



FrankiFoundations
Belgium

Systèmes de soutènement Synthèse des techniques-approche b

Ir M. Bottiau

FrankiFoundations Belgium- DeputyGeneral M
ABEF- President



Systèmes de soutènement

Dimensionnement: en cours d'adaptation à l'EC7

- Calcul basé sur des valeurs **réalistes** (déduites des essais de sol=pénétromètres). En réalité basées sur des valeurs caractéristiques.
- Sécurité sur **résistance passive**. Détermination de la fiche.
- Calcul des déformations et des moments par calcul élasto-plastique (M-Sheet, Rido)
- Vérification structurelle "classique".

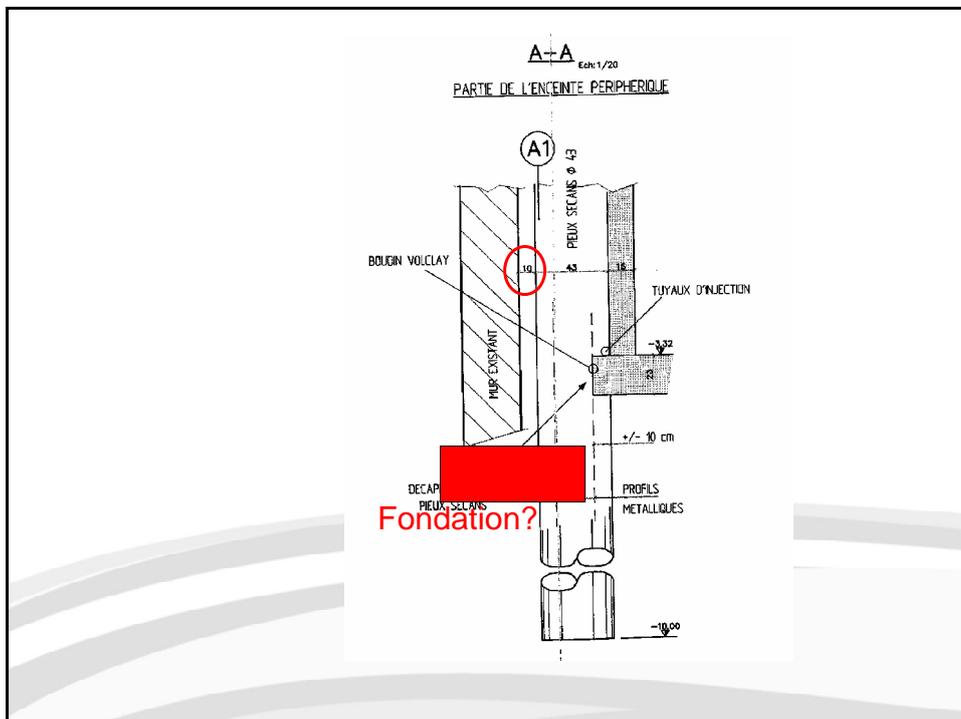
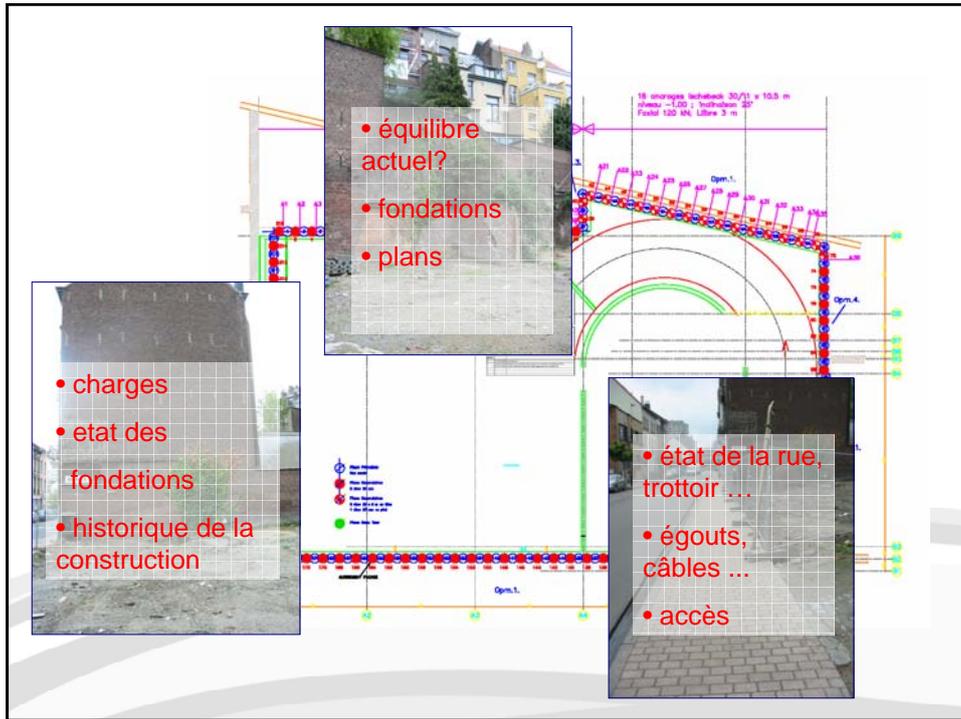
Systemes de soutènement

- FUTUR???
- Approche DA 1
- Calcul en **trois** étapes:
 - ELU DA1/1: structurel
 - ELU DA1/2: fiche, réactions d'ancrages ou de butonnage
 - ELS: déformation

Systemes de soutènement

Considérations générales :

- Normes d'exécution
- Importance de la connaissance **historique** du site : anciennes fondations, bâtiments attenants, égouts et câbles,...
- Etude approfondie du sol: rôle du **géotechnicien**
- Connaissance précise sur la nappe d'**eau** incluant la présence d'eau sous pression
- Technique adaptée à la **demande**



Fouilles : risques et mesures préventives Allocations des responsabilités

	Entrepreneur général	Ingenieur / Architecte	M.O.	Bureau de contrôle	Soutraintant
Données géotechniques et hydrographiques	X?	x		x	X?
Accès au chantier : domaine public dont voirie, trottoir, câbles en surface, échafaudage,...	x		x		x
Dans le sous-sol du domaine public : collecteurs, égouts, câbles, conduites,....;	x	x			x
Constructions avoisinantes (fondations? efforts?) et constructions à proximité immédiate du chantier, historique du site.;	x	x		x	x

Fouilles : risques et mesures préventives Allocations des responsabilités

	Entrepreneur général	Ingenieur / Architecte	M.O.	Bureau de contrôle	Soutraintant
Ancien mur de jardin : fondations? Epaisseur? Profondeur?...;	x	x	X	x	
Sol : résistance, sur-consommation possible ?, nappe phréatique, pression eau souterraine, ... ?		x	x		
Charges: charges asymmetriques, ponctuelles, dues aux phasages des travaux....	x	x	x	x	x

Mesures préventives

- Description **détaillée** des lieux
- Analyse préalable:
 - Risques potentiels
 - Process
 - Environnement
 - Phasage
 - Responsabilité: **allocation** claire et contractuellement correcte



 Franki Foundations
Belgium

Systemes de soutènement

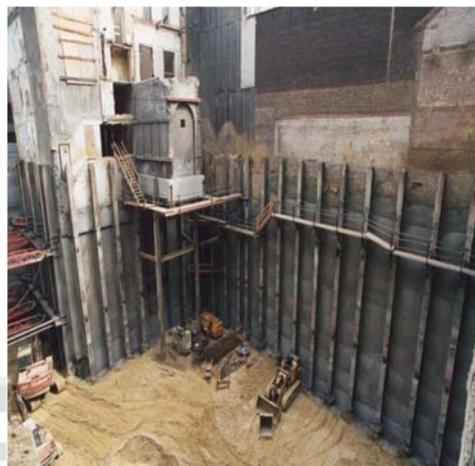
- Palplanches
- Parois berlinoises
- Parois en pieux
- Soilmix
- Parois moulées
- Voiles d'étanchéité
- Parois cloutées
- Congélation de sol

Palplanches

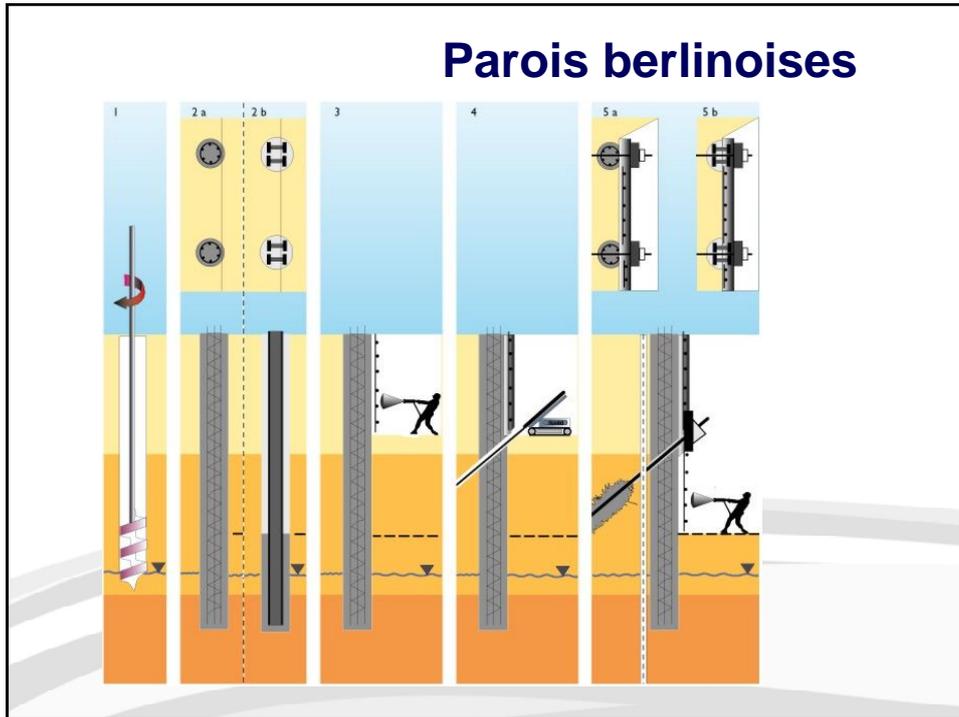


Parois berlinoises

Paroi formée de profilés métalliques et blindage en bois, prédalles ou béton projeté.



Parois berlinoises



Parois berlinoises

Domaine d'application :
retenue de terres, **sans
nappes d'eau** sur la hauteur
de l'excavation

Attention **aux déformations**
et à la proximité de
bâtiments.



Parois berlinoises

Profondeur	12-15 m
Hauteur de retenue	6-8 m
Largeur	20-40 cm
Distance à l'obstacle	Dépend du système de mise en place
Application	Pas d'eau; Excavations limitées Sols de nature meuble
Avantages	Flexible ; bon marché
Désavantages	Vibrations ; déformations ; phasage ; perméable

Parois berlinoises



Parois berlinoises



Soilmix



Soilmix

- Principe : mélange dans le sol d'une suspension durcissante à base de ciment et du sol local
- Retenue de sol **étanche** (pas à long terme)
- Résistance : 2 MPa (limon) à 9 MPa (sable)
en fonction du sol et du dosage en ciment
- Peu propice aux sols argileux
- Fonçage ultérieur de **profilés**
- Panneaux primaires et secondaires



Soilmix

Divers systèmes

- Tubé
- Triples bras mélangeurs
- Cutter mix

Retaining walls: Cutter SoilMix





Soilmix

Profondeur	12-22 m
Hauteur de retenue	4-8 m
Largeur	40-60 cm
Distance à l'obstacle	20 cm
Application	Le sol doit pouvoir être mélangé : attention à la résistance du sol
Avantages	Flexible, bon-marché ; peu d'évacuation de terres
Désavantages	Déformations ; boue ; limité en fonction du sol

Soilmix

- Le profilé assure la stabilité
- Le soilmix entre les profilés transmet les charges aux profilés
- Points d'attention :
 - **Homogénéité** du mélange
 - Charges vs caractéristiques du sol
 - Evolution des charges au fil du temps
 - Tolérances dans l'exécution :
 - forage
 - mise en place du profilé



Parois en pieux

- Tangent : uniquement retenue de sol
- Sécant : retenue du sol étanche (pas à longterme)
- Différentes techniques :
 - Tarière
 - Tarière continue tubée
 - Pieux forés à l'abri d'un tube provisoire et récupérable
 - Micropieux

Parois en pieux

- Pieux forés : EN1536
 - teneur en ciment > 375 kg/m³ sous eau !
 - directives concernant les parois en pieux (art 8.4) :
 - muret guide
 - en principe armature dans les seuls pieux secondaires
 - attention à la composition appropriée du béton

Parois de pieux tangents



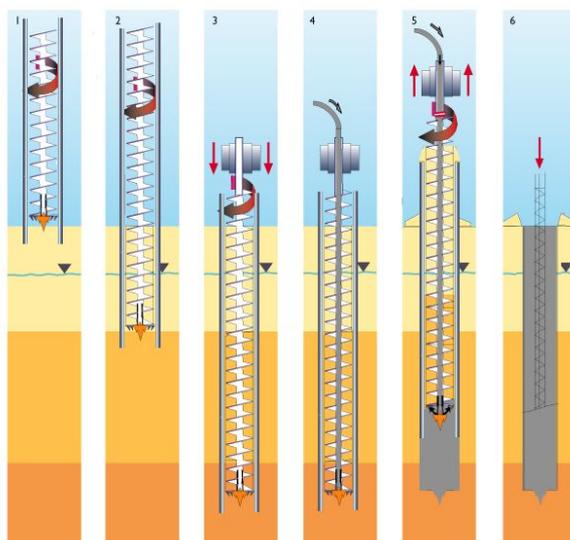
Parois de pieux tangents

- Pieux tangents ou quasi tangents (typiquement pieux diam 50 cm tous les 60 cm)
- Séquence d'exécution : 1-5-9-...,
alors 3-7-11-...,
alors 2,4,6,8,..
- Tous les pieux sont armés
- Armatures ou profilés mis en place avant ou après le bétonnage
- Murets guides souhaités mais pas indispensables

Rideaux de pieux : CFA

Profondeur	16-20 m
Hauteur retenue	6-8 m
Largeur	40-80 cm
Distance à l'obstacle	80/100 cm
Application	Pas de nappe phréatique ; Pas de circonstances extrêmes
Avantages	Flexible ; bon-marché
Désavantages	perméable ; pas possible à travers la maçonnerie

Pieux à double rotation : système FOW





Pieux à double rotation : système FOW

- Deux tables de forage: tube et tarière
- Attention : chute de terres
- Possible à travers la maçonnerie
- Pieux primaires et secondaires
- Uniquement pieux secondaires armés
- Sécantage sur 5 à 7 cm
- Armatures ou profilés mis en place après le bétonnage: limite de mise en place (attention sols sablonneux)



Pieux à double rotation : système FOW

- Le plus souvent associé à des **ancrages auto-forants**
- Clous? Ancrages passifs?
- Classiquement mis en tension et testés (mais pas toujours). Longueur libre réalisée par gainage en PVC après réalisation de l'ancrage.

Parois à pieux sécants:murets-guides



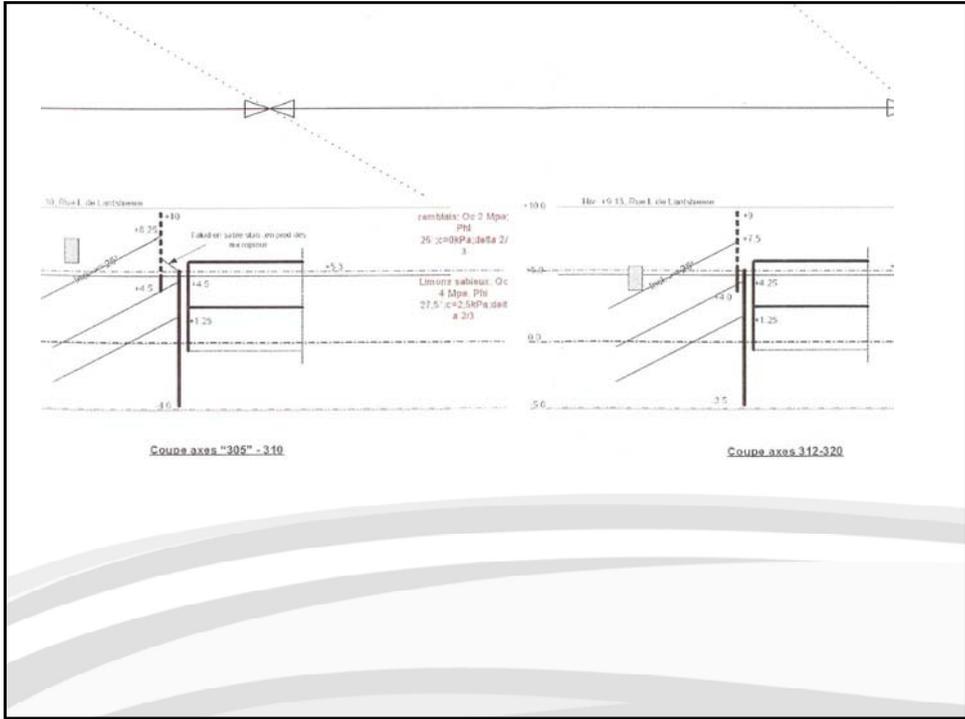
Pieux à double rotation



Contre un mur existant



Pieux à double rotation :

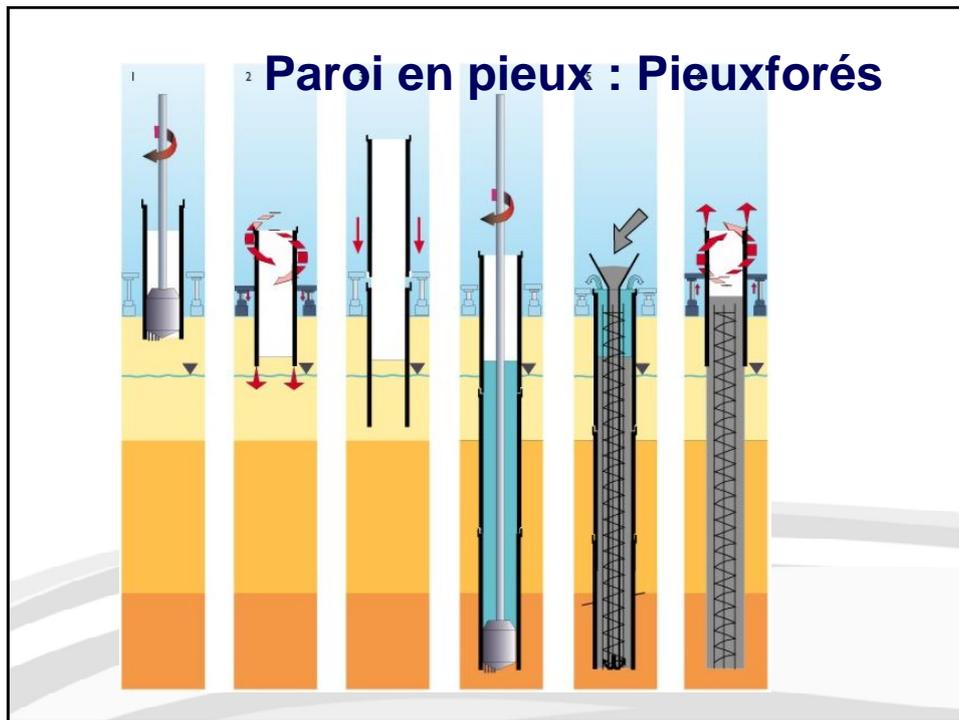


Paroi en pieux à double rotation

Profondeur	14-22 m
Hauteur retenue	6-8 m
Largeur	42-62 cm (exceptionnellement 80 cm)
Distance à l'obstacle	20 cm
Application	2 à 3 niveaux Pas de circonstances extrêmes
Avantages	Flexible ; bonnes tolérances d'exécution ; possible à travers la maçonnerie
Désavantages	Limité en longueur et dimensions

Paroi en pieux : Pieuxforés





Paroi en pieux : Pieuxforés

- Pieux de grand diamètre (750 mm à 1500 mm)
- Sécantage sur 15/20 cm
- Tolérances d'exécutions strictes
- Primaire/Secondaire
- Pieux secondaires armés ;
pieux primaires parfois armés
- Possibilité de forage dans des sols difficiles ainsi que dans la roche
- Possibilité d'armatures lourdes, mises en place avant le bétonnage



Paroi en pieux : Pieuxforés

Profondeur	> 20 m
Hauteur retenue	> 12 m
Largeur	90 à 150 cm
Distance à l'obstacle	30 cm
Application	Fouilles grandes et difficiles Circonstances extrêmes : sol, rochers, obstacles
Avantages	Flexible ; très bonnes tolérances d'exécution ; possible dans la roche et à travers la maçonnerie
Désavantages	Coûteux

Paroi en pieux : Pieuxforés

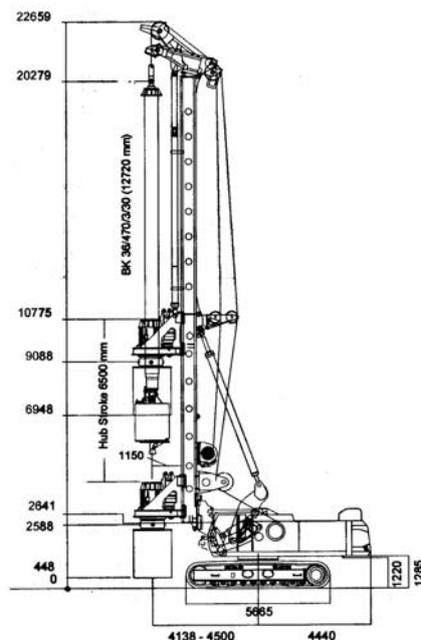
Nouvelle génération de machines

Bauer BG36 C

Couple : 367 kNm

Crowd : 250 kN/400 kN

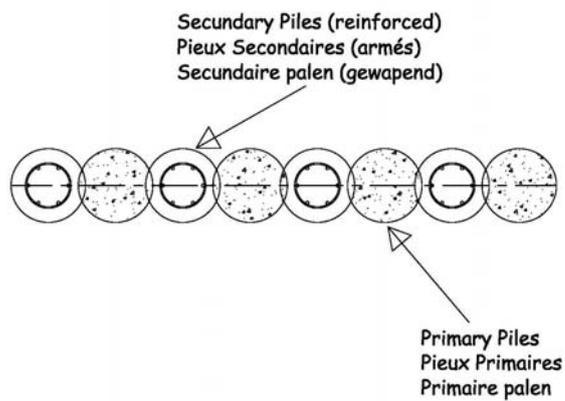
Moteur : 291 kW



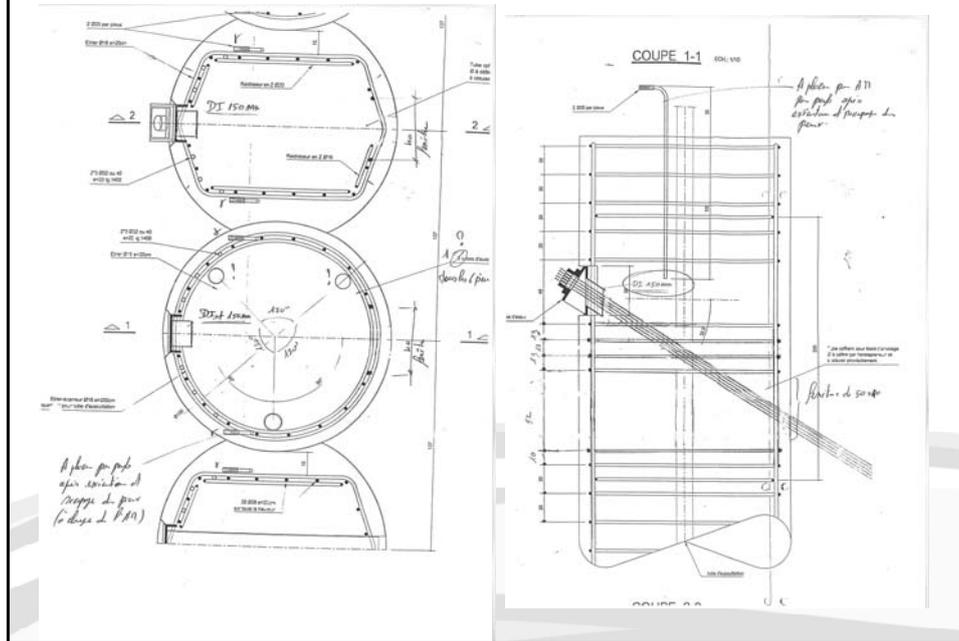
Paroi en pieux : Pieux forés



Paroi en pieux : Pieux forés



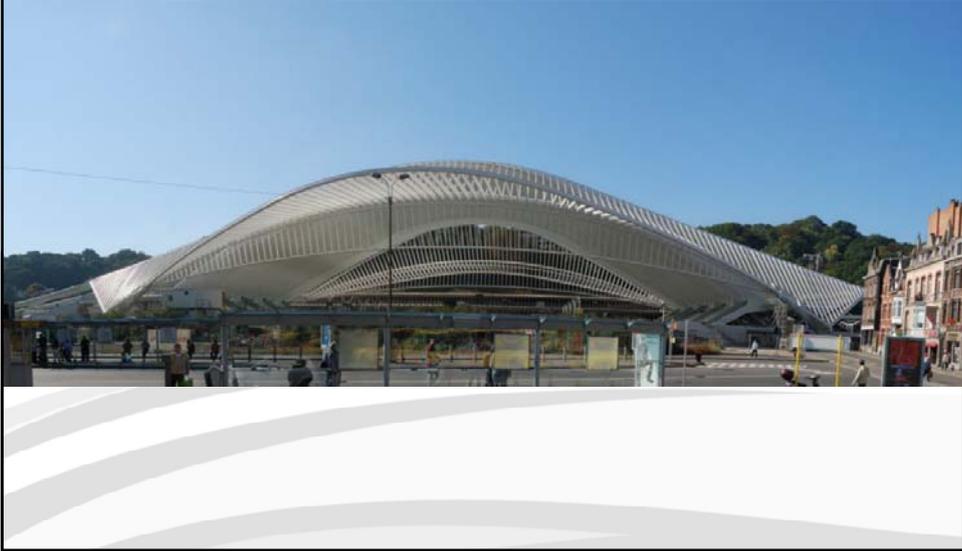
Paroi en pieux : Pieux forés



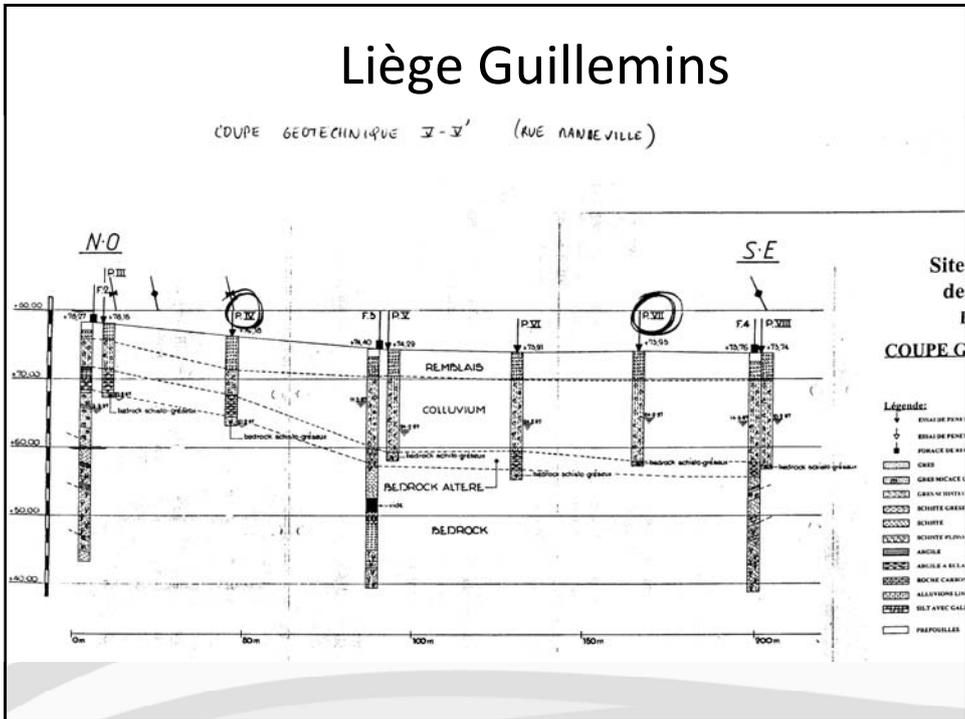
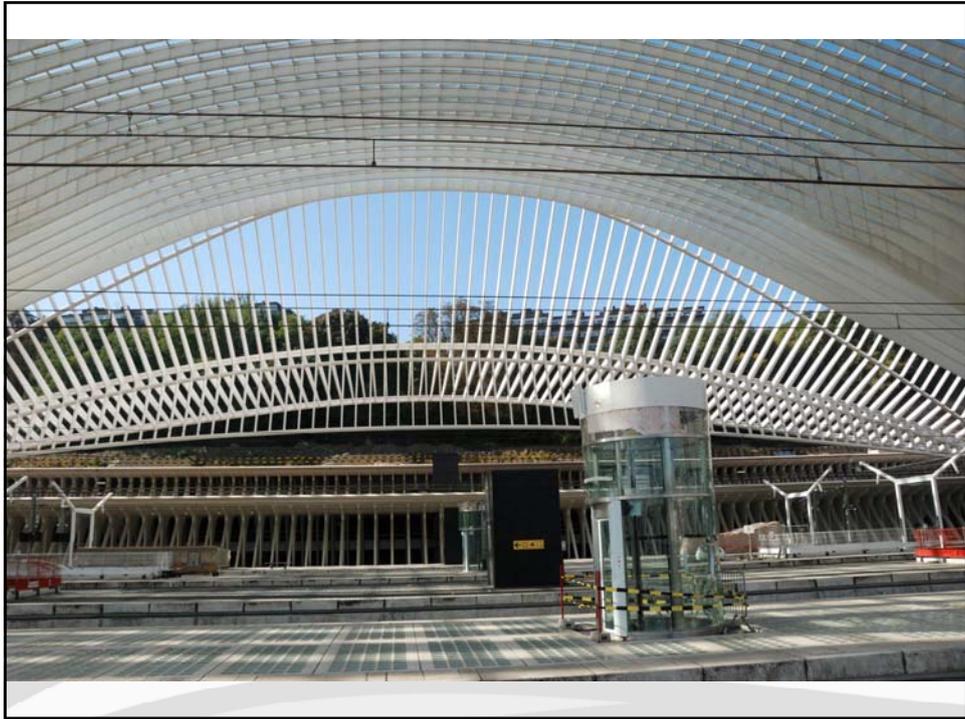
Outils de forage : tarières rocher-buckets spéciaux



Liège Guillemins

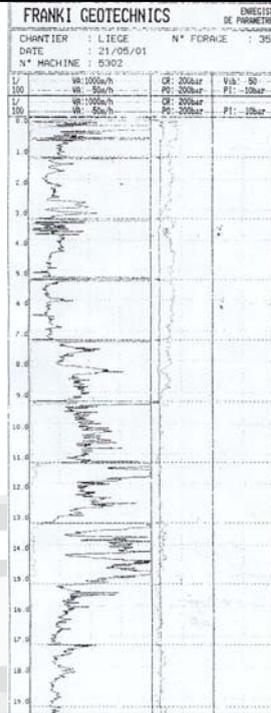




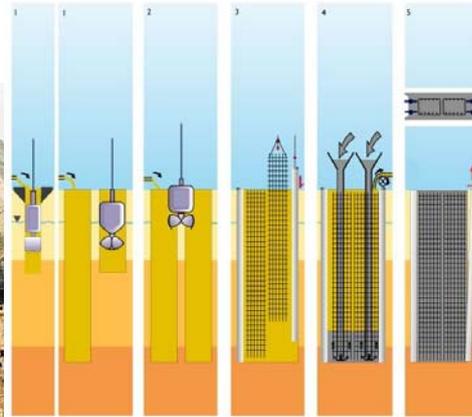


Liège Guillemins

Pré-forages avec
contrôle des
paramètres de forage



Parois moulées



Parois moulées

Domaine d'application:

- Paroi retenant les terres et l'eau
- Reprise d'efforts verticaux
- Fouilles le long des bâtiments existants



Parois moulées

Parois moulées : EN 1538

- Teneur en ciment : 350 à 400 kg/m³ !
- Exigences en ce qui concerne la bentonite, armatures,...
- Tolérances :
 - En surface < 20 mm vers la fouille et 50 mm vers le sol
 - Verticalité : max 1%
 - Excroissances < 100 mm

Parois moulées

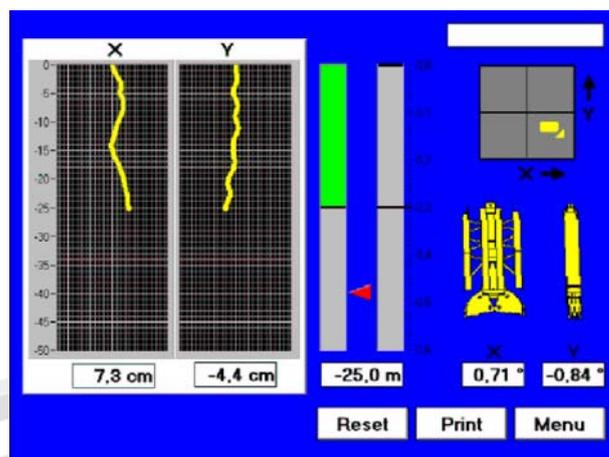
Profondeur	> 50 m
Hauteur retenue	> 20 m
Largeur	(50) 60 à 150 cm
Distance à l'obstacle	30 cm
Application	Fouilles grandes et difficiles Étanche
Avantages	Très bonnes tolérances d'exécution Possibilités organiques ; finition
Désavantages	Peu flexible ; pas dans des circonstances extrêmes de sol ou d'obstacles (sauf hydrofraise); évacuation de terres ou de bentonite

Parois moulées

- Applications classiques: grappins mécaniques ou hydrauliques.
- Applications récentes sur chantiers d'infrastructure (Diabolo, Liekenshoektunnel) : grappins **hydrauliques dirigeables**.
- Dimensions des grappins : 2,80 à 3,40 m
- Dimension du panneau : 1 à 2,75 x largeur de l'ouverture



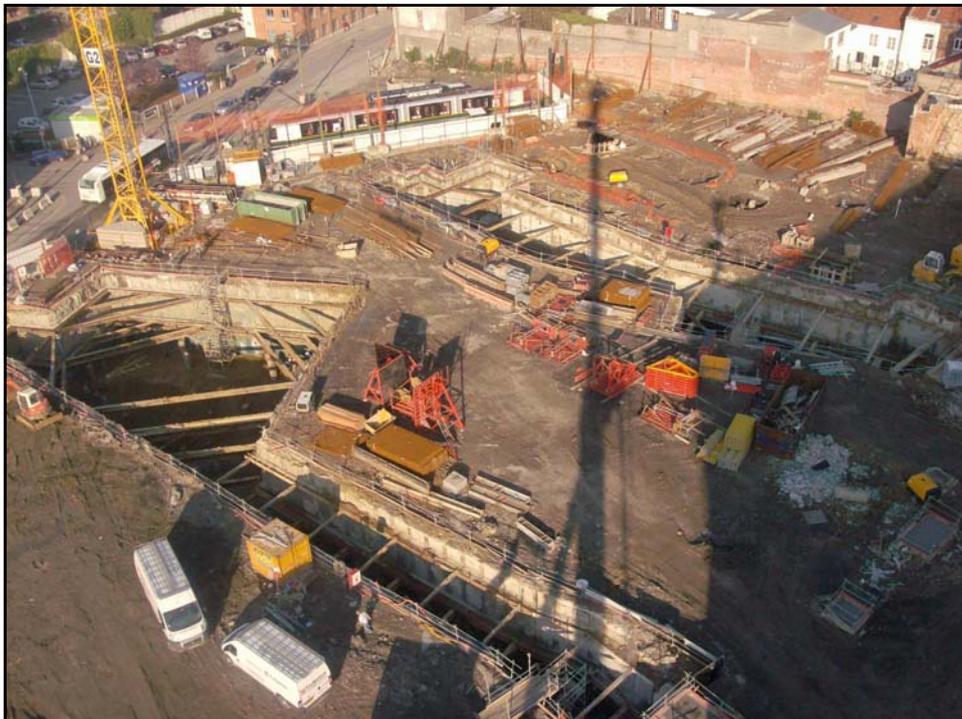
Parois moulées: monitoring de l'exécution



Paroi d'étanchéité

Voile étanche composé de coulis ciment-bentonite

Eventuellement armé de palplanches pour assurer une fonction structurelle



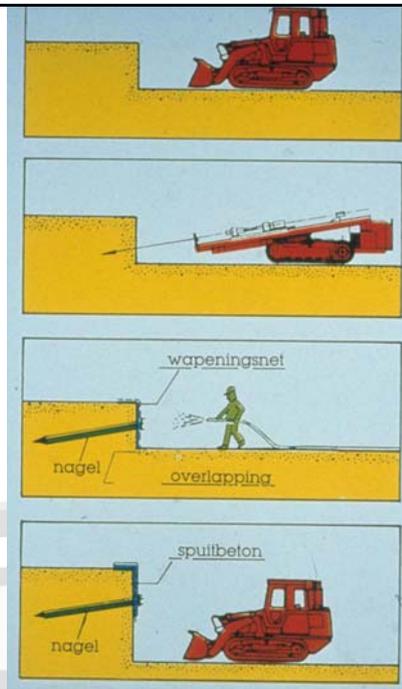
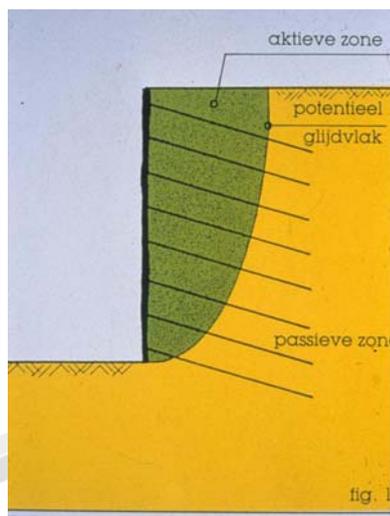
Parois cloutées

Renforcement du sol par la mise en place de barres passives au fur et à mesure de son excavation

Lié à un parement constitué d'un treilli ou d'un béton de propreté



Parois cloutées



Paroi cloutée



Paroi cloutée



Paroi cloutée

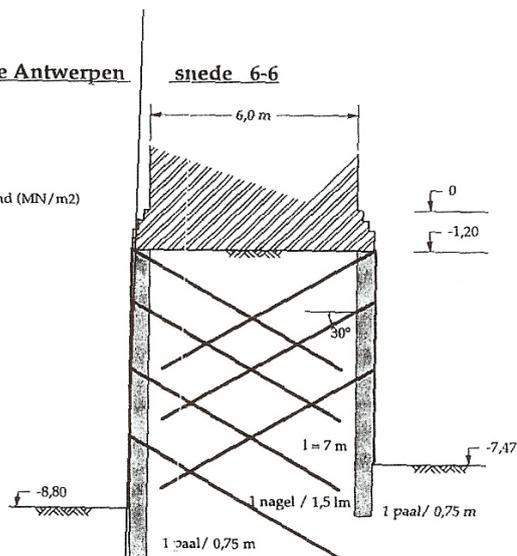
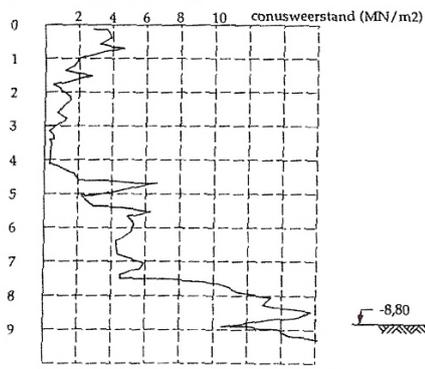


Paroi cloutée



Project "Lombardia" te Antwerpen

Grondonderzoek: Labo Van Voren
Dossier: 92/P607_sondering nr 7







Congélation de sol

Domaine d'application :

Nappe phréatique
indispensable

Fouilles aux endroits
difficilement accessibles



