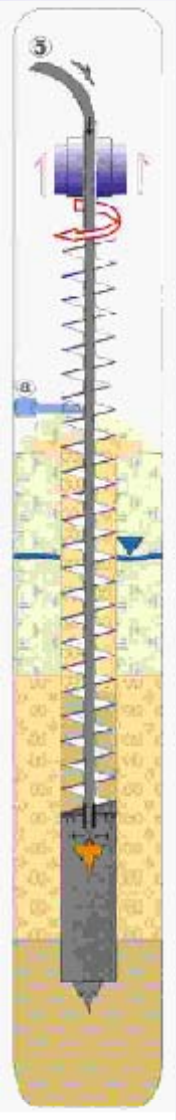
Ancrage rotation et poussée sur l'outil

Installation



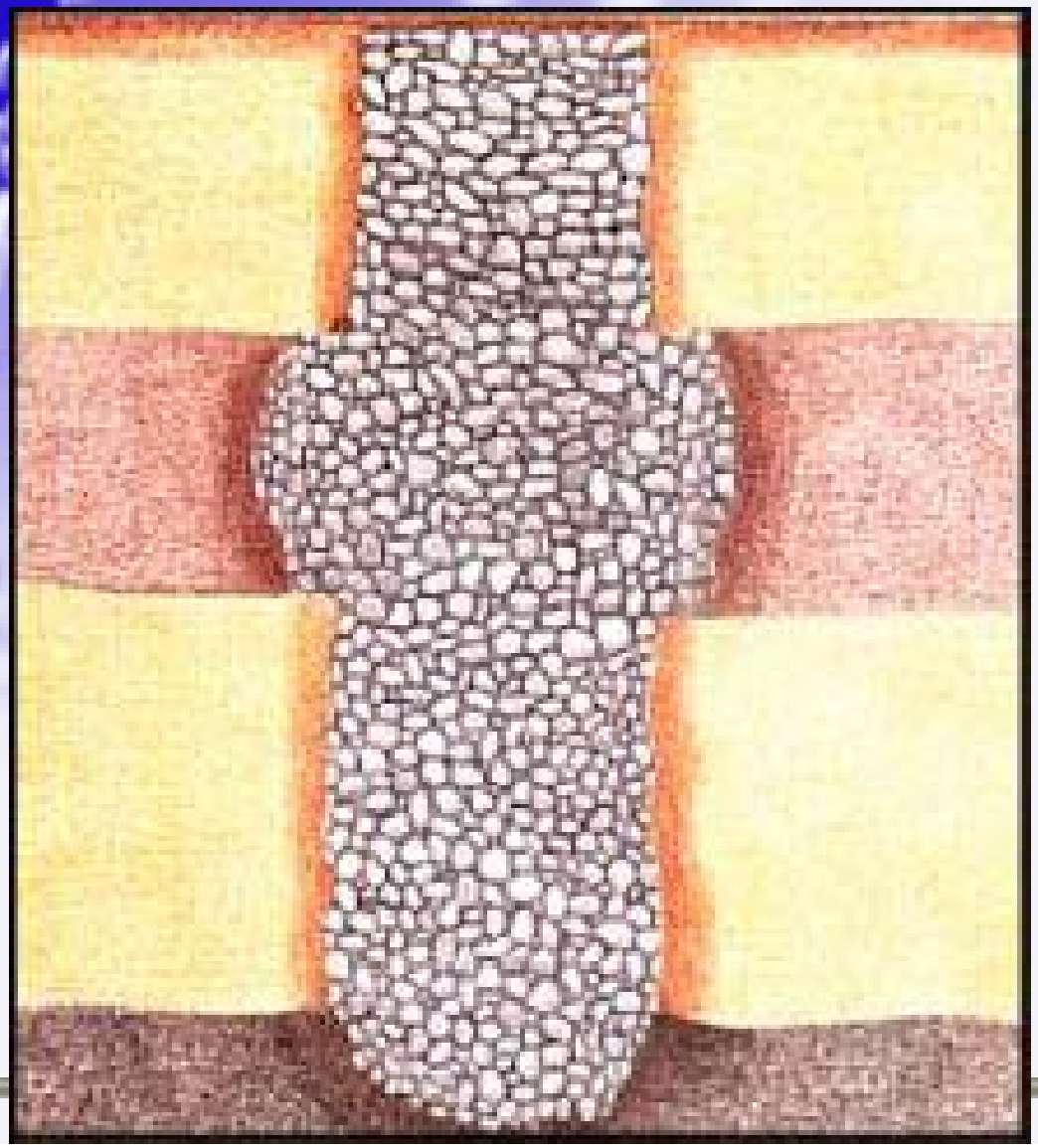
Injection de béton dans l'axe creux de la tarière

Remontée de la tarière (sans dévissage ou en rotation lente dans le sens du vissage), le béton étant coulé simultanément. Nettoyage de la tarière (a), bétonnage contrôlé en continu



Colonne terminée

La surface est nivelée et éventuellement recomptée



On nettoie le tube plongeur avant nouvelle utilisation

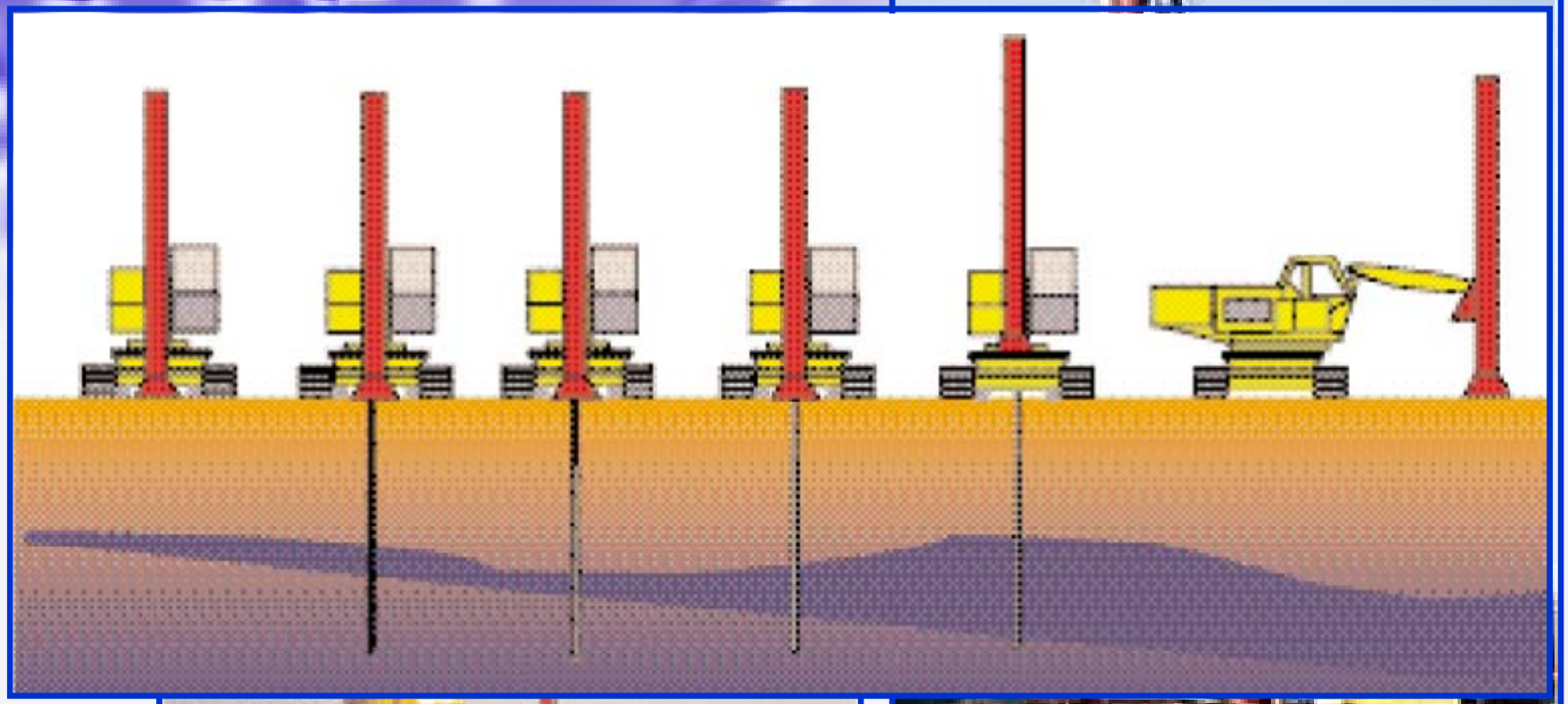
Manipulation de la machine

Pilon de 10 à 40 tonnes et d'une section de 4 à 6m²

Méthodes par ondes de chocs ou vibrations

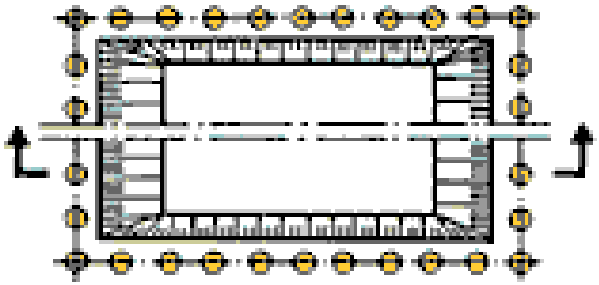
Drainage

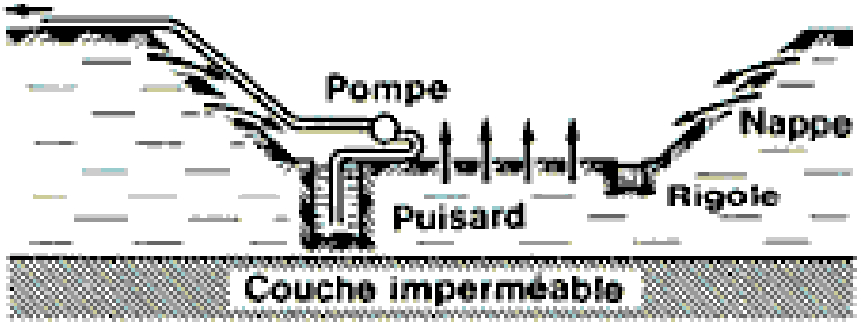
DRAINS VERTICAUX

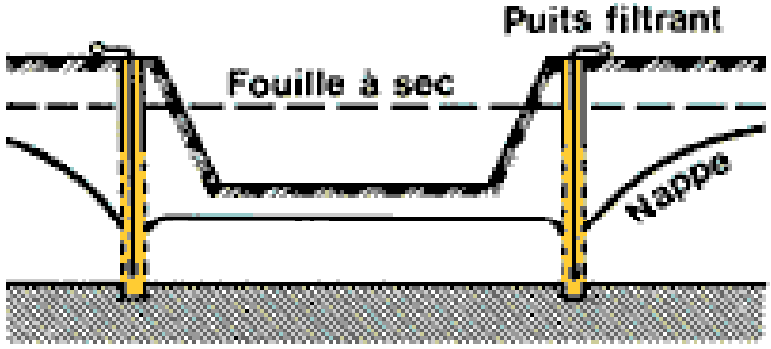


Drainage

RABATTEMENT DE NAPPE





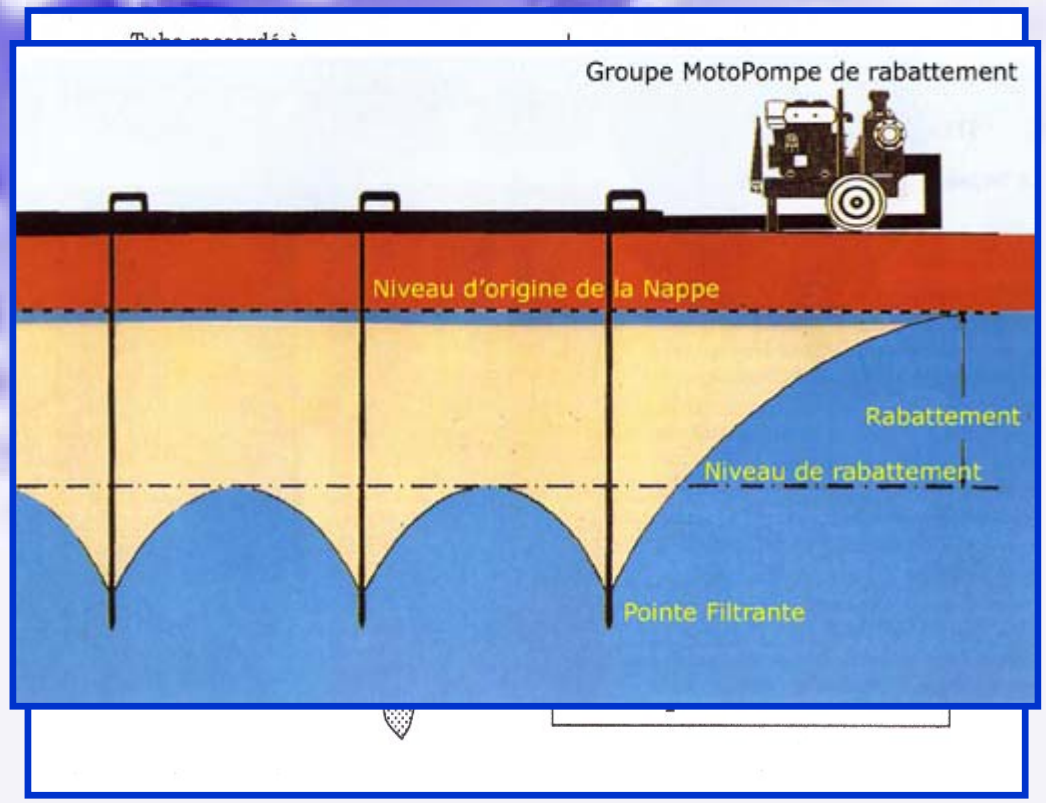


Drainage

LES PUITS FILTRANTS / PONCTUELS

Drainage

DRAINAGE PAR LE VIDE



Traitement thermique

DESHYDRATATION PAR LA CHALEUR

- La méthode est très peu utilisée et n'est efficace que sur certaines argiles.
- Méthodologie:
  - Creusement d'un puits
  - Insertion d'un carburant
  - On enflamme le carburant

Traitement thermique

CONGELATION

- Amé
chant
- Méth
  - 2

Traitement électrique

ELECTROC – ONSOLIDATION

- La méthode est en cours de développement.
- Méthodologie:
  - Le principe repose sur la capacité de l'eau à migrer dans une argile sous l'effet d'un champ électrique.

Conclusion

	tement des sols grenus		
	élais exécution	d'action	Effet l'envi
	à ★★	★★à ★★★	★
	à ★★	★	★★
Géotextile			★
Pilonnage			
Compactage statique e profondeur, colonnes de so traité			
Congélation			

★ faible ★★ mo