

CFMS

Journée du 6 décembre sur les grands travaux

Franchissement de la vallée du RUEZ LGV Est européenne

A. DELHOMEL

Direction de l'Ingénierie

donner au train des idées d'avance

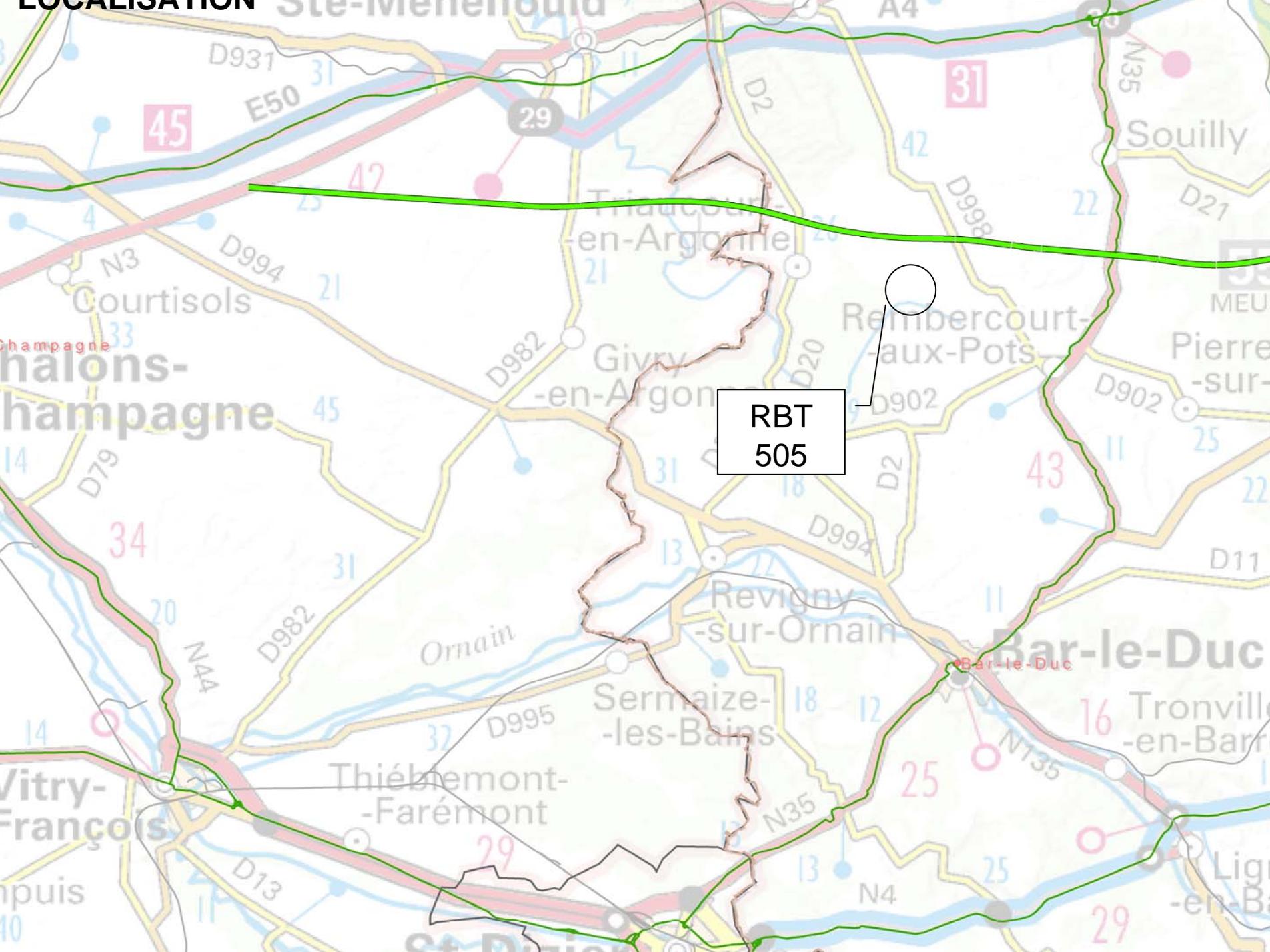


CFMS

Journée du 6 décembre sur les grands travaux

SOMMAIRE

- Présentation du site
- Données géotechniques
- Solution retenue au projet
- Variante proposée
- Les travaux
- Conclusions

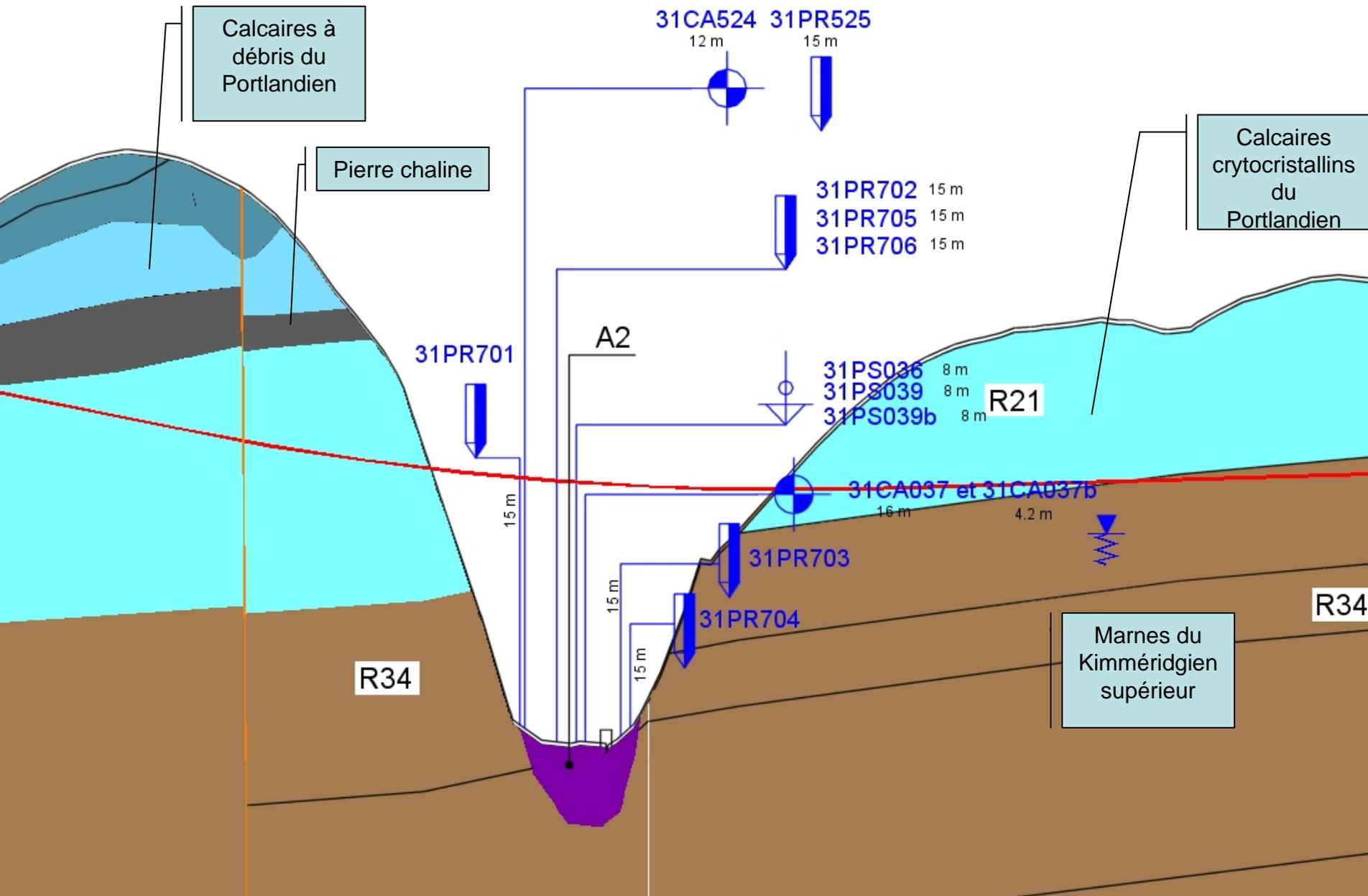


RBT
505

Reconnaissance des sols en phase de conception

- 7 sondages avec essais préssiométriques tous les mètres
- 4 sondages carottés,
- 3 pénétromètres statiques,
- 3 essais triaxiaux dans les alluvions modernes (2Cu+U et UU),
- 7 essais oedométriques dans les alluvions modernes

Franchissement de la vallée du RUEZ



Franchissement de la vallée du RUEZ

Les principaux paramètres mécaniques mesurés en laboratoire sont repris dans le tableau ci-dessous :

Phase	Sondage	Prof. (m)	Nature Sol	γ_h kN/m ³	Cisaillement CD		Triaxial UU		Triaxial CU+u				Oedomètre Court Terme						
					C'	ϕ'	C _{uu}	ϕ_{uu}	C _{u0}	λ_{cu}	C'	ϕ'	e ₀	C _s	C _c	σ'_p	σ'_{v0}	C	
					kPa	°	kPa	°	kPa	°	kPa	°				kPa	kPa	10 ⁻⁸	
APS	CA 109	1,2 à 1,9	Alluvions récentes Limon argileux	18,8					12	18	0	33	0,810		0,200	35	28	18	
APD1	CA 37bis	0,5	Alluvions récentes Limon argileux	18,7			93	18											
		0,7 à 1,0					18	28			0,959	0,014	0,331	120	5	30			
	3,4 à 3,5	Alluvions récentes Argile limoneuse à sableuse	18								0,924	0,010	0,277	56	24,5	6			
	CA 37	3,9 à 4,4	Alluvions récentes Sable argileux	17,5	16	26							0,737	0,010	0,183	136	32,8	20	
APD2	CA 524	0,0 à 1,3	Alluvions récentes Argile limoneuse	16,7									0,811	0,008	0,183	97	5	13	
		2,3 à 3,0	Alluvions récentes Marne beige	18										1,035	0,080	0,189	26	21,2	23
		3,0 à 4,4	Alluvions récentes Argile marneuse	18,5										1,061	0,012	0,247	112	31,5	6

Franchissement de la vallée du RUEZ

La synthèse des essais in situ est reprise ci-dessous:

Alluvions récentes		Nombre de mesures	Moyenne arithmétique	Moyenne harmonique	Valeur minimum	Valeur maximum
Essais pressiométriques	Pf (MPa)	25	0,20	0,13	0,05	0,75
	PI (MPa)	25	0,36	0,25	0,12	1,25
	Ep (MPa)	25	3,7	2,7	1,3	9,5
Pénétromètre statique	qc (MPa)	Alluvions argileuses :				
		766	1,1	0,6	0,07	11,7
		Alluvions graveleuses :				
		211	4,3	2,0	0,5	24,6

Marnes altérées		Nombre de mesures	Moyenne arithmétique	Moyenne harmonique	Valeur minimum	Valeur maximum
Essais pressiométriques	Pf (MPa)	49	0,61	0,41	0,13	1,85
	PI (MPa)	49	1,17	0,84	0,32	3,01
	Ep (MPa)	49	12,8	8,4	2,8	42,4
Pénétromètre statique	qc (MPa)	206	1,9	1,8	1,1	3,8

Franchissement de la vallée du RUEZ

Valeurs de mécaniques de sols retenues

Alluvions
récentes

Caractéristiques retenues	γ_h kN/m ³	e_0	C_s	C_c	C_v 10 ⁻⁸ m ² /s
Alluvions récentes	18	0,92 4	0,010	0,277	15,4

Marnes
altérées

Caractéristiques retenues	gh kN/m ³	Ep MPa	a	pl	Cu kPa	Cv 10 ⁻⁸ m ² /s
Marnes altérées	3 19,5	8,4	2/3	0,84	150	40

Les contraintes

- Hauteur importante du remblai (18m).
- Tassement admissible sous dalot BA inférieur au tassement prévisible (1.15m dans les alluvions).
- Planning travaux contraint.
- Tassement résiduel admissible faible

La solution retenue

- Purge des alluvions
- Préchargement de zone du dalot

Variantes proposées

- Au niveau de l'ouvrage hydraulique: **Ouvrage « matière »**
- Au niveau du remblai: **Renforcement des sols**
 - ❖ Par des colonnes à module contrôlé sous l'ouvrage
 - ❖ Par des plots ballastés pilonnés sous le remblai

Ouvrage «Matière».

- Constitué d'une voûte simplement emboîtée dans des gorges réalisées dans le radier. Eléments mis en place ont une longueur 2.50m.
- Différentes épaisseurs de radier selon la hauteur du remblai.
- Les joints entre voûtes sont étanchés ainsi que le joint longitudinal extérieur à la jonction radier/voûtes.
- Les conduits sont posés soit sur du béton de propreté, soit une sable après purge et substitution des matériaux de portance insuffisante.

Franchissement de la vallée du RUEZ

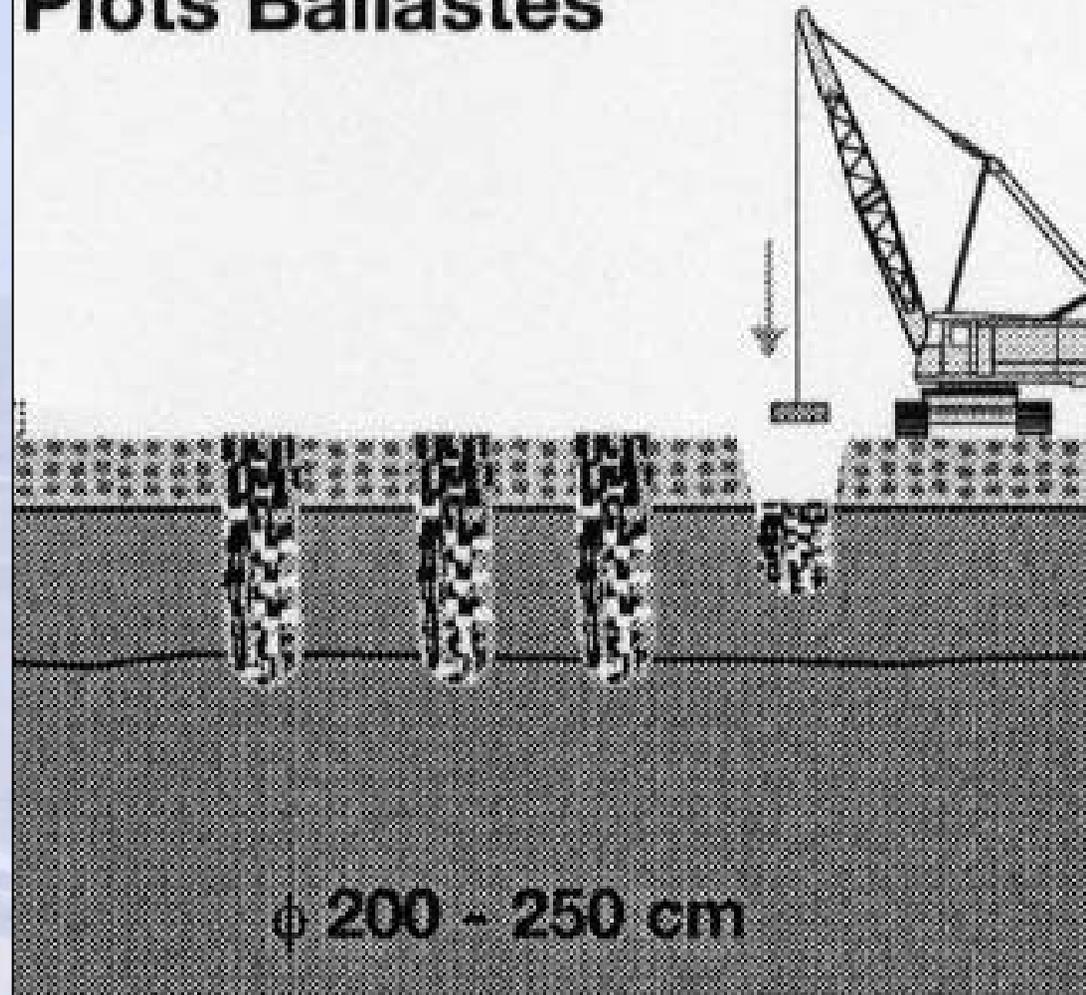
Ouvrage
«Matière».



Plots ballastés

- Extrapolation du compactage dynamique.
- L'énergie de pilonnage sert à substituer dynamiquement une large colonne de matériaux granulaires en remplacement d'un sol mou.

Plots Ballastés



Colonnes à modules contrôlé

Il s'agit de réaliser à l'aide d'une vis à refoulement, une injection de coulis par voie centrale, à la remontée, de manière à former une colonne continue.

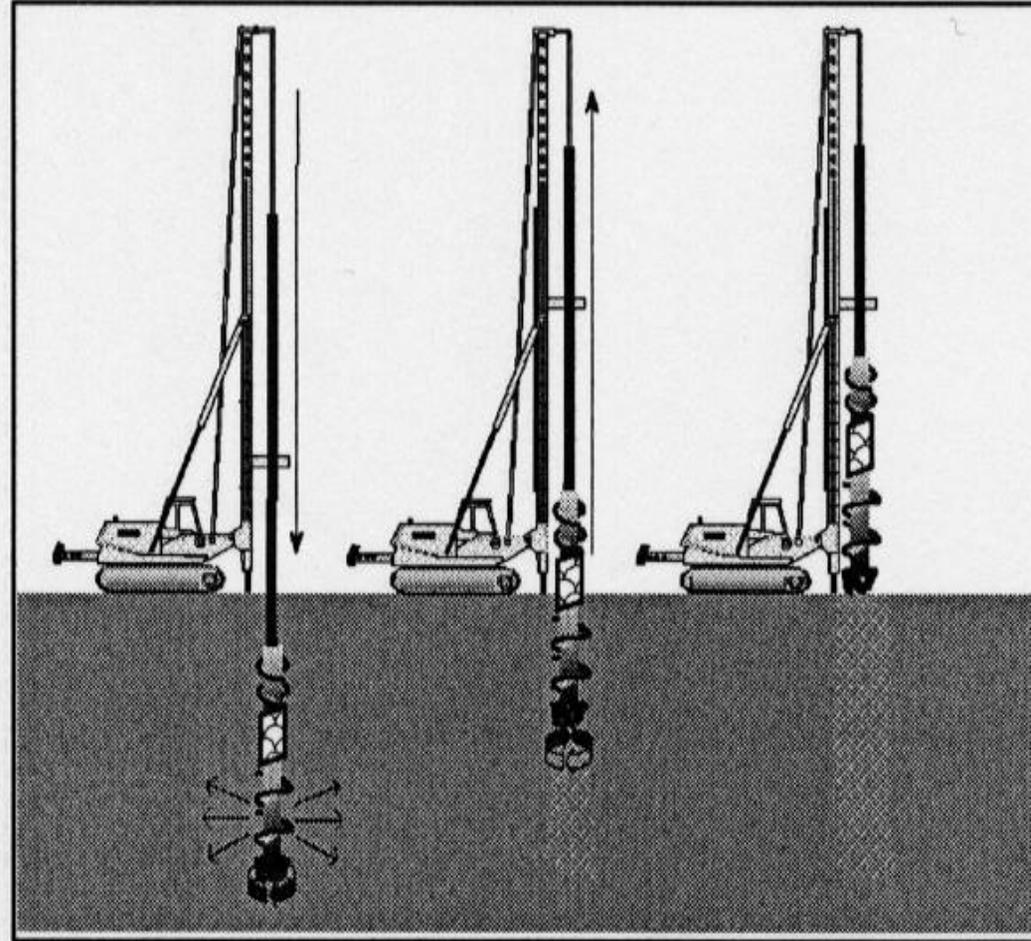
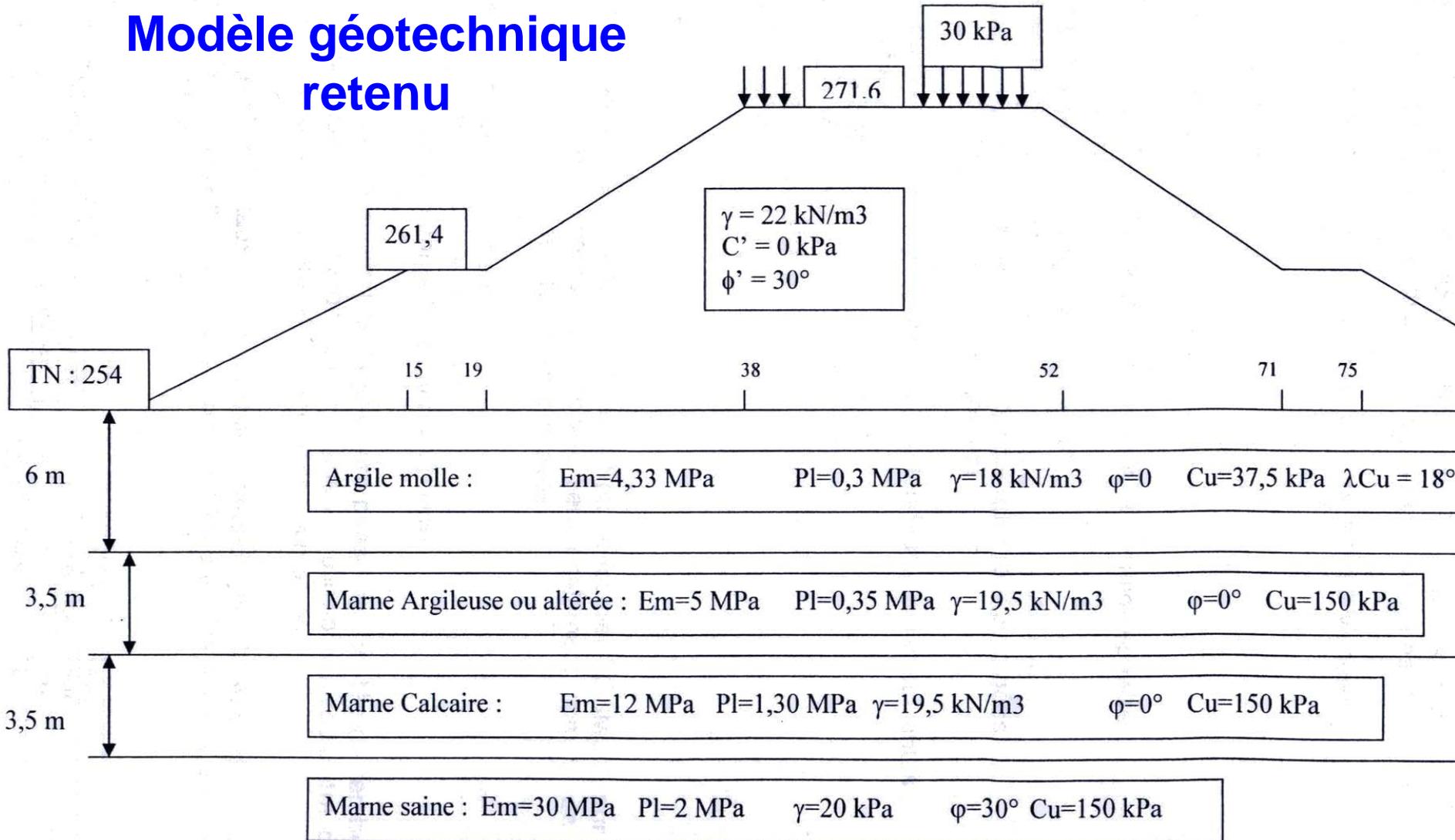


Figure 1. Schéma de réalisation des CMC

Franchissement de la vallée du RUEZ

Modèle géotechnique retenu

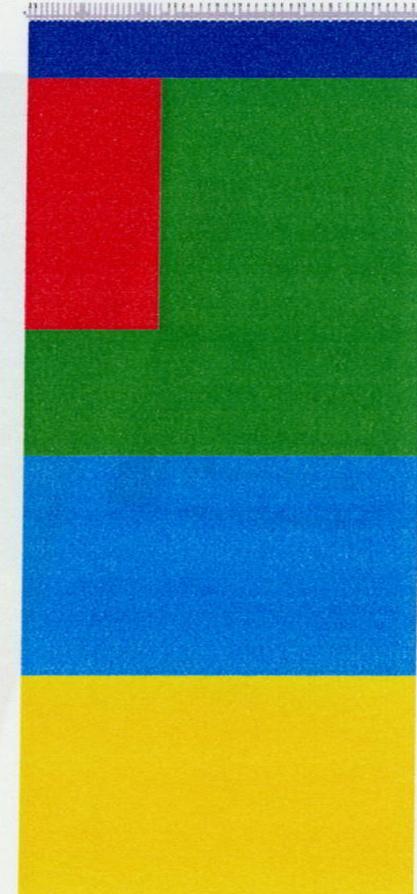


Franchissement de la vallée du RUEZ

Dimensionnement des plots pilonnés

- ❖ Diamètre 2.50m
- ❖ Profondeur 4m ou au refus
- ❖ Module élastique 400 bars
- ❖ Angle de frottement interne 30°
- ❖ Cohésion 0 kPa
- ❖ Maillage des plots 6m x 6m en bordure de la buse et 6.5m x 6.5m sous le remblai courant

MP CLR
1 2 3 4 5

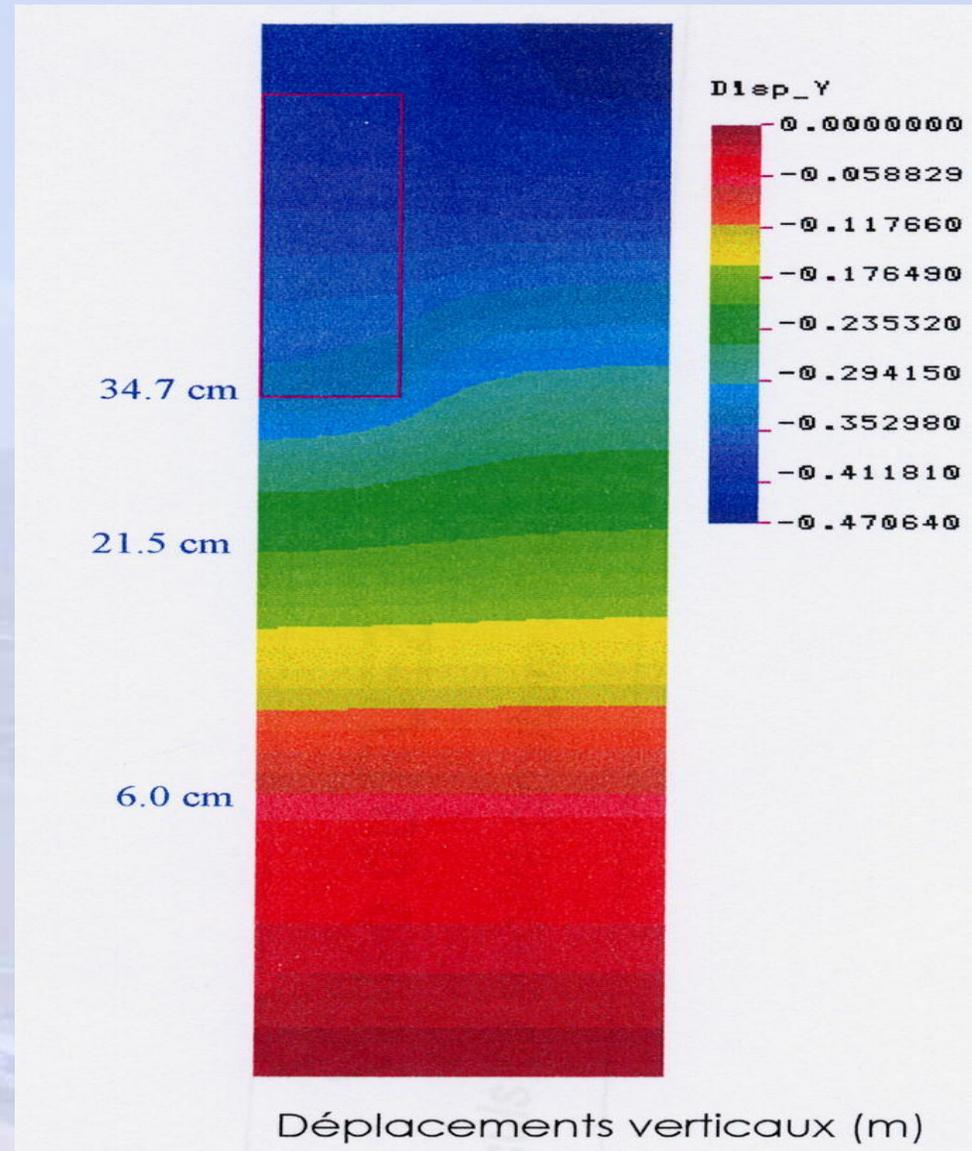


Maillage du modèle

N° matériau	1 (plate-forme de travail)	2 (plot)	3 (argile molle)	4 (marne calcaire altérée)	5 (marne altérée)
<i>E (bars)</i>	400	400	65	75	180
<i>Epaisseur (m)</i>	0.90	Lg.= 4.00	6.00	3.50	3.50

Tassements

- Tassements estimés en fin de seconde phase avec charge totale du remblai ferroviaire plus surcharge.
- La valeur de tassement est estimé à **47.1 cm**.



Franchissement de la vallée du RUEZ

sol n°	1	2	3	4	5	6	7
γ	22	18.2	18	19.5	19.5	20	18
Γ_{s1}	1	1	1	1	1	1	1
c	0	57.9	25	150	150	150	65.5
Γ_c	1	1	1	1	1	1	1
ϕ	35	10.6	0	0	0	30	0
Γ_ϕ	1	1	1	1	1	1	1

Unités : kN mètre et degré

Méthode de calcul : Bishop

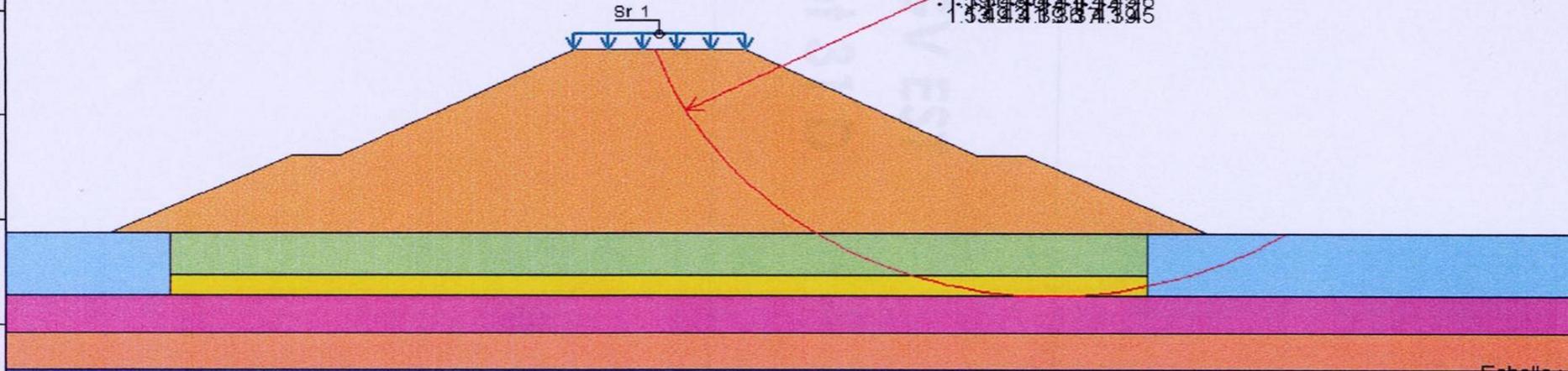
$$C_{eq} = (1-a).C_{sol} + a.C_{plot}$$

$$\tan \Phi_{eq} = (1-m).\tan \Phi + m.\tan \Phi_{plot}$$

Rupture circulaire



Γ_{min}	1.31
Γ_{s3}	1



Date : 26/05/03 Heure : 12:48:14
Copyright (c) TERRASOL

Echelle
0.1



TALREN 97
V1.3 - 01/05/1999
TERRASOL

LGV Est - Lot 31 D
Vallée du RUEZ - 6.5x6.5
Phase 2 : remblai H = 17.60m + 30kPa
Fichier : Ruez2-65.tal

Proj : 20021104

Etude réalisée par :
SIGMATEC INGENIERIE

Figure

Pilonnage des plots ballastés



Franchissement de la vallée du RUEZ

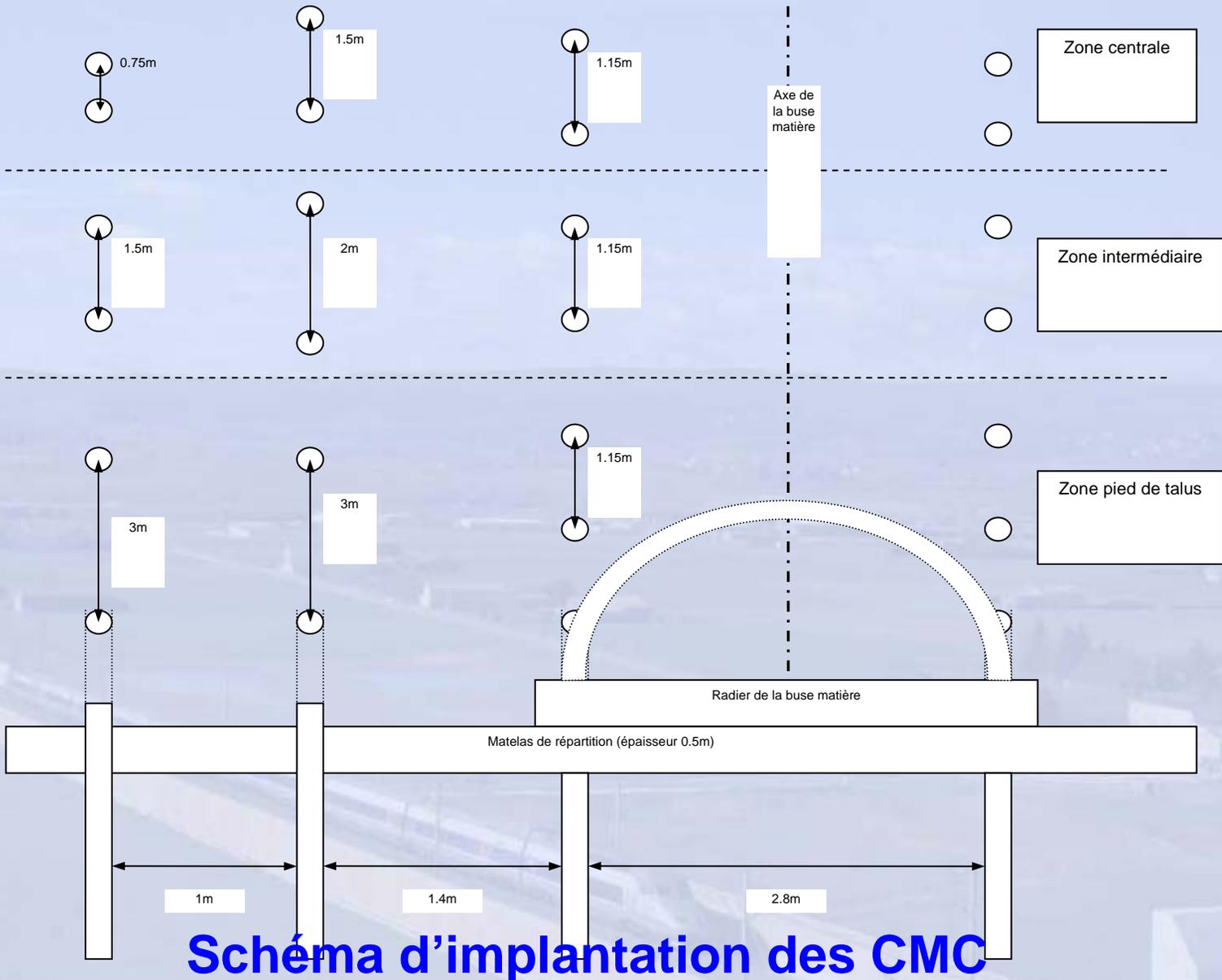


Pilonnage des plots ballastés

Caractéristiques des CMC

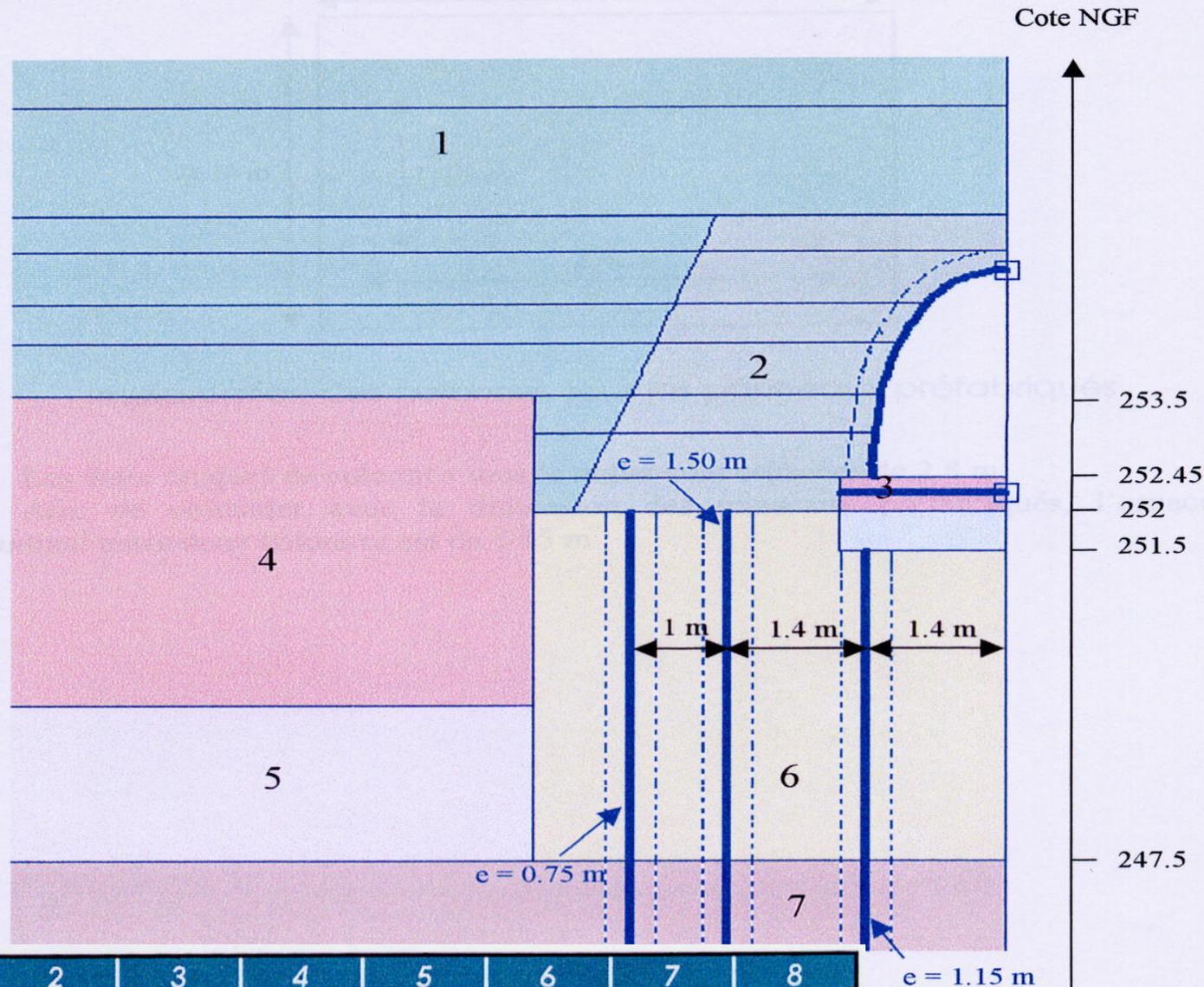
- ❖ Diamètre 0.42m
- ❖ Profondeur environ 10m (ancrage de 0.50m dans les marnes saines)
- ❖ Maillage des plots en fonction de l'éloignement de la buse

Franchissement de la vallée du RUEZ



Franchissement de la vallée du RUEZ

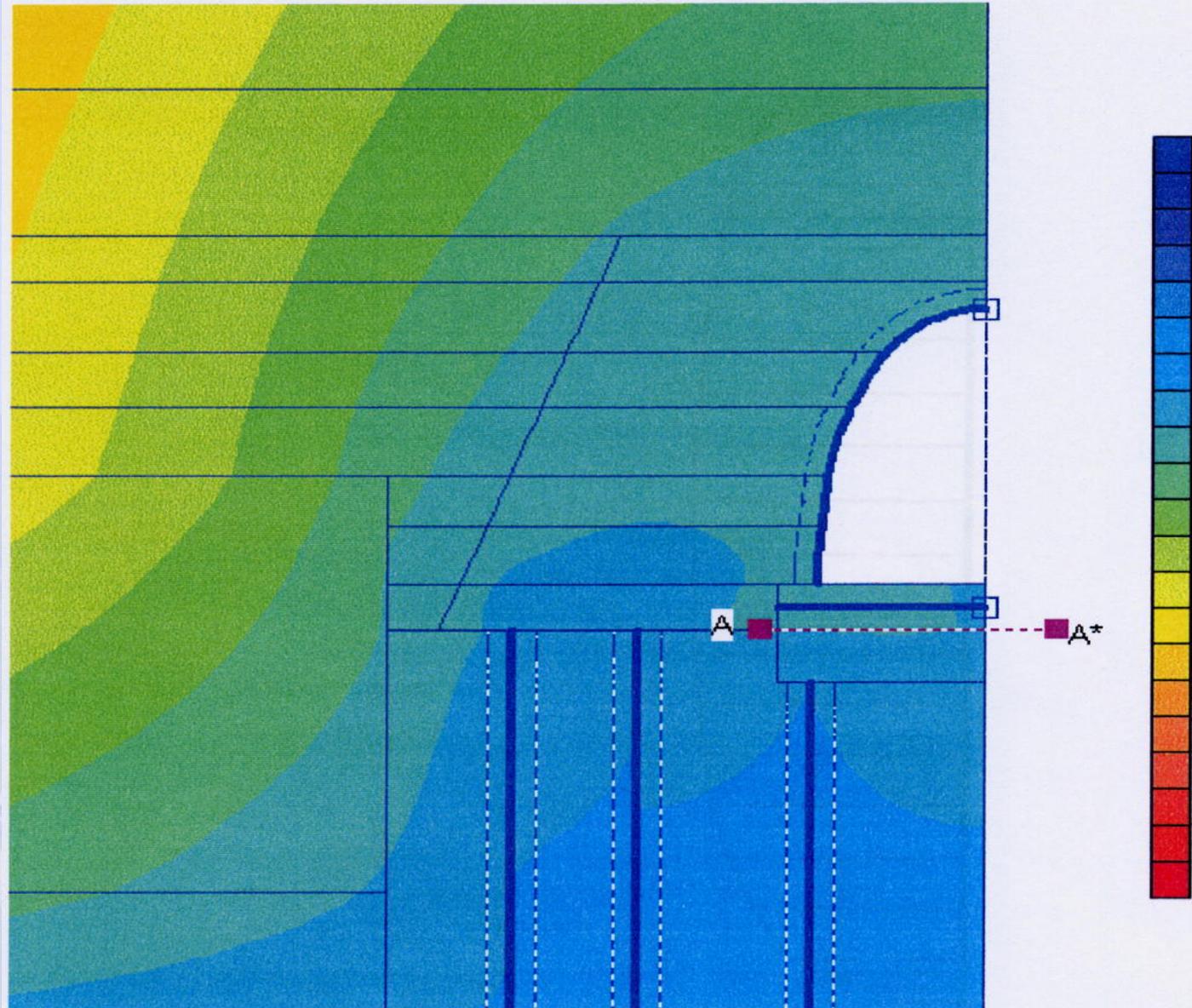
Modélisation et maillage du modèle



N° matériau	1	2	3	4	5	6	7	8
E (bar)	300	1 000	500	104	65	45	75	180
Épaisseur (m)	21.61	3.95	0.50	4.00	2.00	4.50	3.50	3.50

Franchissement de la vallée du RUEZ

La valeur de tassement est estimé à 17.6cm sous le radier de la buse.



Vertical displacements
Extreme vertical displacement $-488.78 \cdot 10^{-3}$ m

Franchissement de la vallée du RUEZ

CMC sous le futur radier de la buse « matière ».



Difficultés rencontrées

Plots pilonnés : Profondeur prévisionnelle non atteinte : 3m
lieu de 4

- ❖ Essais au scissométrique entre les inclusions
- ❖ Sondages destructifs dans les inclusions pour vérifier les profondeurs réelles.

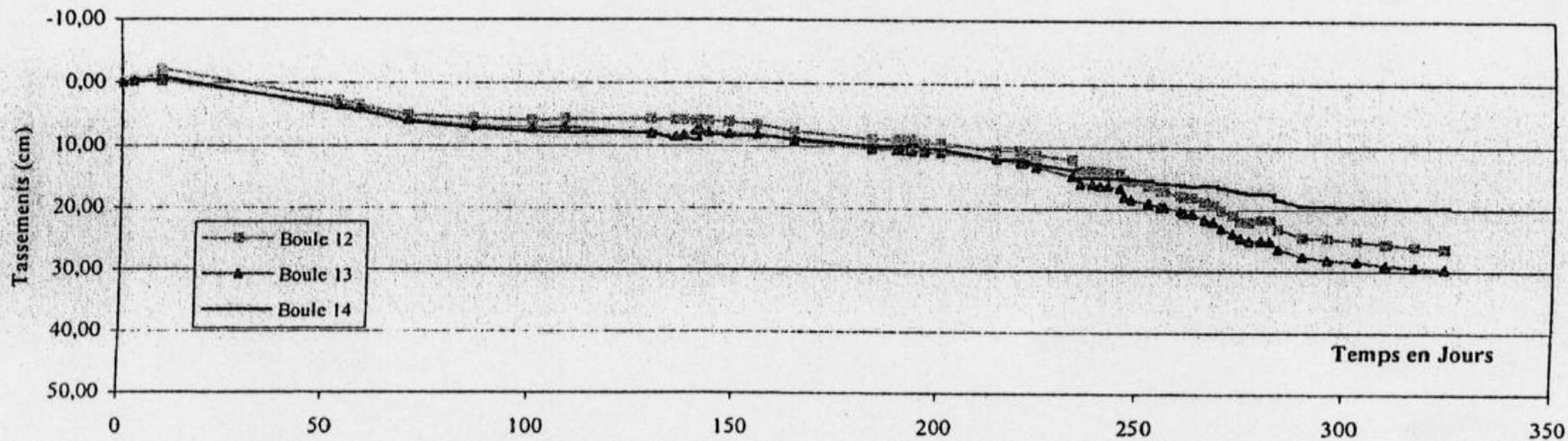
CMC : Colonnes fracturées sous la cote de
recépage

- ❖ Mesures d'impédance pour contrôler et localiser les cassures
- ❖ Sondages destructifs et auscultation par caméra de quelques inclusions

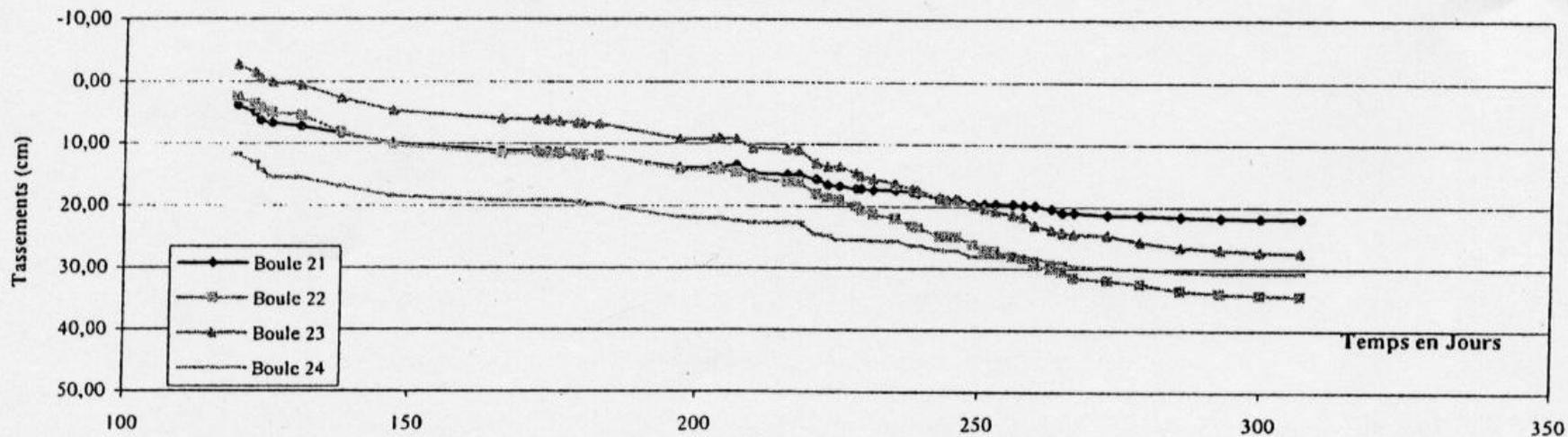
Instrumentation et suivi

tassomètres		CPI	
mis en place	nombre	mis en place	nombre
PT2124 ou PK ligne 210+380	5 tasso de surface 4 tasso sous le remblai 1 référence	PT2124 ou PK ligne 210+380	1 CPI à -3.50m
PT2125+10m ou PK ligne 210+410	5 tasso de surface 4 tasso sous le remblai 1 référence	PT2125+10m ou PK ligne 210+410	1 CPI à -3.50m 2 CPI à -2m / T 1 CPI à -5m / T
PT2127+5m ou PK ligne 210+445	3 tasso de surface 2 tasso sous le remblai 1 référence		

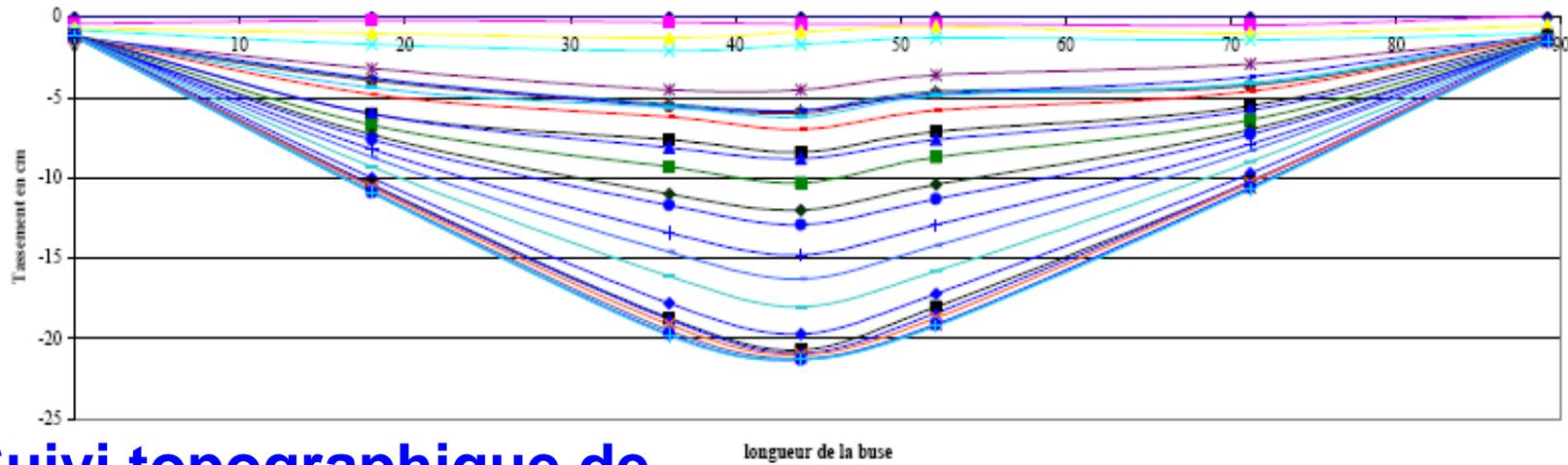
Evolution des tassements PK 42+478



Evolution des tassements PK 42+511

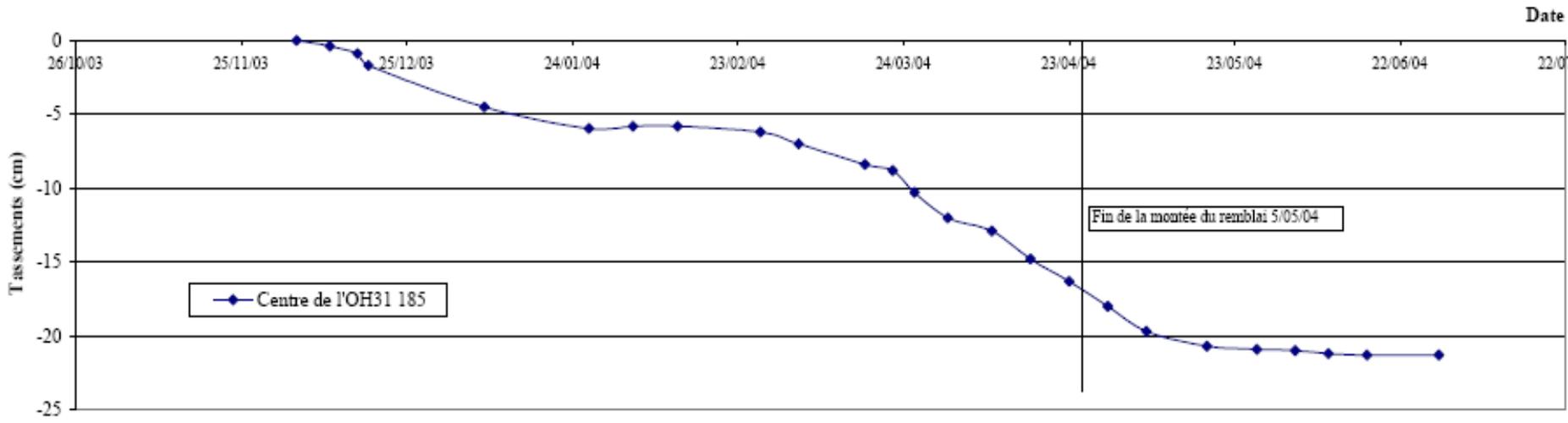


Profil de tassement sous la buse Matière OH 31.185



Suivi topographique de la buse

Evolution du tassement de la buse



Résultats

	tassements attendus (issus de la variante)	tassements obtenus	durées de consolidation attendue (issues de la variante)	durée de consolidation obtenue
PT2124 ou PK ligne 210+380	48 cm	29.7 cm	1ère phase: 1 mois 2ème phase: 5 mois	consolidation durant la mo du remblai (mois) puis 4 mois supplément de consolida
PT2125+10m ou PK ligne 210+410		35.8 cm		
PT2127+5m ou PK ligne 210+445		16.8 cm		

Franchissement de la vallée du RUEZ

