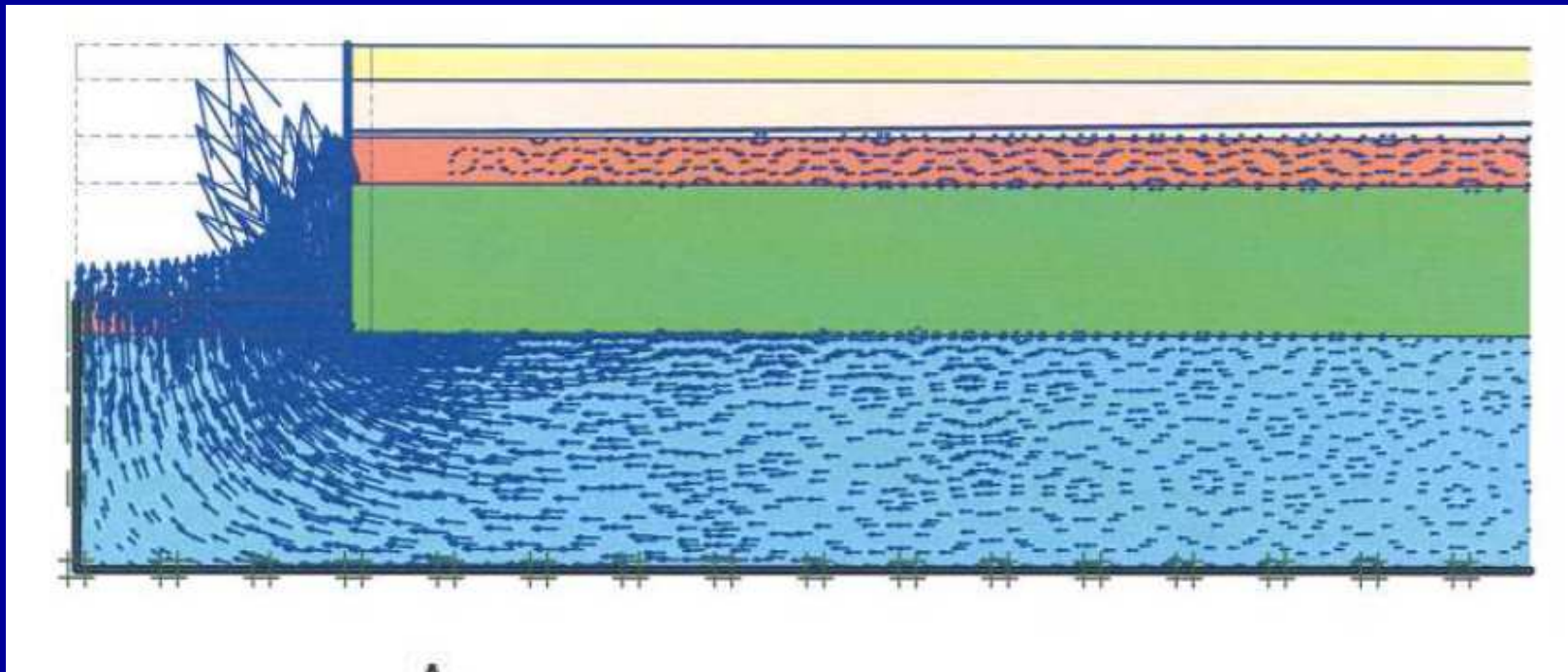


Application de la Méthode des Eléments Finis au calcul des soutènements

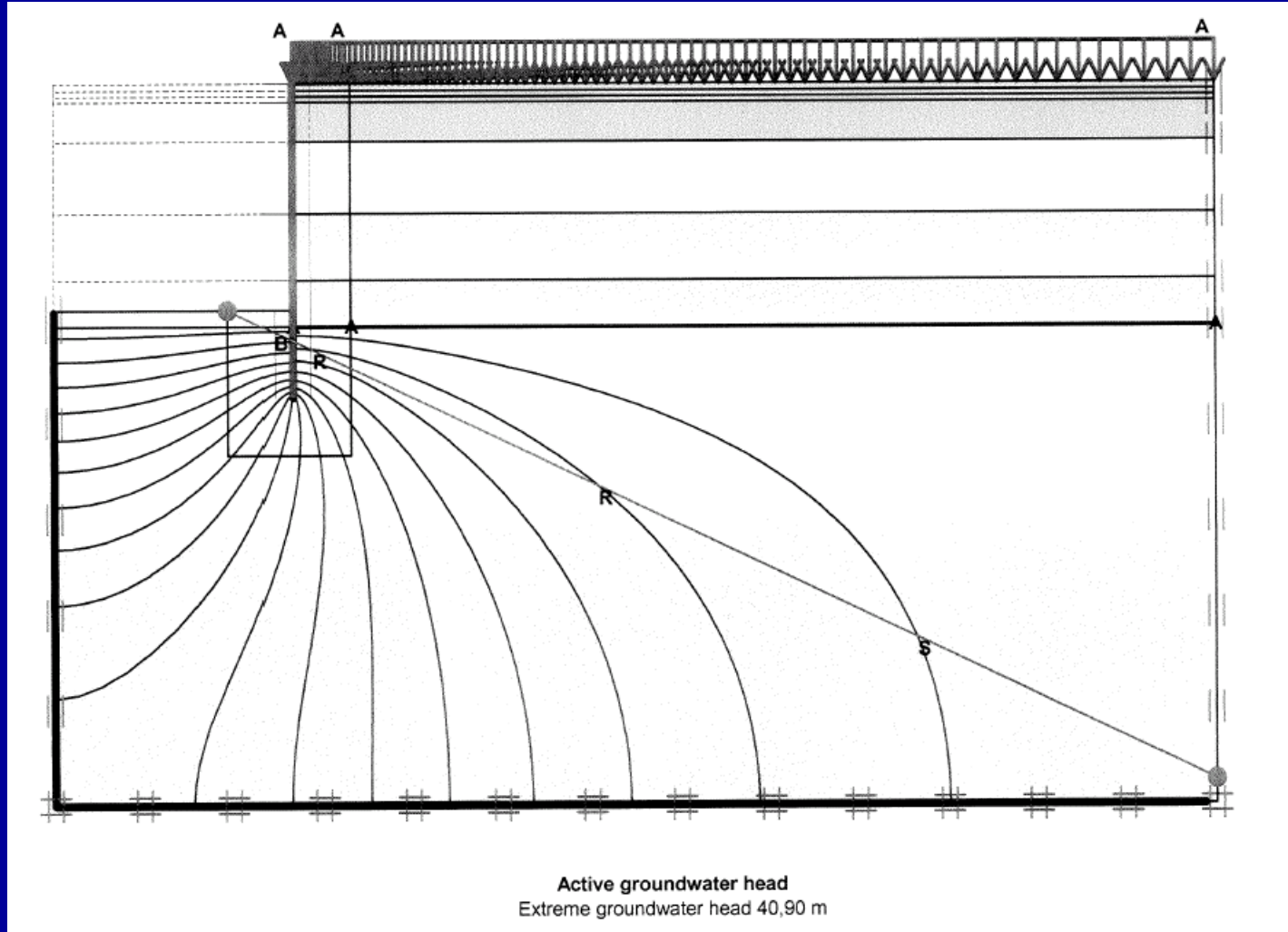
Questions :

- Pourquoi utiliser la MEF pour le calcul des soutènements ?
- Comment utiliser la MEF pour le calcul des soutènements ?

- Bassin de Savigny-sur-Orge
 - Calcul de débit avec nappe captive
 - Calage sur résultats d'essais

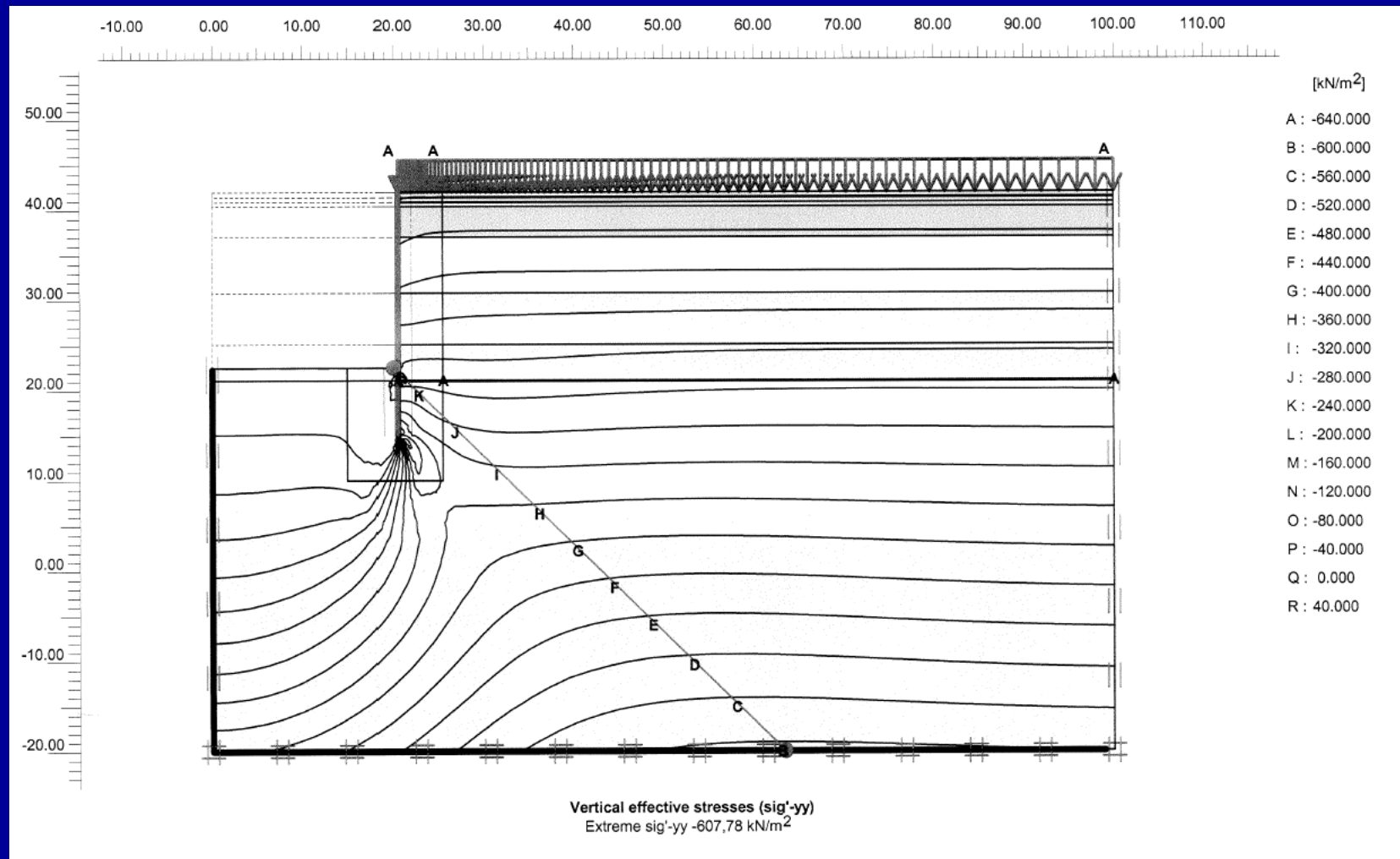


- Bassin de Tourcoing
 - Vérification de la stabilité du fond de fouille



Hydraulique souterraine

- Bassin de Tourcoing
 - Vérification de la stabilité du fond de fouille



- Le Caire / Nile City
 - Rabattement extérieur



Hydraulique souterraine

case 1 $K_h = 5 \cdot 10^{-4}$ $K_h/K_v = 1$

11/ 6/ 199

SOLETANCHE

Module : SURF
Etude : nile
Calcul : c1

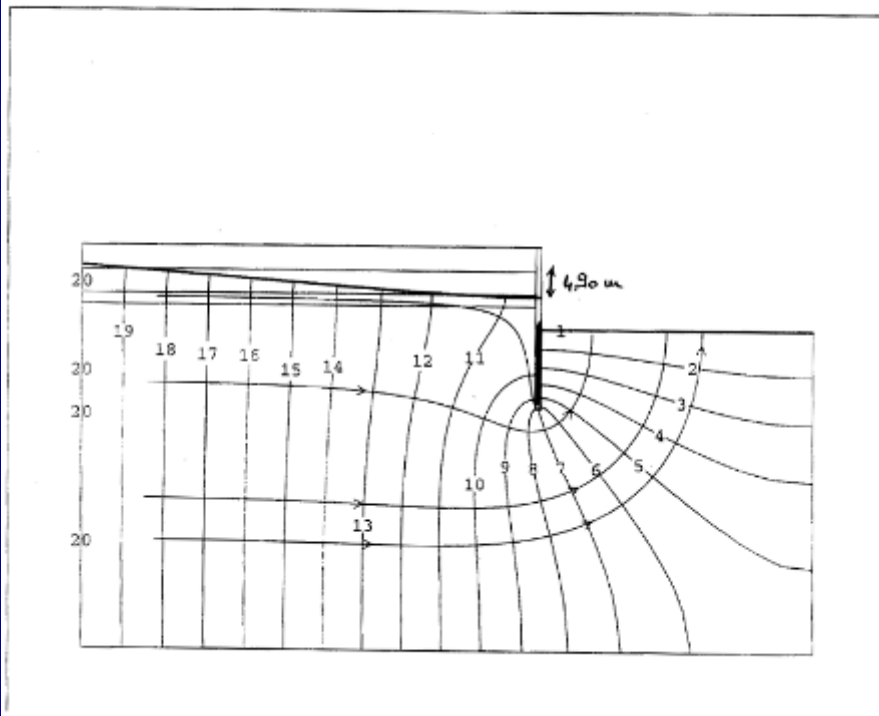
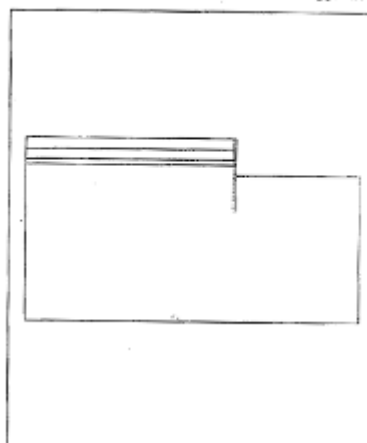
kh=5e-4 kh/kv silt=sable/10
cas1

surface libre

CHARGE HYDRAULIQUE

11	11.5789
12	12.7947
13	15.0863
14	16.1421
15	16.1421
16	16.1421
17	16.1421
18	16.1421
19	16.1421

lignes de courant →



case 3 $K_h = 5 \cdot 10^{-4}$ $K_h/K_v = 10$

11/ 6/ 199

SOLETANCHE

Module : SURF
Etude : nile
Calcul : c1

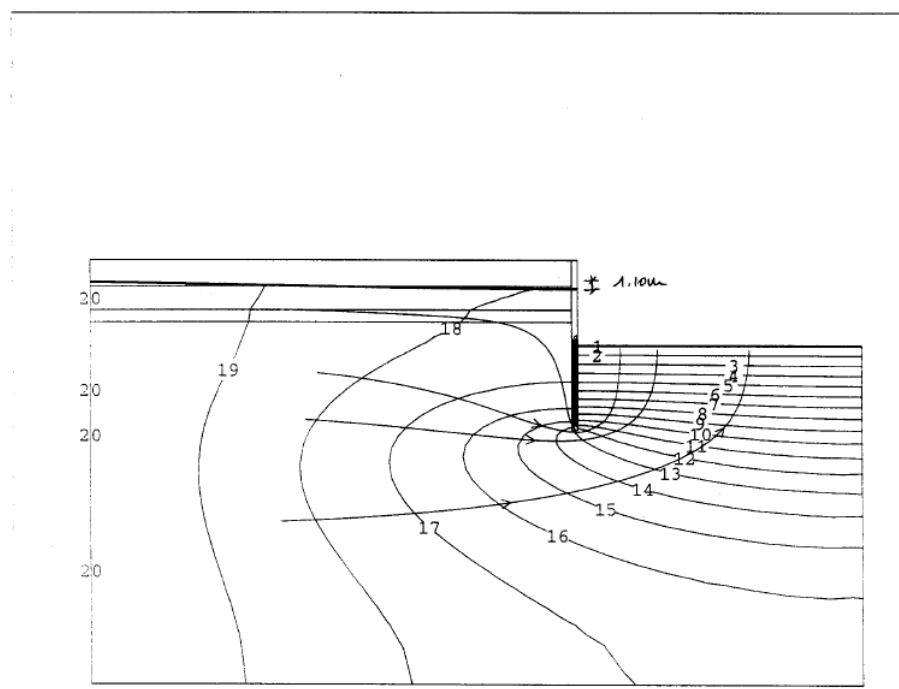
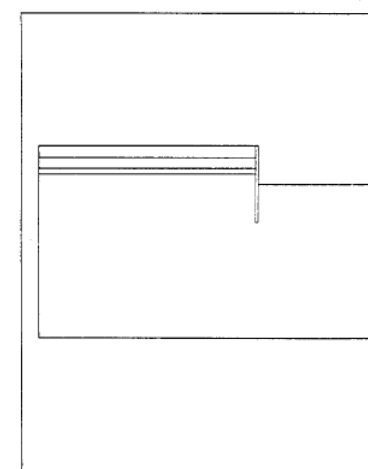
kh=5e-4 kh/kv=10 silt=sable/10
cas2

surface libre

CHARGE HYDRAULIQUE

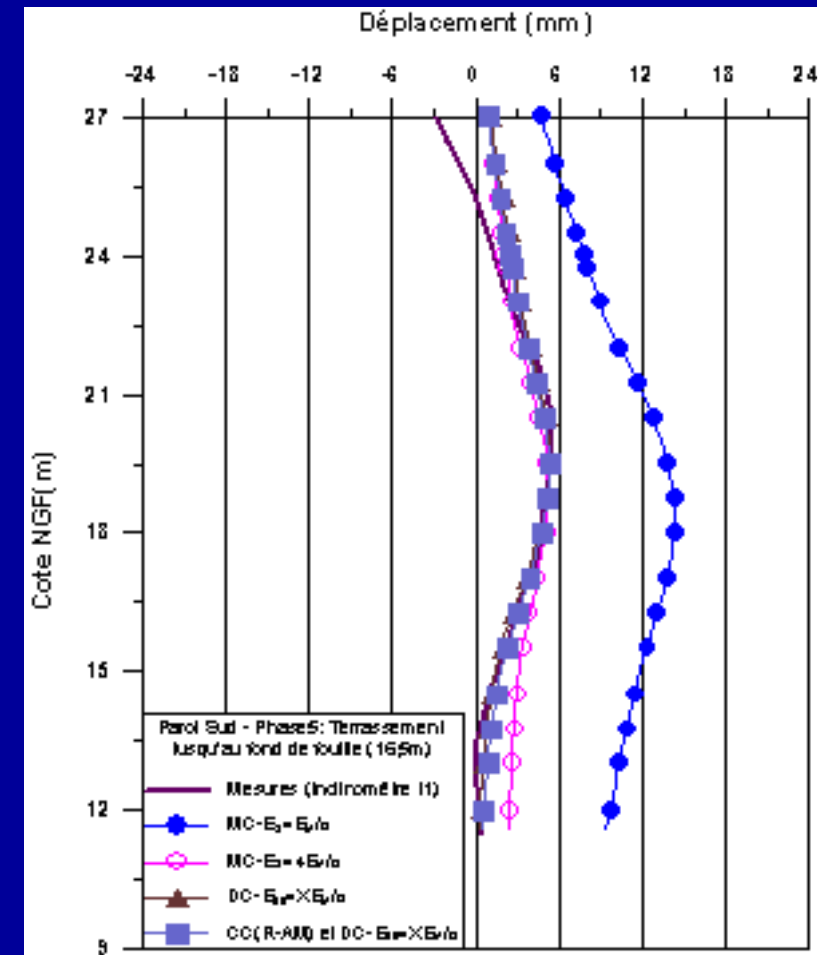
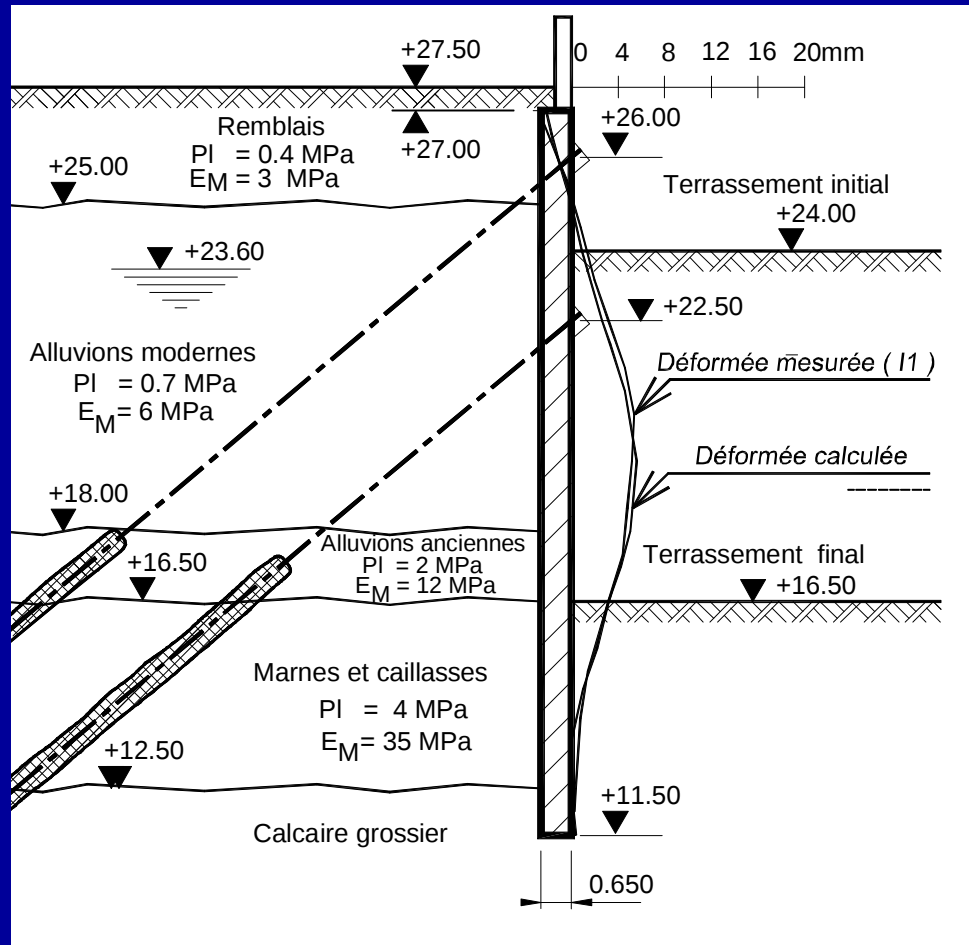
11	11.5789
12	12.7947
13	15.0863
14	16.1421
15	16.1421
16	16.1421
17	16.1421
18	16.1421
19	16.1421

lignes de courant →



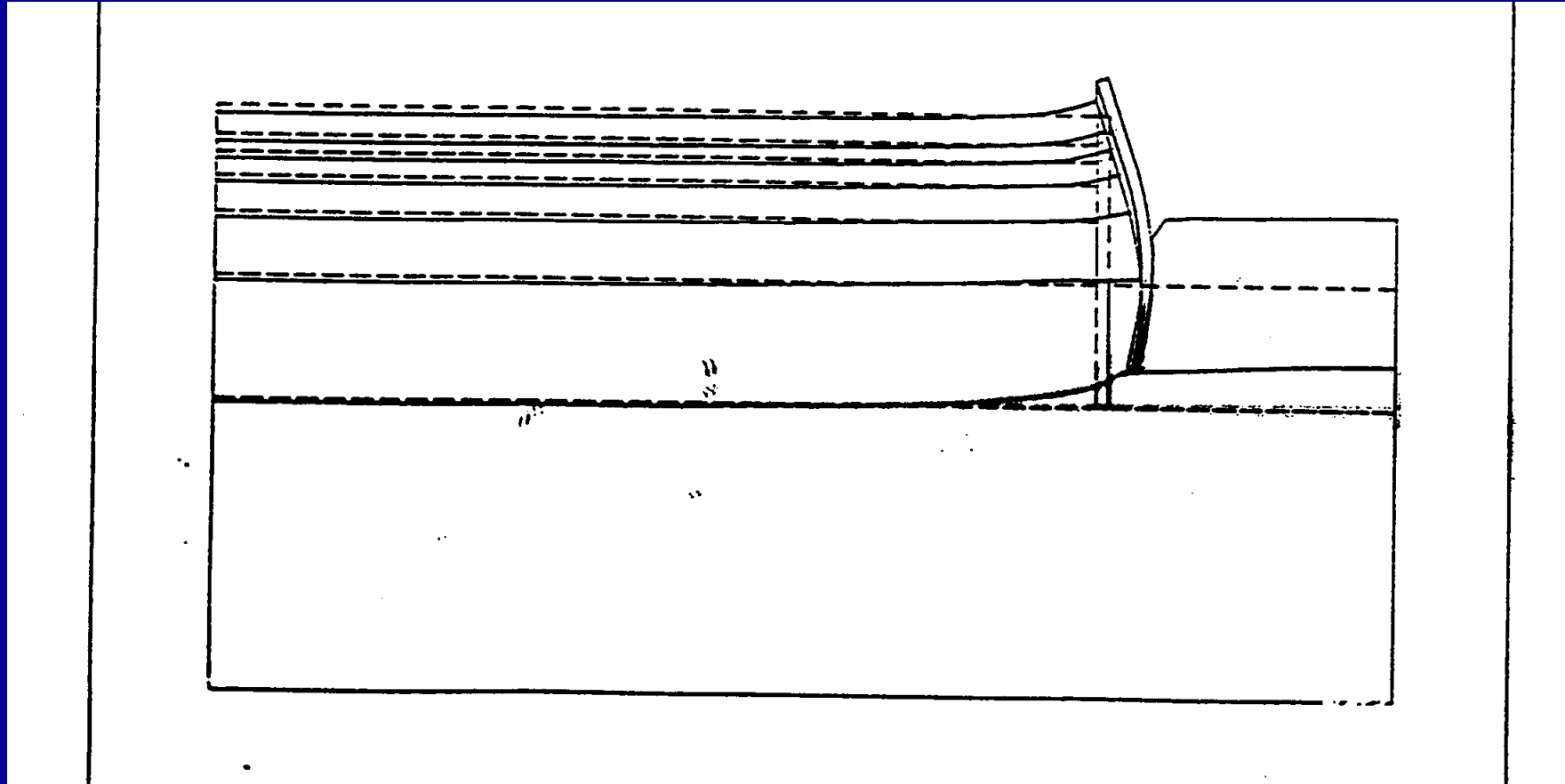
Déplacements (40 %)

- Colombes STEP



Déplacements

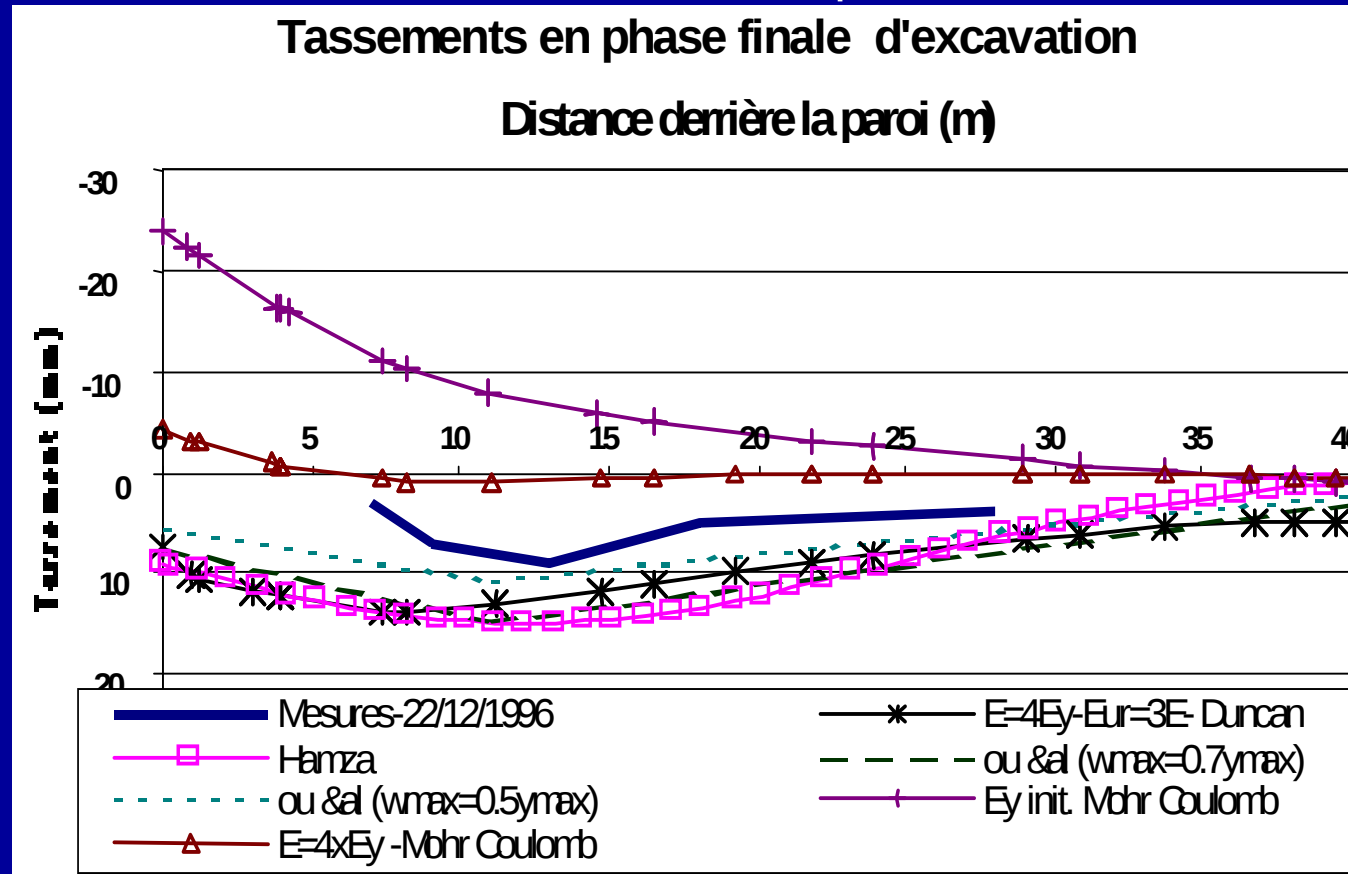
- Lyon Cité Judiciaire
 - Soulèvement du fond de fouille



Déplacements

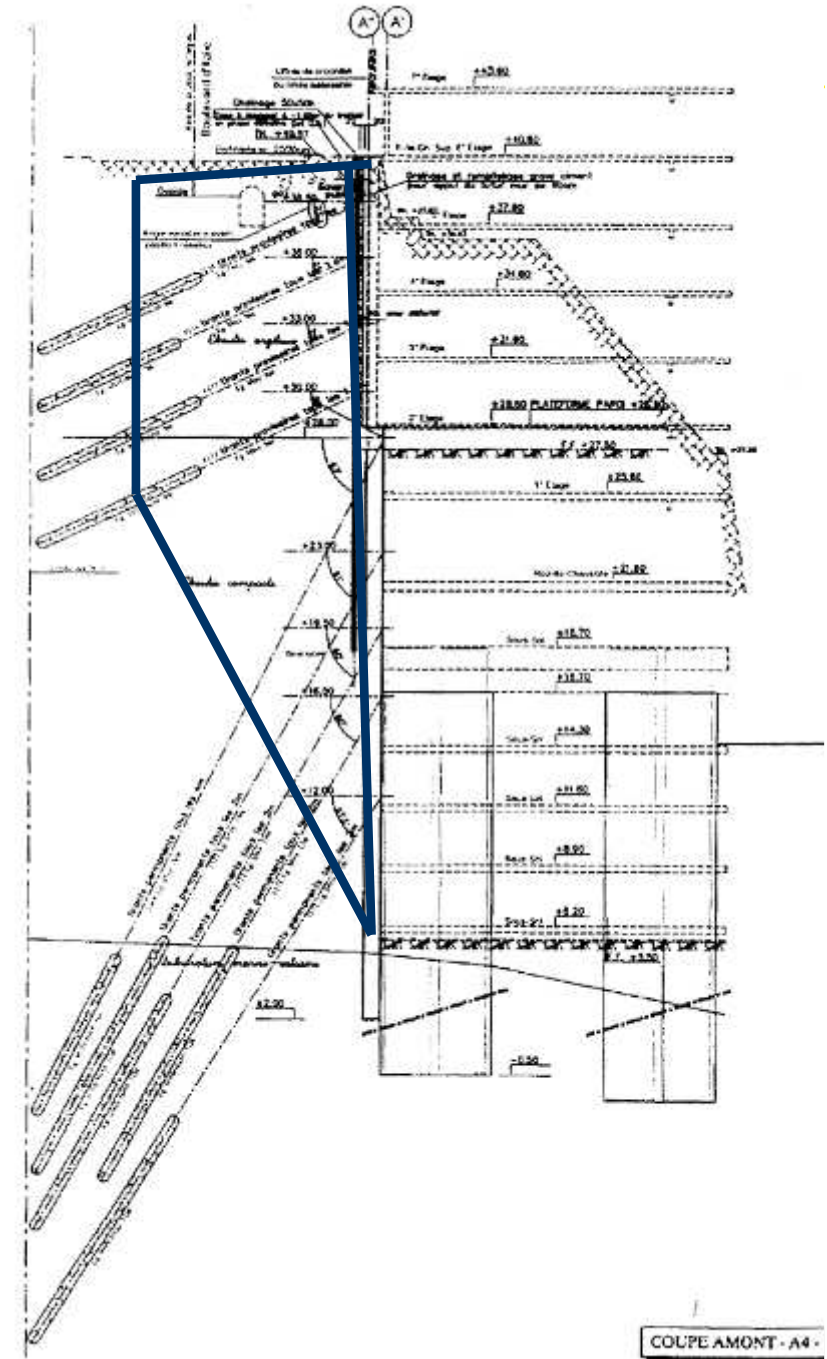
- Métro du Caire

- Cuvette de tassement derrière une paroi moulée



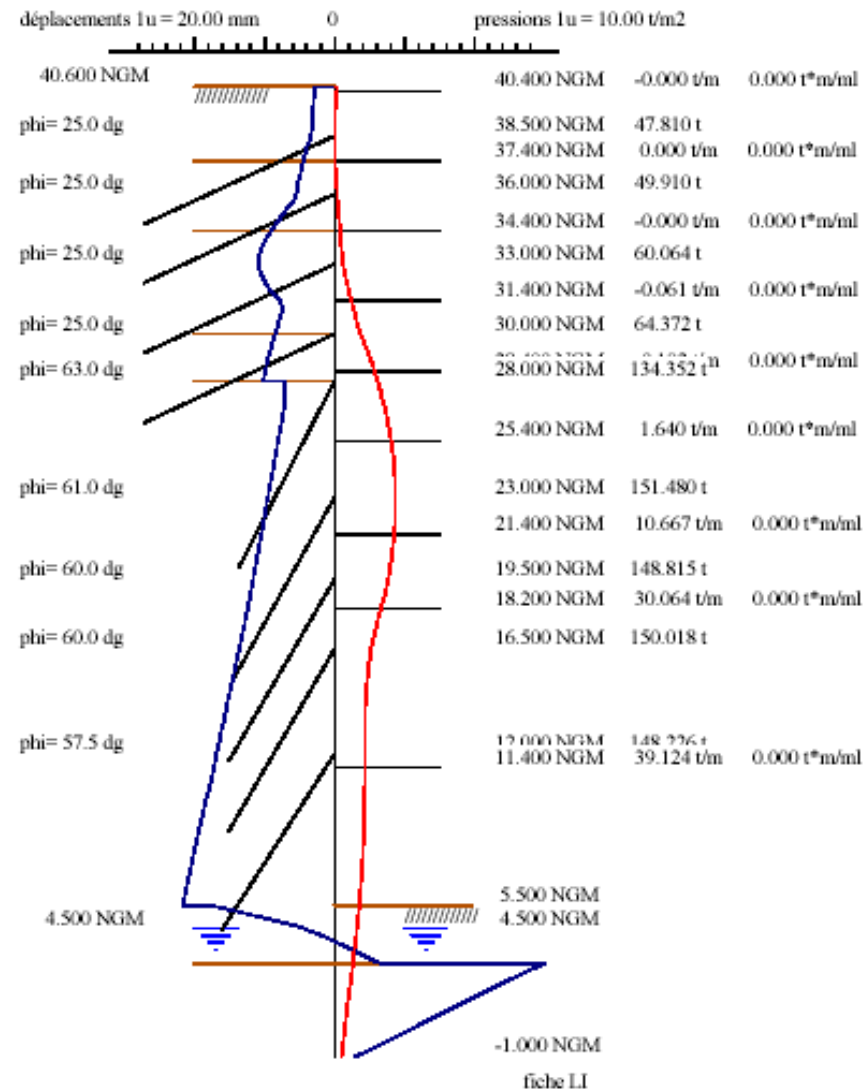


- Monaco Testimonio
 - Condition de Kranz non respectée



Déplacements

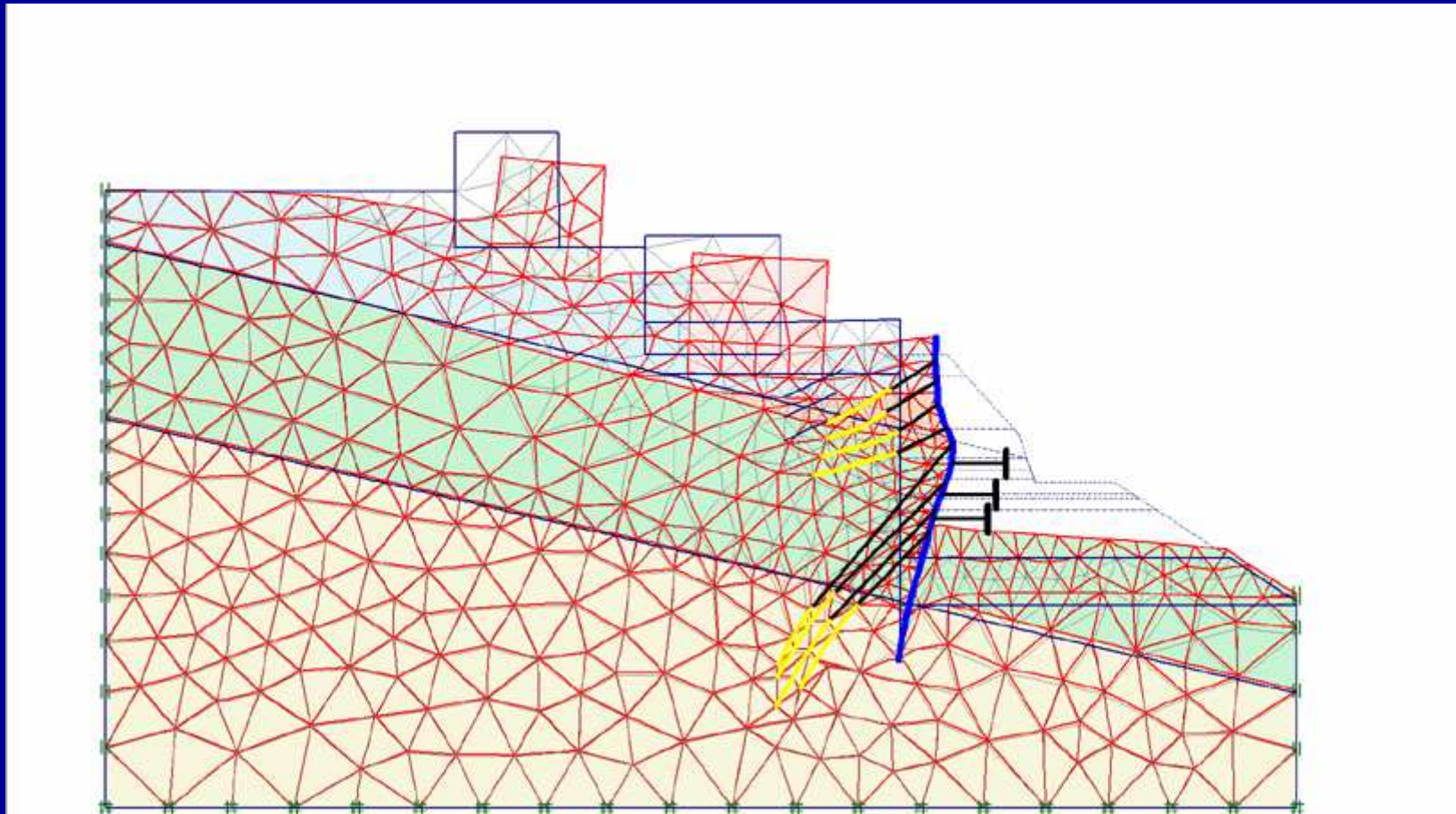
- Monaco Testir
- Condition de



Effort tranchant absolu maxi. a 3.80 NGM = 68.62 t/ml
 Moment flechissant mini. a 33.00 NGM = -12.87 t*m/ml
 Moment flechissant maxi. a 8.16 NGM = 334.79 t*m/ml

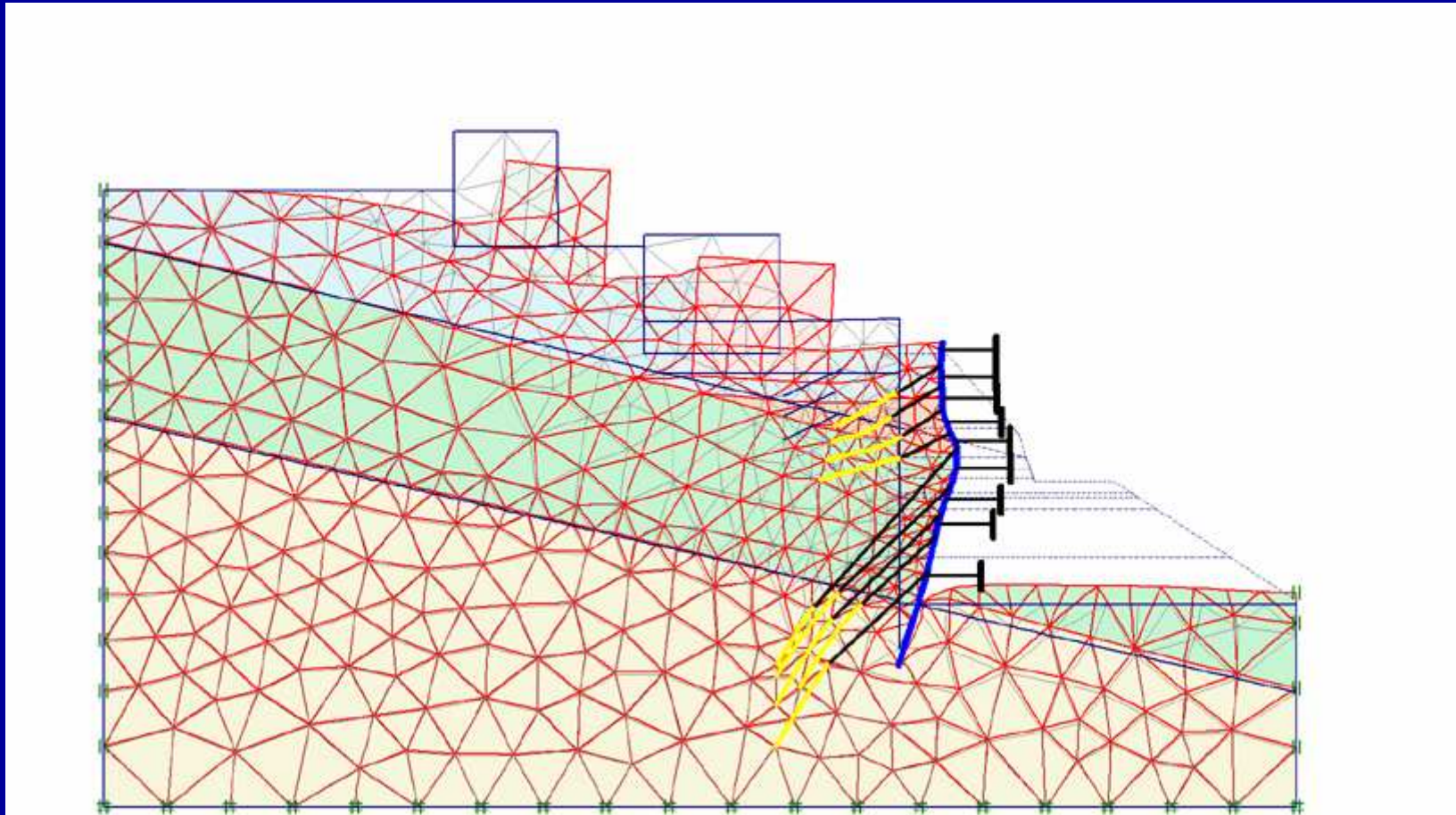
Déplacements

- Monaco Testimonio
 - Condition de Kranz non respectée



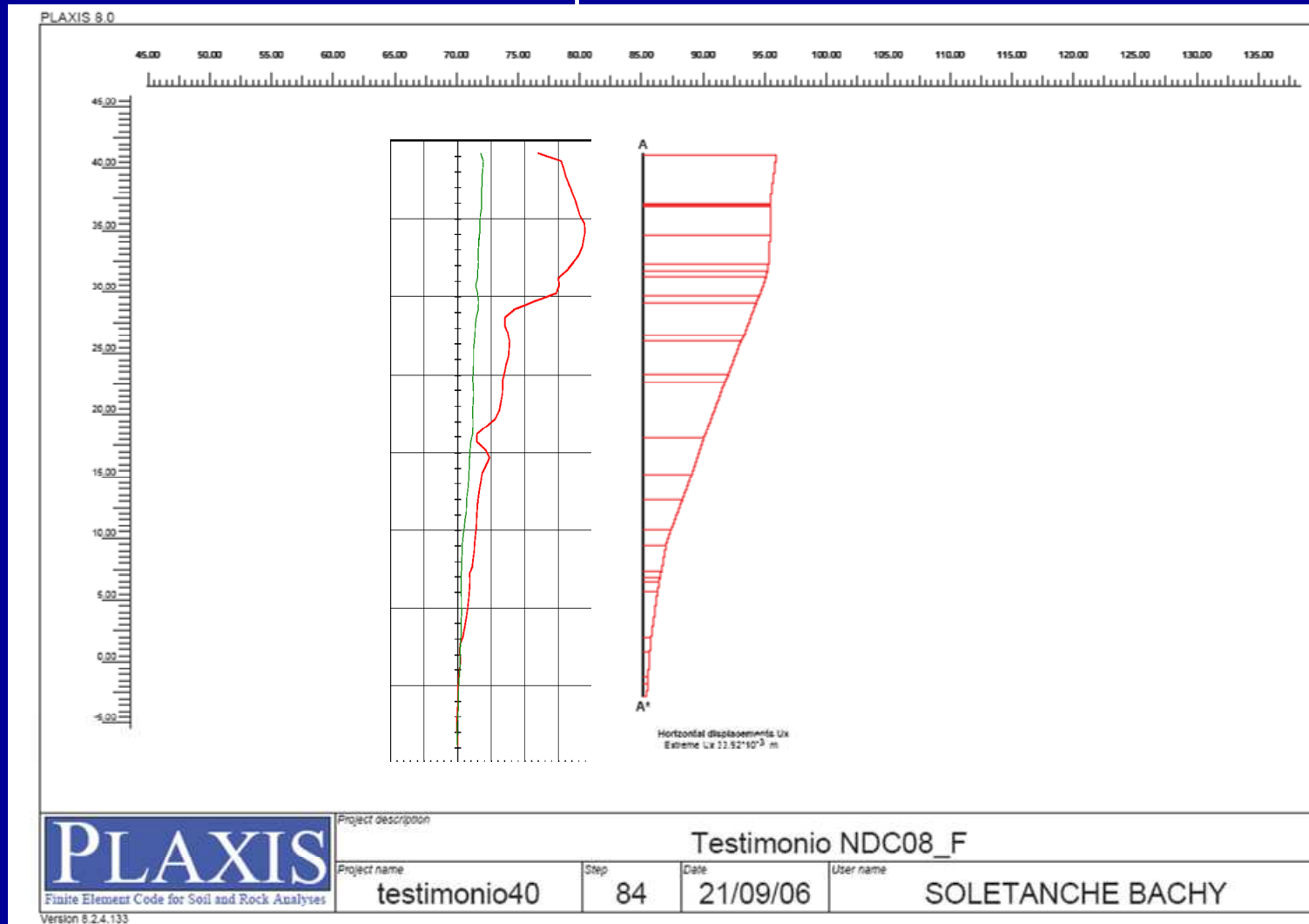
Déplacements

- Monaco Testimonio
 - Condition de Kranz non respectée



Déplacements

- Monaco Testimonio
 - Condition de Kranz non respectée



Déplacements

Paramètres	tolerate error over relaxation	nœud
niveau	cote	
6 étage	40,6	9312
5 étage	37,6	9665
4 étage	34,6	10079
3 étage	31,6	9989
2 étage	28,6	9937
1 étage	25,6	10197
RDC	21,6	10265
1 ss	18,7	9731
2 ss	14,3	9149
3 ss	11,6	8811
4 ss	8,9	8415
5 ss	6,2	8031

calcul 33 2 (angle dilatance corrigé/ tirants 28NGM de TT15 en 9T15) (u)											
0,01		0,01		0,01		0,01		0,03		0,01	
1,5		1,2		1,3		1,2		1,3		1,2	
calcul phase 13		calcul dernière phase 14		calcul phase 13		calcul dernière phase 14		calcul phase 13		calcul dernière phase 14	
0,3 v/m		0,6 v/m		0,3 v/m		0,6 v/m		0,1 v/m		0,7 v/m	
0,3 v/m		1,1 v/m		0,4 v/m		1,2 v/m		0,2 v/m		1,2 v/m	
1,6 v/m		6,1 v/m		1,7 v/m		6,3 v/m		0,9 v/m		6,3 v/m	
4,0 v/m		15,4 v/m		4,3 v/m		15,8 v/m		2,3 v/m		15,5 v/m	
5,6 v/m		12,7 v/m		5,9 v/m		13,0 v/m		3,3 v/m		12,5 v/m	
20,7 v/m		20,8 v/m		21,2 v/m		21,3 v/m		17,3 v/m		19,6 v/m	
34,7 v/m		33,3 v/m		35,5 v/m		34,0 v/m		29,7 v/m		30,8 v/m	
68,7 v/m		67,6 v/m		70,0 v/m		68,9 v/m		59,5 v/m		62,9 v/m	
0,0 v/m		0,2 v/m		0,0 v/m		4,2 v/m		0,0 v/m		5,6 v/m	
55,5 v/m		55,9 v/m		58,3 v/m		58,3 v/m		37,8 v/m		47,0 v/m	
0,0 v/m		1,5 v/m		0,0 v/m		0,8 v/m		0,0 v/m		16,9 v/m	
0,0 v/m		2,5 v/m		0,0 v/m		1,5 v/m		0,0 v/m		22,2 v/m	
191,3 v/m		217,7 v/m		197,5 v/m		225,8 v/m		151,2 v/m		241,1 v/m	

(u) à 1,2 pas de convergence pour 0,01 d'erreur tolérée

Paramètres	tolerate error over relaxation	nœud
niveau	cote	
6 étage	40,6	9312
5 étage	37,6	9665
4 étage	34,6	10079
3 étage	31,6	9989
2 étage	28,6	9937
1 étage	25,6	10197
RDC	21,6	10265
1 ss	18,7	9731
2 ss	14,3	9149
3 ss	11,6	8811
4 ss	8,9	8415
5 ss	6,2	8031

Calcul 33 3TCH (Augmentation linéaire de la cohésion du remblais de 2t/m2 en tête à 5 t/m2 en pied) (S)											
0,01		0,01		0,01		0,01		0,03		0,01	
1,5		1,2		1,2		1,2		1,3		1,2	
calcul phase 13		calcul dernière phase 14		calcul phase 13		calcul dernière phase 14		calcul phase 13		calcul dernière phase 14	
0,5 v/m		0,8 v/m		0,5 v/m		0,8 v/m		0,1 v/m		0,6 v/m	
0,6 v/m		1,3 v/m		0,6 v/m		1,3 v/m		0,2 v/m		1,2 v/m	
2,8 v/m		6,5 v/m		2,8 v/m		6,5 v/m		0,8 v/m		6,0 v/m	
7,4 v/m		16,0 v/m		7,5 v/m		16,1 v/m		2,5 v/m		14,3 v/m	
10,2 v/m		15,0 v/m		10,3 v/m		15,2 v/m		3,5 v/m		12,0 v/m	
25,4 v/m		24,8 v/m		25,6 v/m		25,1 v/m		15,6 v/m		18,3 v/m	
41,8 v/m		39,9 v/m		42,1 v/m		40,4 v/m		27,3 v/m		29,0 v/m	
81,3 v/m		79,1 v/m		81,8 v/m		79,8 v/m		55,1 v/m		59,2 v/m	
0,0 v/m		1,7 v/m		0,0 v/m		1,5 v/m		0,0 v/m		6,2 v/m	
84,4 v/m		82,5 v/m		85,6 v/m		83,9 v/m		34,3 v/m		44,6 v/m	
0,0 v/m		2,1 v/m		0,0 v/m		1,7 v/m		0,0 v/m		18,0 v/m	
0,0 v/m		1,9 v/m		0,0 v/m		1,6 v/m		0,0 v/m		23,8 v/m	
254,4 v/m		271,6 v/m		256,9 v/m		273,9 v/m		139,4 v/m		233,1 v/m	

(S) idem pour erreur tolérée 0,03 et over relax de 1,2; 1,3; 1,5

Paramètres	tolerate error over relaxation	nœud
niveau	cote	
6 étage	40,6	9312
5 étage	37,6	9665
4 étage	34,6	10079
3 étage	31,6	9989
2 étage	28,6	9937
1 étage	25,6	10197
RDC	21,6	10265
1 ss	18,7	9731
2 ss	14,3	9149
3 ss	11,6	8811
4 ss	8,9	8415
5 ss	6,2	8031

33 4 / Cohesion 5t/m2											
0,01		0,01		0,01		0,01		0,01		0,03	
1,3		1,2		1,2		1,2		1,5		1,2	
calcul phase 13		calcul dernière phase 14		calcul phase 13		calcul dernière phase 14		calcul phase 13		calcul dernière phase 14	
0,3 v/m		0,5 v/m		0,3 v/m		0,5 v/m		0,3 v/m		0,5 v/m	
0,4 v/m		0,9 v/m		0,4 v/m		0,9 v/m		0,4 v/m		0,9 v/m	
1,6 v/m		4,9 v/m		1,6 v/m		4,9 v/m		1,6 v/m		4,9 v/m	
4,2 v/m		12,6 v/m		4,2 v/m		12,6 v/m		4,2 v/m		12,6 v/m	
5,8 v/m		11,3 v/m		5,8 v/m		11,3 v/m		5,9 v/m		11,3 v/m	
20,5 v/m		20,7 v/m		20,5 v/m		20,7 v/m		20,6 v/m		20,7 v/m	
34,5 v/m		33,4 v/m		34,5 v/m		33,4 v/m		34,6 v/m		33,4 v/m	
68,5 v/m		67,4 v/m		68,4 v/m		67,4 v/m		68,6 v/m		67,6 v/m	
0,0 v/m		0,6 v/m		0,0 v/m		0,6 v/m		0,0 v/m		0,6 v/m	
57,7 v/m		57,3 v/m		57,6 v/m		57,2 v/m		58,0 v/m		57,6 v/m	
0,0 v/m		0,0 v/m		0,0 v/m		0,0 v/m		0,0 v/m		0,1 v/m	
0,0 v/m		0,2 v/m		0,0 v/m		0,2 v/m		0,0 v/m		0,2 v/m	
193,5 v/m		209,8 v/m		193,3 v/m		209,7 v/m		194,1 v/m		210,5 v/m	

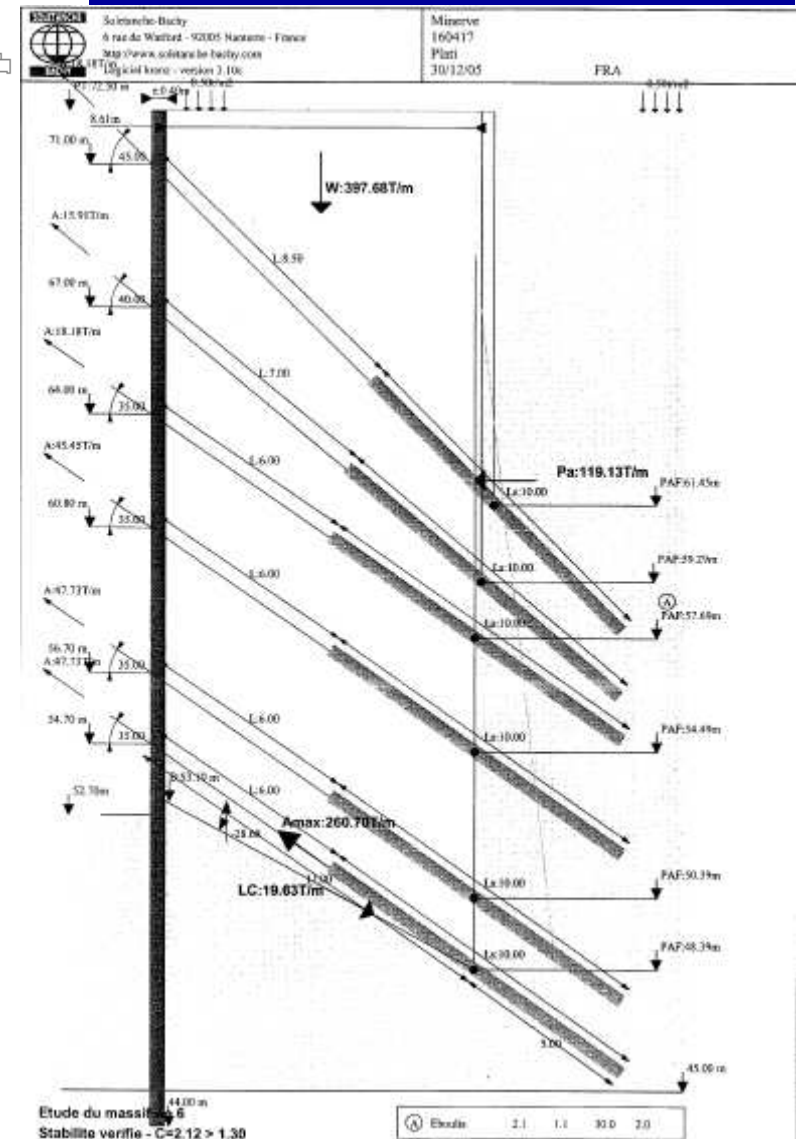
150,3 v/m 209,9 v/m

Déplacements

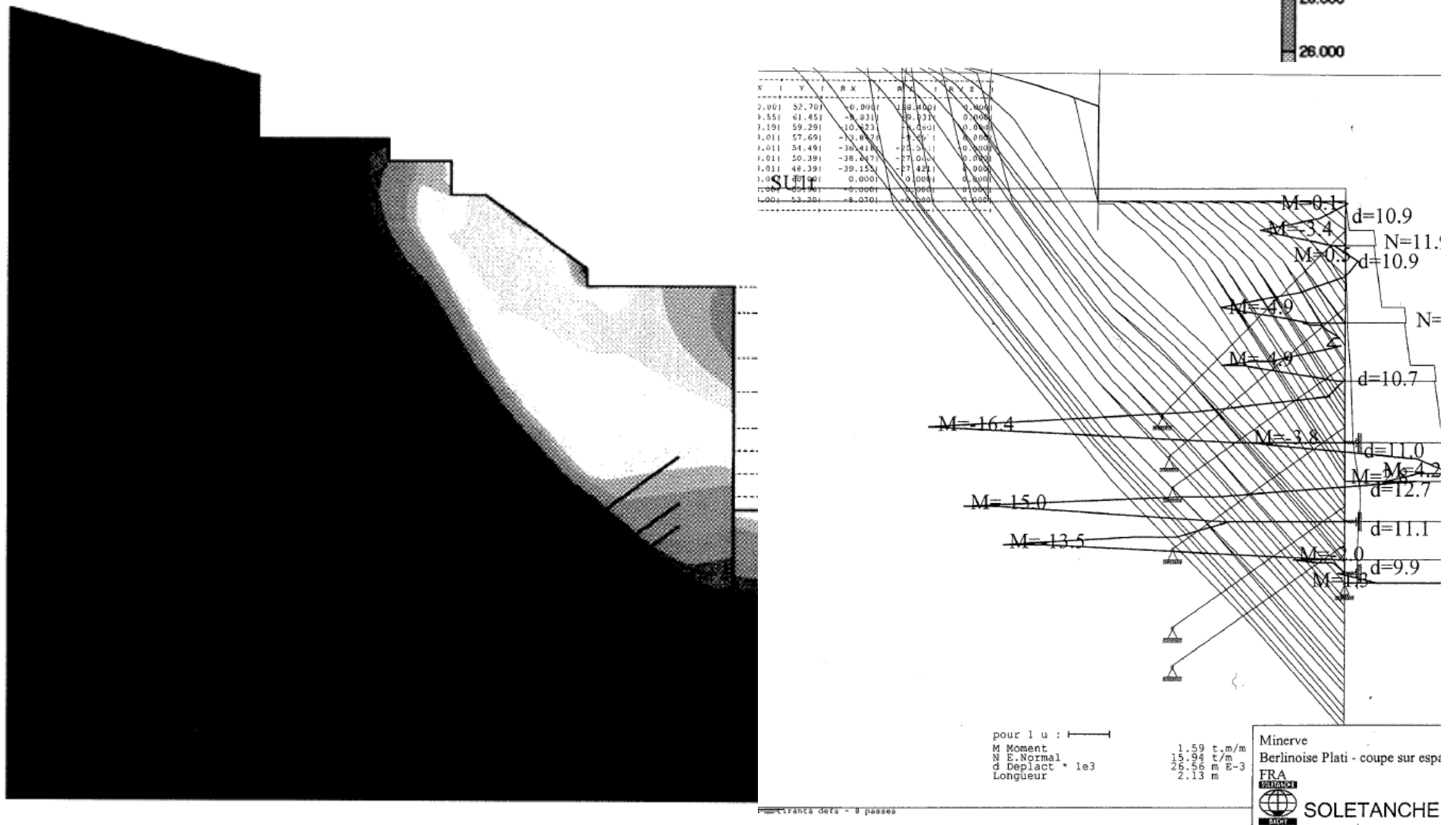
- Monaco Minerve



Name	Age	Gender	Occupation	Education
John Doe	35	Male	Software Engineer	Bachelor's
Jane Smith	28	Female	Marketing Specialist	Master's
Michael Johnson	42	Male	Data Analyst	Bachelor's
Emily White	31	Female	Product Manager	Bachelor's
David Brown	38	Male	Sales Representative	Bachelor's
Sarah Green	25	Female	UX Designer	Bachelor's
Robert Black	45	Male	Operations Manager	Bachelor's
Lisa Gray	33	Female	Business Development	Master's
James Blue	30	Male	Systems Administrator	Bachelor's
Amanda Yellow	27	Female	Human Resources	Bachelor's

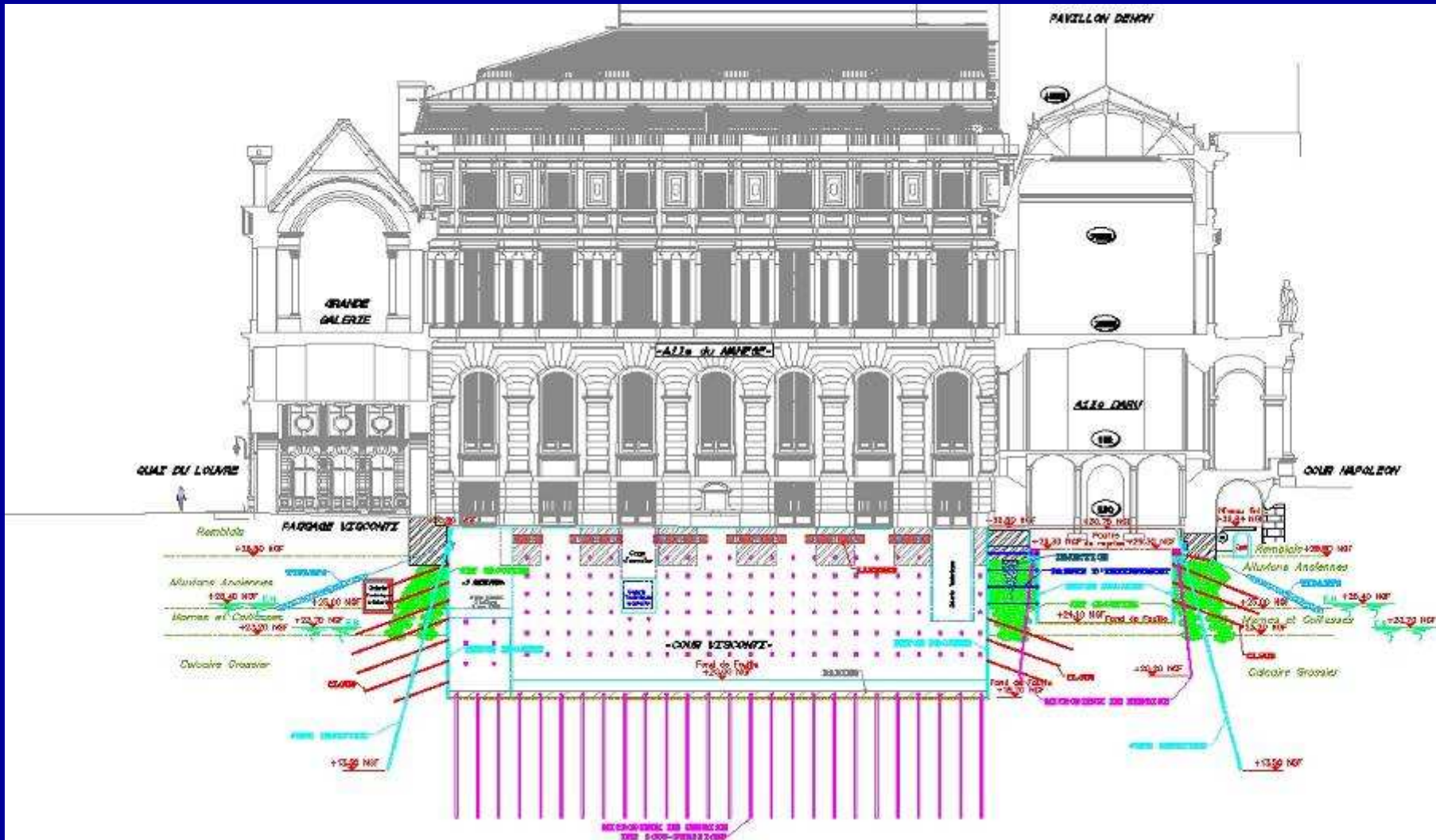


Déplacements

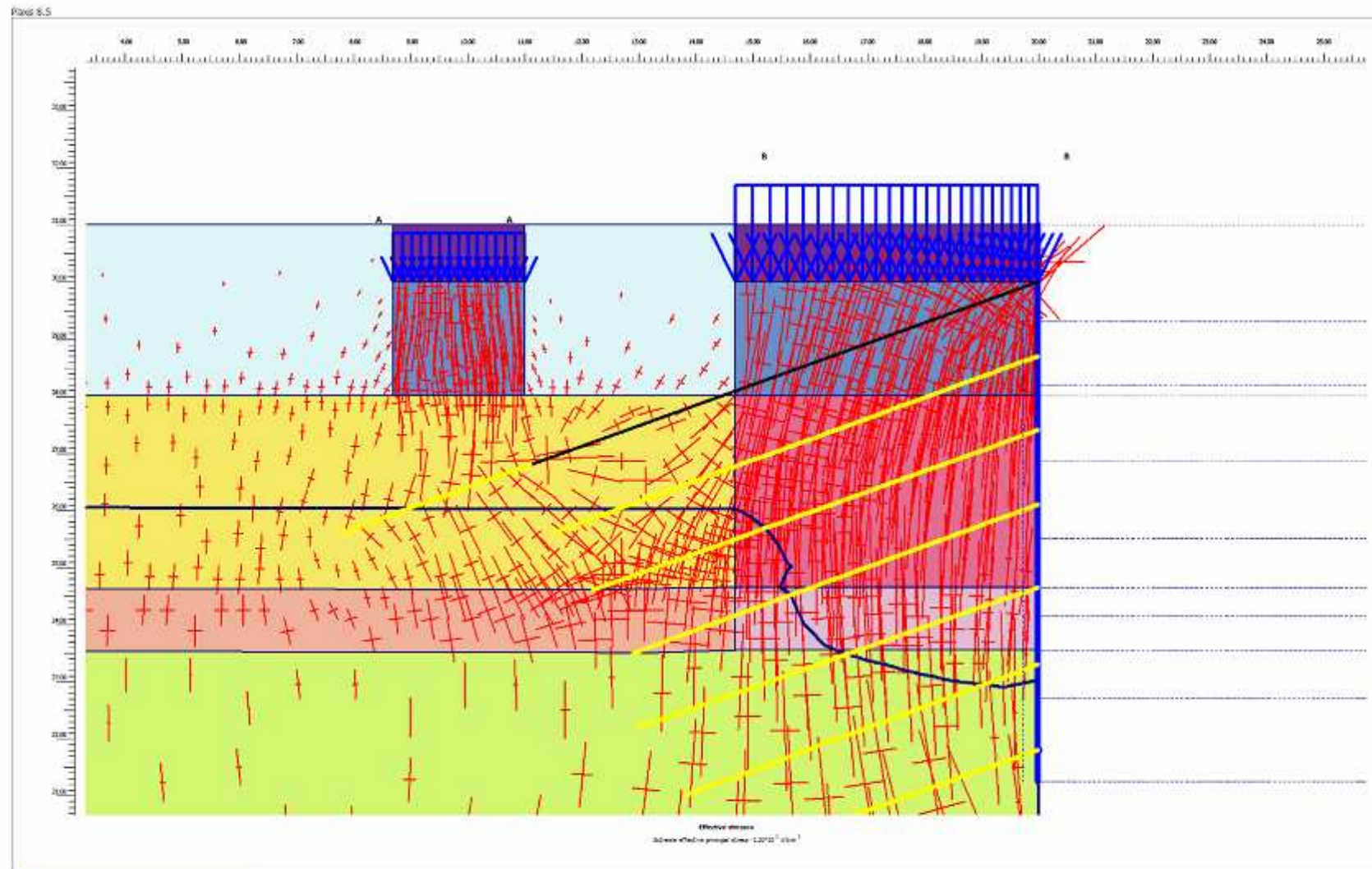


**Fig. 12 Plot of total displacements (shadings)
- step no: 59 - (phase: 15)**

- Musée des Arts de l'Islam



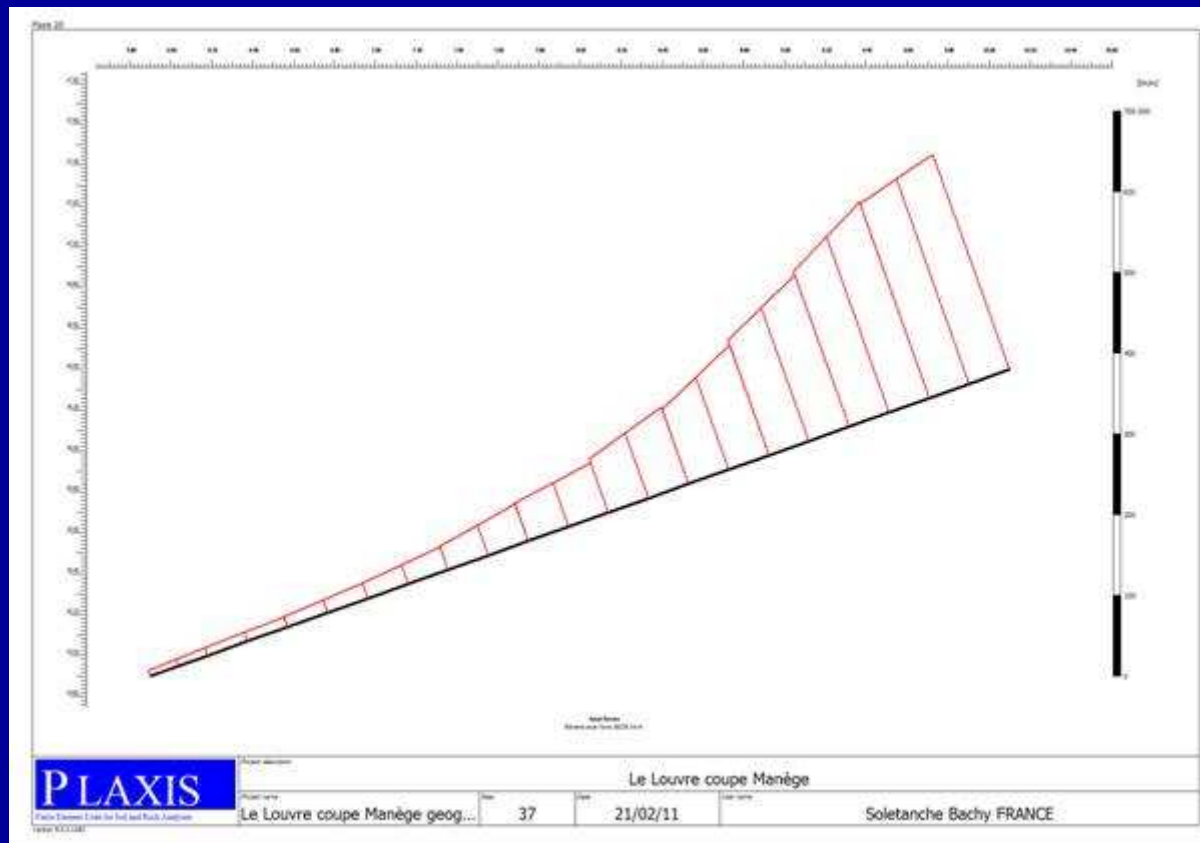
Déplacements



PLAXIS Finite Element Code for Soil and Rock Analysis Version 8.0.0.1110	Project description			
	Project name	Dept	Date	User name
	Le Louvre coupe Manège calcul...	60	26/03/09	Soletanche Bachy FRANCE

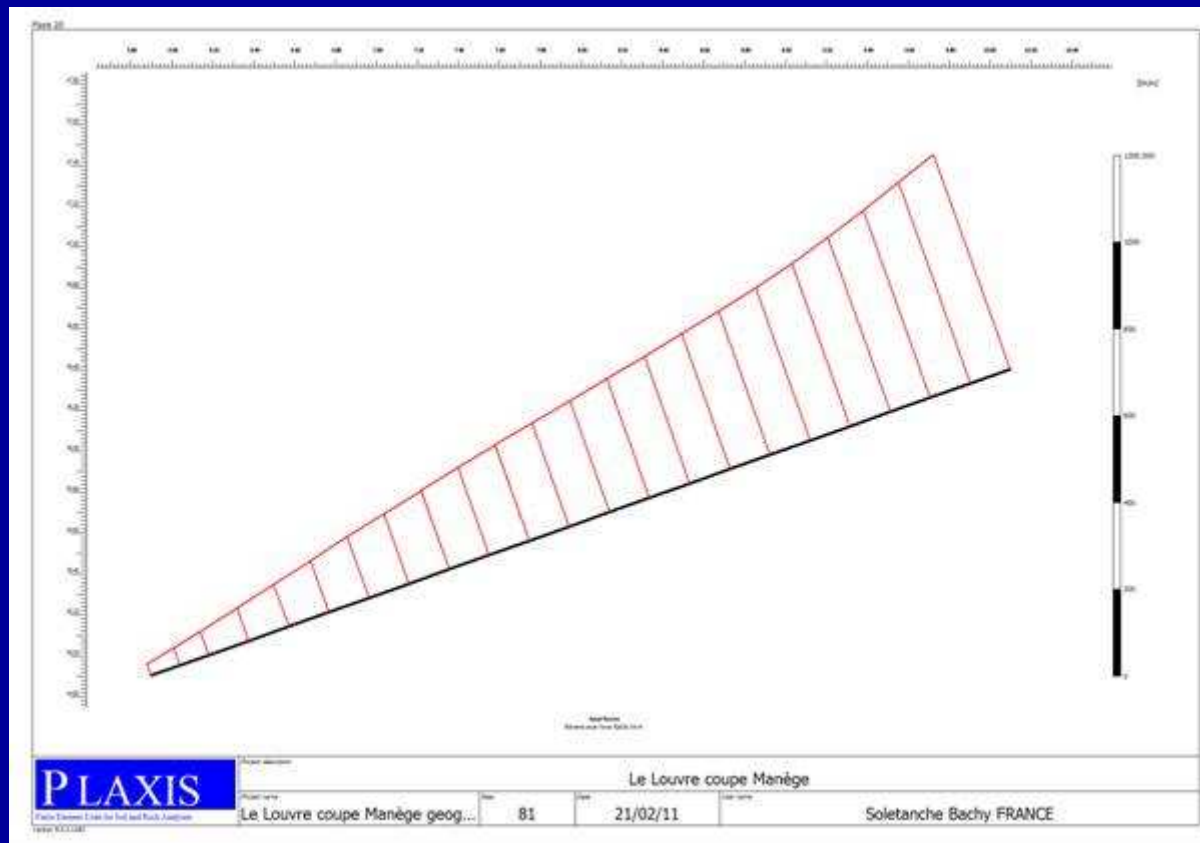
Déplacements

- Musée des Arts de l'Islam
 - Déplacement d'ensemble



Déplacements

- Musée des Arts de l'Islam
 - Déplacement d'ensemble



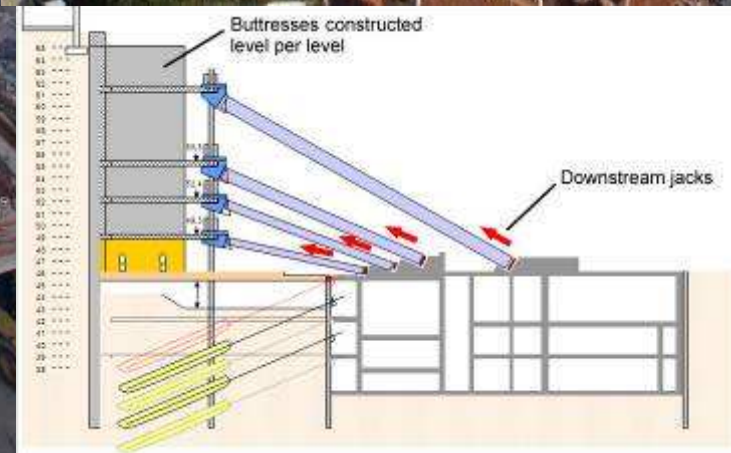
Déplacements

- Monaco Saint-Georges



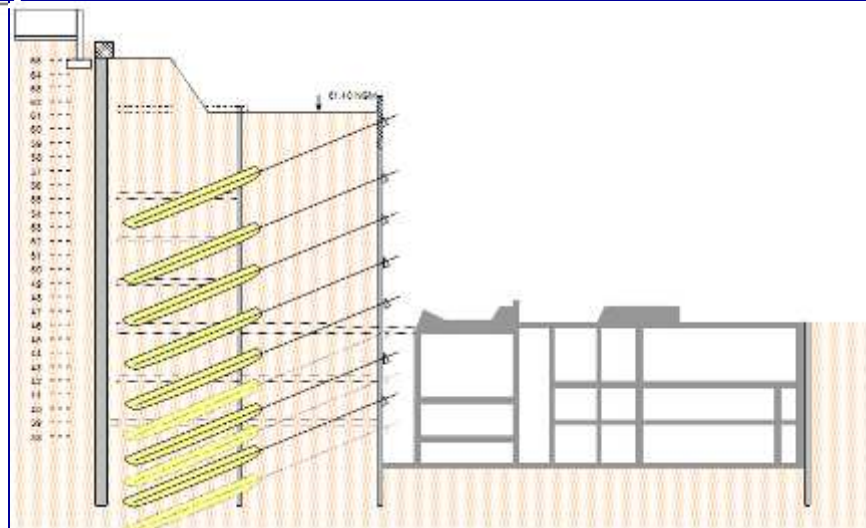
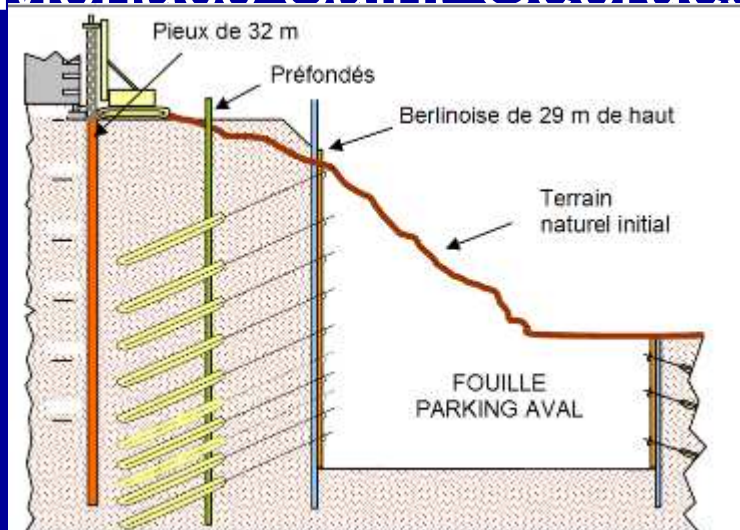
Déplacements

- Monaco Saint-Georges



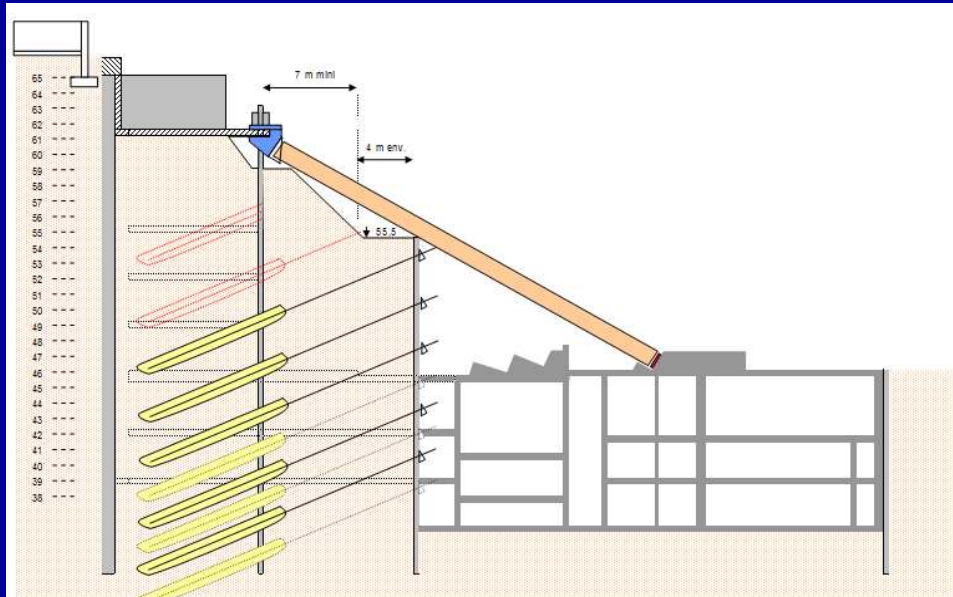
Déplacements

- Monaco Saint-Georges



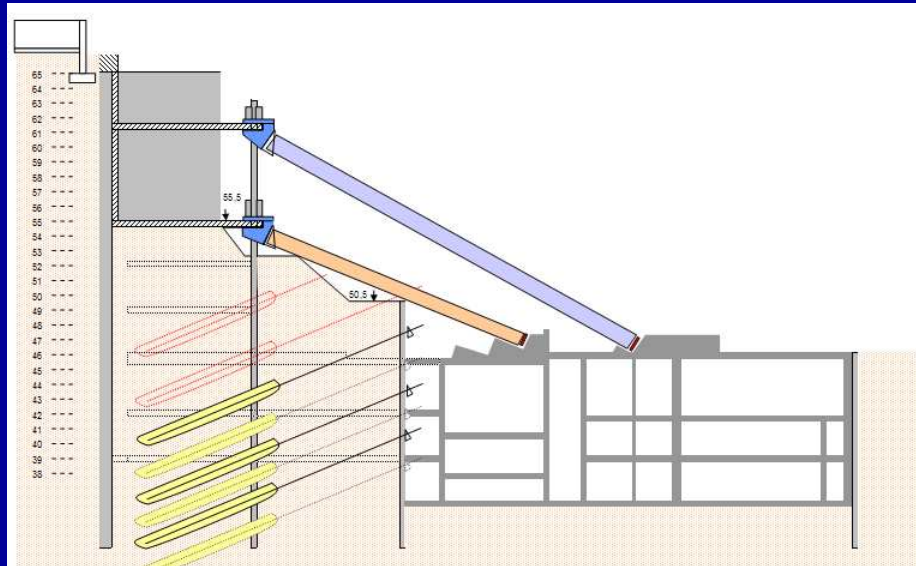
Déplacements

- Monaco Saint-Georges
 - Déplacement d'ensemble



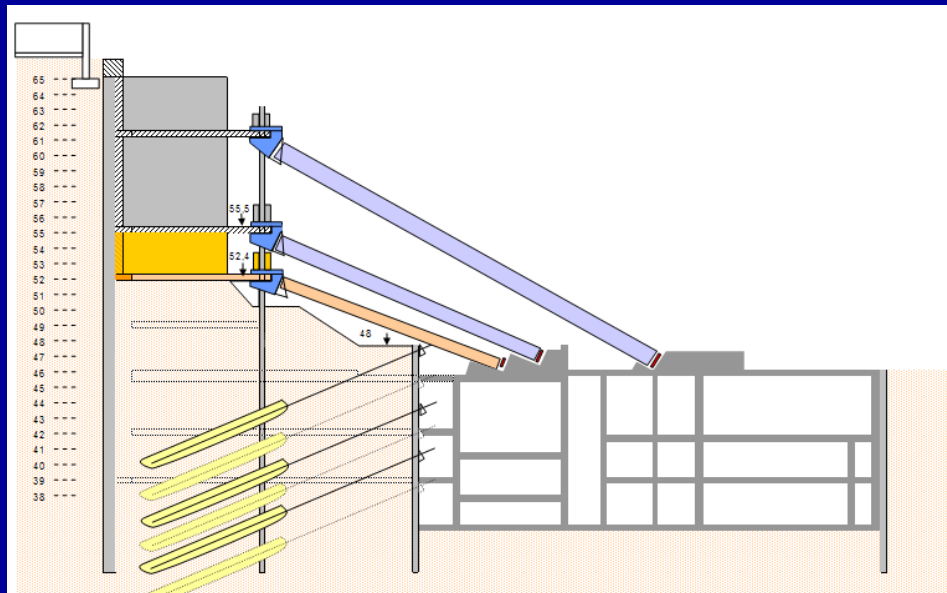
Déplacements

- Monaco Saint-Georges
 - Déplacement d'ensemble



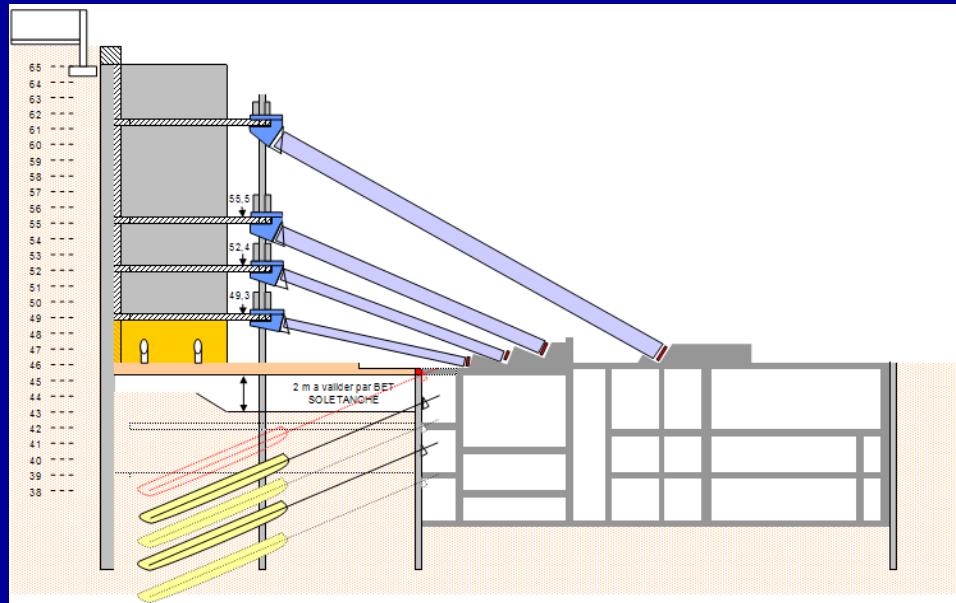
Déplacements

- Monaco Saint-Georges
 - Déplacement d'ensemble



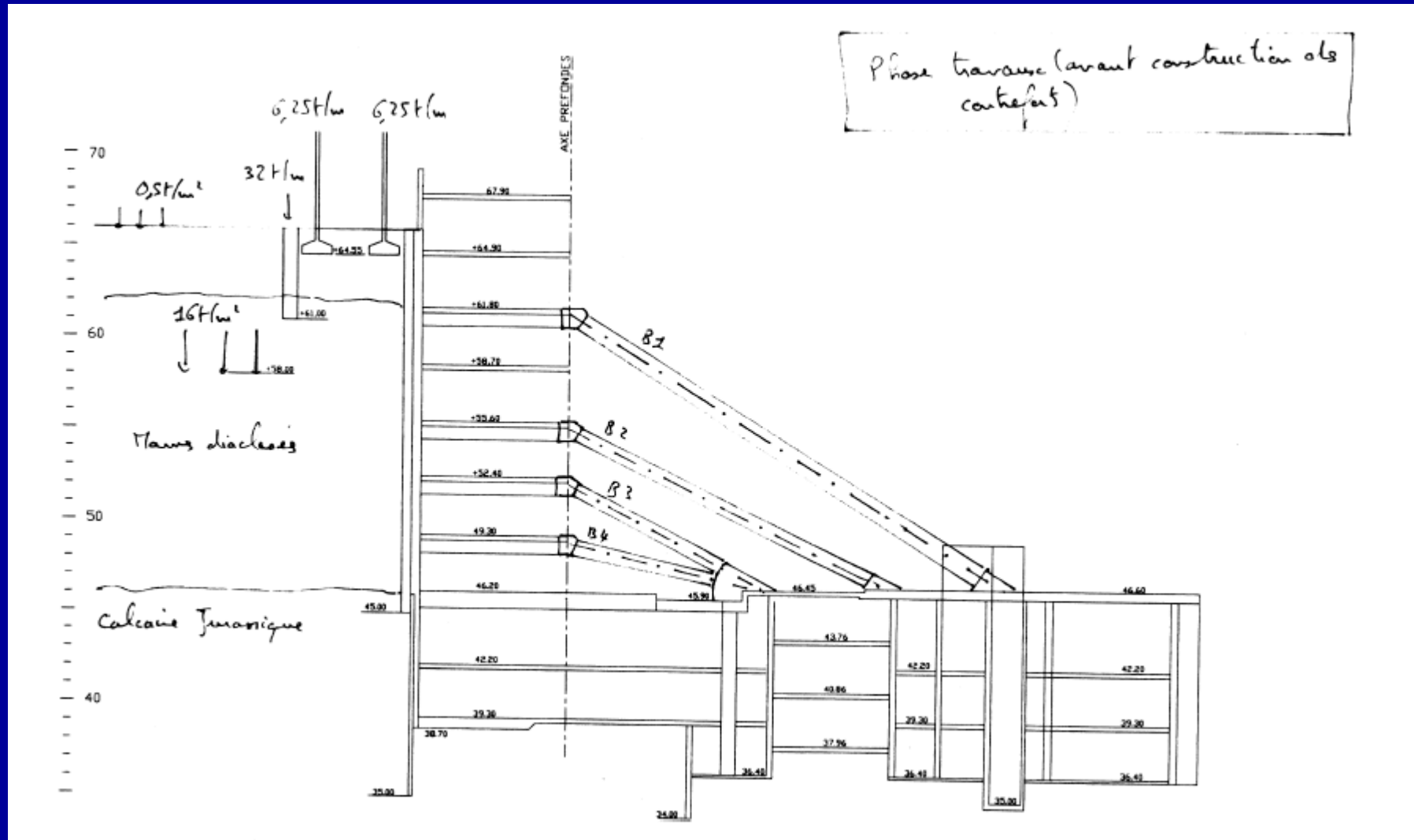
Déplacements

- Monaco Saint-Georges
 - Déplacement d'ensemble



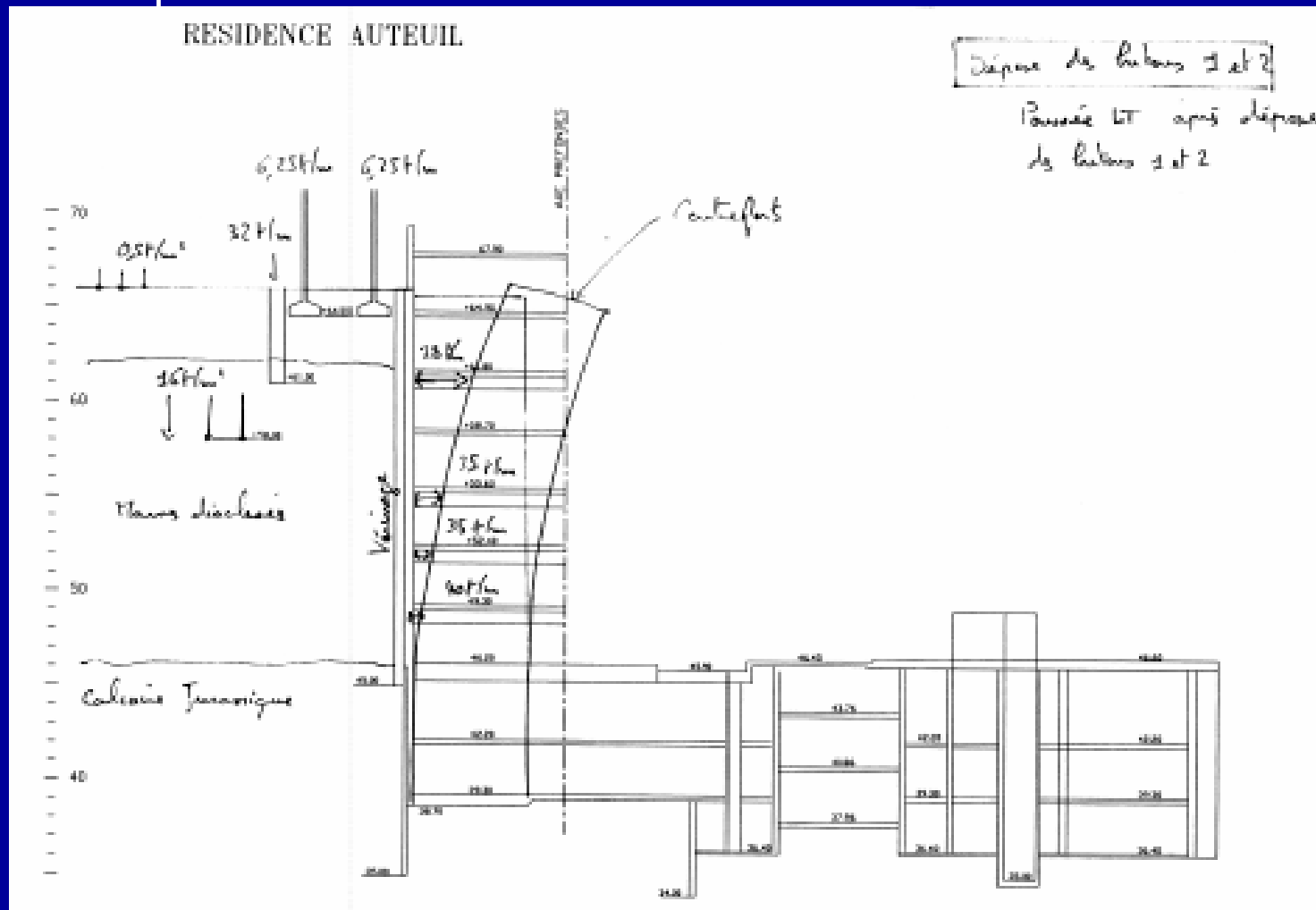
Déplacements

- Monaco Saint-Georges



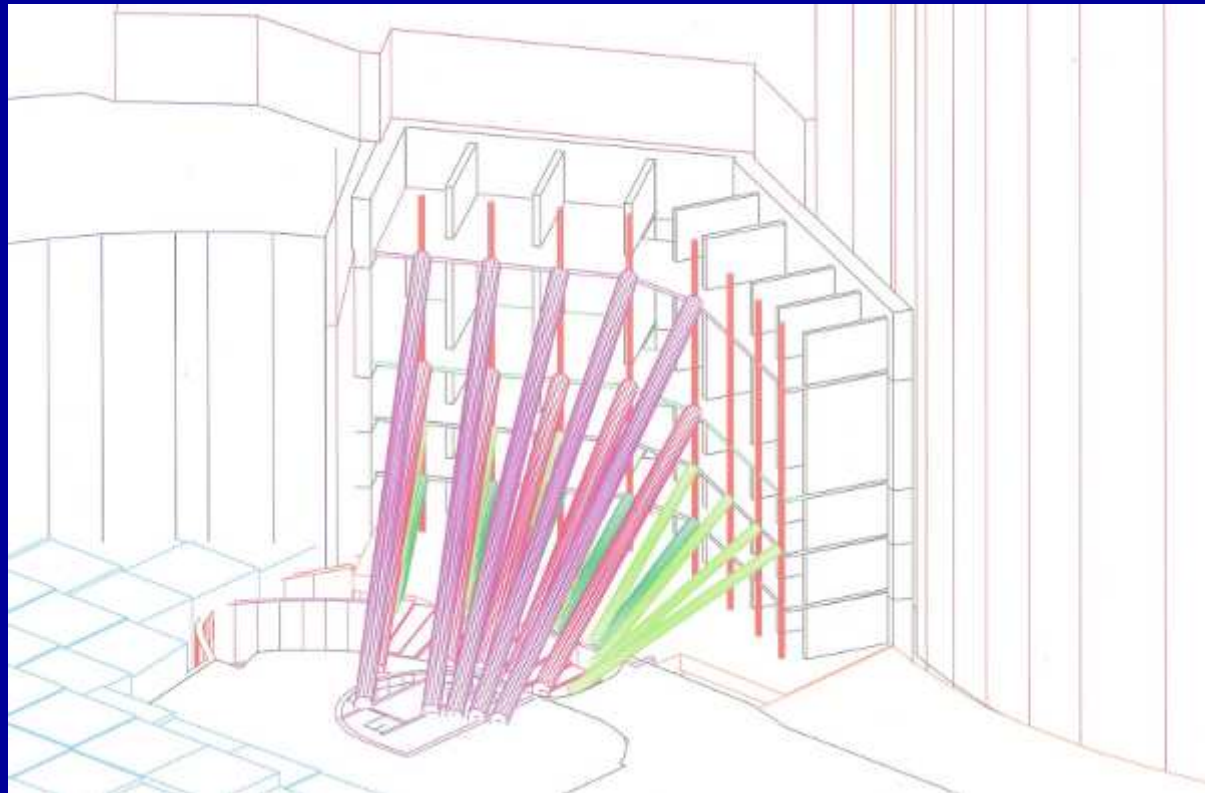
Déplacements

- Monaco Saint-Georges
 - Déplacement d'ensemble



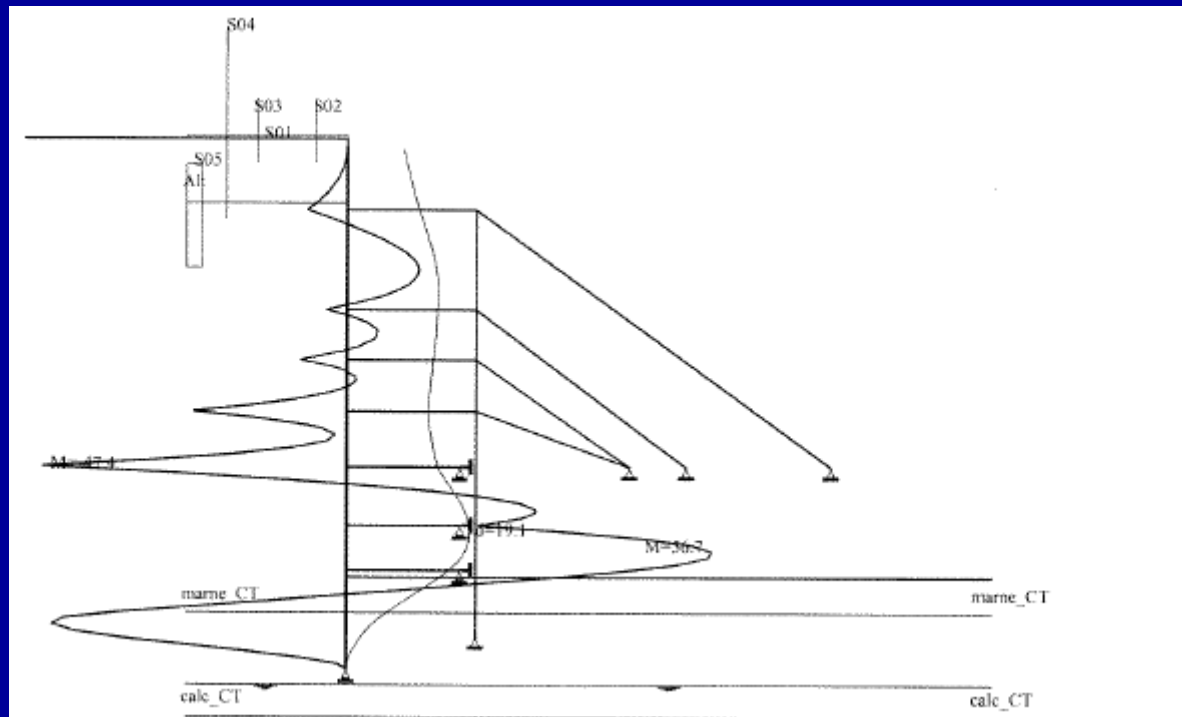
Déplacements

- Monaco Saint-Georges
 - Déplacement d'ensemble



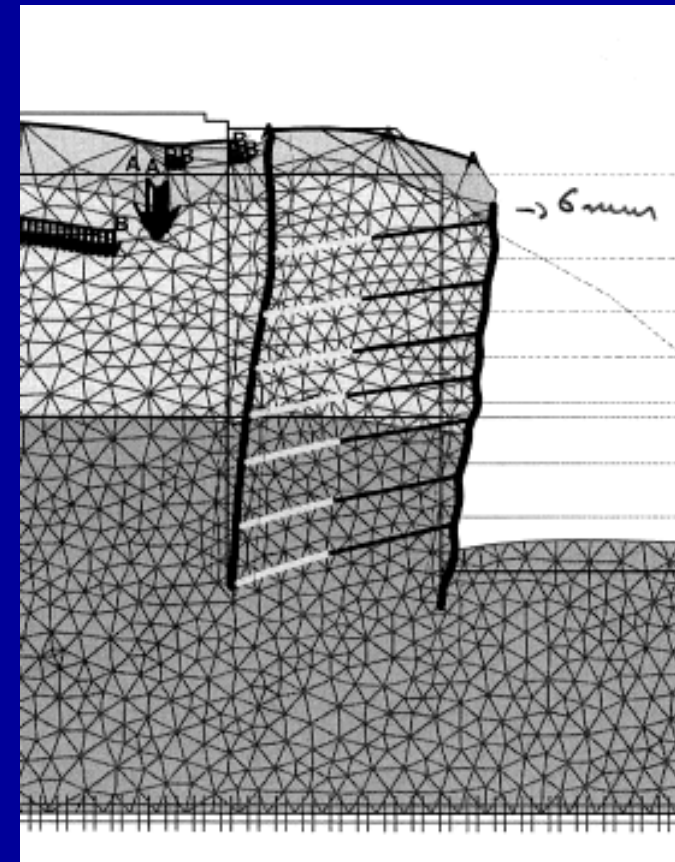
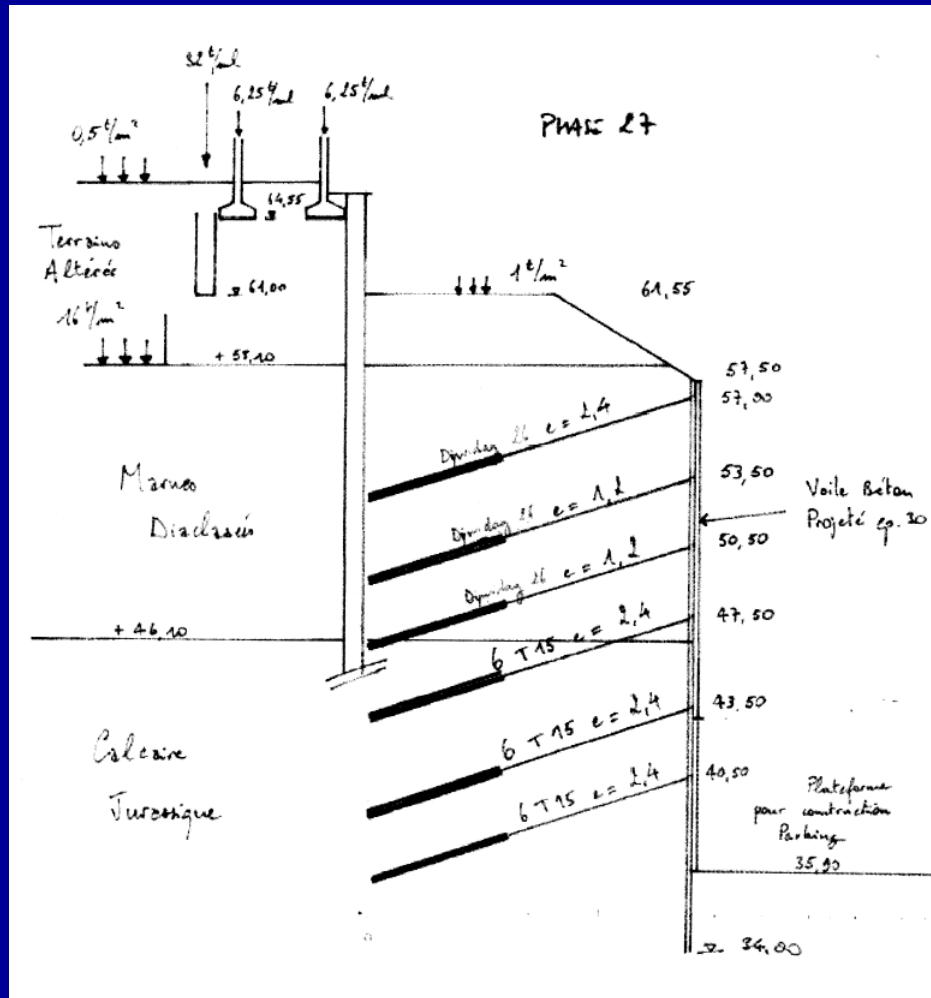
Déplacements

- Monaco Saint-Georges
 - Déplacement d'ensemble



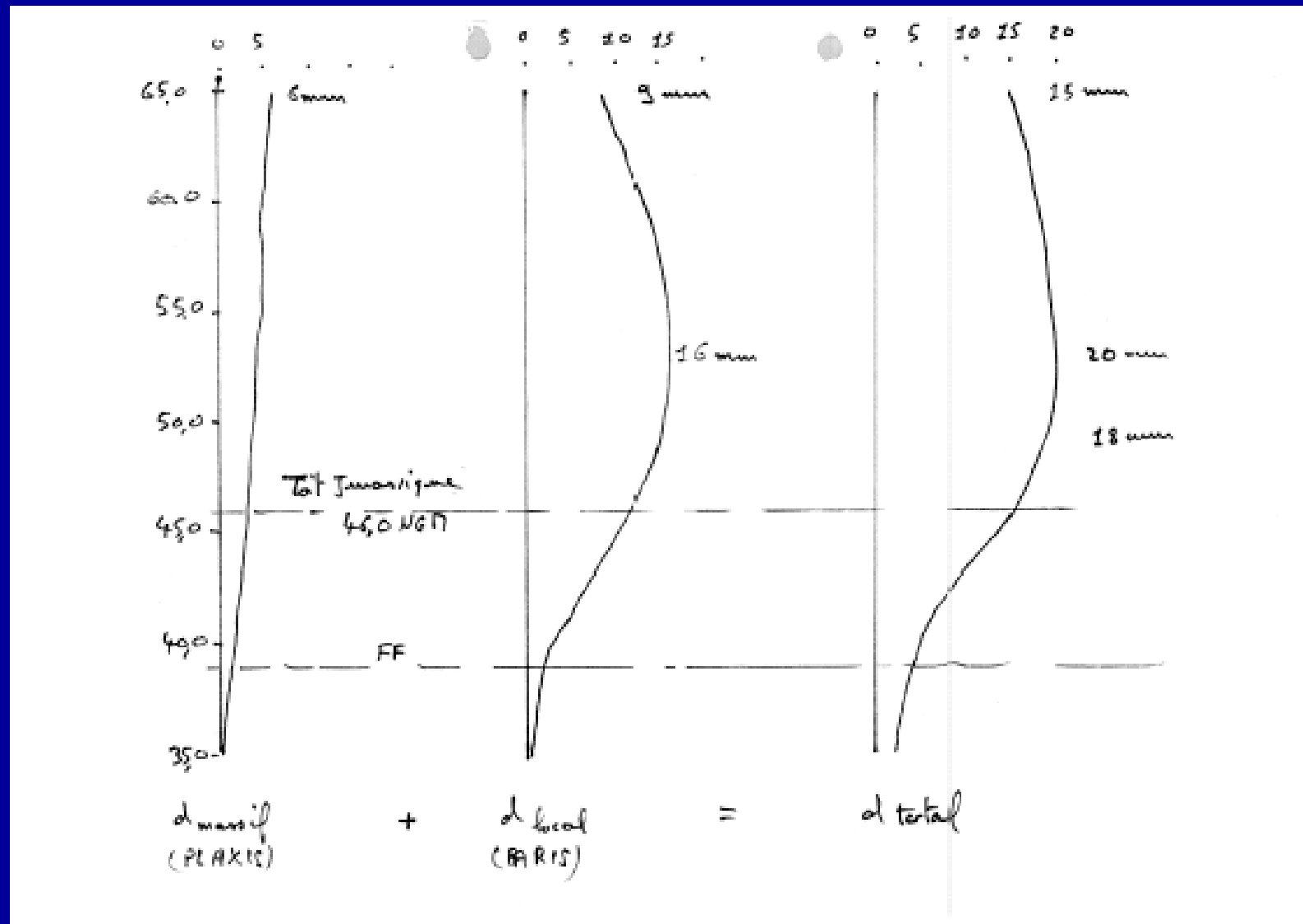
Déplacements

- Monaco Saint-Georges
 - Déplacement d'ensemble



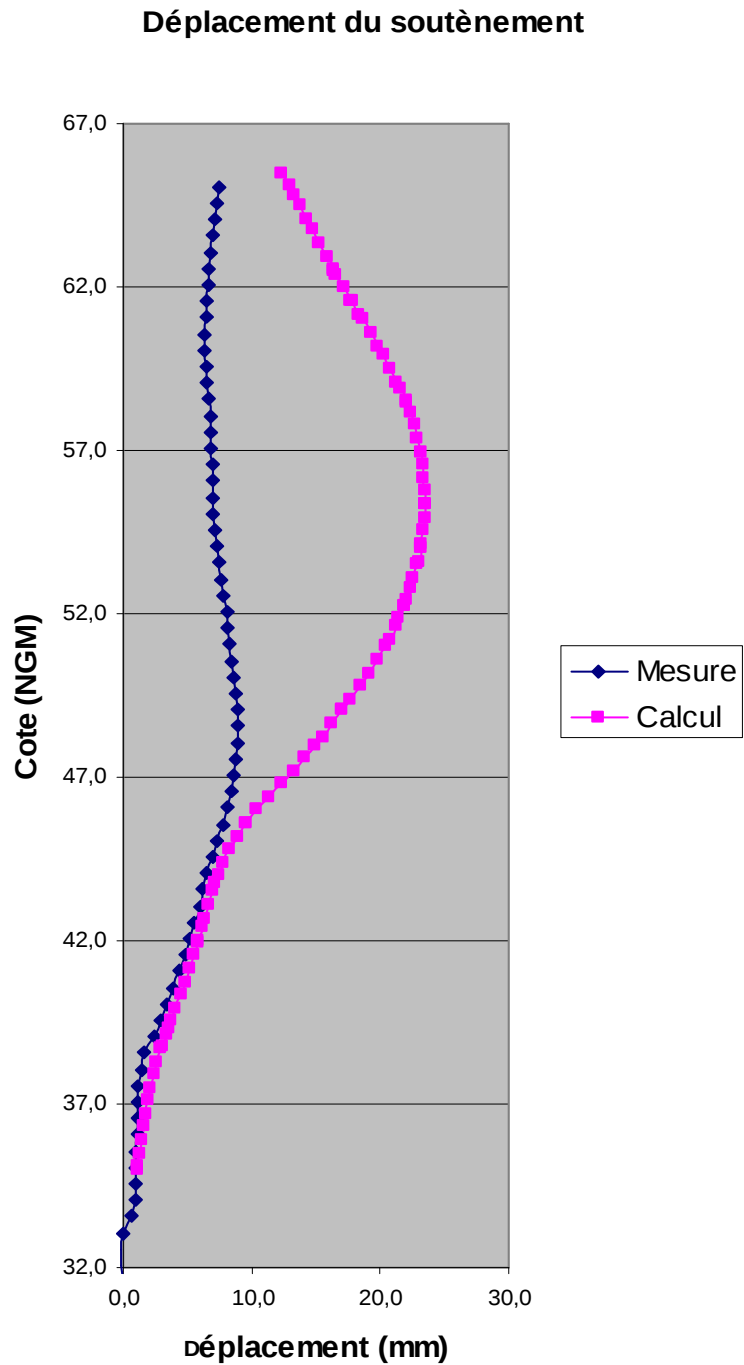
Déplacements

- Monaco Saint-Georges

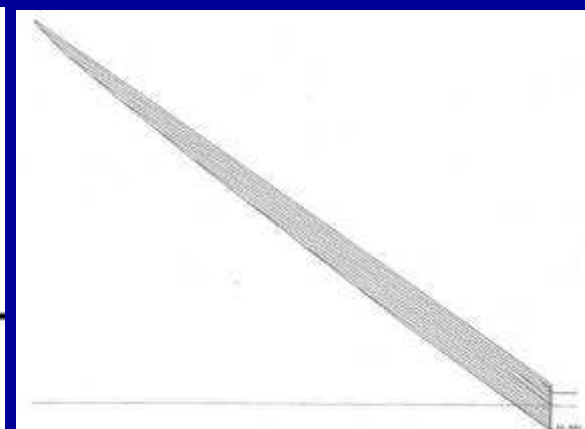
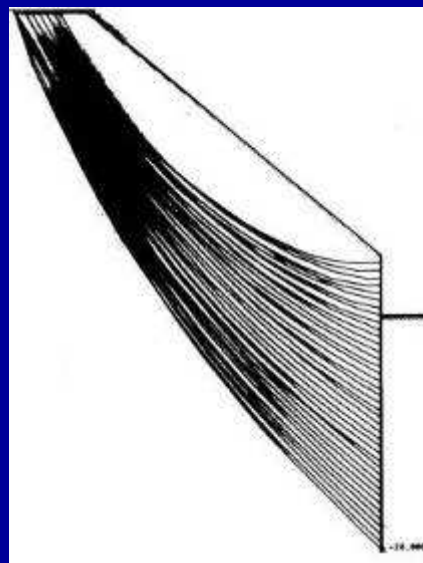
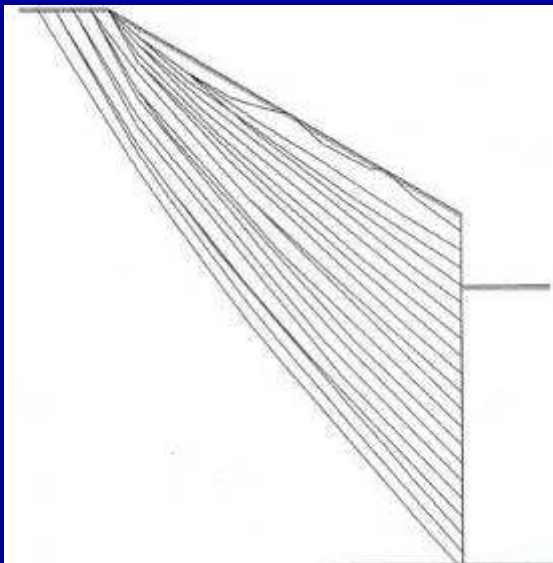
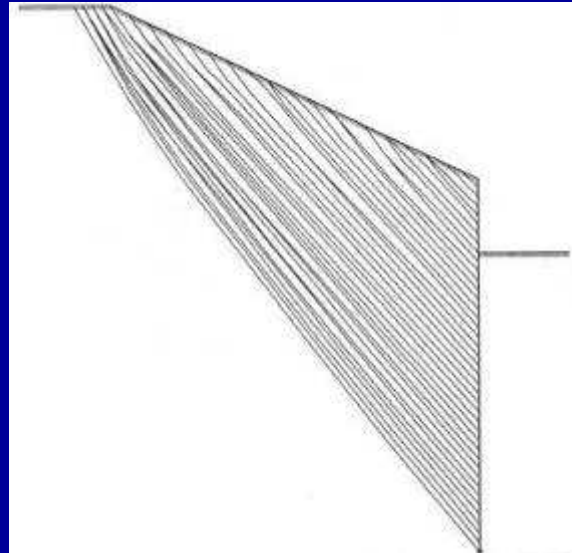
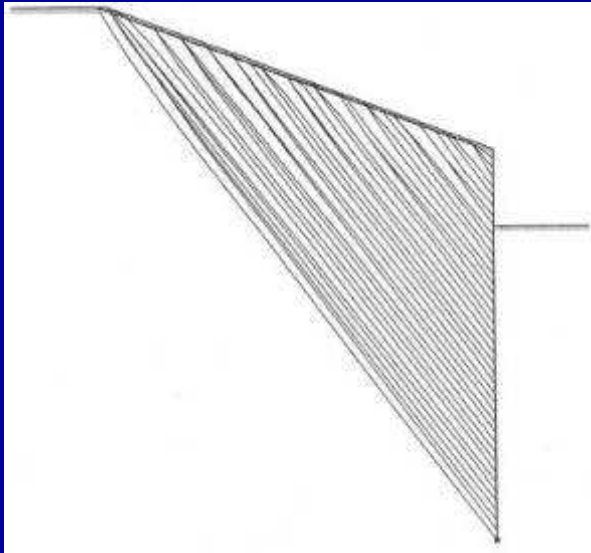


Déplacements

ges
mble

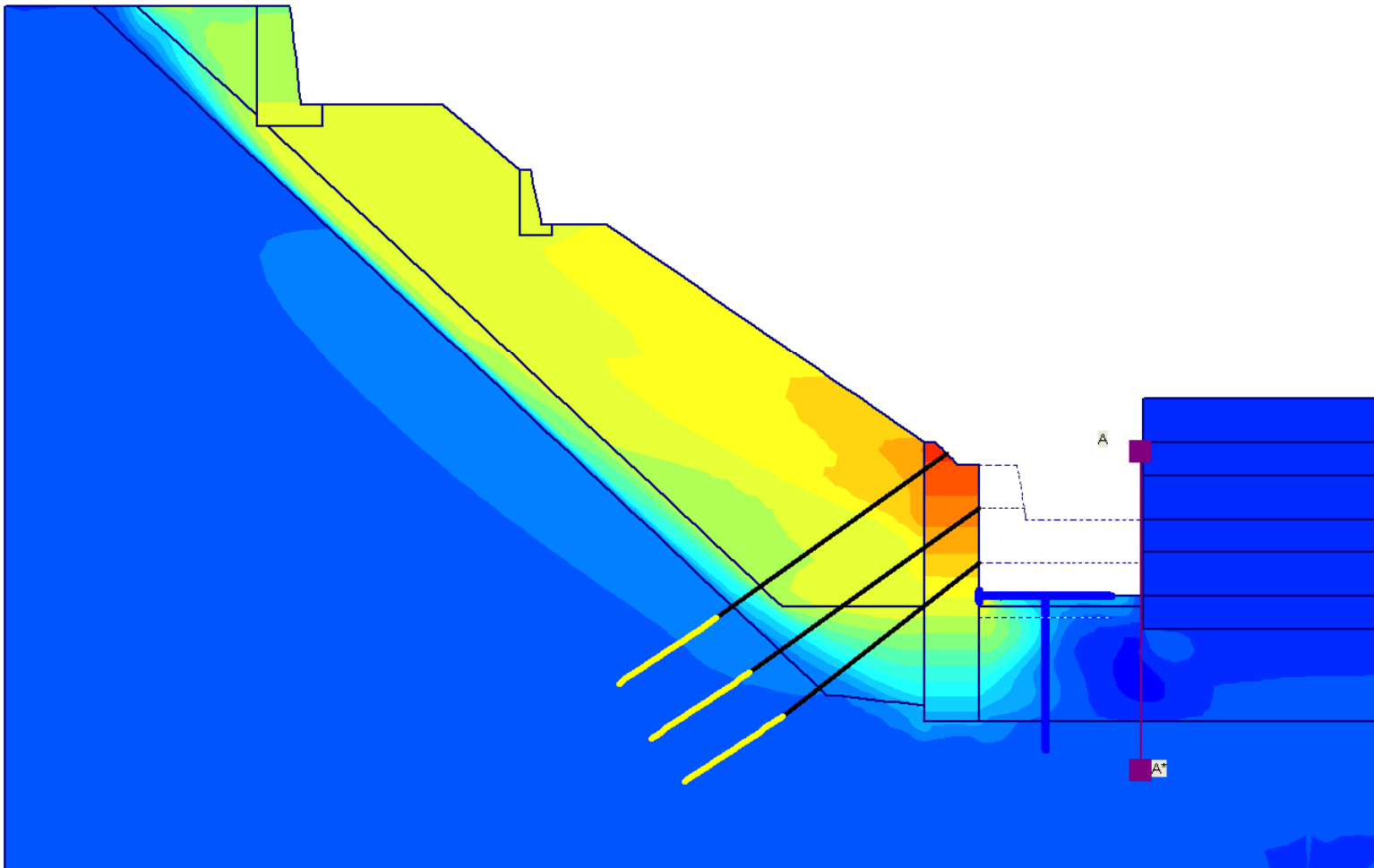


Déplacements



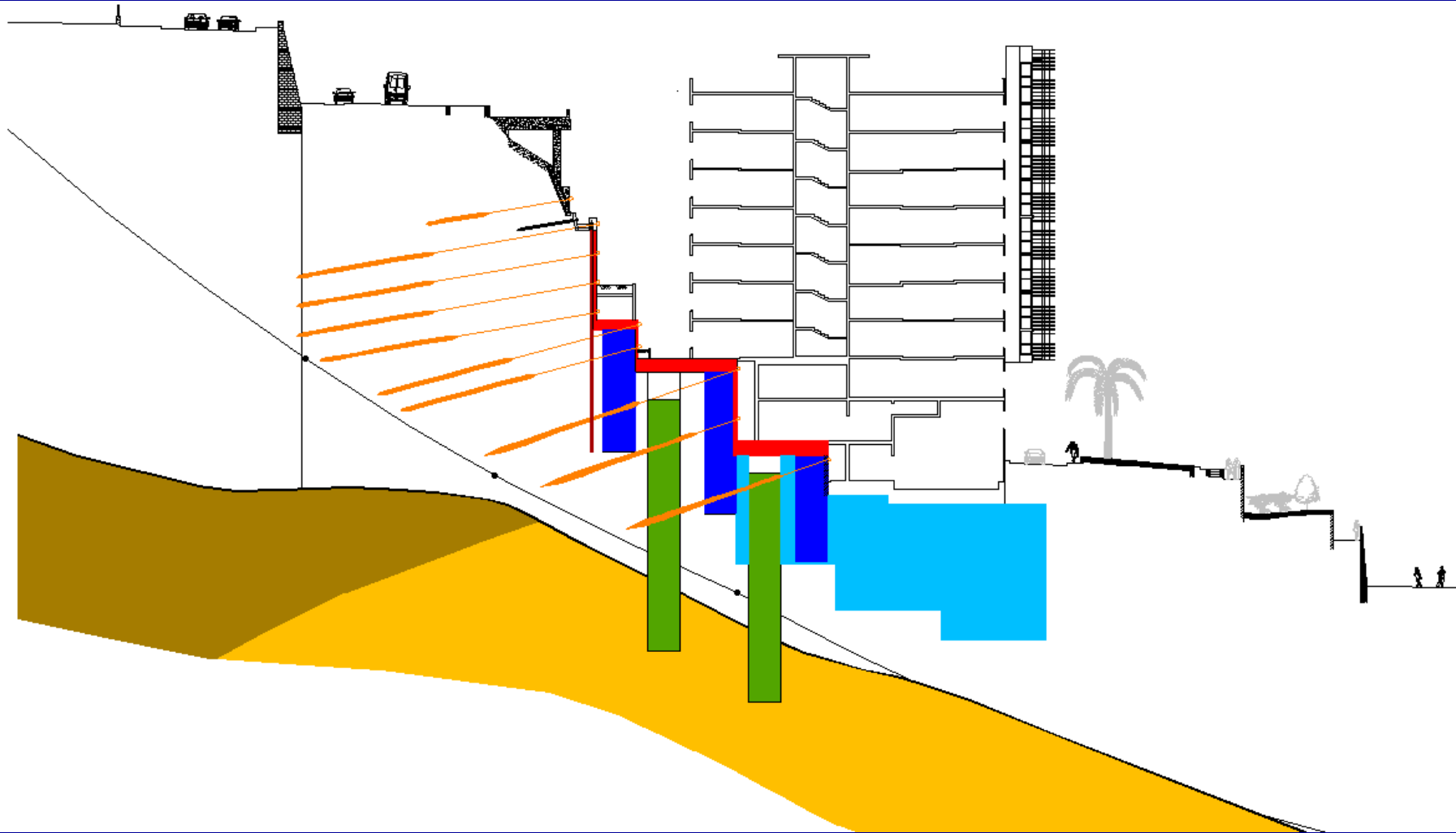
Déplacements

- Monaco ULMS



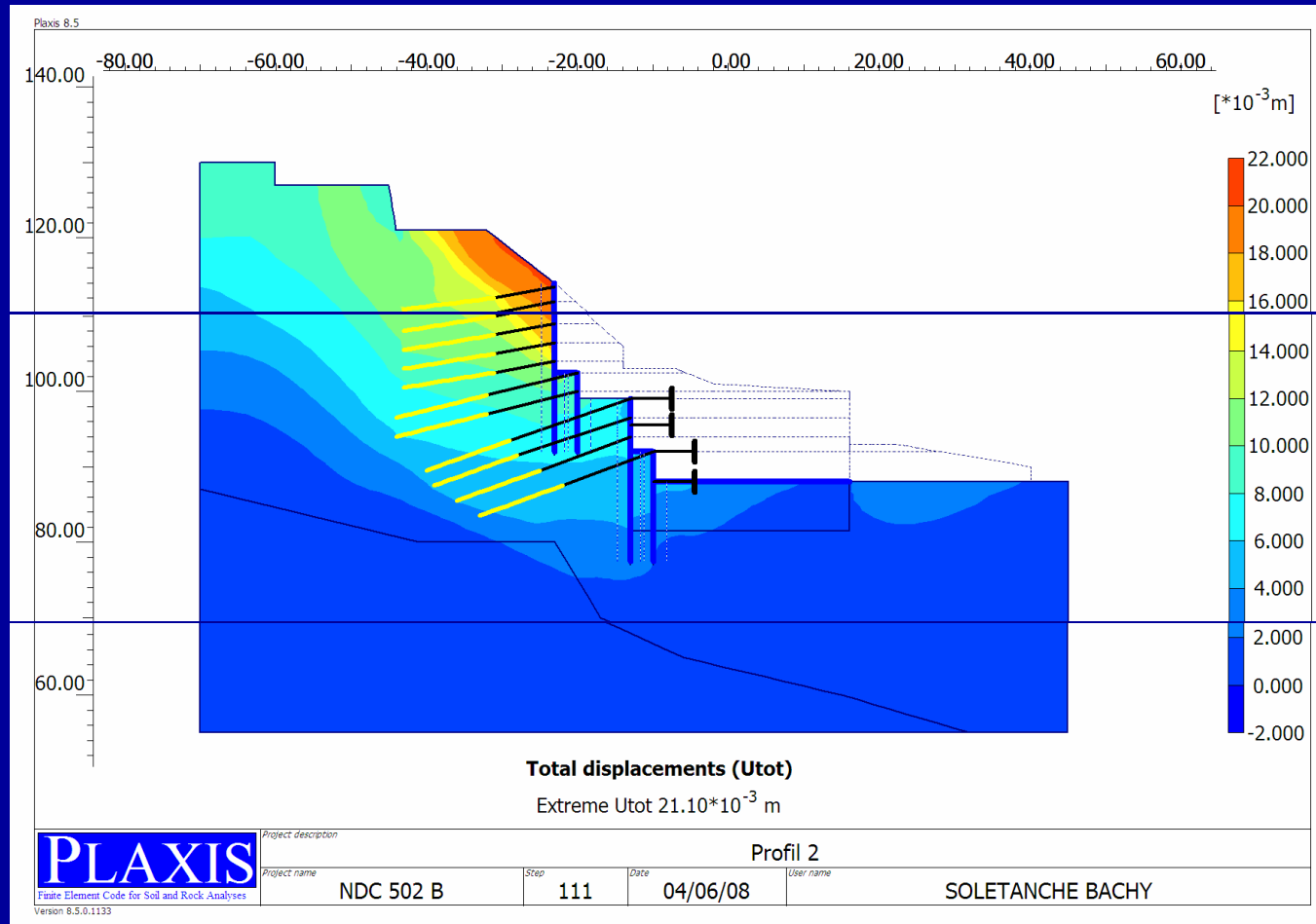
Déplacements

- Monaco ULMS



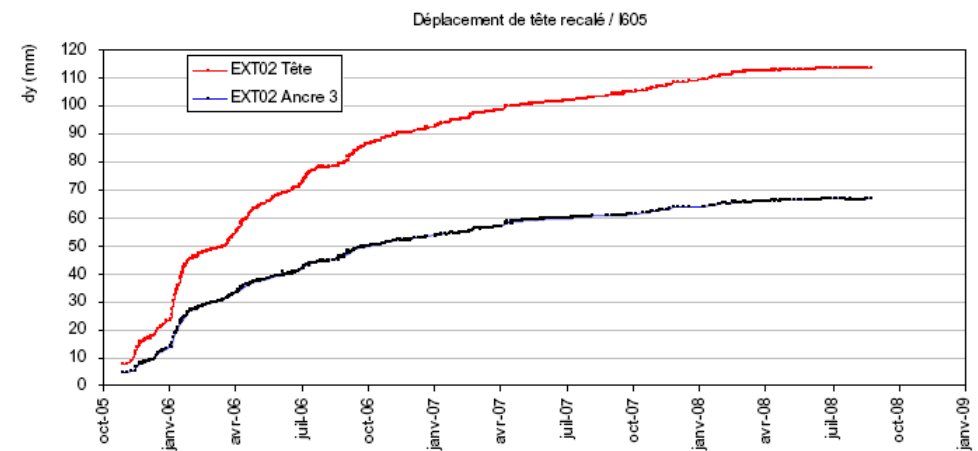
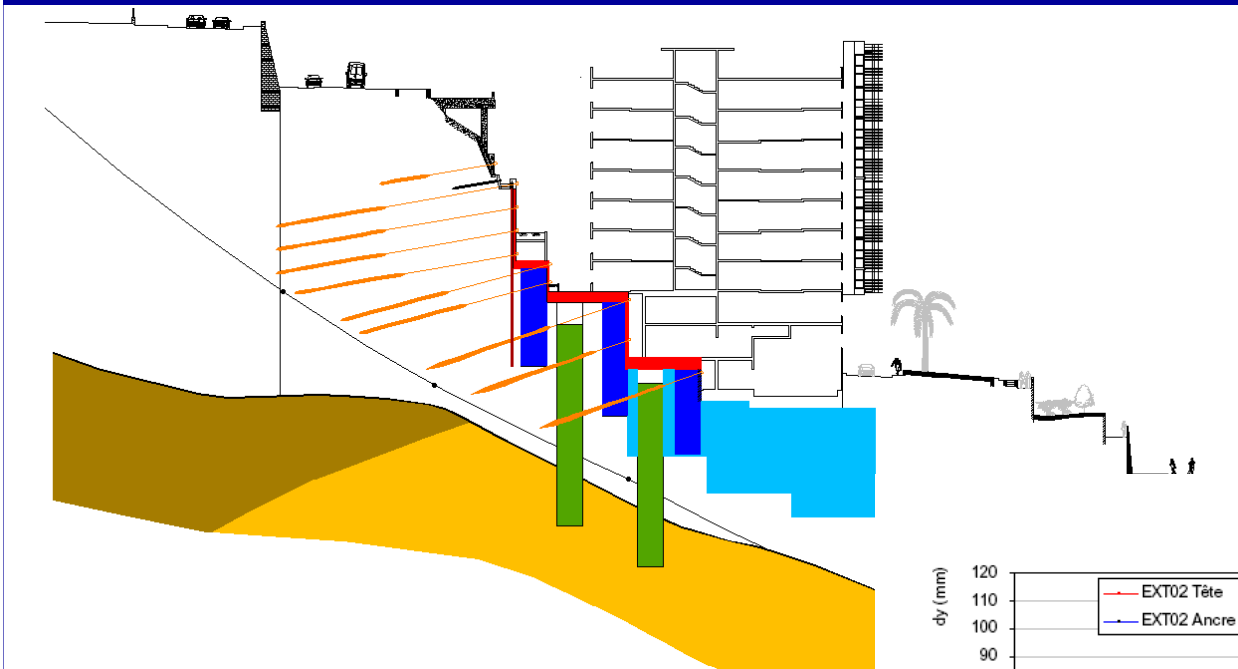
Déplacements

- Monaco ULMS



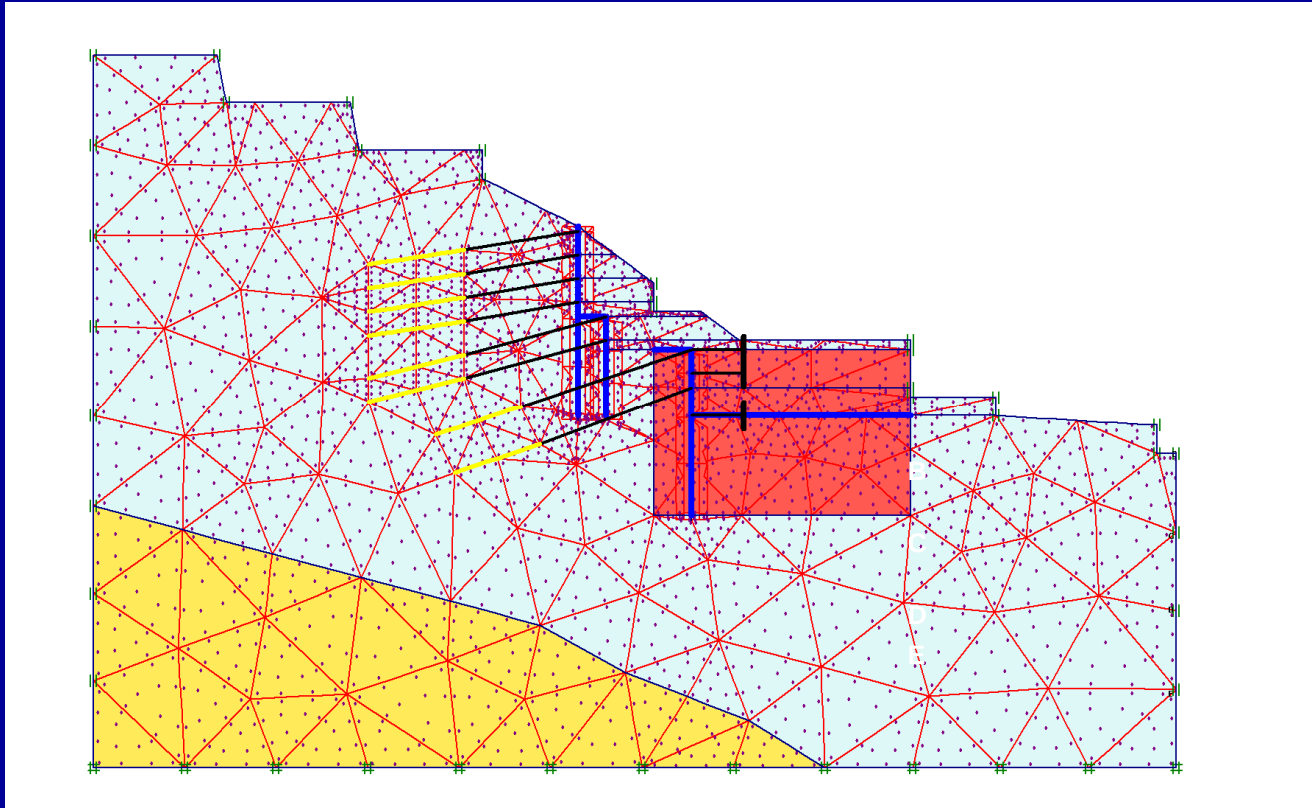
Déplacements

- Monaco ULMS



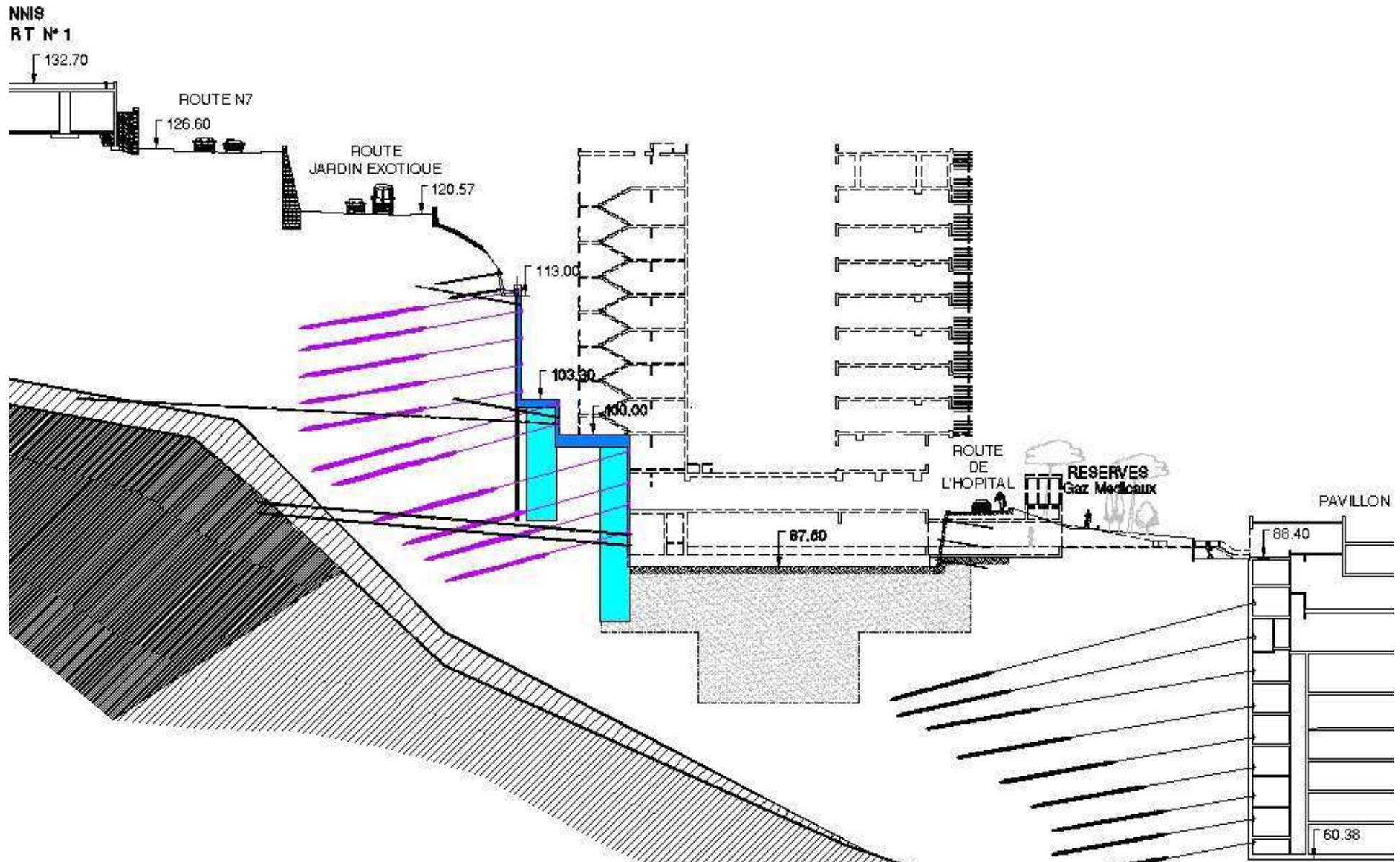
Déplacements

- Monaco ULMS

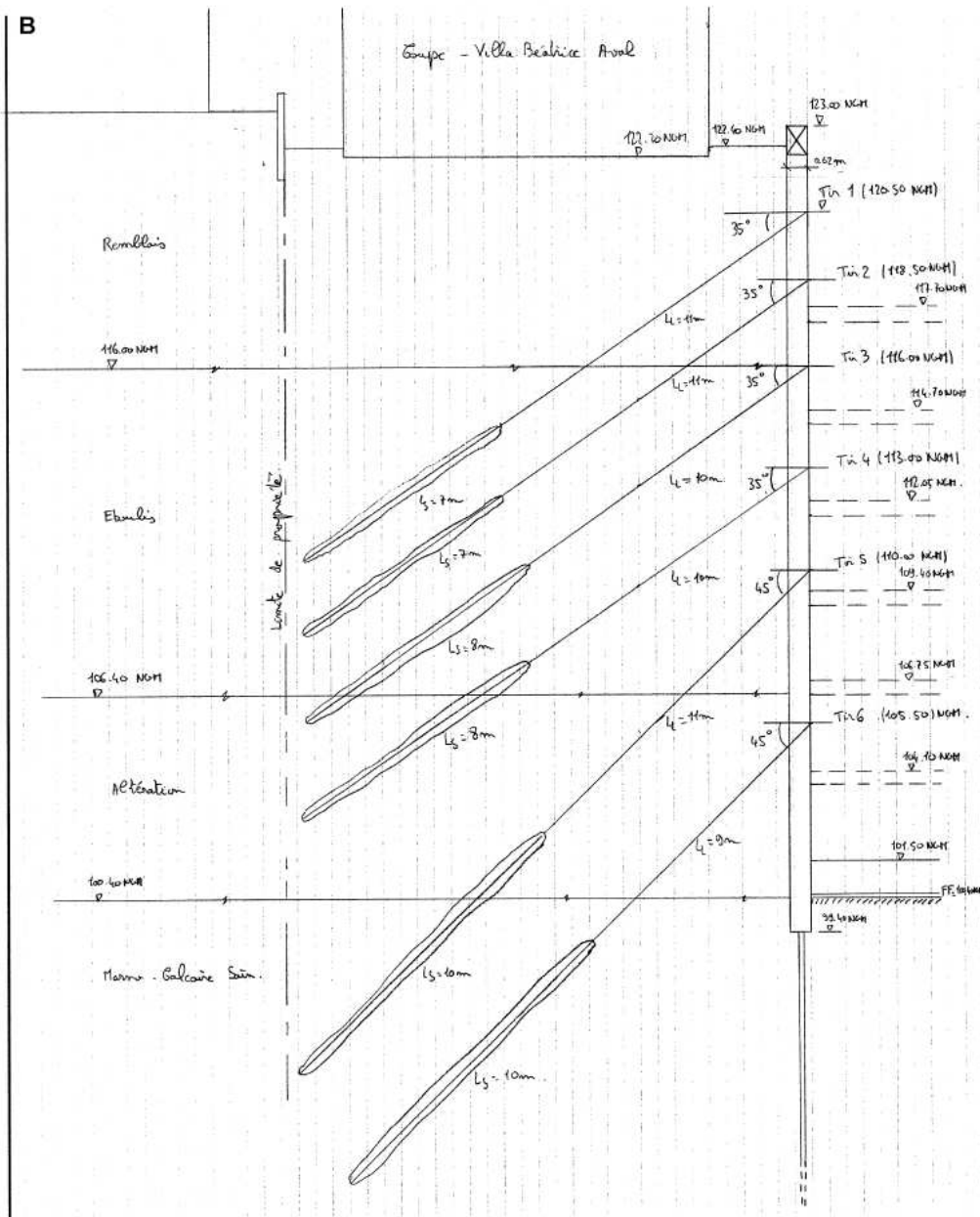


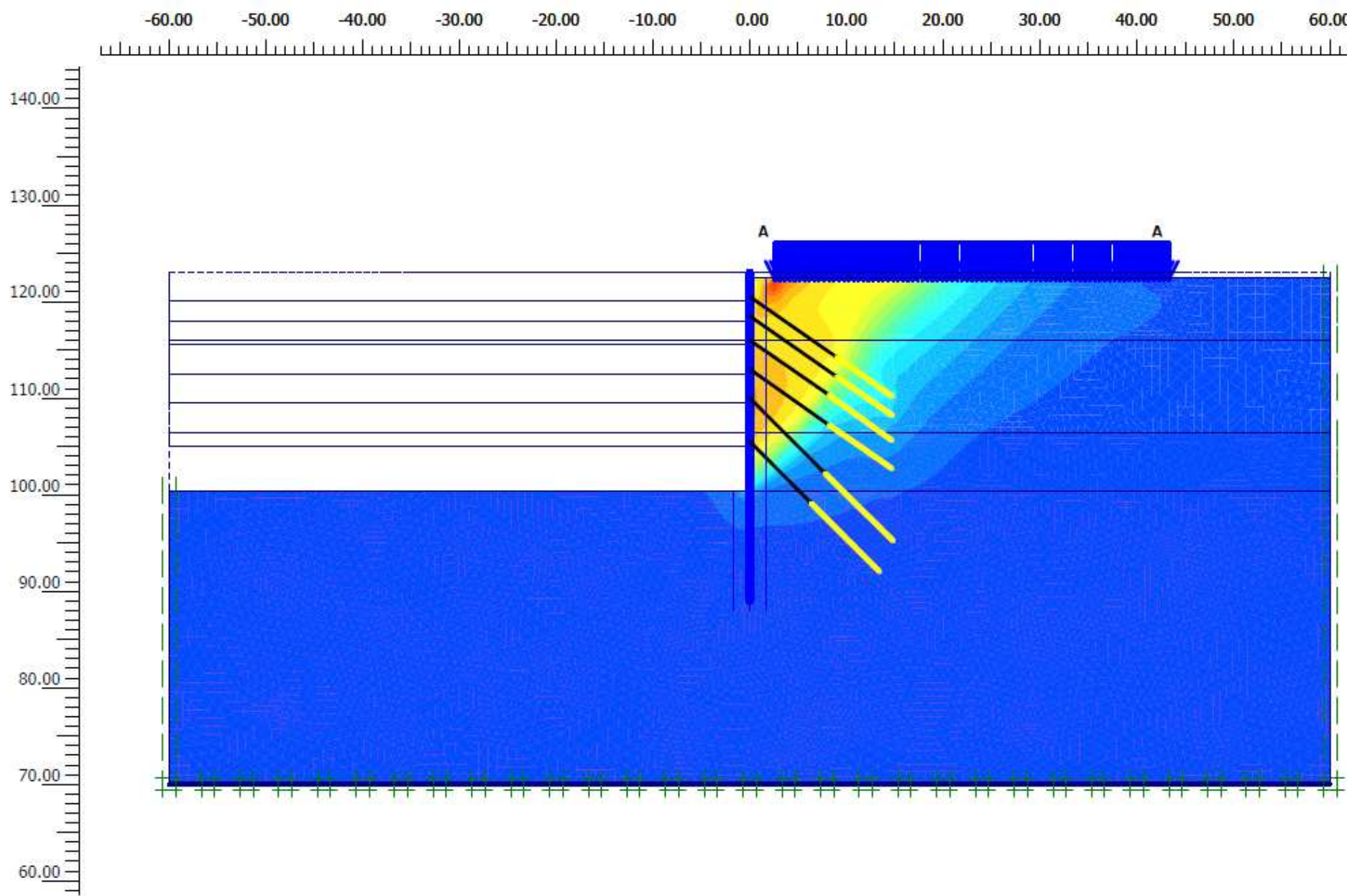
Déplacements

- Monaco ULMS



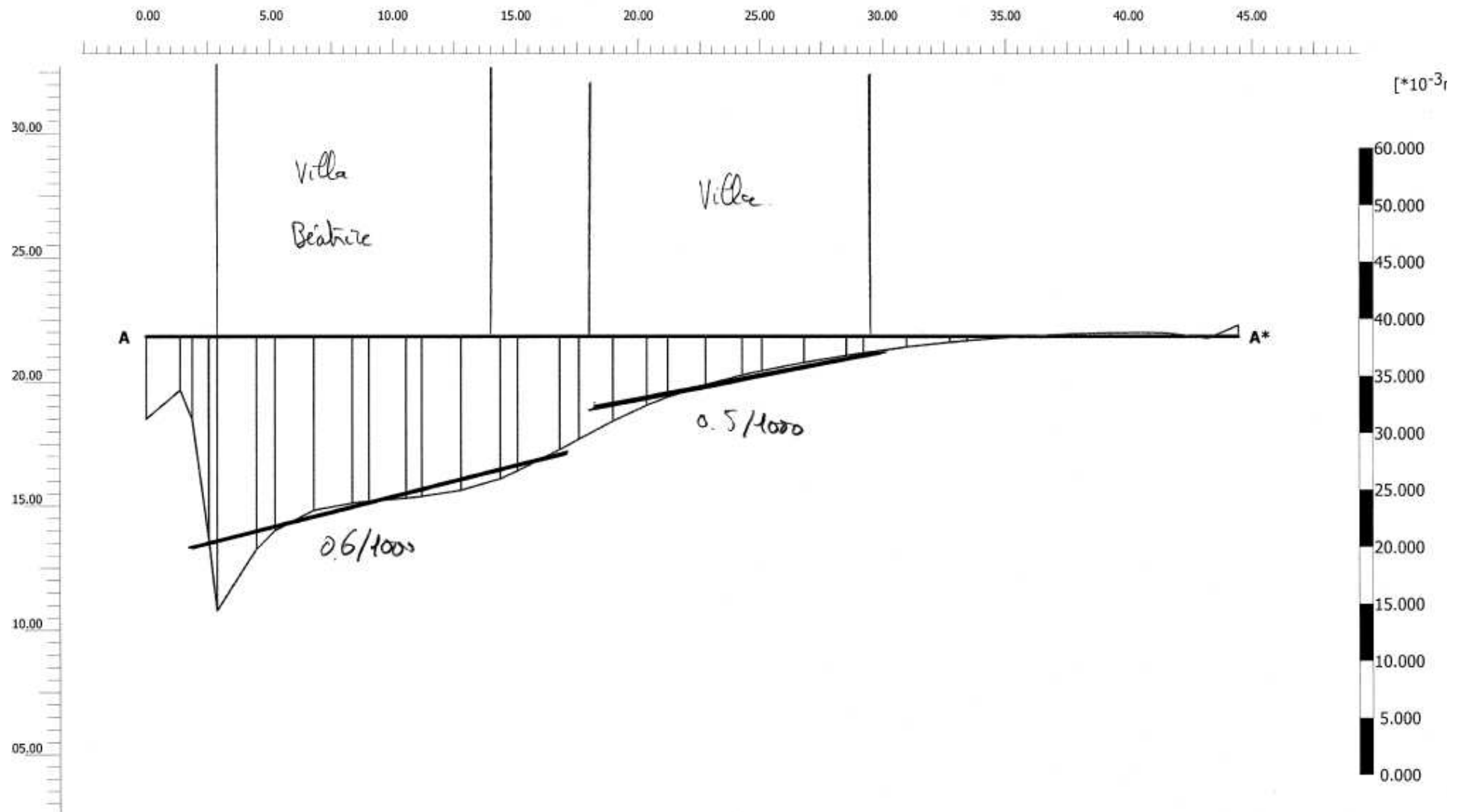
Déplacements





Horizontal displacements (U_x)

Extreme U_x $-20,35 \times 10^{-3}$ m



Vertical displacements U_y
Extreme U_y -23.97*10⁻³ m

LAXIS

lement Code for Soil and Rock Analyses

Project description

Tassements - Détente des tirants

Project name

Coupe Beatrice...

Step

327

Date

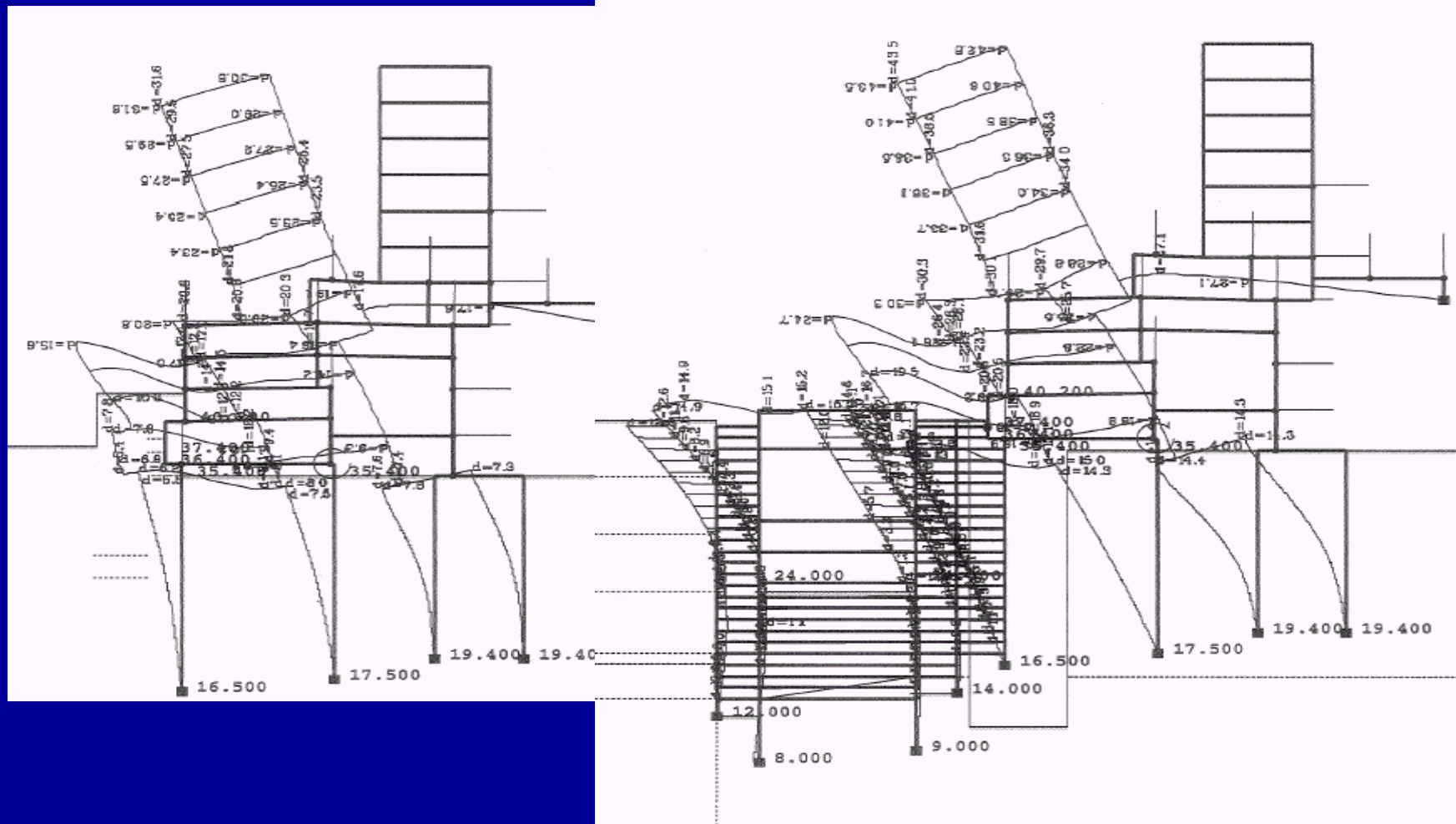
28/05/09

User name

SOLETANCHE BACHY

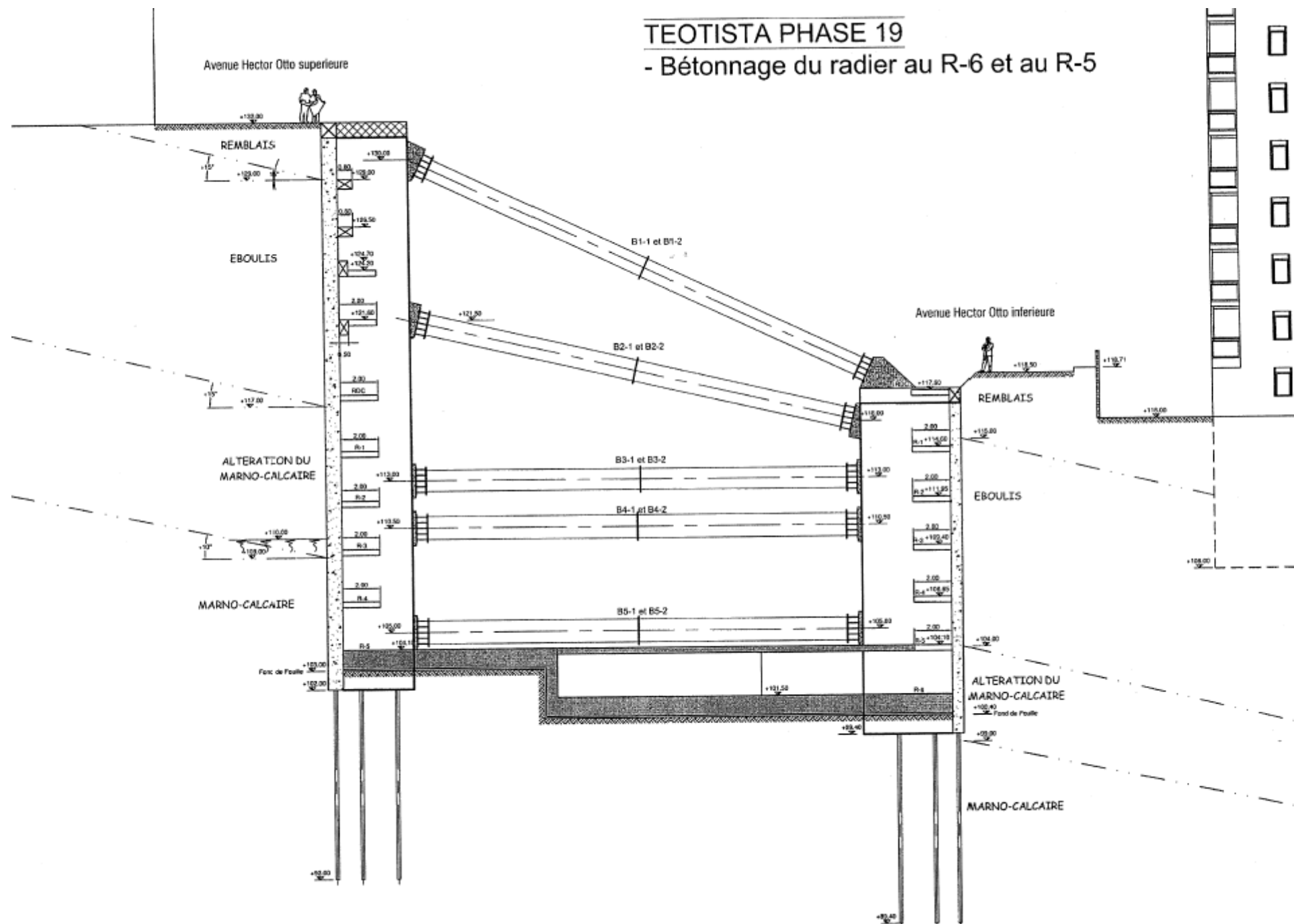
Interactions entre ouvrages (40 %)

- Monaco Roc Fleuri



TEOTISTA PHASE 19

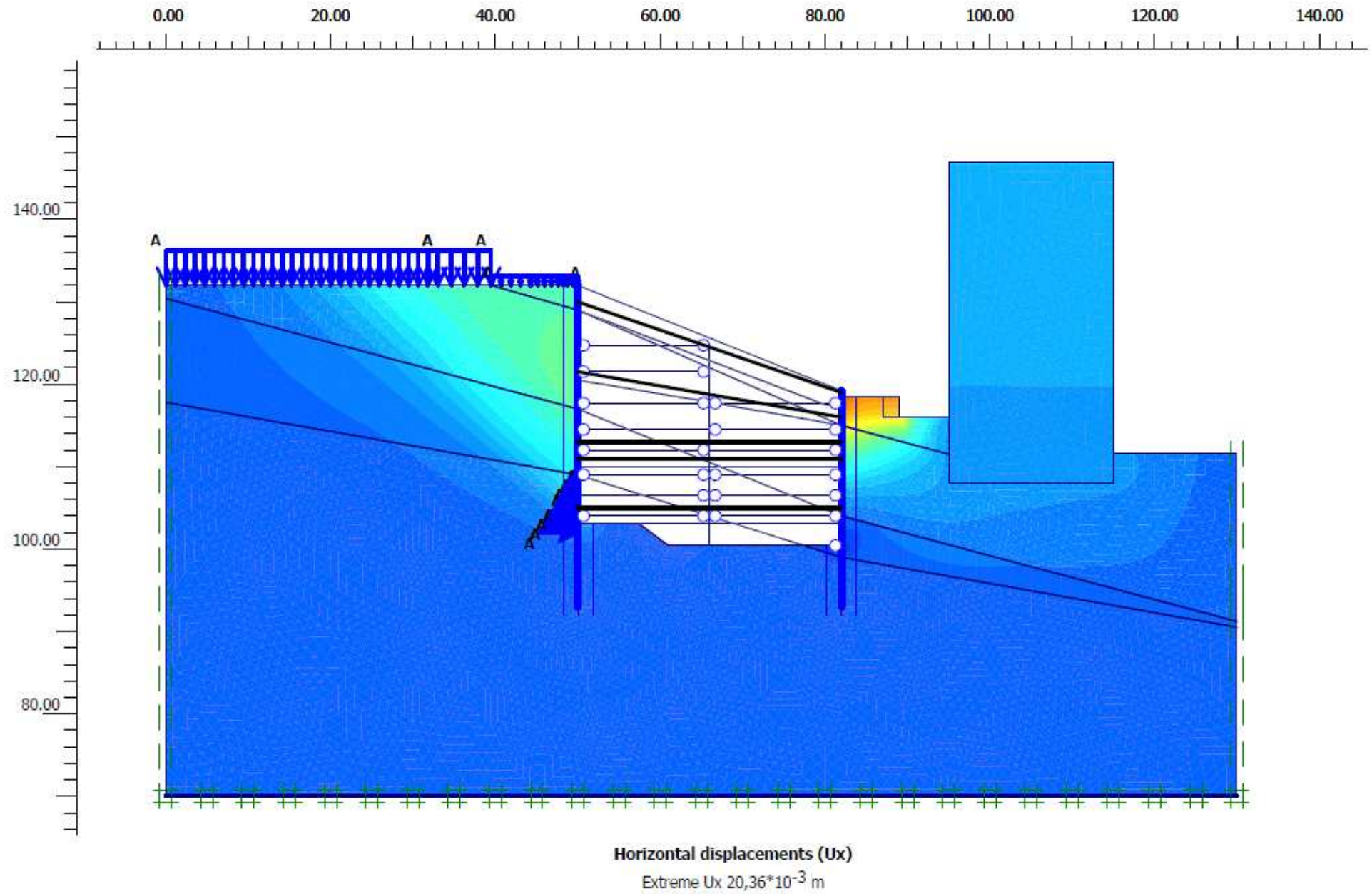
- Bétonnage du radier au R-6 et au R-5



Déplacements



2011



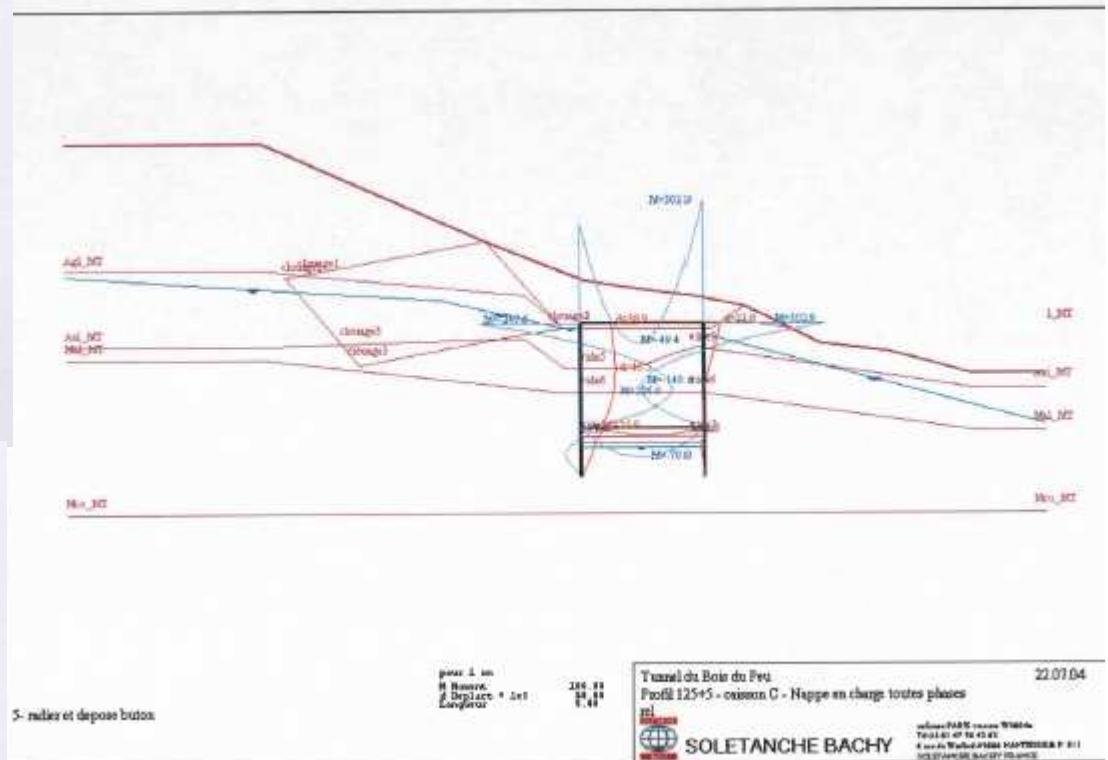
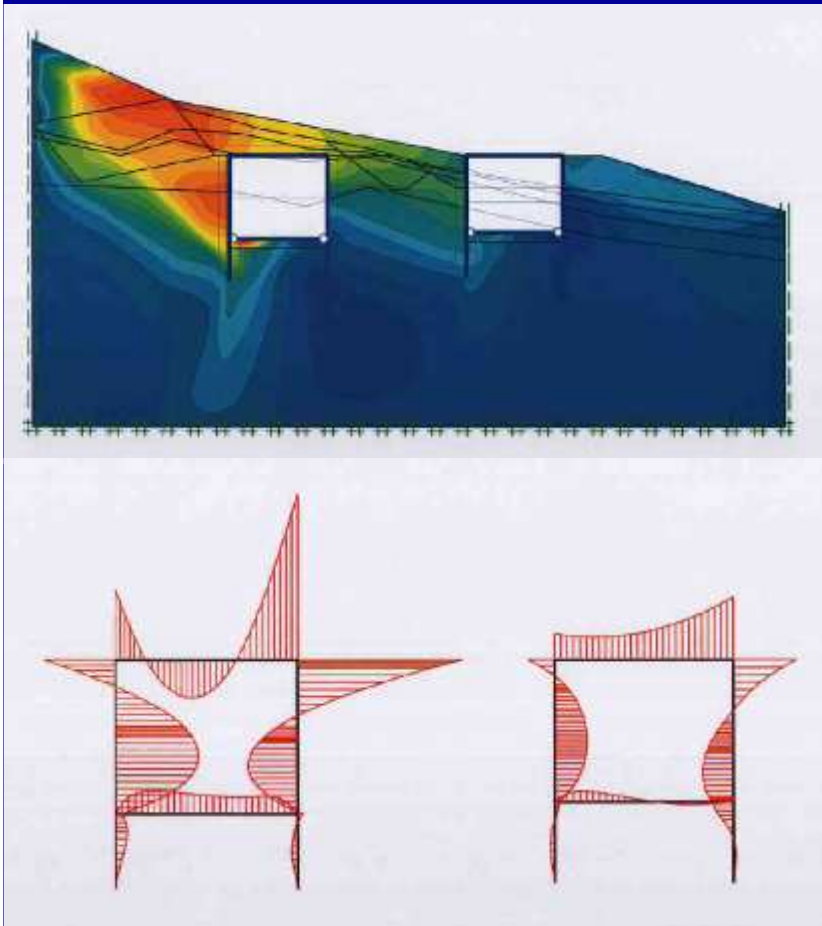
Interactions entre ouvrages

- Besançon têtes de tunnels



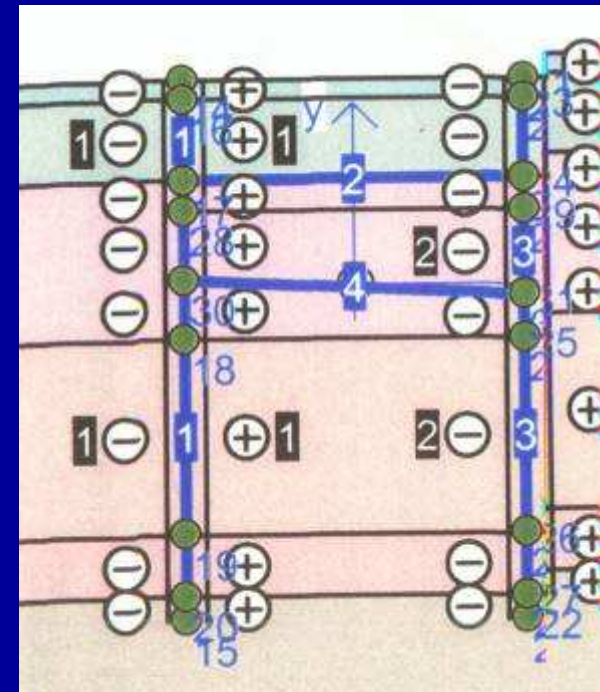
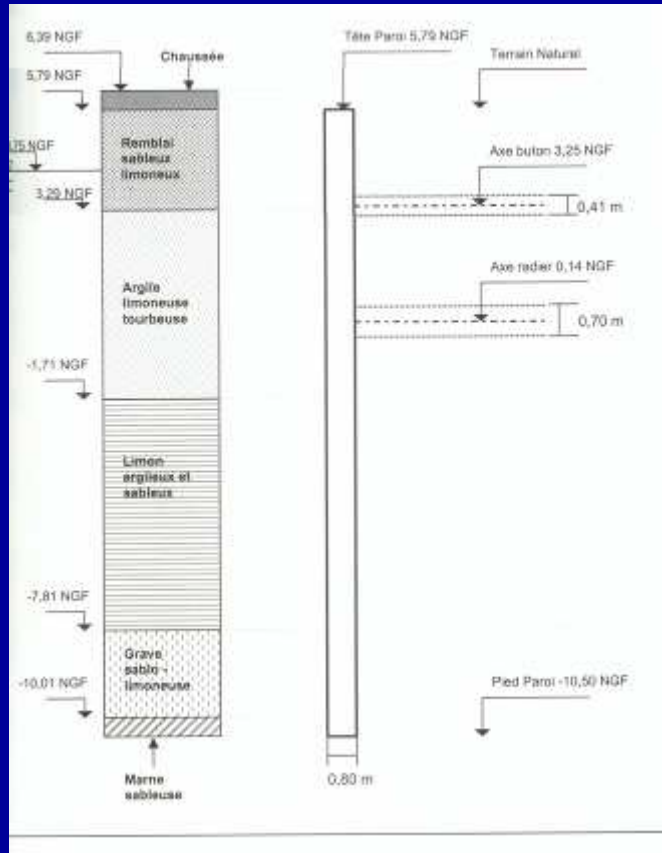
Interactions entre ouvrages

- Besançon têtes de tunnels



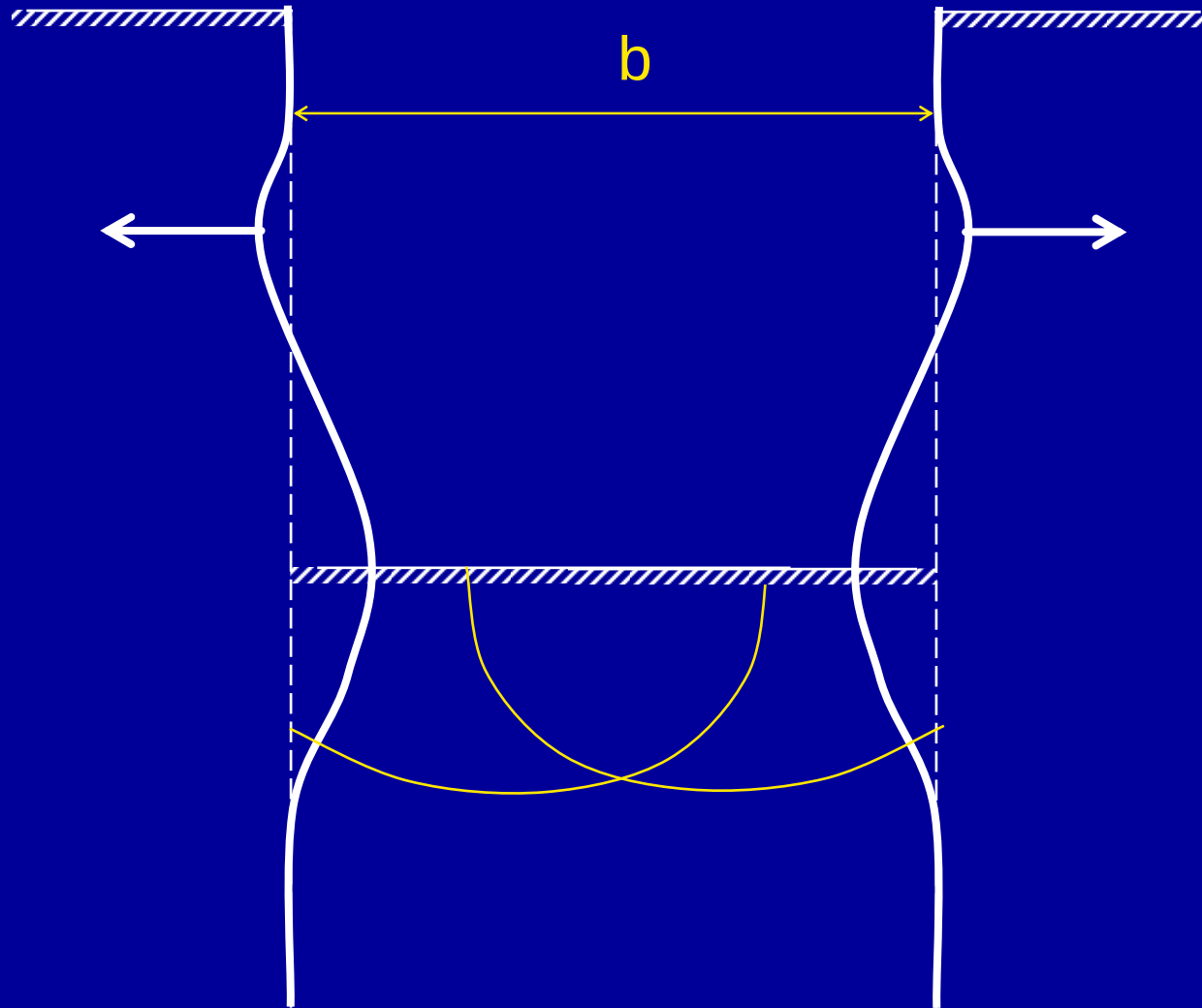
Interactions entre ouvrages

- Rouen Trémie Pasteur



Interactions entre ouvrages

- Rouen Trémie Pasteur

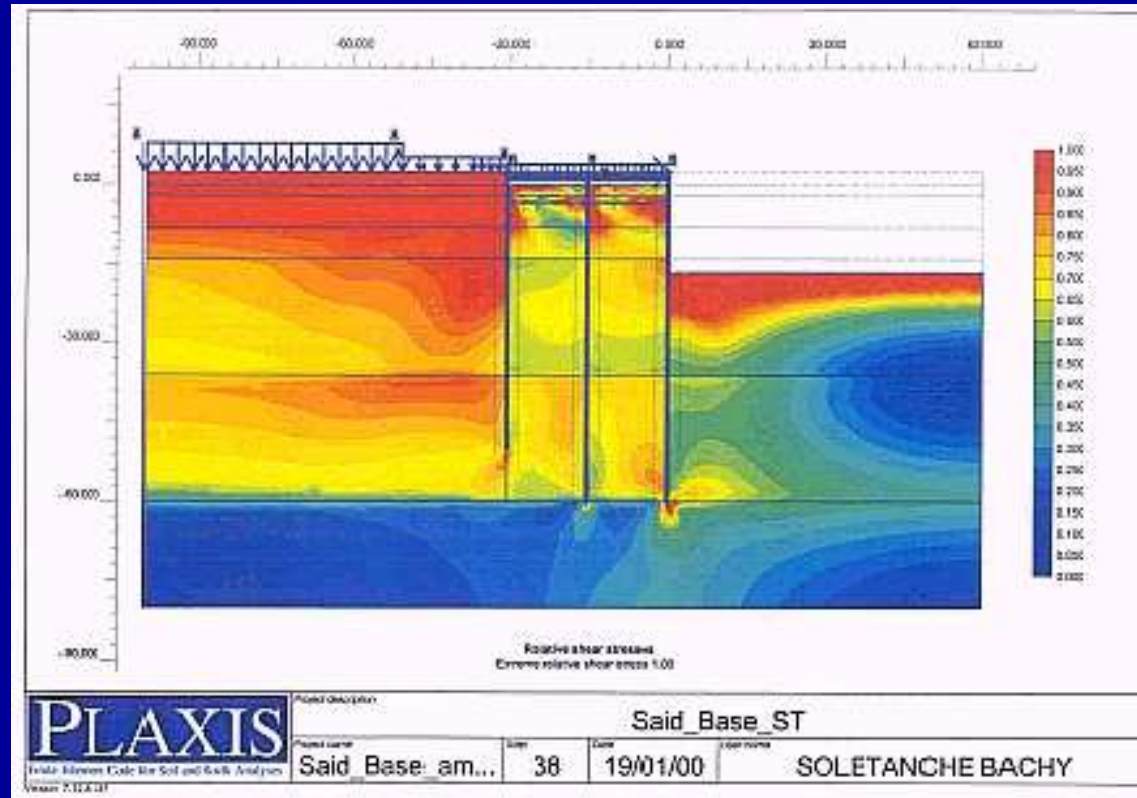


Loi de Hooke :

$$k = 2 \cdot E_s / b$$

Interactions entre ouvrages

- Quai de Port-Saïd



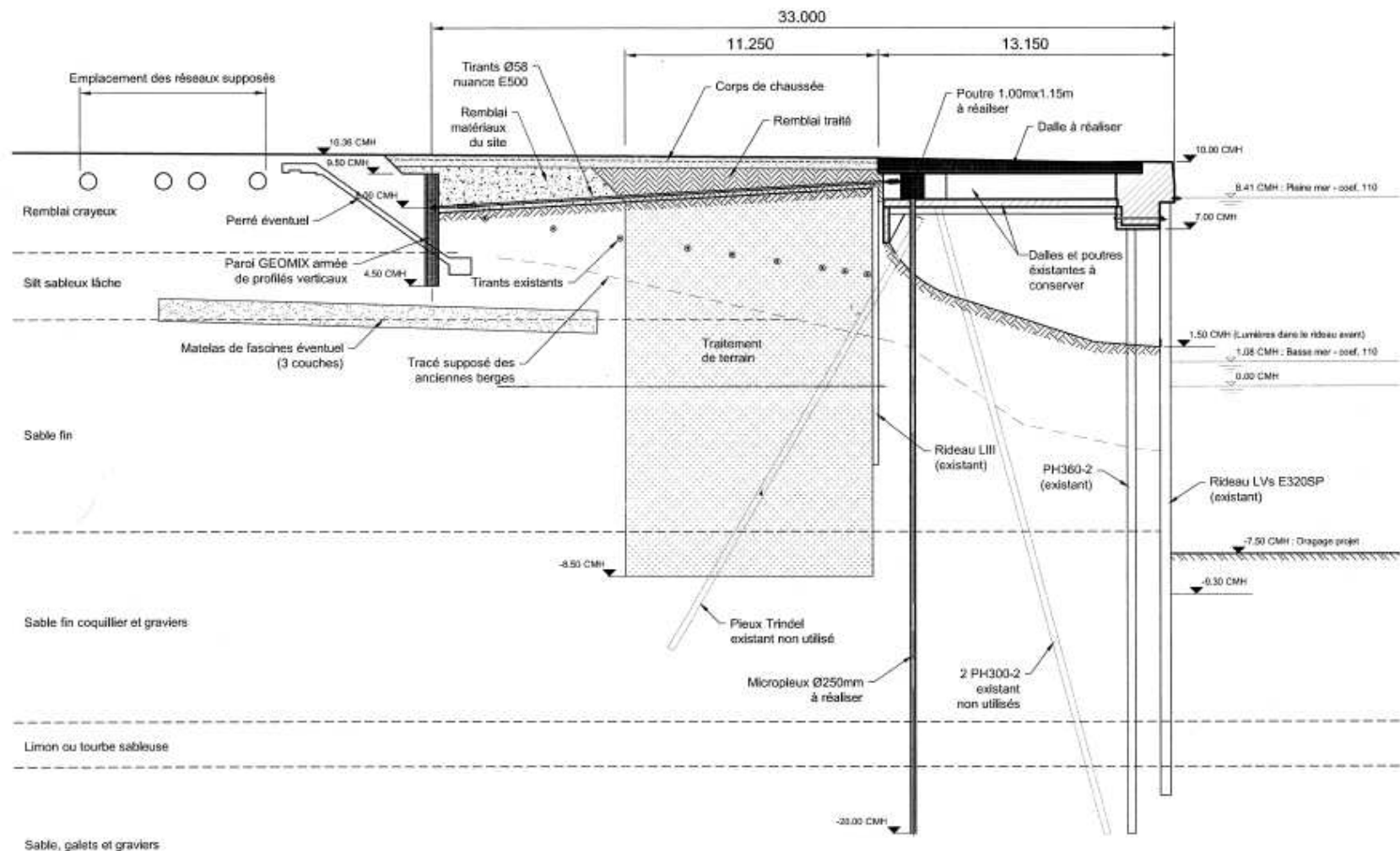
Interactions entre ouvrages

- Quai d'Honfleur



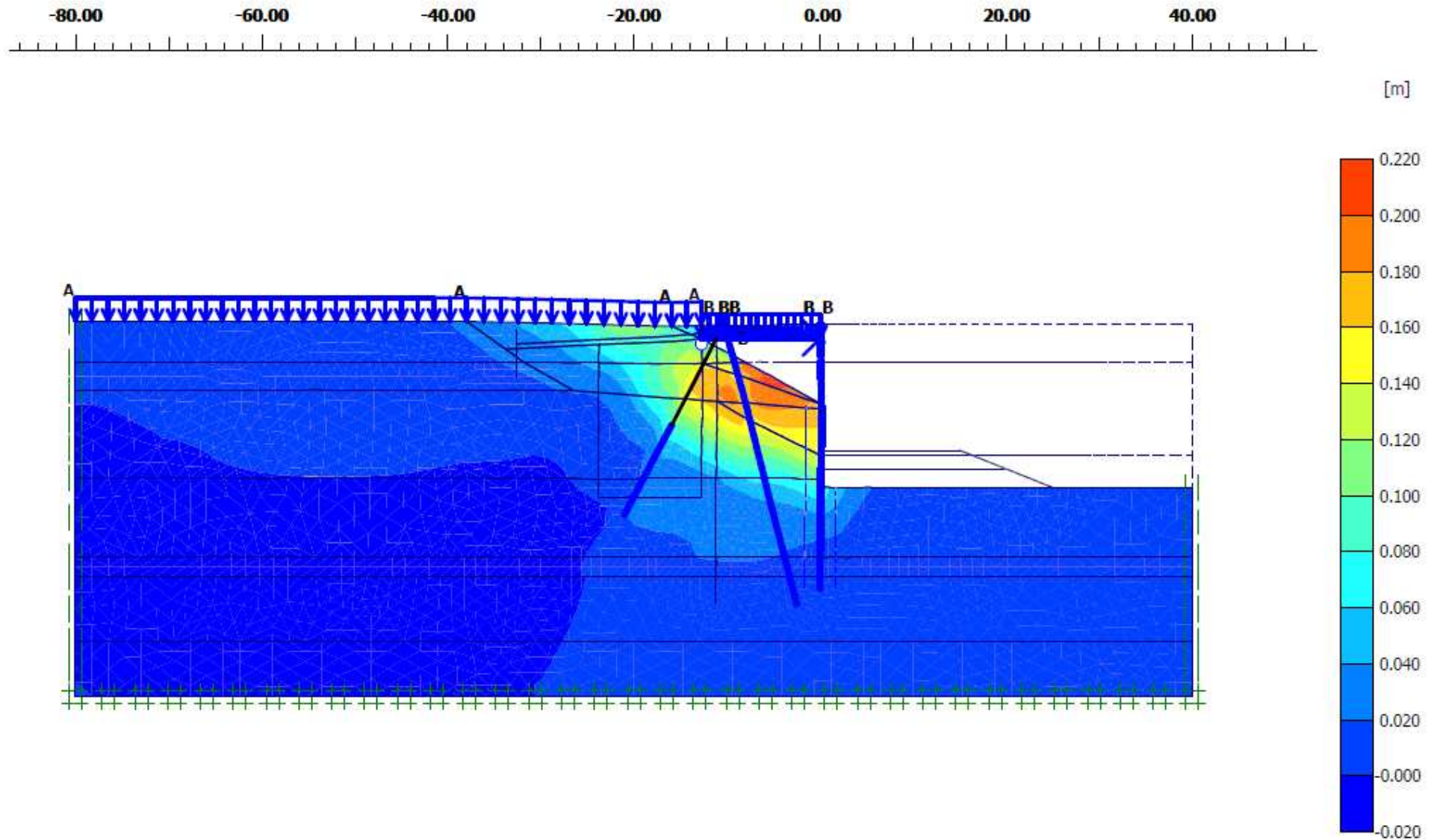
Interactions entre ouvrages

- Quai d'Honfleur



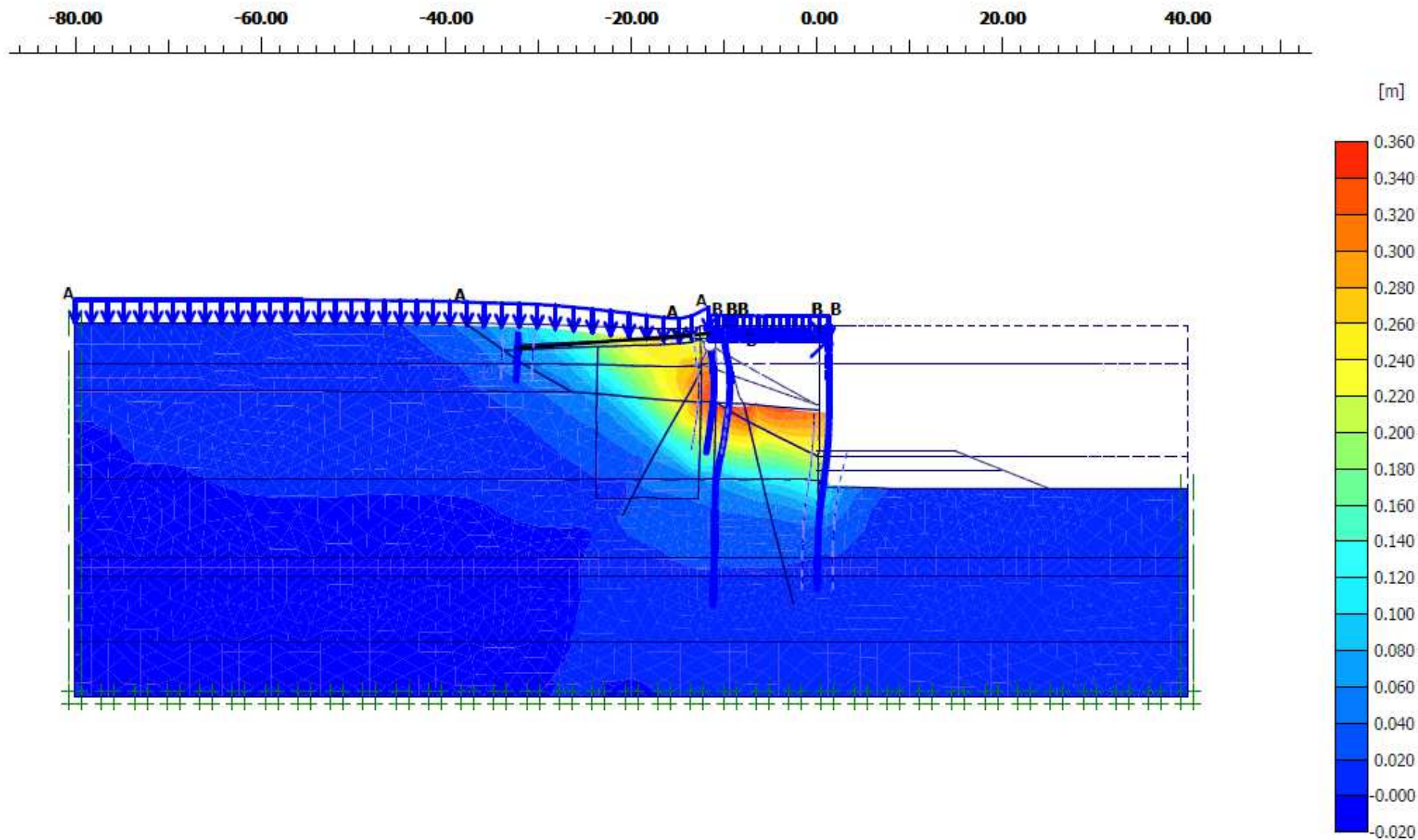
Interactions entre ouvrages

- Quai d'Honfleur



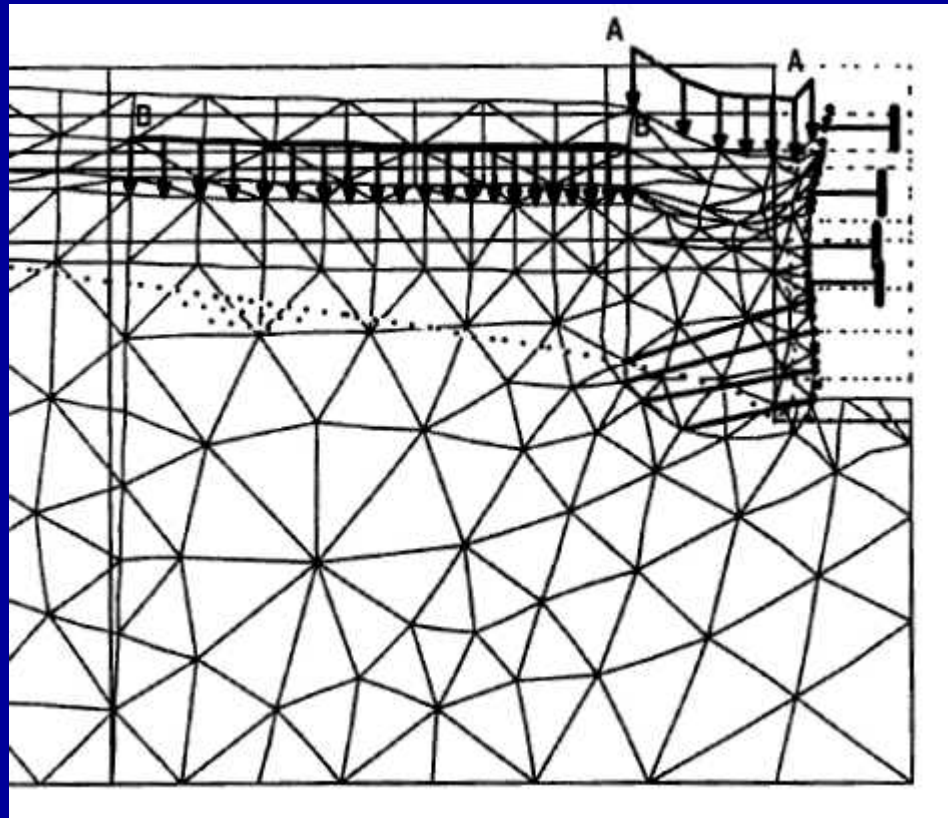
Interactions entre ouvrages

- Quai d'Honfleur



« Effet voûte »

- Métro de Rennes



« Effet 3D »

- Monaco Oiseau Bleu



« Effet 3D »

- Monaco Oiseau Bleu

FLAC3D 3.10

©2006 Itasca Consulting Group, Inc.

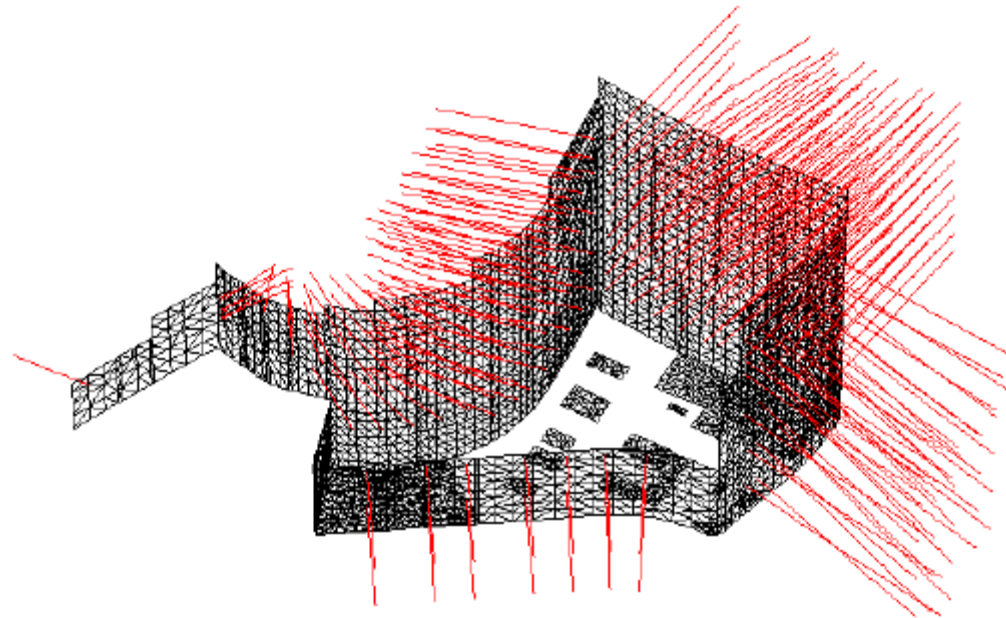
Step 502293 Model Perspective

15:46:28 Thu Feb 28 2008

Center:	Rotation:
X: -1.235e+001	X: 50.000
Y: -8.196e+000	Y: 0.000
Z: 5.455e+001	Z: 330.000
Dist: 1.045e+003	Mag.: 3.81
	Ang.: 22.500

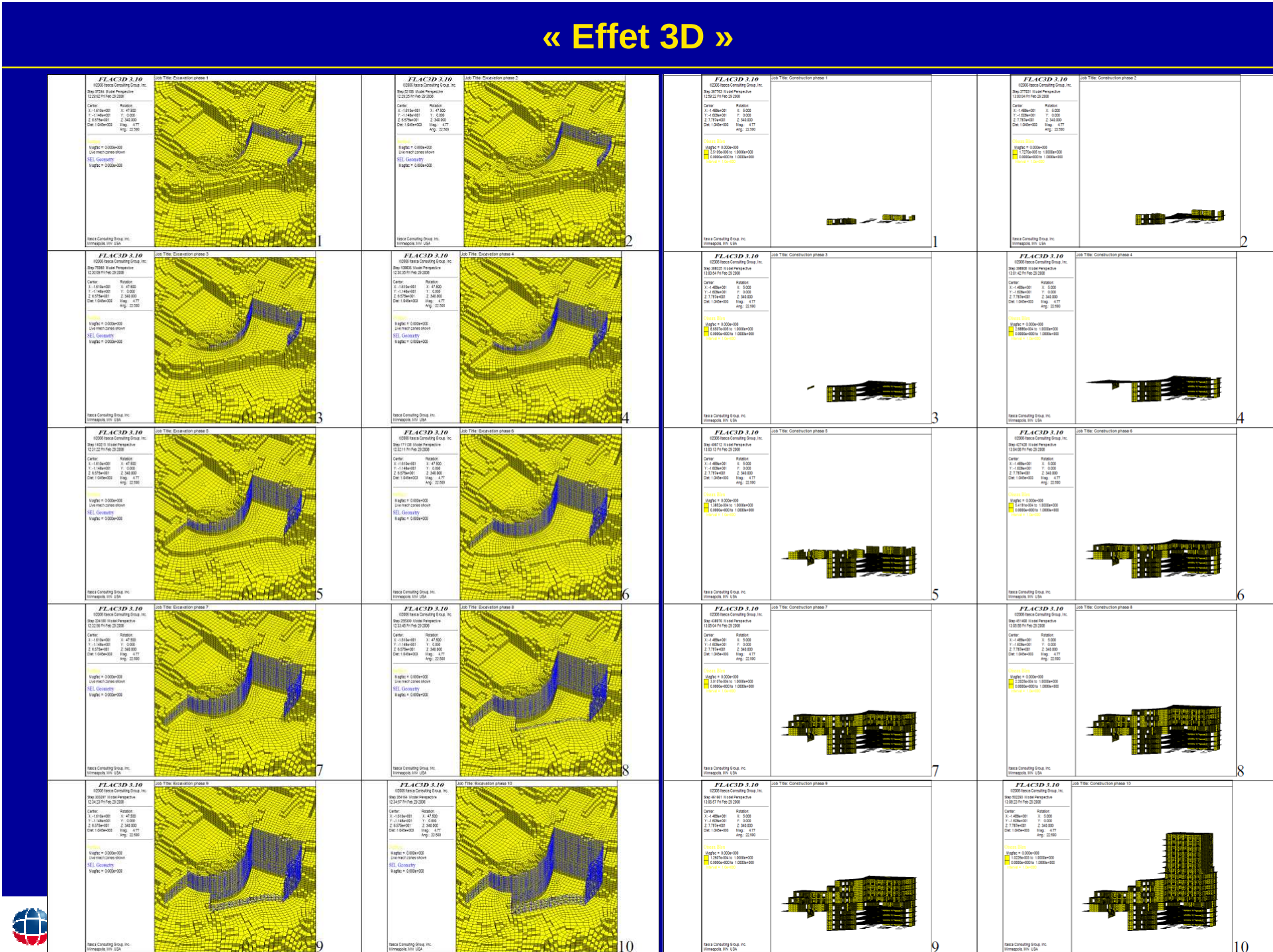
SEL Geometry

Magfac = 0.000e+000



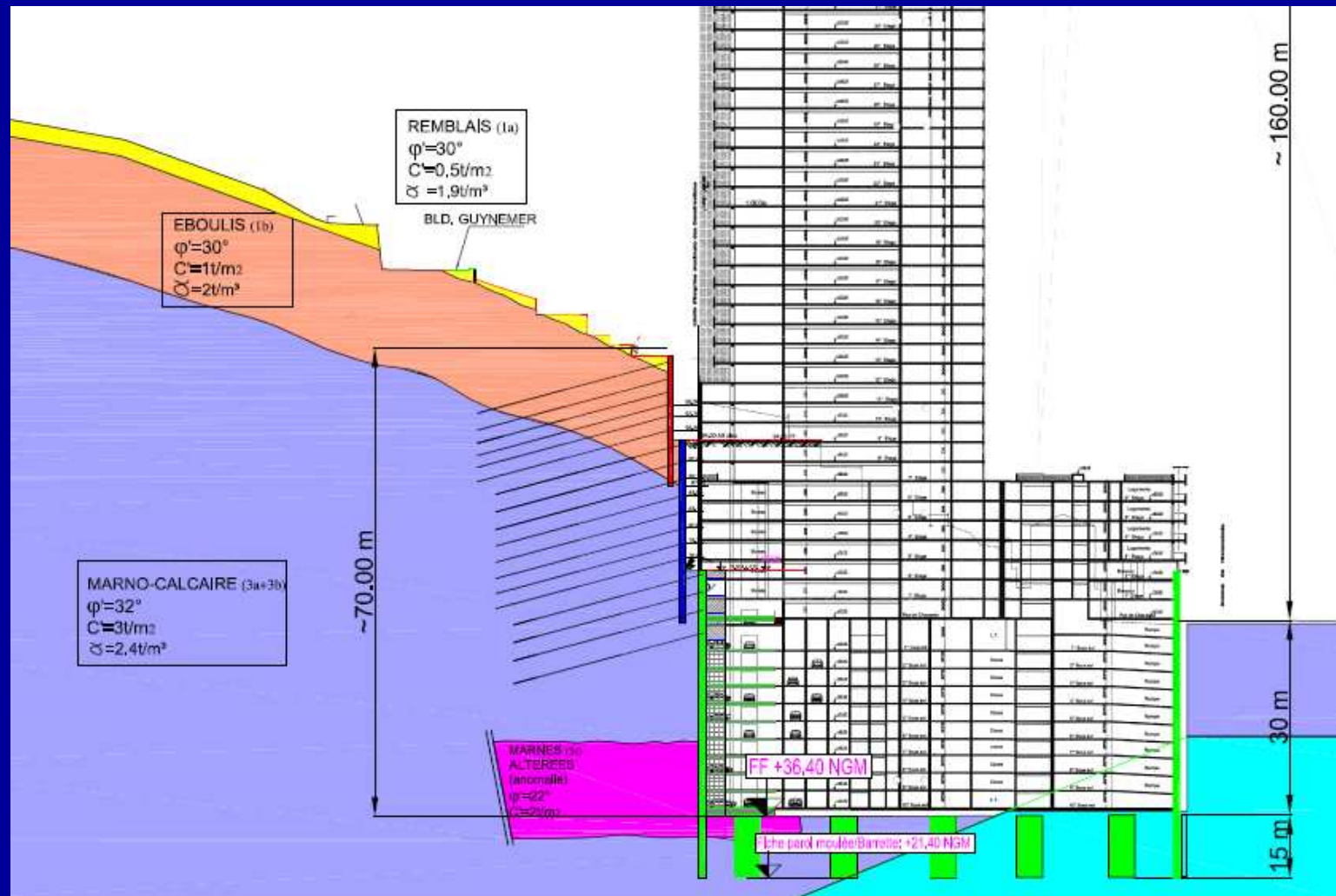
Itasca Consulting Group, Inc.
Minneapolis, MN USA

« Effet 3D »



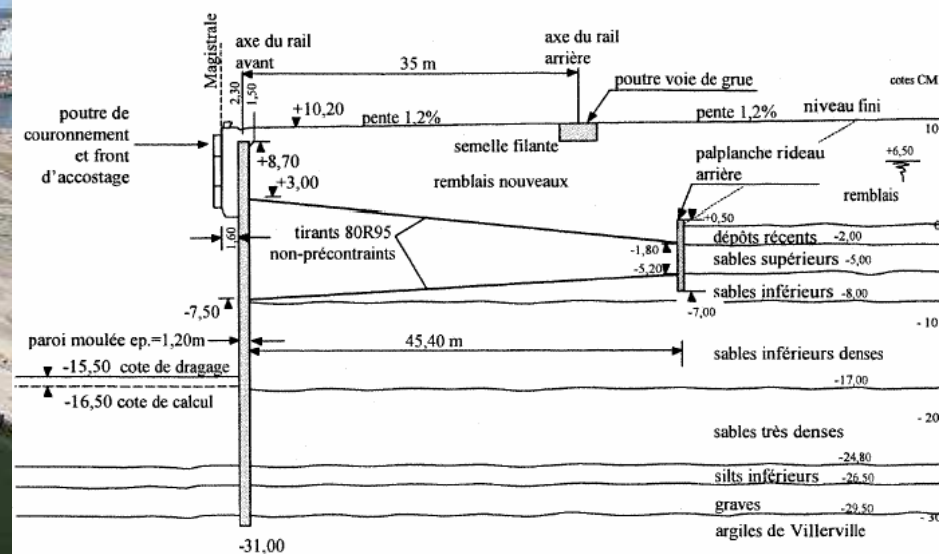
« Effet 3D »

- Monaco Odéon



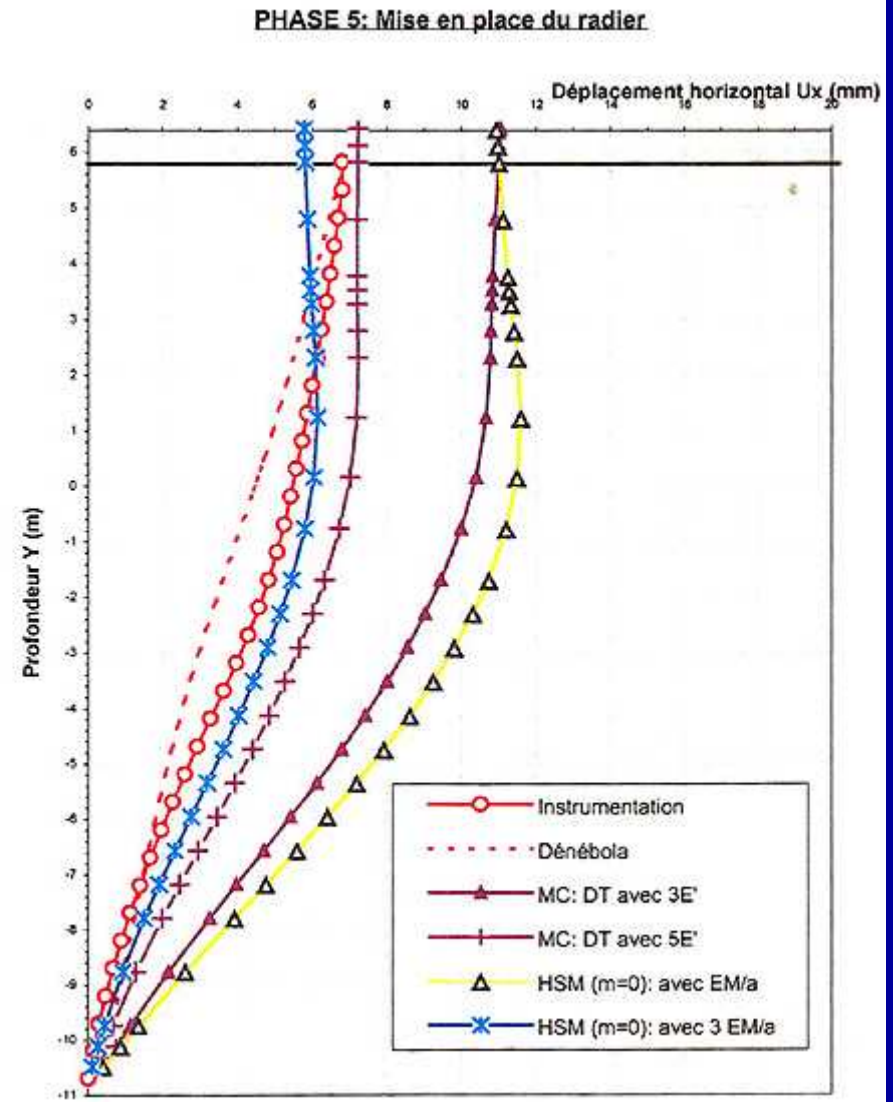
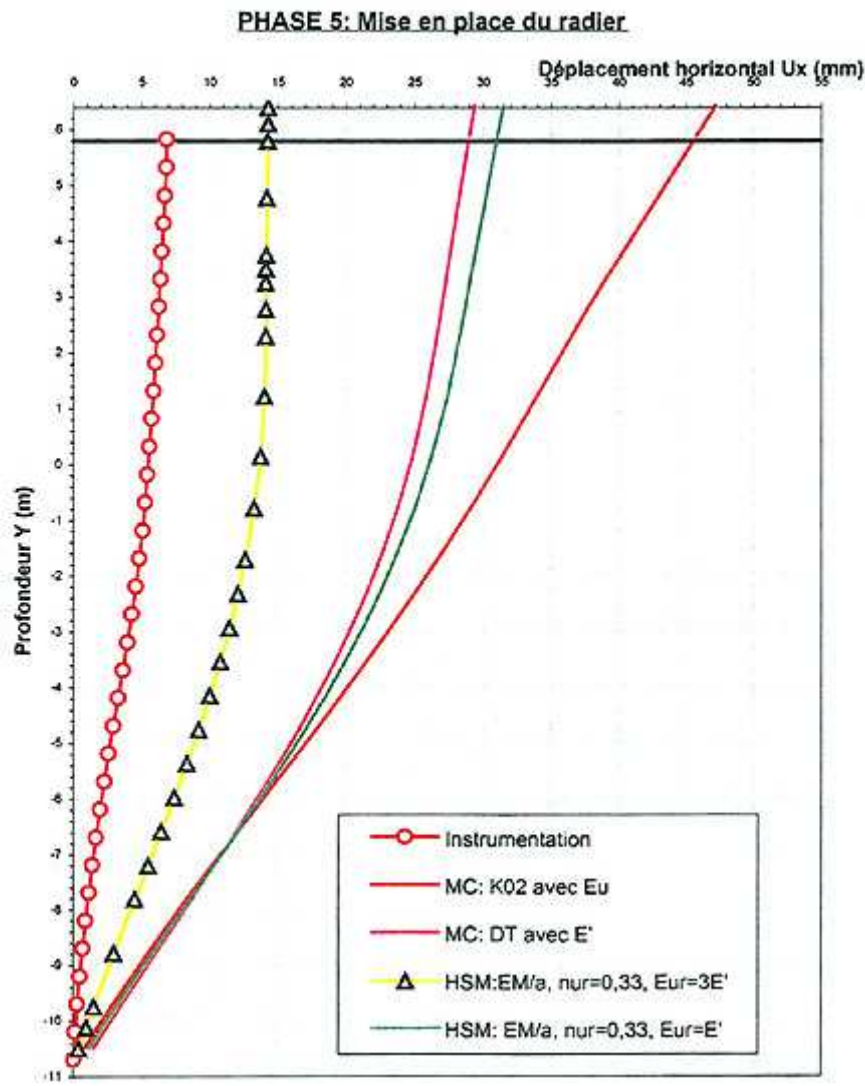
Rétro-analyses (10 %)

- Le Havre Port 2000



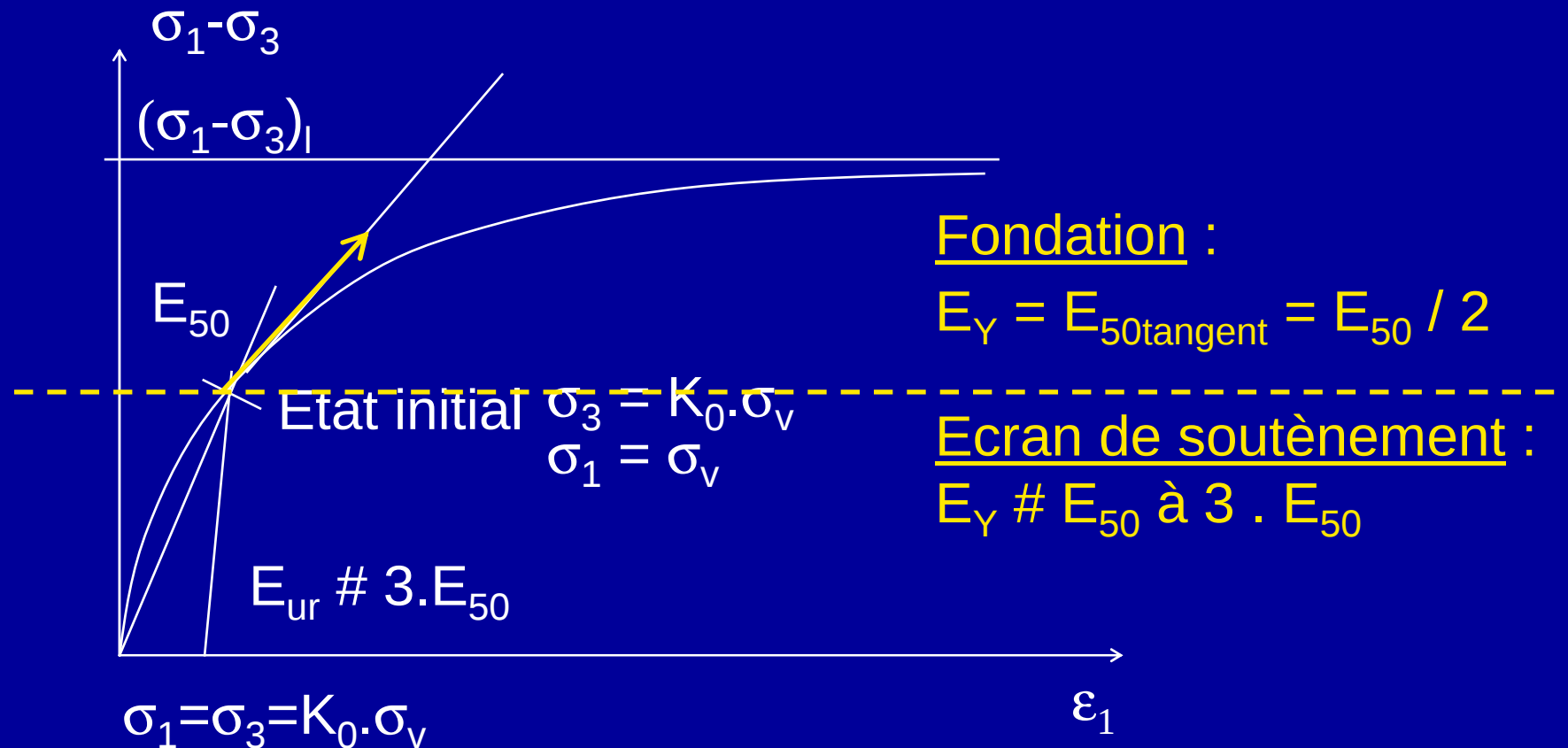
Rétro-analyses

- Rouen Trémie Pasteur

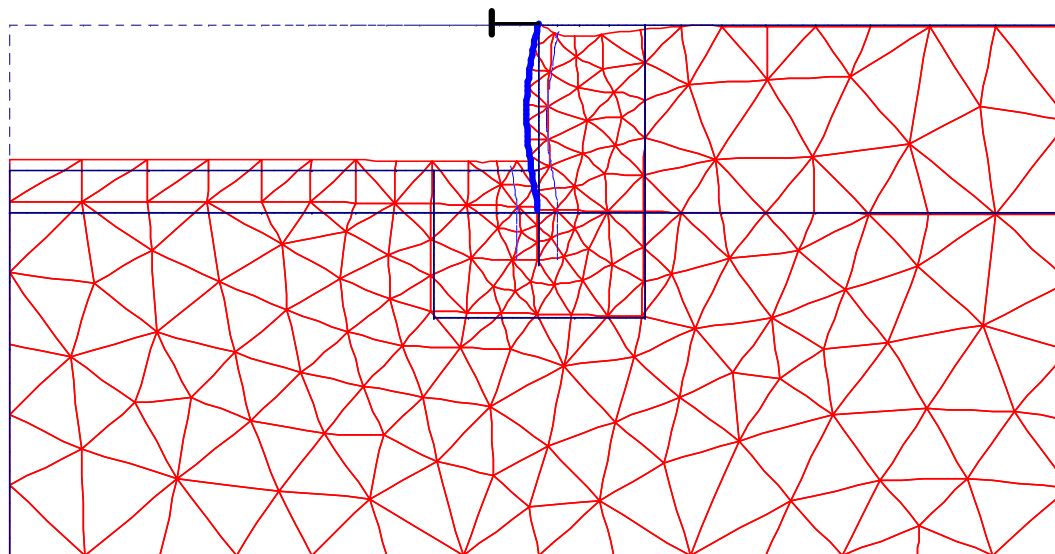


- Rouen Trémie Pasteur

Modules « soutènement » / Modules « fondation »



Eurocode 7, approche de calcul 2



Eurocode 7, approche de calcul 2

