

Journée technique de formation sur
**LES GRANDES EXCAVATIONS EN
ZONES URBAINES**

*Dimensionnement d'une paroi
moulée tirantée pour un bâtiment R+12
avec trois niveaux de sous-sol*

Tunis le 25 avril 2008

Aymen CHOUIKHA : TERRASOL Tunisie

Plan de l'exposé

1. Introduction
2. Dimensionnement de la paroi moulée
3. Optimisation lors de la phase exécution
4. Essais sur tirant d'ancrage
5. Suivi des déplacement de la paroi
6. Quelques photo de chantier

1. Introduction

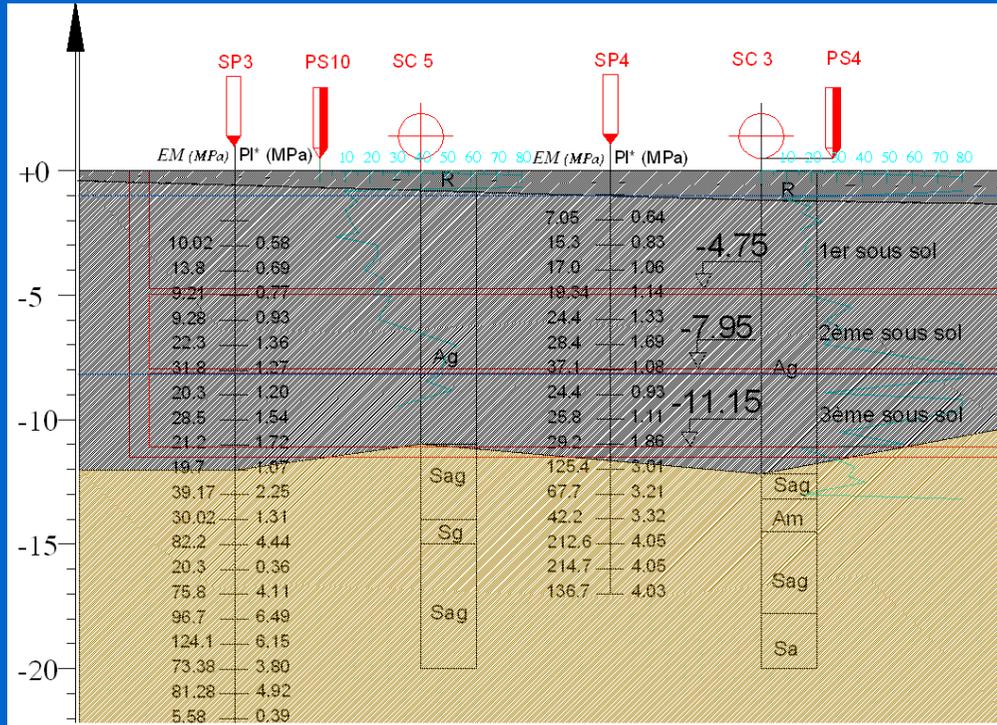
1.1 Description du projet



- Deux tours R+12 surmontant trois niveaux de sous sols.
- Paroi moulée périphérique rectangulaire d'épaisseur 0.82 m de 57m de largeur et de 76m de longueur qui constitue les trois niveaux de sous sols

1. Introduction

1.2. Structure géologique du sous sol



← Niveau I : remblai (ép. :0.8 à 1.6 m)

← Niveau II : Argile marno-graveleuse (ép. :8 à 10 m)

← Niveau III : Sable graveleux et argileux (jusqu'à 30m)

1. Introduction

1.3. Modèle géotechnique de calcul

Niveau	de (m)	à (m)	épaisseur (m)	γ_h (kN/m ³)	C_{uu} (kPa)	Φ_{00} (°)	p_{l^*} (MPa)	E_M (MPa)	α
I	0	1.2	1.2	20	0	25	1	8	1/3
II	1.2	11.5	10.3	20.6	71	6	1.2	20	2/3
III	11.5	30	7.5	21.4	9	31	4.1	48	1/2

1.4. Conditions hydrologiques

Pendant la phase DAO ; en l'absence de suivi piézométrique : Un niveau sécuritaire d'eau de calcul situé à **1m/TN** est retenu.

2. Dimensionnement de la paroi moulée

2.1. Problématique

- **Détermination de la fiche nécessaire pour assurer la :**

✓ **Stabilité du fond de fouille**

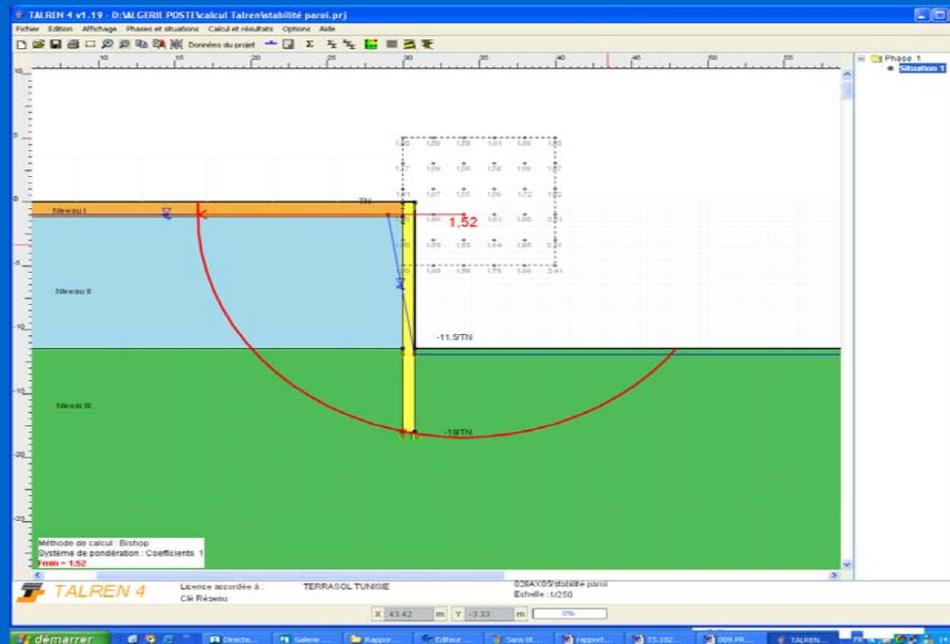
✓ **Reprise des charges verticales apportées par la superstructure**

- **Détermination des dispositions constructives assurant la stabilité de la paroi: (tirants d'ancrages)**

- **Détermination des sollicitations dans la paroi permettant l'établissement des plans de ferrailage**

2. Dimensionnement de la paroi moulée

2.2. Stabilité du fond de fouille



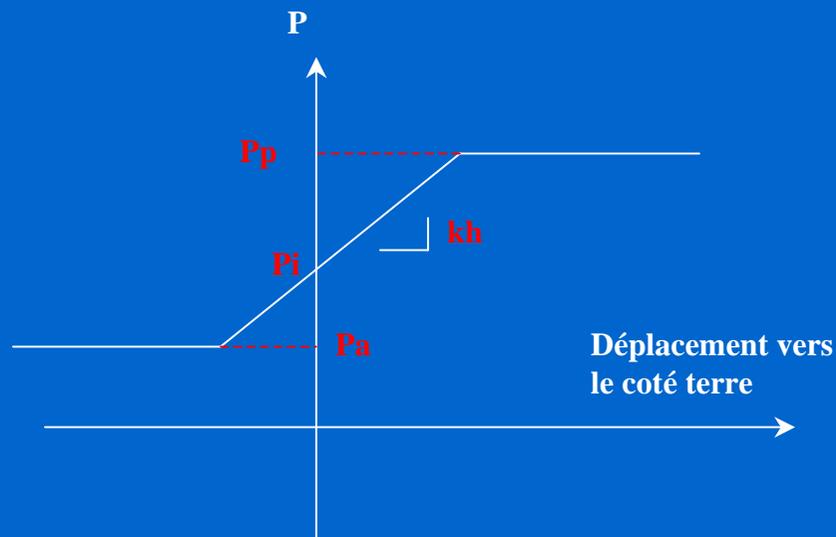
Profondeur minimale de **18 m** permettant :

- ✓ D'assurer la stabilité aux grands glissements avec un coefficient de sécurité: **F = 1.52**
- ✓ Reprendre les descentes de charge

2. Dimensionnement de la paroi moulée

2.3. Détermination des sollicitation dans la paroi

Utilisation du logiciel **K-réa** (logiciel TERRASOL) basée sur la méthode des coefficients de réaction avec comportement élasto-plastique.



K_h : module de réaction

Φ : angle de frottement ;

c : cohésion ;

k_0 : coefficient de poussée au repos ;

k_a : coefficient de poussée horizontale ;

k_p : coefficient de butée horizontale ;

c_a : terme de poussée dû à la cohésion c ;

c_p : terme de butée dû à la cohésion c ;

σ'_v : contrainte verticale effective du sol.

$$P_a = k_a \sigma'_v - c_a c$$

$$P_p = k_p \sigma'_v + c_p c$$

$$P_i = P_0 = k_0 \sigma'_v$$

2. Dimensionnement de la paroi moulée

2.3. Détermination des sollicitation dans la paroi

- Module de réaction: Kh

Niveaux	De (m)	A (m)	EM (MPa)	α	Coefficient de réaction horizontal Kh (kN/m3)			
					BALAY	SCHMITT	CHADEISSON	Valeurs retenues
I	0	1.2	8	0.33	16000	15500	20000	15500
II	1.2	11.5	20	0.67	16000	20500	17000	16000
III	11.5	18	48	0.5	25000	97000	32000	25000

- Paramètres complémentaires

Niveau	Court terme						
	c (kN/m ²)	ϕ (°)	ca	cp	K _a	K ₀	K _p
I	0	25	1.27	5.16	0.349	0.577	3.319
II	71	6	1.68	3.21	0.652	0.826	1.544
III	9	31	1.13	6.54	0.271	0.485	4.799

K_a et K_p : coefficients de poussée et de butée horizontales d'après les tables de **Caquot Kérisel Absi**

ca et cp : coefficients de poussée et de butée appliqués à la cohésion, déterminés par les formules de **Caquot**.

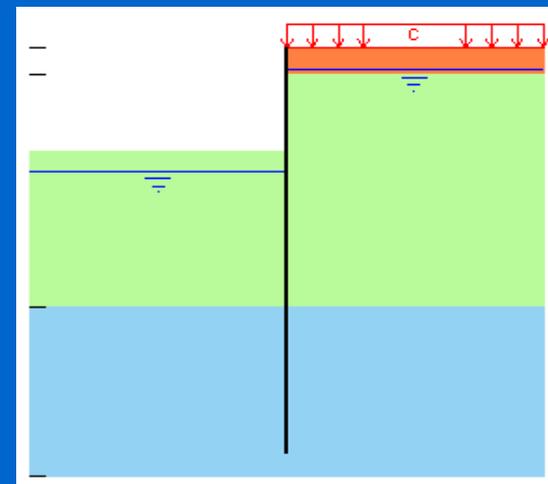
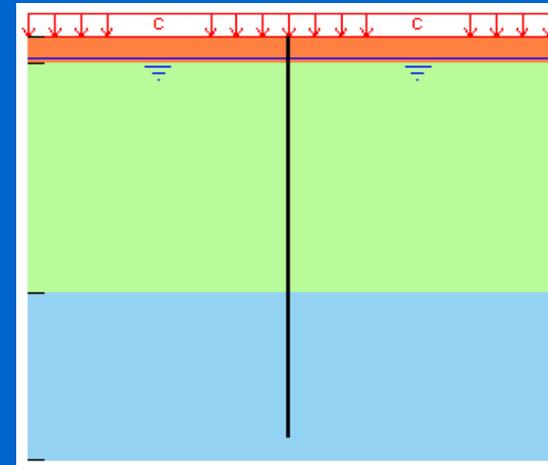
2. Dimensionnement de la paroi moulée

2.3. Détermination des sollicitation dans la paroi

- Phasage de calcul

Phase initial : Application d'une surcharge de Caquot égale à 10 kPa.

Phase 1 : Terrassement jusqu'à la profondeur 4.5m /TN et rabattement de la nappe à 5m /TN côté fouille.

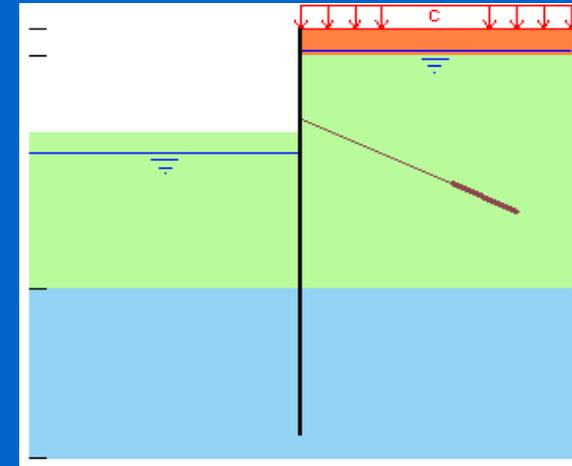


2. Dimensionnement de la paroi moulée

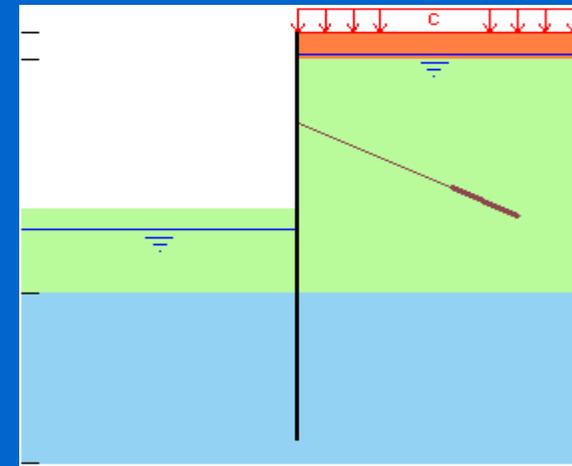
2.3. Détermination des sollicitation dans la paroi

- Phasage de calcul

Phase 2: Mise en place du premier lit de tirant à la profondeur 4m/ TN : Tirant précontraint offrant une traction de service $T_s = 200 \text{ kN/ml}$.



Phase 3 : terrassement jusqu'à la profondeur 7.7m et rabattement de la nappe à 8.5m /TN côté fouille.

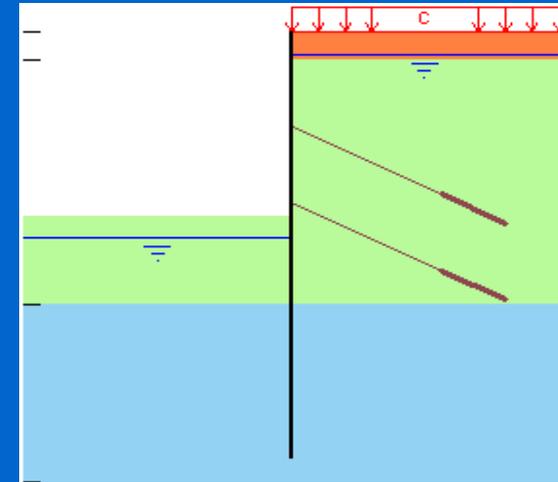


2. Dimensionnement de la paroi moulée

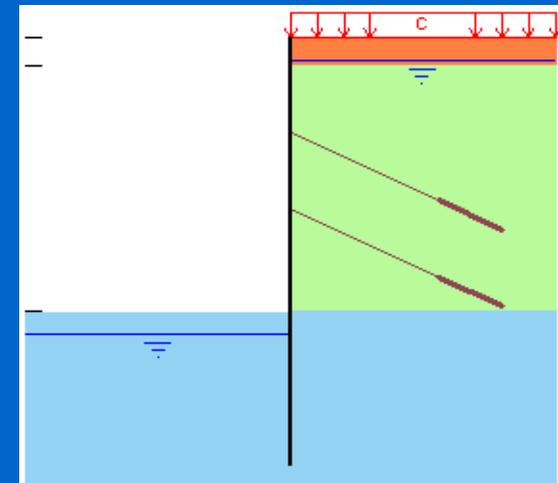
2.3. Détermination des sollicitation dans la paroi

- Phasage de calcul

Phase 4: Mise en place du deuxième lit de tirant à la profondeur 7.2m/ TN : Tirant précontraint offrant une traction de service $T_s = 250 \text{ kN/ml}$.



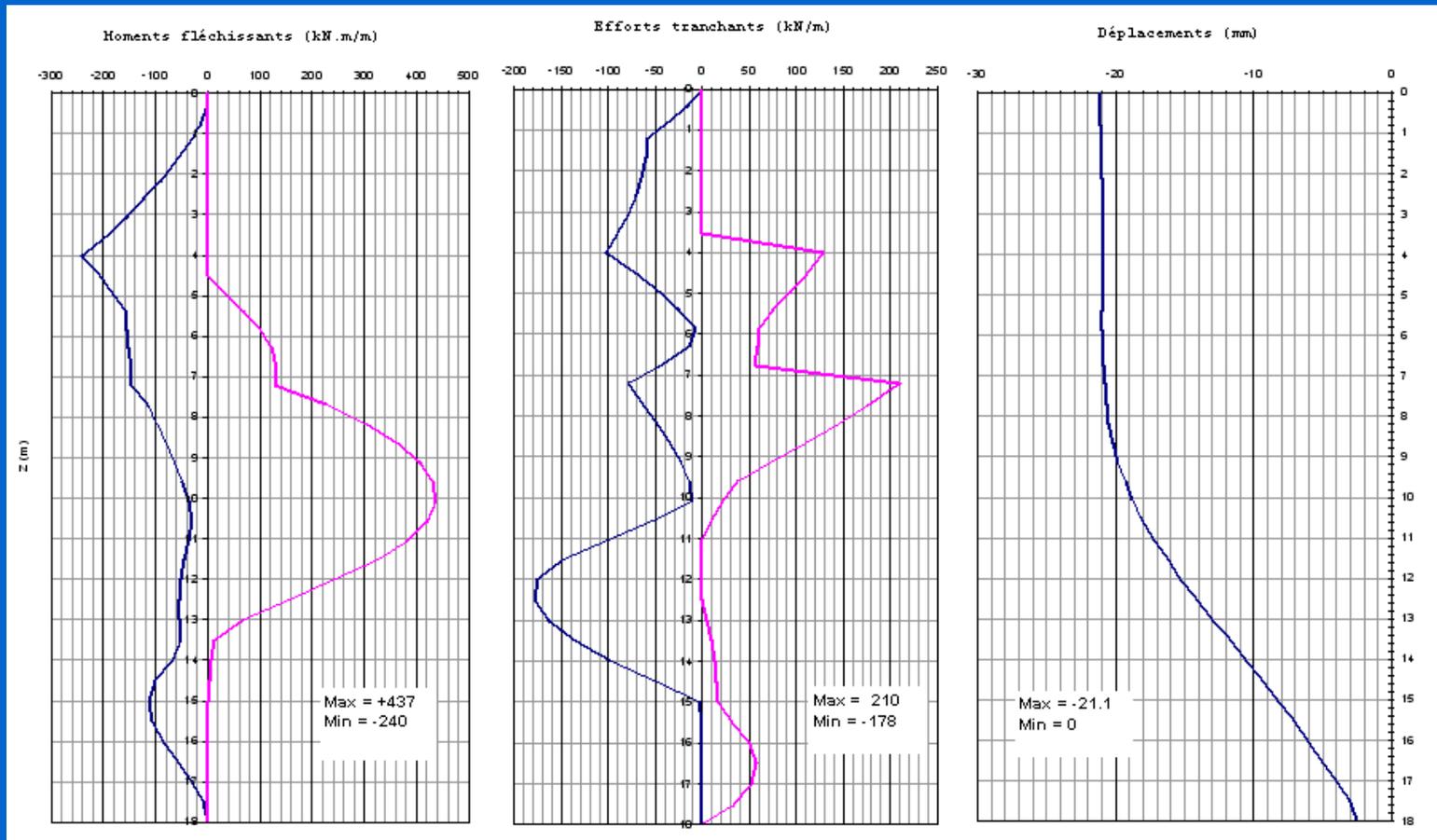
Phase 5 : Terrassement jusqu'à la profondeur 11.5m et rabattement de la nappe à 12m /TN côté fouille.



2. Dimensionnement de la paroi moulée

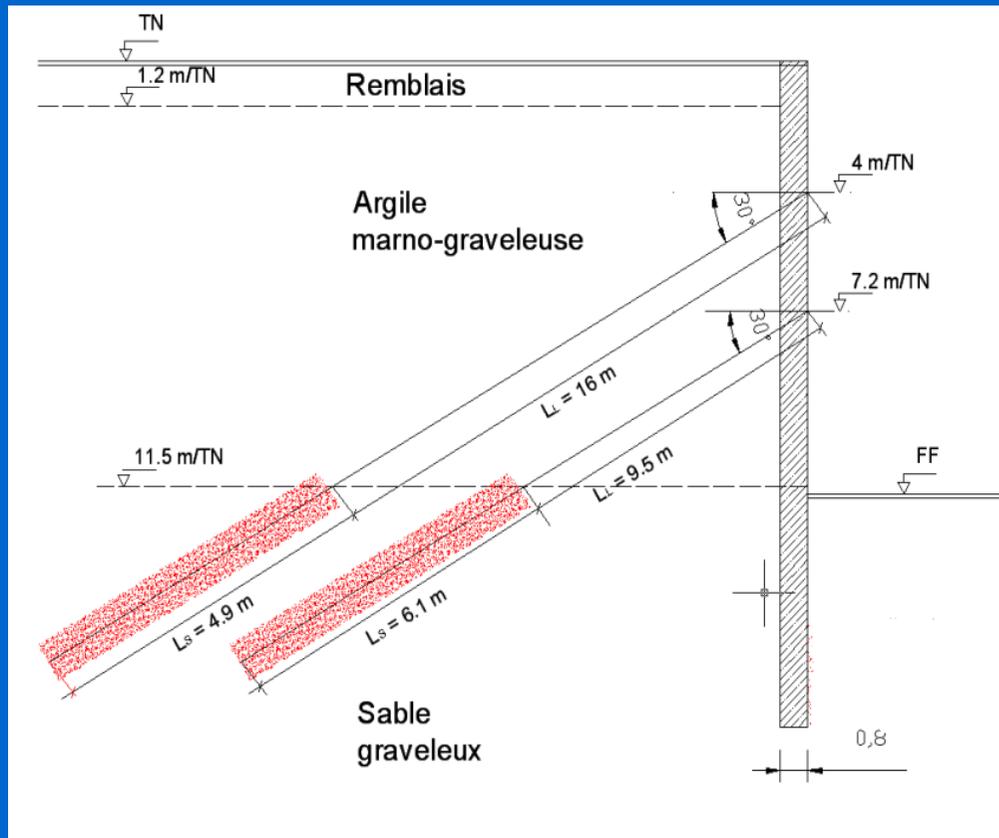
2.3. Détermination des sollicitation dans la paroi

- Résultats de calcul



2. Dimensionnement de la paroi moulée

2.4. Pré dimensionnement des tirants d'ancrage (recommandation pour les tirants d'ancrages TA 95)



Longueur libre L_f :
scellement dans le niveau III

Longueur de scellement L_s :

$$L_s = 2 T_s / (\pi \times \alpha \times D_d \times q_s)$$

Section d'acier :

n : nombre de toron par tirant

$$n = T_s / (T_p \times S \times 0.75)$$

3. Optimisation lors de la phase exécution

3.1. Suivi piézométrique

Le suivi du niveau de la nappe dans quatre piézomètres à l'extérieur de l'emprise du projet

+

Le niveau d'eau enregistré lors de la réalisation des pieux



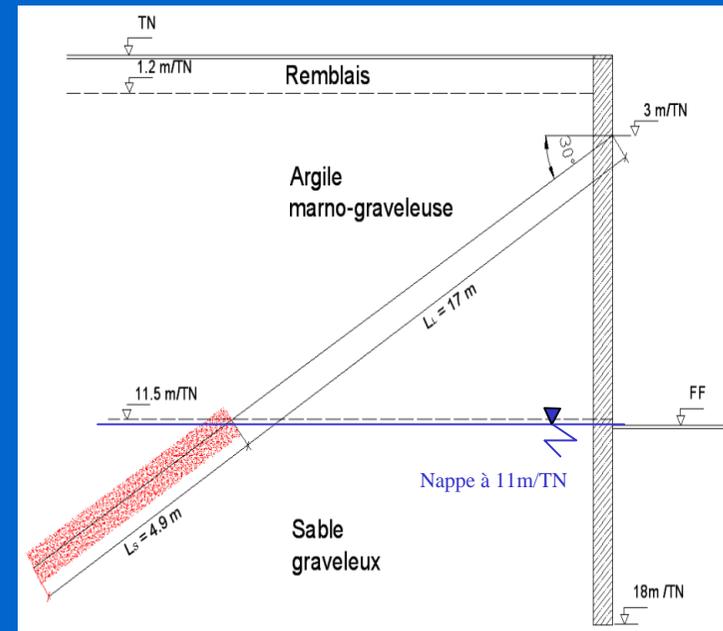
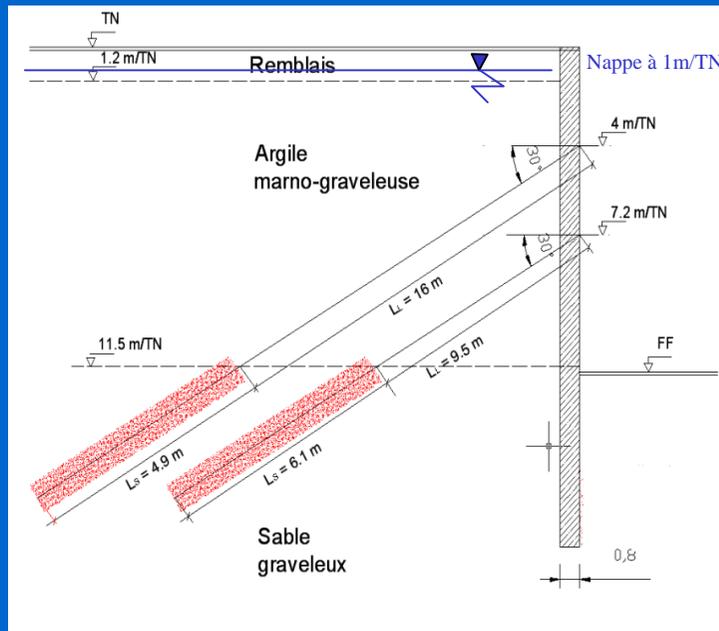
La nappe est située à -25 mTN
(au lieu de -1 m/TN retenu dans les études DAO)



Optimisation du système d'ancrage de la paroi
moulée (absence des pressions hydrostatiques)

3. Optimisation lors de la phase exécution

3.1. Optimisation du système d'ancrage



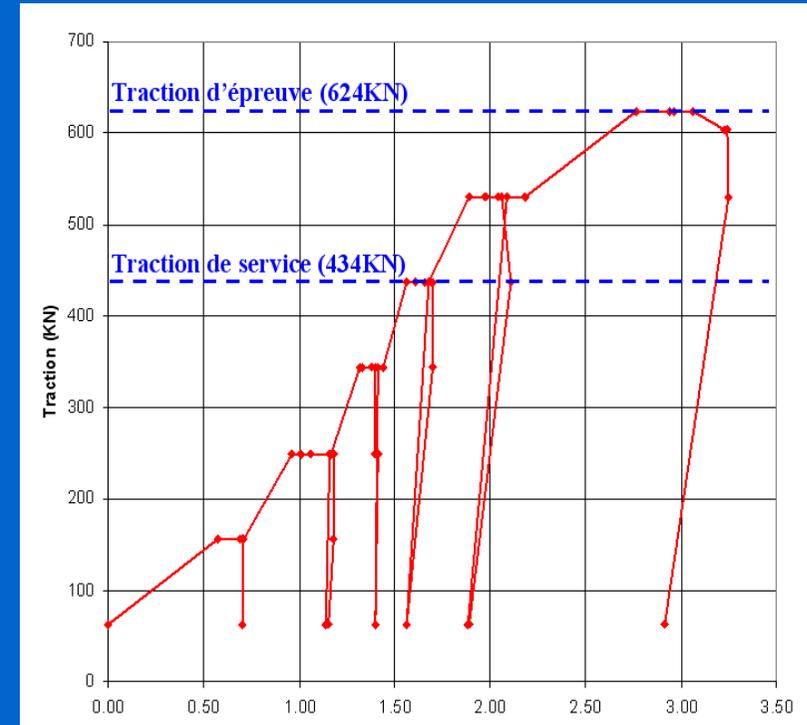
**DAO : Deux lits de tirants
(niveau de la nappe à 1m/TN)**

**Études exécutions : Un seul lit de tirants
(niveau de la nappe vers le fond de fouille)**

5. Essai de tirant : essai préalable



Mise en tension du tirant



Cycle de mise en tension

5. Essai de tirant : essai préalable

✓ Allongement permanent acceptable vis à vis de la norme NF EN 1537(inférieur à 2mm)

✓ Longueur effective : L_{eff} se située dans le domaine fixé par la norme.

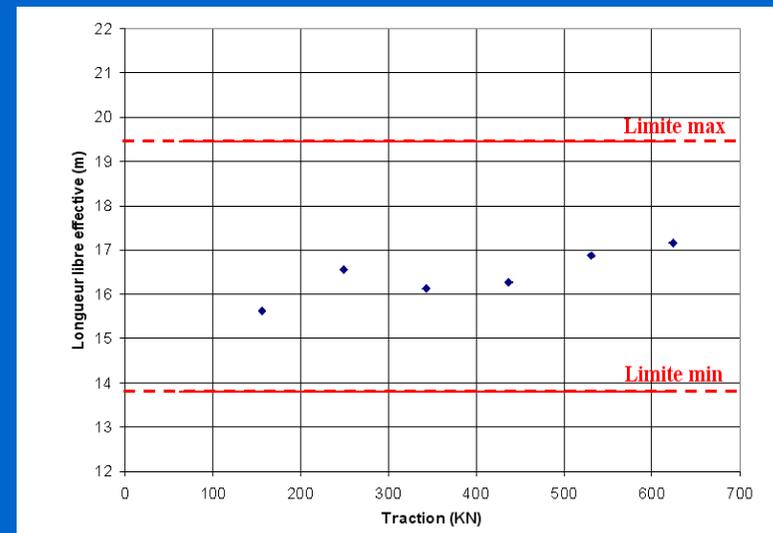
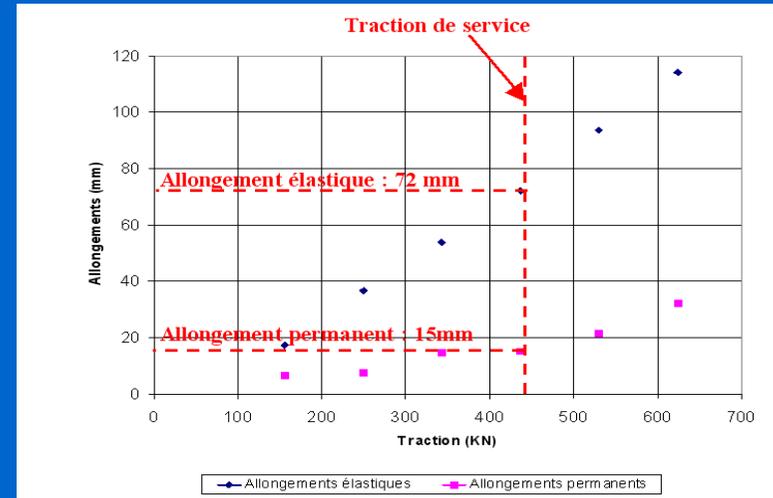
$$L_{eff} = \frac{A_t \cdot E_t \cdot \Delta s}{\Delta P}$$

A_t : Section des armatures;

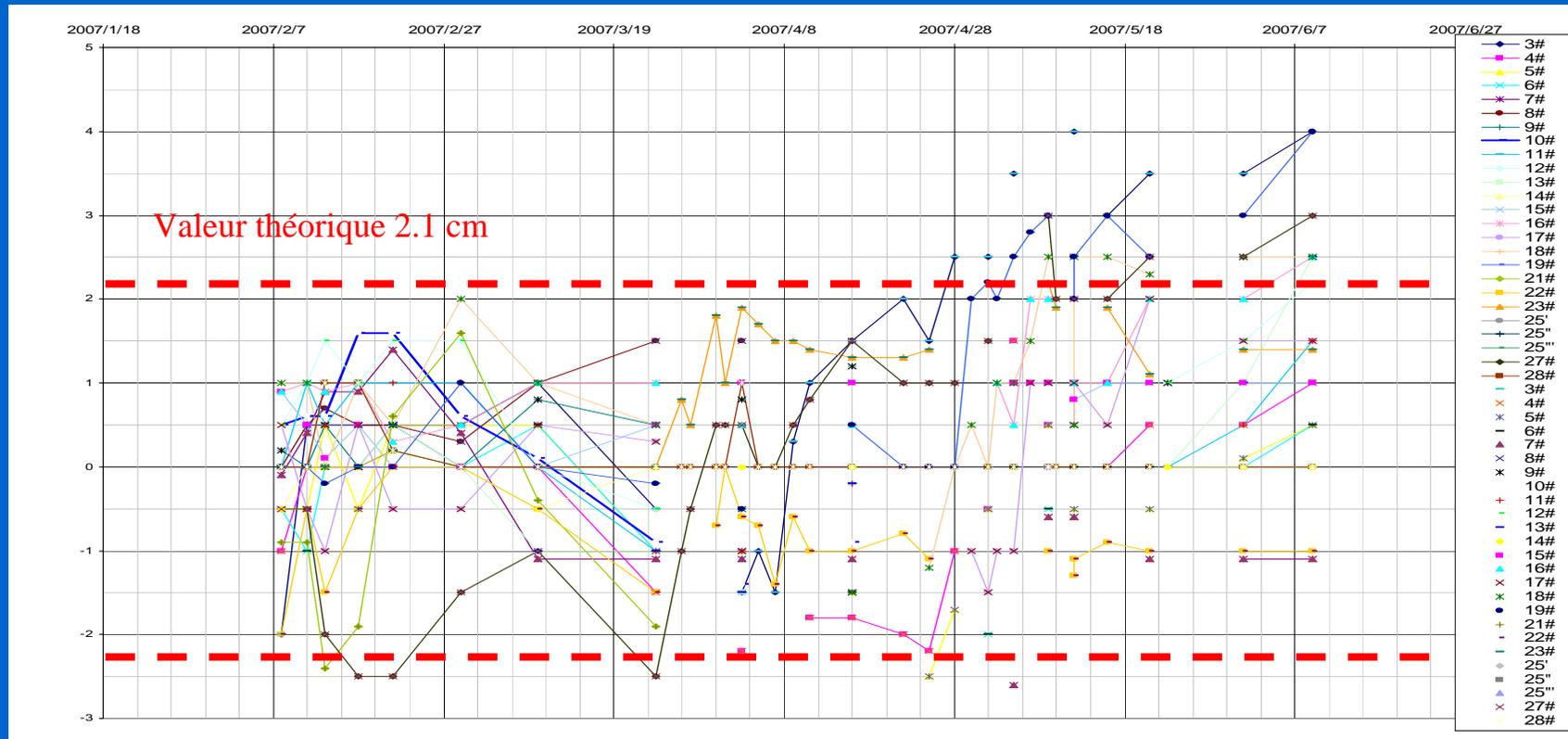
E_t : Module élastique des armatures;

Δs : allongement élastique;

ΔP : traction appliquée – traction de référence



6. Suivi du déplacement horizontal de la paroi



Les déplacements horizontaux sont dans la fourchette des valeurs théoriques estimées

Quelques photos du chantier



Terrassement jusqu'à -3.5 mTN



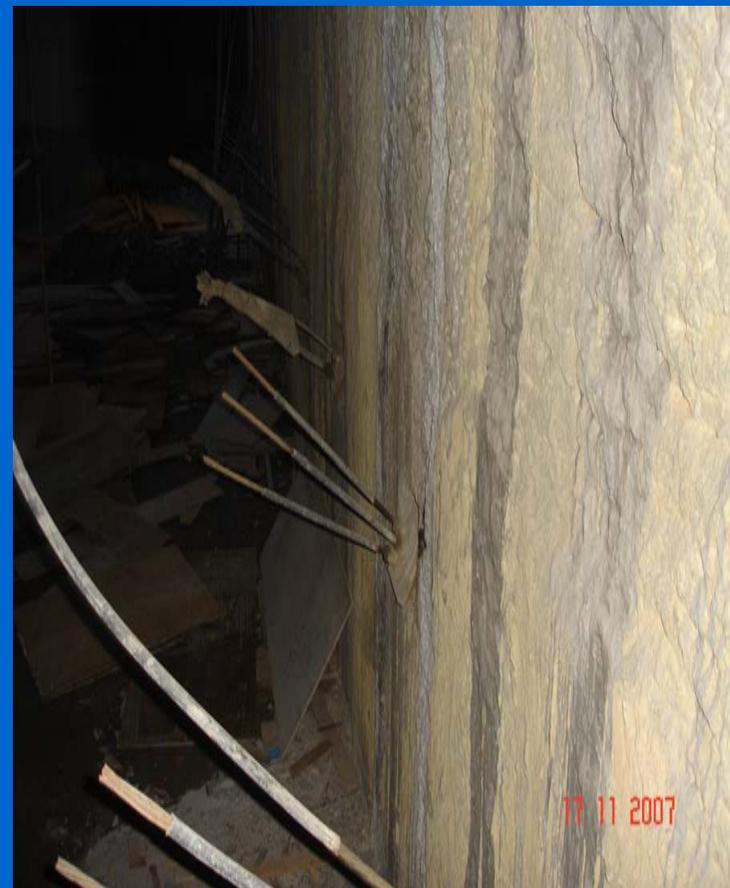
Mise en place des tirants à 3mTN

Quelques photos du chantier



Terrassement pour atteindre le niveau de fond de fouille variant entre -11 et -9 mTN

Quelques photos du chantier



Quelques photos du chantier

Algérie Post



Projet mitoyen

