

pour comprendre le présent et construire un avenir durable



Mars 2010



DIR Nord – Paroi clouée sur la RN25 à Beauval **Étude G12**

Table des matières

Introduction.....	3
I Présentation du projet.....	3
I.A Situation de l'ouvrage.....	3
I.B Contexte géologique et géotechnique.....	4
II Reconnaissances réalisées.....	5
II.A Reconnaissances réalisées :.....	5
II.B Analyse des reconnaissances.....	5
II.C Contexte hydrogéologique.....	5
II.D Essais en laboratoire.....	6
III Dimensionnement de la paroi clouée.....	6
III.A Principe général.....	6
III.B Caractéristiques des sols.....	6
III.C Détails du calculs.....	6
III.D Résultats du calcul.....	6
III.E Dispositions diverses.....	7
III.F Mode de réalisation de la paroi.....	7
III.G Essais complémentaires.....	7
III.H Dispositions constructives.....	7
Conclusion.....	7

Annexes

Annexe A : Reconnaissances réalisées

- A-1 : Implantation des sondages
- A-2 : Procès verbaux des sondages
- A-3 : Profil en travers géotechnique

Annexe B : Dimensionnement de la paroi clouée

- B-1 : Détail des calculs TALREN
- B-2 : Schéma de principe

Introduction

A la demande de la Direction Interdépartementale des Routes Nord, Groupes Ouvrages d'Art, le Laboratoire Régional des Ponts et Chaussées de Lille, Groupe géotechnique et risques naturels, a réalisé l'étude géotechnique de niveau G12 de la paroi clouée projetée sur la RN25 à Beauval, pour conforter un mur de bâtiment faisant également office de mur de soutènement.

La suite de ce rapport est organisée en cinq parties. Le chapitre I présente le projet et le contexte géologique prévisible. Le chapitre II décrit les reconnaissances réalisées. Le chapitre III détaille le dimensionnement de la paroi clouée envisagée. Le chapitre IV aborde les dispositions constructives à retenir. Une conclusion figure à la fin de ce rapport.

I Présentation du projet

I.A Situation de l'ouvrage

La paroi clouée projetée est envisagée pour consolider un mur latéral d'une ancienne construction qui fait également office de mur de soutènement de la RN25 à Beauval (62).

La situation de l'ouvrage est reportée sur la figure n°I.1.



Figure I.1: Situation de l'ouvrage sur la photographie aérienne

Il faut noter qu'un soutènement provisoire a été mis en œuvre pour assurer la stabilité de ce mur, constitué d'un système de butons obliques venant s'appuyer sur une longrine horizontale en béton. L'aspect actuel du

mur peut être apprécié sur les figures I.2 et I.3.



Figure I.2: Vue de la partie Sud-Ouest



Figure I.3: Vue de la partie Nord-Est

I.B Contexte géologique et géotechnique

La situation de l'ouvrage sur la carte géologique au 1/50000^{ème} de Doullens éditée par le BRGM est reportée sur la figure I.4.

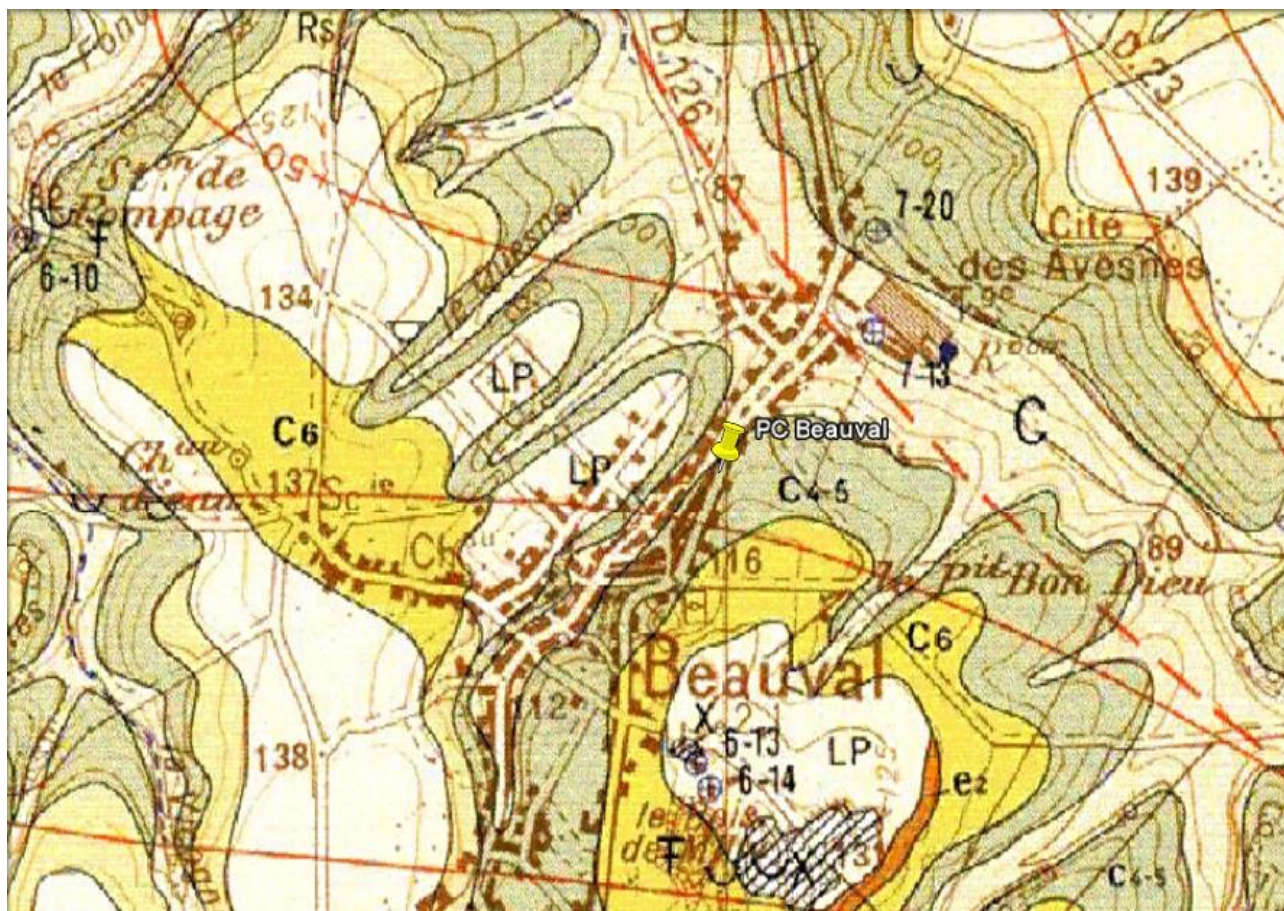


Figure I.4: Contexte géologique : extrait de la carte géologique au 1/50000^{ème} de Doullens du BRGM

Le projet se situe au droit de la craie « blanche » (C4-5) du Coniacien-Santonien, qui explique le relief marqué du site. Au droit du projet (chaussée à la cote 102 NGF) la craie atteint une cinquantaine de mètre d'épaisseur. Le toit des marnes turoniennes est situé vers la cote 60 NGF, soit bien au dessous du projet considéré.

Certaines couches renfermant des silex sont susceptibles d'être retrouvées au droit de cette formation. Les épaisseurs de formation superficielles devraient rester limitées au droit du site étudié.

II Reconnaissances réalisées

II.A Reconnaissances réalisées :

Vis-à-vis de la problématique de paroi clouée, ont été réalisés :

- 1 sondages pressiométrique noté PR1 et descendu jusqu'à 11 m de profondeur ; un essai pressiométrique a été réalisé tous les mètres au niveau de ce sondage.
- 1 sondage carotté noté SC1 et descendu jusqu'à 8 m de profondeur, qui a permis le prélèvement d'échantillons intacts.

Les coordonnées des sondages effectivement réalisés, relevées par GPS, sont indiquées dans le tableau II.1. Le plan d'implantation des sondages est présenté en Annexe A-1.

Tableau II.1 : coordonnées des sondages réalisés (Lambert 1 Nord)

Sondage	Type	L (m)	X	Y	Z (NGF)
PR1	pressiométrique	11,5	599949,5	267782,7	102,50
SC1	carotté	8	599592,0	267790,0	102,22

Les coupes des sondages, ainsi que les photographies des carottes issues du sondage SC1, sont ensuite présentées en Annexe A-2.

II.B Analyse des reconnaissances.

Il faut noter que les deux sondages réalisés conduisent à des coupes géologiques très variables. En effet le sondage pressiométrique PR1 met en évidence des niveaux supérieurs alternant marnette, craie en blocs et silts jusqu'à 6,7 m de profondeur, qui présentent des caractéristiques pressiométriques très médiocres. Le sondage carotté SC1 montre au contraire la présence de craie franche blanchâtre compacte à partir de 2,6 m de profondeur.

Il semble donc que les matériaux rencontrés par le sondage pressiométrique PR1 correspondent à des matériaux de remblais situés juste derrière le mur existant. Au delà de cette zone contiguë au mur, une craie compacte similaire à celle retrouvée dans le sondage SC1 devrait très vraisemblablement être retrouvée. Cela est d'ailleurs en accord avec la topographie générale marquée du secteur, qui traduit la présence de matériau rocheux.

Ces reconnaissances ainsi que l'analyse précédente ont permis de réaliser un profil en travers géologique du projet, présenté en Annexe A-3.

Avant le démarrage des travaux, cette hypothèse devra être vérifiée en réalisant des sondages destructifs au droit de la chaussée. Si cette hypothèse (présence de craie compacte à partir d'une certaine distance derrière le mur) ne peut être retenue, la longueur et l'inclinaison des clous devront être adaptées.

II.C Contexte hydrogéologique

Lors de la réalisation des sondages, aucun niveau d'eau n'a été retrouvé. Étant donné la topographie marquée du secteur et la géologie concomitante, aucune nappe significative n'est susceptible d'être

retrouvée.

Quelques précautions forfaitaires seront néanmoins conservées au droit de la paroi clouée, pour traiter les écoulements et les arrivées d'eau erratiques éventuelles et pour éviter l'apparition de surpressions en arrière du parement.

II.D Essais en laboratoire

Des teneurs en eau ont été mesurées systématiquement tous les mètres sur les échantillons prélevés lors du sondage carotté SC1. Les résultats sont présentés sur la coupe de sondage correspondante.

Le caractère rocheux du matériau crayeux n'a pas permis la réalisation d'essais mécaniques.

III Dimensionnement de la paroi clouée

III.A Principe général

Une paroi clouée verticale réalisée directement sur le mur existant est envisagée. Une hauteur de 4,5 m environ est à soutenir. Étant donné la légère pente des terrains en aval de la paroi, une paroi de 5,5 m de haut est envisagée.

Conformément au souhait de la DIR, les parois latérales n'ont pas été considérées ici. La hauteur du mur conduit à considérer 3 rangées de clous. Une inclinaison de 15° sous l'horizontale sera retenue. Les autres caractéristiques de la paroi clouée sont des résultats du calcul.

III.B Caractéristiques des sols

Étant donné la forte incertitude sur le modèle géologique, les caractéristiques sécuritaires seront extrapolées à partir de l'expérience. Elles sont détaillées dans le tableau III.1. Le calcul est conduit à long terme et les caractéristiques de résistance au cisaillement retenues sont donc les caractéristiques effectives.

Tableau III.1

Sol considéré	γ (kN.m ⁻³)	c' (kPa)	φ' (°)	q _s (kPa)
Mur en maçonnerie	20	0	30	0
Craie en blocs puis altérée avec infiltrations de silt	20	0	25	0
Craie franche blanchâtre	20	10	25	80

III.C Détails du calculs

Les coefficients de sécurité partiels issus des recommandations Clouterre ont été utilisés, en considérant les combinaisons fondamentales pour un ouvrages sensibles. Un coefficient de sécurité final F supérieur à 1 est en conséquence recherché.

Des mécanismes de rupture circulaires ont été envisagés et étudiés en étudiant la méthode de Bishop modifiée. Les renforcements ont été pris en compte en traction uniquement et le logiciel TALREN (version 4 v1.34) a été utilisé.

Une surcharge routière de 10 kPa a été retenue sur l'ensemble de la chaussée en amont du mur, pour prendre en compte l'éventuel stationnement de véhicules.

Une épaisseur sacrifiée à la corrosion de 2 mm (sur le rayon du clou) a été retenue.

III.D Résultats du calcul

Le calcul conduit à un coefficient de sécurité F égal à 1,23, supérieur à 1, en retenant le dimensionnement suivant (le détail des calculs est présenté en annexe B-1) :

- clous de type barre HA en diamètre 32 mm et de 7 m de longueur,
- réalisés dans des forages de 110 mm de diamètre,
- inclinés de 15° sous l'horizontale,
- clous disposés en quinconce selon :
 - 3 rangées (horizontales) espacées verticalement de e_v égal à 1,75 m,
 - un espacement horizontal e_h entre les clous d'une même rangée de 1,75 m.

Une coupe de principe de la paroi projetée est fournie en annexe B-2.

III.E Dispositions diverses

III.F Mode de réalisation de la paroi

Les clous pourront être réalisés :

- soit à partir du terrain situé à l'aval du mur sous condition que :
 - des accès peuvent être réalisés,
 - une plateforme de travail adéquate soit aménagée.
- Soit par un méthode de travail dite « négative » à partir de la RN25, si les conditions précédentes ne sont pas réunies.

Étant donné la fracturation importante de la craie, il apparaît pertinent d'opter pour un mortier de scellement pour assurer la liaison des armatures métalliques au terrain et limiter les surconsommations.

III.G Essais complémentaires

Étant donné la nature des terrains rencontrés (matériau crayeux) il n'est pas indispensable de réaliser des essais préalables. Cependant des essais de conformités seront indispensables en phase de préparation des travaux afin de confirmer les valeurs de frottement latéral unitaire à considérer.

Parallèlement des sondages destructifs devront confirmer la présence de la craie à une certaine distance de la paroi, notamment sous la chaussée de la RN25.

III.H Dispositions constructives

Un parement constitué de béton projeté et armé avec une ou plusieurs nappes de treillis soudé permettra d'assurer la liaison entre les différentes têtes de clous, au dessus du mur en maçonnerie actuel, qui pourra être conservé tel quel. Il devra être dimensionné au niveau des études d'exécution.

Étant donné la nature du mur actuel, aucun complexe géosynthétique drainant n'est à prévoir en arrière du futur parement de la paroi clouée. Des barbacanes seront conservées pour éviter la mise en charge du parement, avec une maille forfaitaire de 10 m².

Conclusion

A la demande de la DIR Nord, GOA, le Laboratoire Régional des Ponts et Chaussées de Lille, Groupe géotechnique et risques naturels, a réalisé l'étude géotechnique de niveau G12 de la paroi clouée projetée sur la RN25 à Beauval, pour conforter un mur de bâtiment faisant également office de mur de soutènement.

Les sondages effectués conduisent à un modèle géologique très variable, ce qui nécessite de retenir un modèle géotechnique probable et réaliste. Ce dernier devra être confirmé par des sondages complémentaires.

Les calculs effectués conduisent à retenir le dimensionnement suivant :

- clous de type barre HA en diamètre 32 mm et de 7 m de longueur,
- réalisés dans des forages de 110 mm de diamètre,
- inclinés de 15° sous l'horizontale,

Annexe A
Reconnaissances réalisées

**Annexe A-1 : Plan d'implantation des
reconnaissances**

Annexe A-2 : PV des sondages

**Annexe A-3 : Profil en travers
géotechnique**

Sondage : PR1

Client : DIR Nord

Type : Destructif

Etude : RN25-BEAUVAL

X : 599949,5

Date : 18/11/2009 10:19:00

Y : 267782,7

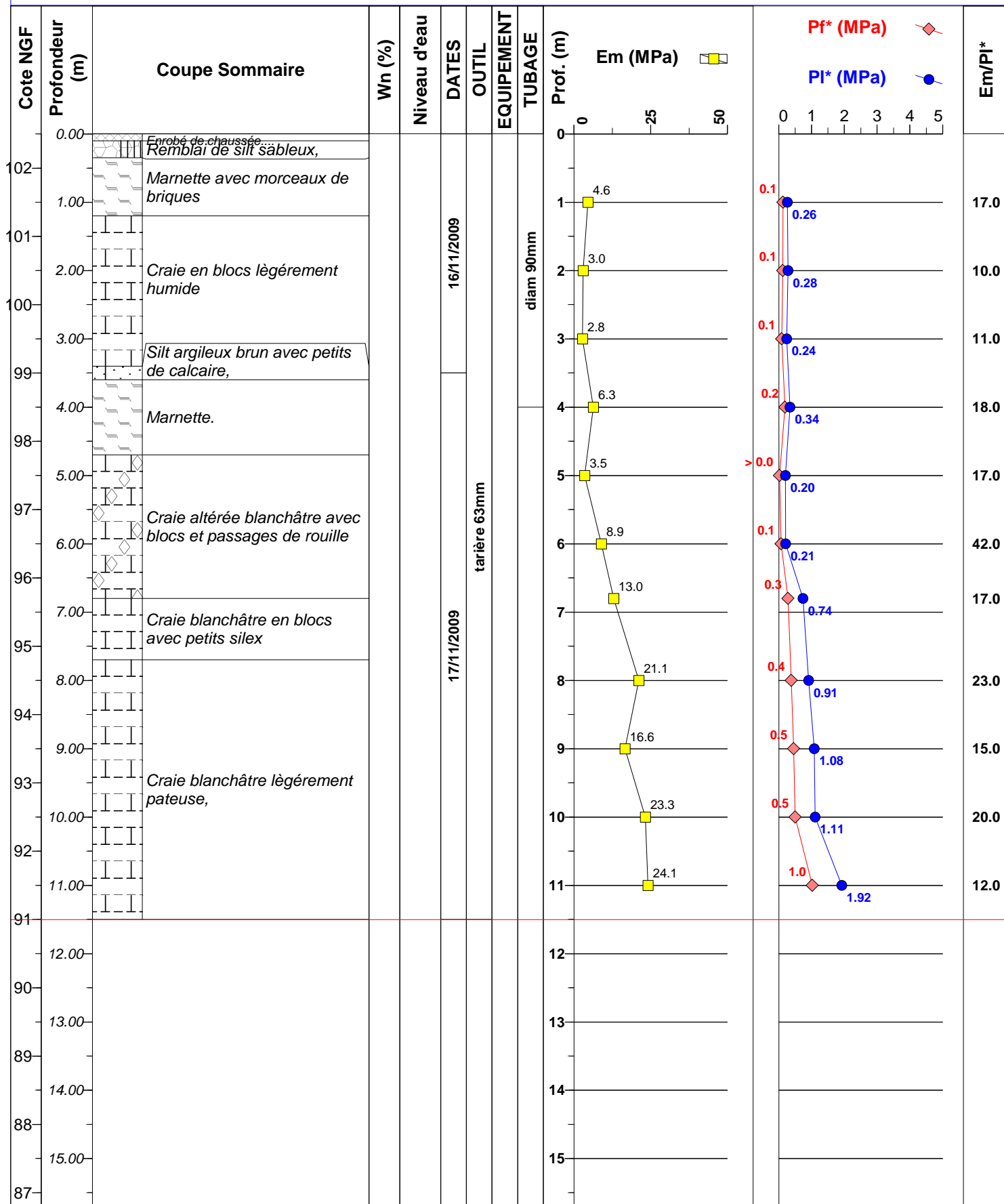
Début : 0,00

Z : 102,5 m

Fin : 11,50

Remarque :

Echelle : 1 / 75





Echelle : 1 / 50

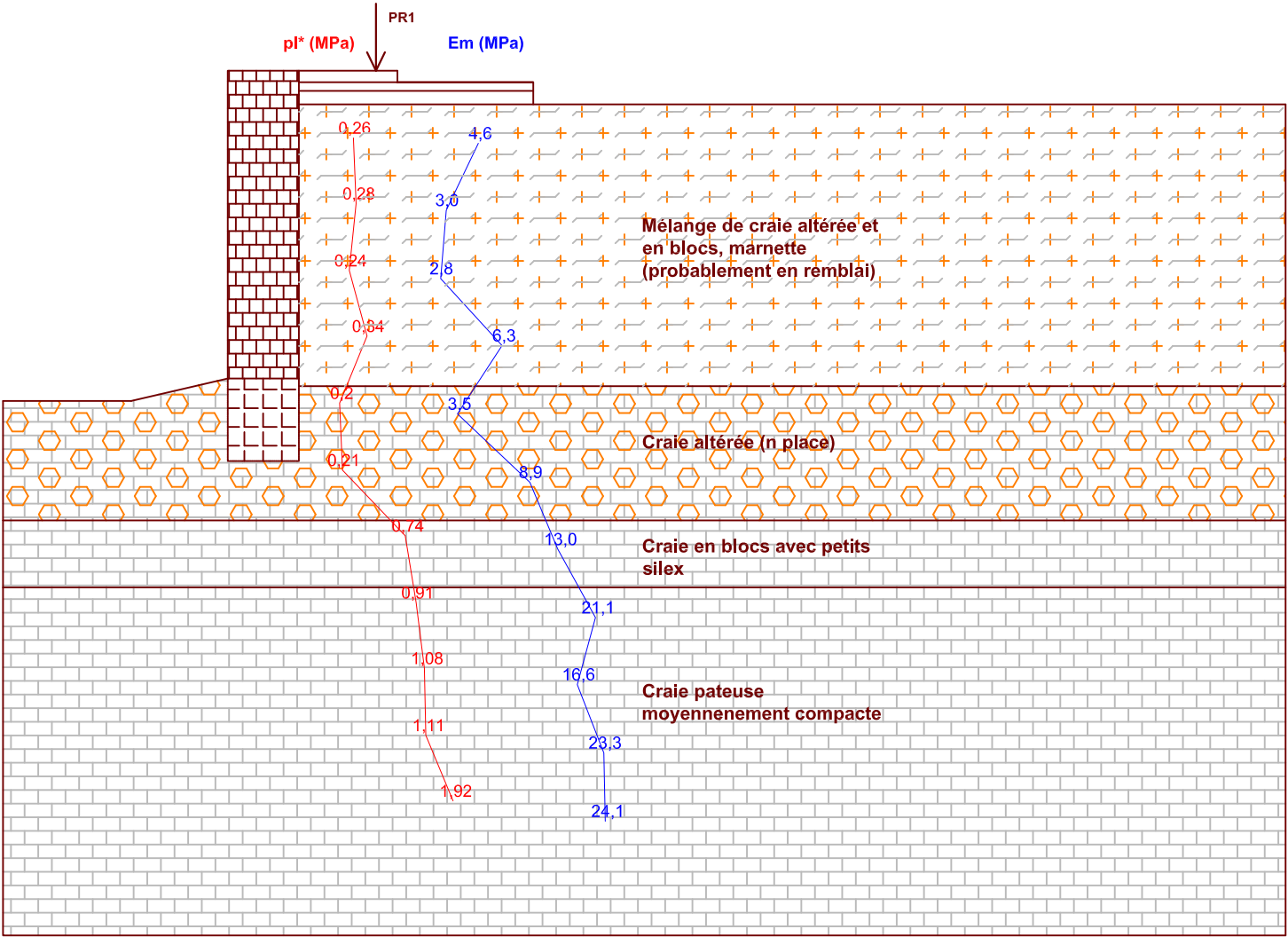
[illegible]

DOSSIER N°09-60-00593

RN 25 - Mur de Beauval

Planche Photographique - Sondage SC 1





Annexe B
Dimensionnement de la paroi clouée

**Annexe B-1 : Calculs de stabilité avec le
logiciel TALREN**

Annexe B-2 : Coupe de principe

Numéro d'affaire : 09 60 00593
Titre du calcul : G12 paroi clouée
Lieu : RN2 Beauval
Commentaires :

Système d'unités : kN,kPa,kN/m3
yw : 10

Couches de sols

	Nom	γ	ϕ	c	Δc	qs clous	pl	KsB
1	Maçonnerie	20.0	30.0	0.0	0	0.0	0.0	0.0
2	Craie franche	20.0	25.0	10.0	0	80.0	0.0	0.0
3	Mélange craie-silts	20.0	25.0	0.0	0	20.0	0.0	0.0

Points

	X	Y		X	Y		X	Y
1	-0.00	4.00	5	-20.00	9.50	9	-20.00	-2.00
2	-10.00	4.00	6	-20.00	6.90	10	-9.00	4.00
3	-10.00	9.50	7	-12.60	6.90	11	-9.00	9.50
4	-15.00	9.50	8	-0.00	-2.00			

Segments

	Point 1	Point 2		Point 1	Point 2		Point 1	Point 2
1	1	10	5	2	7	9	10	11
2	2	3	6	7	4	10	11	3
3	3	4	7	7	6	11	8	9
4	4	5	8	10	2			

Enveloppe du talus

	Segment		Segment
1	4	4	9
2	3	5	1
3	10		

Surcharges réparties

	Nom	X gauche	Y gauche	q gauche	X droite	Y droite	q droite	Ang/horizontale	Largeur base de diffusion
1	Sr 1	-20.00	9.50	10	-15.00	9.50	10	90.0	0.00
2	Sr 2	-15.00	9.50	10	-10.00	9.50	10	90.0	0.00

Angle de diffusion
0.0
0.0

Surcharges linéaires et M

Aucun

Clous

	Nom	TR	Espacement horizontal	X	Y	Longueur	Inclinaison/horizontale	Largeur base de diffusion
1	Clou 1	Calc	1.75	-9.00	8.75	7.00	15	0.20
2	Clou 2	Calc	1.75	-9.00	7.25	7.00	15	0.20
3	Clou 3	Calc	1.75	-9.00	5.80	7.00	15	0.20

Angle de diffusion	Rsc	Rayon équivalent	Règle de calcul	Cisaillement imposé Rcis	L mini	Moment de plastification
10.0		0.110	Tcal, Cimp	0.0	-	
10.0		0.110	Tcal, Cimp	0.0	-	
10.0		0.110	Tcal, Cimp	0.0	-	

EI	Angle critique	Traction	Cisaillement	qs clous issus de...	Φ barre	σ_e
	5.0	externe	externe	Abaques	0.036	500000
	5.0	externe	externe	Abaques	0.028	500000
	5.0	externe	externe	Abaques	0.028	500000

Tirants

Aucun

Bandes

Aucun

Butons

Aucun

Sol n°	1	2	3
$\gamma(\text{kN/m}^3)$	20.00	20.00	20.00
$\varphi(^{\circ})$	30.00	25.00	25.00
$c(\text{kPa})$	0.00	10.00	0.00
$\Delta c(\text{kPa/m})$	0.00	0.00	0.00
$q_s \text{ clous}(\text{kPa})$	0.00	80.00	20.00

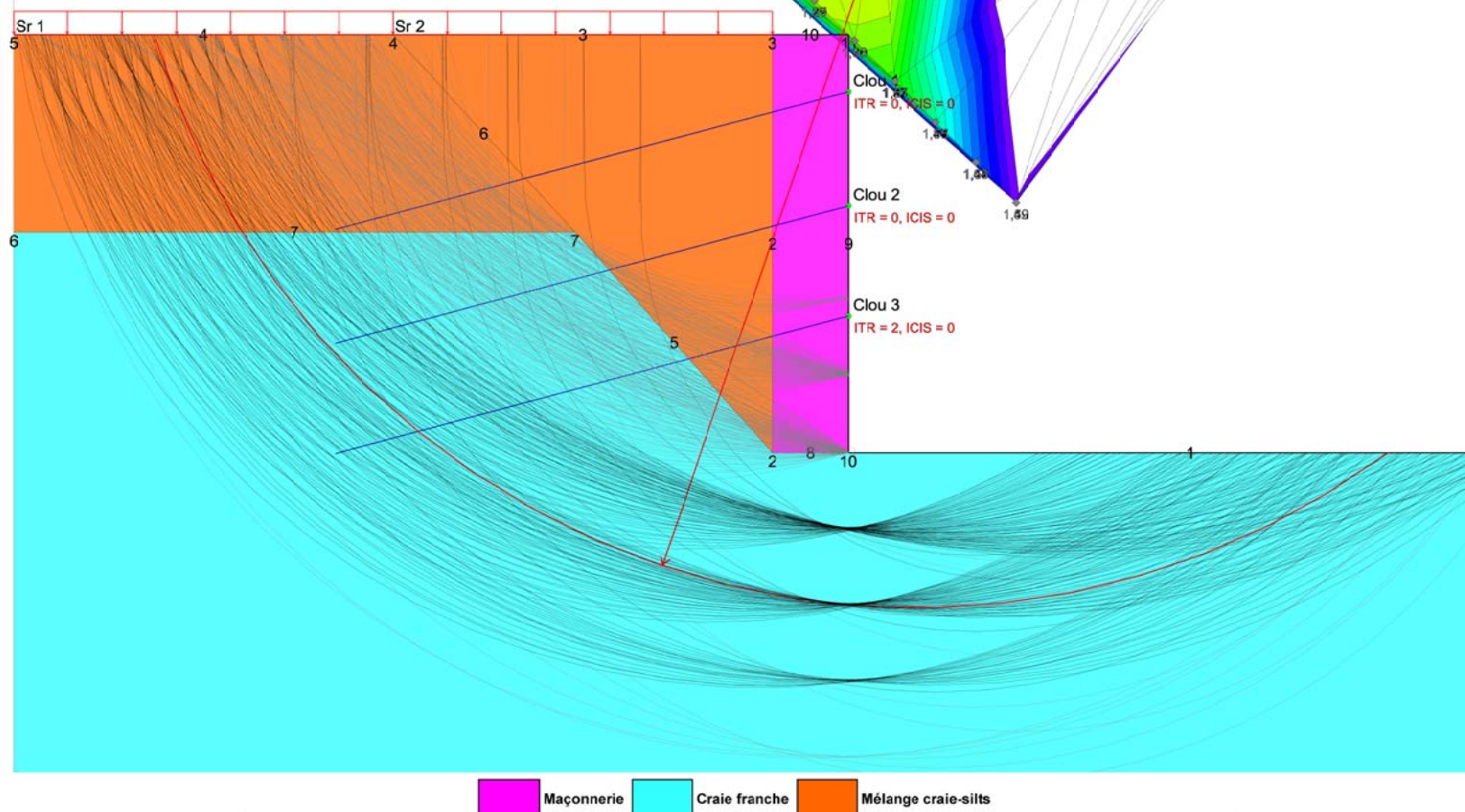
Méthode de calcul : Bishop

Système d'unités : kN,kPa,kN/m³

Pondérations : XP P 94-240 fundamental 2b

Echelle: 1/90

F_{min} = 1.23



TALREN 4 v1.34



09 60 00593 / G12 paroi clouée

C:\Program Files\Talren 4\Examples\PC Beauval_sens ok.prj / Phase 1 / Situation 1

Etude réalisée par :
CETE NP / LRPC LILLE

Imprimée le : 09/03/10 à 15:40:38

CETE Nord-Picardie
Affaire n° 09 60 00593
RN25 à Beauval - G12 Paroi clouée
Annexe B-2 : Schéma de principe du confortement
Echelle = 1/50ème

