



ENTREPRISE PONTIGNAC
DDE-SUBDIVISION DOUAI NORD-OUEST

ROOST-WARENDIN

(Nord)

CD 58

CONSTRUCTION D'UN RIDEAU DE PALPLANCHES

EXAMEN GEOTECHNIQUE DES SOLS DE FONDATION

J.C. PINTE

88 SGN 118 NPC

11 février 1988

BUREAU DE RECHERCHES
GÉOLOGIQUES ET MINIÈRES

établissement public
à caractère industriel
et commercial

Siège : Tour Mirabeau
39-43, quai André-Citroën
75739 Paris cedex 15, France
Tél.: (33) 1 45.78.33.33
Télex : BRGM 780258 F
Télécopieur : (33) 1 45.78.34.38 (GR 3)
R.C. 58 B 5014 Paris
SIRET : 58205614900419

Service Géologique Régional
Nord - Pas-de-Calais
Fort de Lézennes - Lézennes
59260 Hellemmes-Lille, France
Tél.: (33) 20.91.38.19

Abonné Publitélex
n° (25) 51.00.98 110114
Public X Lille F
Télécopieur : (33) 20.05.54.87

Lezennes, le 11 février 1988

BRGM-SCR/N.PC
LEZENNES (Nord)
(88 SGN 118 NPC)

J.C. PINTE

ENTREPRISE PONTIGNAC
DDE-SUBDIVISION DOUAI NORD-OUEST

ROOST-WARENDIN
(Nord)
CD 58

CONSTRUCTION D'UN RIDEAU DE PALPLANCHES

EXAMEN GEOTECHNIQUE DES SOLS DE FONDATION

R E S U M E

La DDE, Subdivision Douai Nord-Ouest, a confié à l'entreprise Pontignac la reconnaissance des sols et le dimensionnement d'un rideau de palplanches de 300m de longueur à Roost-Warendin dans le Nord en vue de l'élargissement du CD 58.

4 essais de pénétration au cône, un sondage géologique avec échantillons intacts pour essais en laboratoire et un sondage pressiométrique ont permis de dégager deux coupes géotechniques types.

Les calculs ont été réalisés à l'aide du programme RIDO 3 ce qui a permis de présenter un large éventail de solution.

S O M M A I R E

	Pages
1 - GENERALITES	3
2 - DESCRIPTION DU PROJET	4
3 - TRAVAUX DE RECONNAISSANCE	4
31 - Géologie et piézométrie	4
32 - Essai de pénétration au cône	5
33 - Sondage pressiométrique	6
34 - Essais de laboratoire	7
COMMENTAIRES	7
4 - DIMENSIONNEMENT DU RIDEAU DE PALPLANCHES	8

LISTE DES ANNEXES

ANNEXE I-a	Plan de situation générale
ANNEXE I-b	Plan d'implantation des travaux de reconnaissance
ANNEXE II	Plan du profil
ANNEXE III	Coupe géotechnique de sondage
ANNEXE IV	Diagrammes pénétrométriques (4)
ANNEXE V	Diagramme pressiométrique PR1

ENTREPRISE PONTIGNAC
DDE-SUBDIVISION DOUAI NORD-OUEST

ROOST-WARENDIN

(Nord)
CD 58

CONSTRUCTION D'UN RIDEAU DE PALPLANCHES

EXAMEN GEOTECHNIQUE DES SOLS DE FONDATION

1 - GENERALITES

A la demande de l'entreprise PONTIGNAC d'ANZIN (NORD) agissant pour le compte de la D.D.E., Subdivision Douai Nord-Ouest, le B.R.G.M. - Service Géologique Régional Nord - Pas-de-Calais - a procédé au dimensionnement du rideau de palplanches qui sera mis en place le long du CD 58 à ROOST WARENDIN (Nord) en vue de l'élargissement de ce dernier. Le plan de situation générale du projet est joint en annexe I-a.

Pour ce faire, l'entreprise PONTIGNAC a réalisé quatre essais de pénétration au cône, un sondage géologique et un sondage pressiométrique. L'implantation de ces reconnaissances est figurée en annexe I-b.

Le commentaire des résultats obtenu in-situ et en laboratoire, ainsi que le dimensionnement du rideau de palplanches, font l'objet du présent rapport et de ses annexes.

2 - DESCRIPTION DU PROJET

Le rideau envisagé aura une longueur de 300 m environ et permettra l'aménagement le long du CD 58 d'un parking pour véhicules légers en empiétant sur la Raches . La dénivelée moyenne entre le fond de fossé et le niveau existant du bord de chaussée est de 2.50 m, la pente du talus étant de 2/3 (H/V).

La surcharge sur le terre plein est de 250 kg/m^2 (parking véhicules légers). On trouvera en annexe II le profil choisi pour le calcul, en son état actuel et avec l'aménagement futur.

L'espace entre le remblai et les palplanches sera remblayé par un matériau schisteux. La mise en place de tirant n'est pas envisageable compte tenu de la conservation de la demi chaussée opposée à la Raches et de la présence de canalisations.

3 - TRAVAUX DE RECONNAISSANCE

31 - Géologie et piézométrie

Le sondage géologique S1 a été réalisé en étalonnage de l'essai de pénétration P3 ; sa coupe précise est jointe en annexe III.

On peut retenir que sous une épaisseur de terre végétale et remblais de 0,60 à 1,30 m, on rencontre des alluvions qui se composent en tête de tourbe silteuse sur 2 à 2,50 m puis de matériaux fins (silts argilo sableux), très organiques, sur 1 à 1,20 m environ. L'ensemble repose sur le Landénien, représenté par les sables d'Ostricourt, qui ont vraisemblablement été remaniés dans leur partie supérieure. Ce remaniement n'apparaît pas à la description des sondages mais est mis en évidence par les essais in situ.

En sondage, le niveau d'eau s'établissait à - 1,80 m par rapport au terrain naturel soit sensiblement en équilibre avec le niveau de la Raches.

32 - Essai de pénétration au cône

Les diagrammes pénétrométriques (voir annexe IV) donnent en fonction de la profondeur :

- la résistance à la pénétration du cône, q_c , en MPa
- le frottement latéral total, F_l , en kN.

Les pénétrogrammes P2, P3 et P4 ont des allures similaires qui peuvent se synthétiser de la manière suivante :

- . de la base de l'avant trou à 3,00/4,00 m de profondeur, q_c reste inférieur à 1 MPa, F_l est négligeable ; au P3 q_c ne dépasse pas 0,5 MPa. Nous sommes dans les alluvions de très mauvaises à mauvaises caractéristiques.
- . de 3,00/4,00 m à 5,00/5,50 m : q_c croît sensiblement pour osciller entre 2 et 5 MPa ; cet horizon correspond aux sables landéniens remaniés.
- . au-delà de 5,00/5,50 m et jusqu'au refus (6,80 m maximum) q_c augmente très fortement et dépasse 25 MPa au refus ; nous sommes alors dans les sables landéniens en place.

Le diagramme P1 n'est différent des précédents que par l'épaisseur de la première couche qui s'étend jusqu'à 5,30 m de profondeur. Au-delà on retrouve, mais décalées en profondeur, les couches citées ci-dessus; 1,5 à 4,5 MPa pour q_c entre 5,30 m et 6,50 m puis au-delà de la montée brutale et le refus à plus de 25 MPa à 7,25 m

33 - Sondage pressiométrique

Le diagramme pressiométrique de l'annexe V présente en fonction de la profondeur :

- la pression limite, P_l en MPa, correspondant à l'état limite de rupture du terrain soumis à une pression uniforme croissante,
- le module pressiométrique, E en MPa, module de distorsion du terrain mesuré dans un champ de contrainte déviatorique.

Le sondage a été réalisé en étalonnage de l'essai de pénétration au cône P_1 dont il confirme parfaitement les résultats :

- . de 0 à 1,50 m : dans les remblais, les caractéristiques pressiométriques sont bonnes, P_l vaut 1,3 MPa et $E = 16$ MPa ;
- . de 1,50 à 5,00 m : les valeurs sont très faibles, $P_l = 0,17$ MPa et $E = 1,2$ MPa ce qui marque le caractère peu résistant et très compressible du matériau ;
- . de 5,00 à 7,00 m : la pression limite et le module s'améliorent avec la profondeur mettant en évidence l'augmentation de compacité des sables ;
- . au-delà de 7,00 m : on retrouve des valeurs pressiométriques conformes au Landénien en place, $P_l = 1,5$ MPa $E = 11$ MPa, quoique encore un peu faibles.

34 - Essais de laboratoire

Les échantillons intacts, prélevés en sondage, ont été analysés et soumis aux essais suivants :

- Essais d'identification

- . mesure de la teneur en eau naturelle W_{nat} en % ;
- . détermination des caractéristiques pondérales en KN/m^3 ;
 - poids spécifique apparent humide (γ_h) ;
 - poids spécifique apparent sec (γ_d).

- Essais de cisaillement

. Détermination de la cohésion C (en kPa) et de l'angle de frottement interne ϕ (en degré) par essai de cisaillement linéaire à la boîte de Casagrande en système non consolidé non drainé essai UU, (caractéristiques à court terme).

. l'essai de compression triaxiale étant difficilement réalisable sur le matériau prélevé, nous avons choisi de le remplacer par deux essais de cisaillement rectiligne en système consolidé drainé qui fournissent les caractéristiques à long terme.

Les résultats des essais sont joints en regard de la coupe géologique de l'annexe III.

COMMENTAIRES

- . les teneurs en eau sont comprises entre 26 et 27,5 % sauf dans la tourbe où l'on a mesuré 210 % et à 3,65 m où le caractère plus sableux fait chuter W_{nat} à 18,5 %
- . les mêmes variations apparaissent sur les mesures de poids spécifiques ;
 γ varie de 19,3 à 19,9 KN/m^3 pour un γ_d allant de 15,2 à 15,8 KN/m^3 sauf dans la tourbe où γ vaut 11,5 KN/m^3 et γ_d 3,8 KN/m^3 et 3,65 m où le caractère sableux est confirmé par $\gamma = 20,2 \text{ KN/m}^3$ et surtout $\gamma_d = 17,1 \text{ KN/m}^3$.

. Les caractéristiques de cisaillement sont relativement homogènes pour les sols situés sous la tourbe :

- à court terme : φ varie de 24 à 31 ° pour une cohésion nulle ; on note un caractère légèrement plus frottant pour les sables landéniens remaniés ;
- à long terme : aucun changement apparaît sur l'angle de frottement, mais on remarque l'apparition d'une légère cohésion dans la base des alluvions (6 kPa).

La tourbe présente des caractéristiques médiocres mais usuelles pour ce type de formation, $\varphi = 19^\circ$ $C = 11$ kPa.

4 - DIMENSIONNEMENT DU RIDEAU DE PALPLANCHES

Le dimensionnement du rideau de palplanches a été réalisé en élasto-plastique à l'aide du programme RIDO 3.

Deux coupes schématiques ont été retenues, correspondant aux résultats obtenus en sondages et en laboratoire.

1er CAS

Sol	Cote en m	γ kN/m ³	C kPa	φ degré	γ nodule kN/m ³
Remblai schisteux	0-2.50	21	0	35	7.000
Tourbe silteuse	2.50-3.70	11	11	19	300
Silt argilo sableux	3.70-4.70	19.5	0	24	2.500
Sable fin silteux	4.70-7.00	20	0	31	4.500
Sable fin silteux	7.00	20	0	31	15.000

2ème CAS

Sol	Cote en m	kN/m ³	C kPa	φ degré	module kN/m ³
Remblai schisteux	0 - 2.50	21	0	35	7.000
Tourbe silteuse	2.50- 2.70	11	11	19	300
Silt argilo-sableux	2.70- 3.70	19.5	0	24	2.500
Sable fin silteux	3.70- 6.00	20	0	31	4.500
Sable fin silteux	6.00	20	0	31	15.000

Le module donné dans les tableaux ci-dessus est déduit des essais pressiométriques par la formule de la D/62/69 des techniques Louis Ménard, à savoir :

$$\frac{1}{K} = \frac{1+\alpha}{3E} R_0 \frac{R}{R_0} \times 2,65 + \frac{\alpha}{3E} R$$

avec K : module de réaction horizontal

: coefficient de Poisson = 0,33

E : module pressiométrique de la tranche considérée

α : coefficient de structure

R₀ : longueur de référence = 30 cm

R : demi-largeur de la fondation

Nous rappelons que dans le cas d'un pieu R est égal à la demi-largeur du pieu alors que dans le cas d'un rideau plan R vaut les deux tiers de la fiche réelle du rideau.

Sur la base de ces résultats, nous avons au départ, choisi arbitrairement une longueur et un type de palplanche que nous avons affiné par la suite.

Les résultats obtenus sont présentés dans les tableaux ci-après. On y trouve pour divers types de palplanche courants, pour les deux configurations géotechniques et pour deux longueurs totales, la flèche et le moment maximum.

CAS N°1

Type de palplanche	Longueur totale m	Flèche maximum cm	Moment maximum T.m
Larsen V	11	5,1	16
	9	6,4	14
RL 85	11	11,6	12,2
	9	11,8	12
RL 60	11	15	10,5
	9	15,1	10,5

CAS N°2

Type de palplanche	Longueur totale m	Flèche maximum cm	Moment maximum T.m
Larsen V	9	3,4	11,7
	7	7,1	9,4
Larsen IV	9	4,2	10,3
	7	7,6	9,3
RL 120	9	5,6	9,9
	7	8,6	9,3
RL 85	9	7,5	9,6
	7		9,1
RL 60	9	10,6	9,2
	7	12,4	8,9
SL3	9	12,1	9,1
	7	13,6	8,8

Ces tableaux permettront de faire un choix économique entre les solutions proposées soit par rapport au déplacement soit au moment admissible.

Si cette solution était retenue, nous conseillons de faire réaliser un complément d'investigation par pénétration statique afin de permettre, sur la longueur du rideau, de déterminer avec plus de précision les zones où l'on se trouvera dans le cas géotechnique 1 et celles où l'on serait dans le cas 2.

Nous restons à la disposition du Maître d'Oeuvre pour lui fournir tout renseignement complémentaire qu'il pourrait souhaiter au sujet de cette étude.

Vu par J. RICOUR- Directeur du
Service Géologique Régional Nord
Pas-de-Calais du B.R.G.M.

Rédigé par :
J.C. PINTE, Ingénieur géotechnicien
Service Géologique Régional Nord
Pas-de-Calais du B.R.G.M.

ANNEXES

Annexe: I-a



EXAMEN GEOTECHNIQUE DES SOLS DE FONDATION

Lezennes le: 11/02/88



ENTREPRISE PONTIGNAC
DDE-SUBDIVISION DOUAI NORD-OUEST

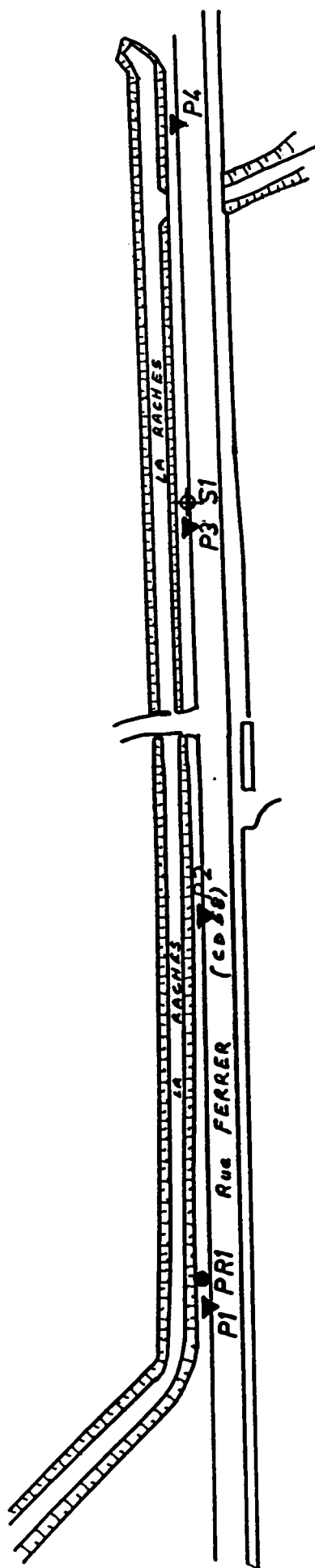
ROOST-WARENDIN
(Nord)
CD 58
CONSTRUCTION D'UN RIDEAU DE PALPLANCHES
EXAMEN GEOTECHNIQUE DES SOLS DE FONDATION

_ PLAN D'IMPLANTATION DES TRAVAUX DE RECONNAISSANCE _

LÉGENDE

- ▼ P1 essai de pénétration au cône
- PR1 sondage pressiométrique
- ⊕ S1 sondage géologique

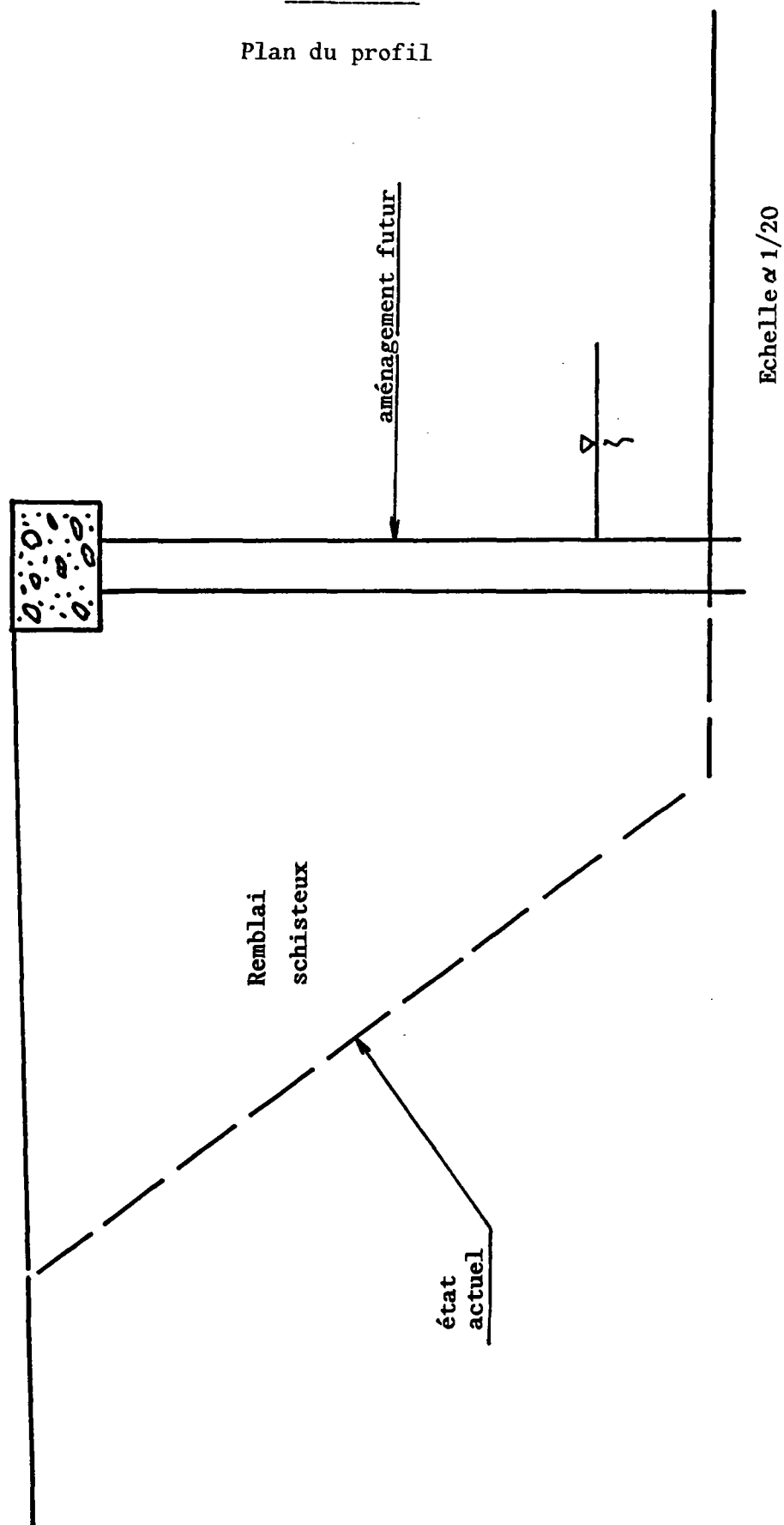
Echelle: 1/1500



ENTREPRISE PONTIGNAC
DDE-SUBDIVISION DOUAI NORD-OUEST

ROOST-WARENDIN
(Nord)
CD 58
CONSTRUCTION D'UN RIDEAU DE PALPLANCHES

Plan du profil



_ BRGM _

**SERVICE GEOLOGIQUE REGIONAL
NORD - PAS - DE - CALAIS**

**Fort de Lezennes - Lezennes
59260 HELLEMMES - LILLE**

Tél (20) 91-38-19



Annexe: III

**ENTREPRISE PONTIGNAC
DDE - SUBDIVISION DOUAI NORD - OUEST**

ROOST - WARENDIN

(Nord)

CD 58

CONSTRUCTION D'UN RIDEAU DE PALPLANCHES

EXAMEN GEOTECHNIQUE DES SOLS DE FONDATION

_ COUPE GEOTECHNIQUE DE SONDAGE _

27 42 61 91

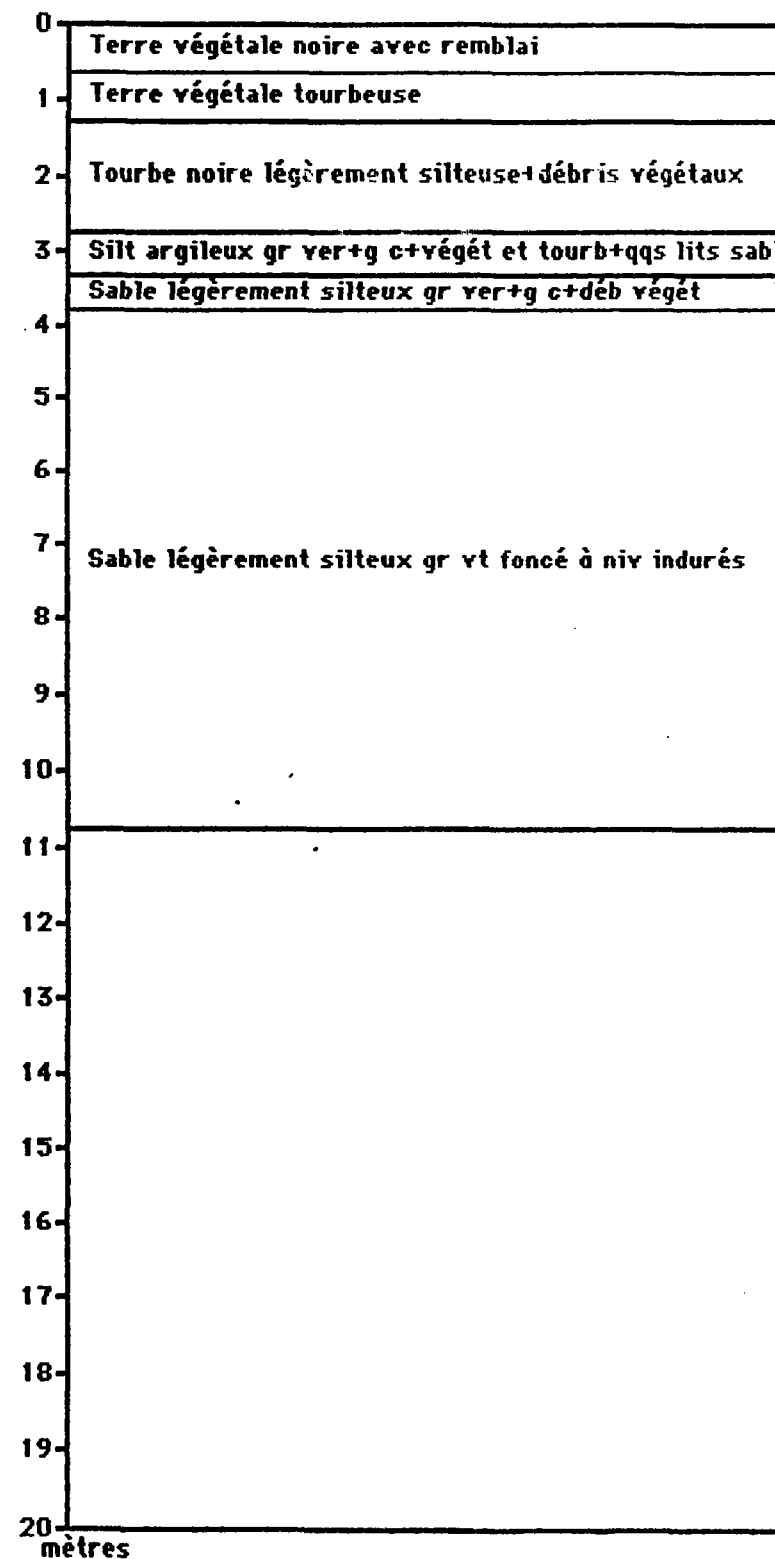
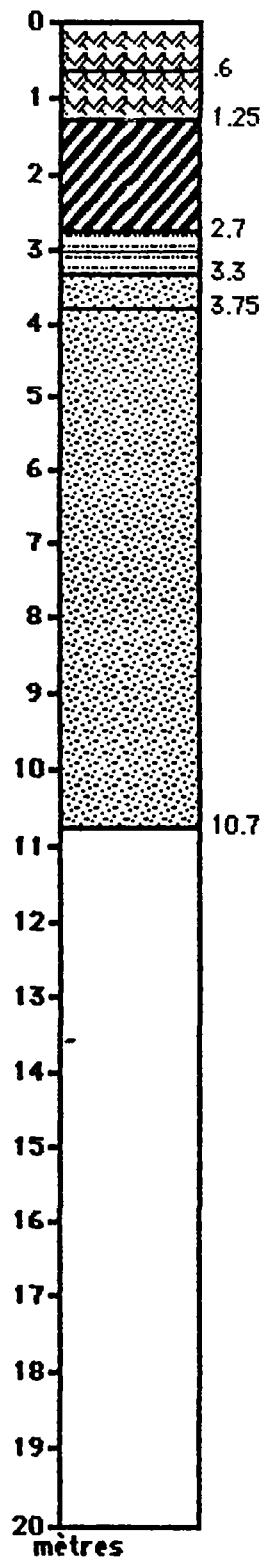
DDE - DOUAI NORD OUEST
Etude d'un rideau de palplanche

Annexe

\$1

11/01/88

SONDAGE GEOLOGIQUE S1 P3



Niveau d'eau

1 ère arrivée : 2.10 m

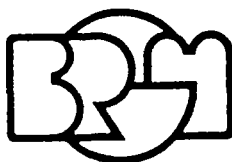
Fin de sondage: 1.80 m

Echantillons Intacts

de 1.50 m à 2.10 m : E I n° 1
de 2.50 m à 3.50 m : E I n° 2
de 3.50 m à 4.50 m : E I n° 3
de 4.50 m à 5.50 m : E I n° 4
de 5.50 m à 6.10 m : E I n° 5

[illegible]

_ BRGM _
SERVICE GÉOLOGIQUE RÉGIONAL
NORD - PAS-DE-CALAIS
Fort de Lezennes - BP.26 LEZENNES
59260 HELLEMMES-LILLE
Tél. (20) 91-38-19 -



ENTREPRISE PONTIGNAC
DDE-SUBDIVISION DOUAI NORD-OUEST

ROOST-WARENDIN
(Nord)
CD 58
CONSTRUCTION D'UN RIDEAU DE PALPLANCHES

EXAMEN GEOTECHNIQUE DES SOLS DE FONDATION

_ DIAGRAMMES PÉNÉTROMÉTRIQUES _

(4)

Pontignac
sarl

 40 rue Emile Basly
59410 ANZIN

Tel 27 46 90 15

27 42 61 91

ROOST-WARENDIN - 59

CD - 58 Rue Ferrer

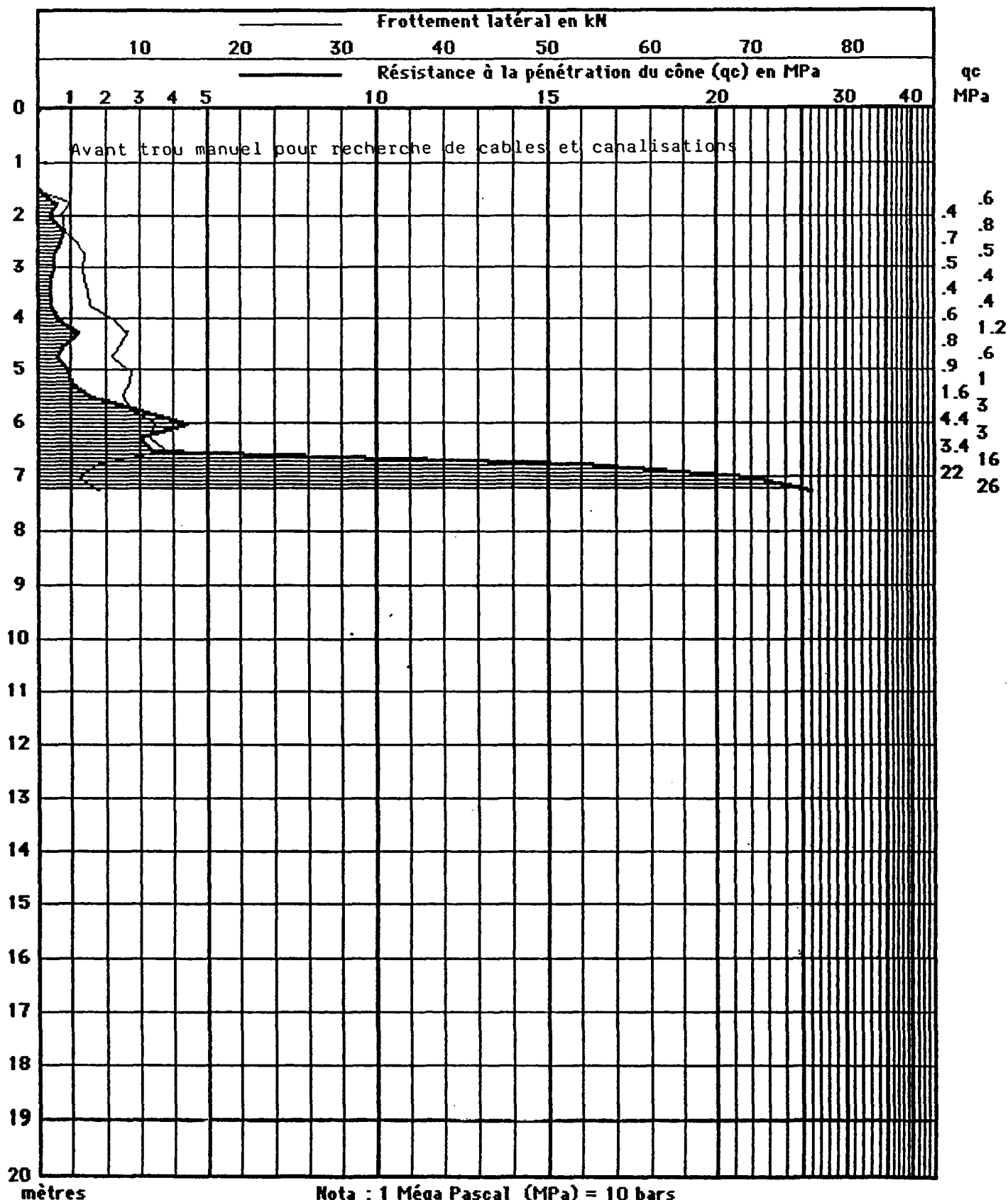
 DDE - DOUAI NORD OUEST
Etude d'un rideau de palplanches

Annexe

P1

7/01/88

PENETROMETRE STATIQUE



Pontignac

sarl

40 rue Emile Basly

59410 ANZIN

Tel 27 46 90 15

27 42 61 91

ROOST-WARENDIN - 59

CD - 58 Rue Ferrer

DDE - DOUAI NORD OUEST

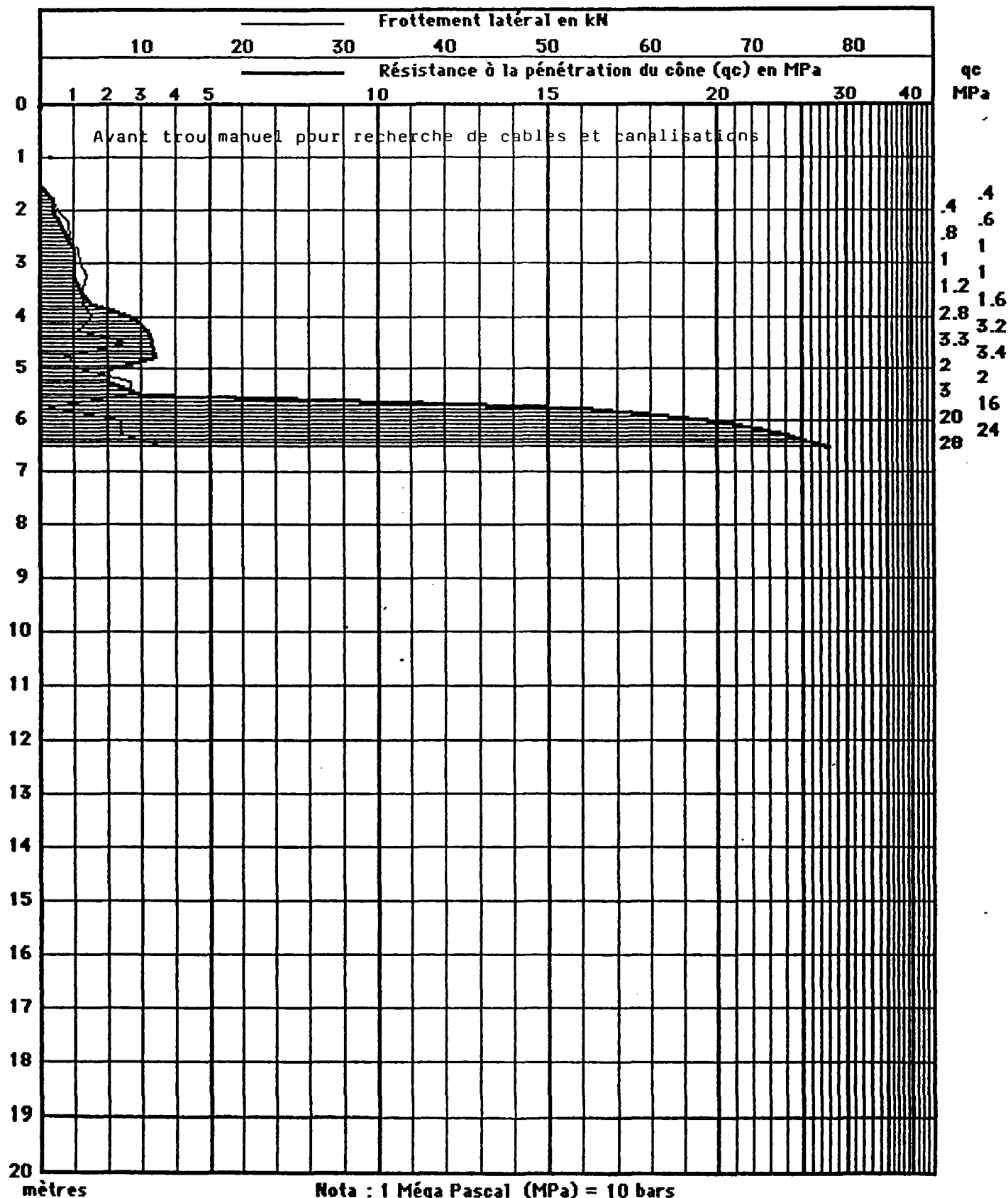
Etude d'un rideau de palplanches

Annexe

P2

7/01/88

PENETROMETRE STATIQUE



Pontignac

sarl

40 rue Emile Bosly

59410 ANZIN

Tel 27 46 90 15

27 42 61 91

ROOST-WARENDIN - 59

CD - 58 Rue Ferrer

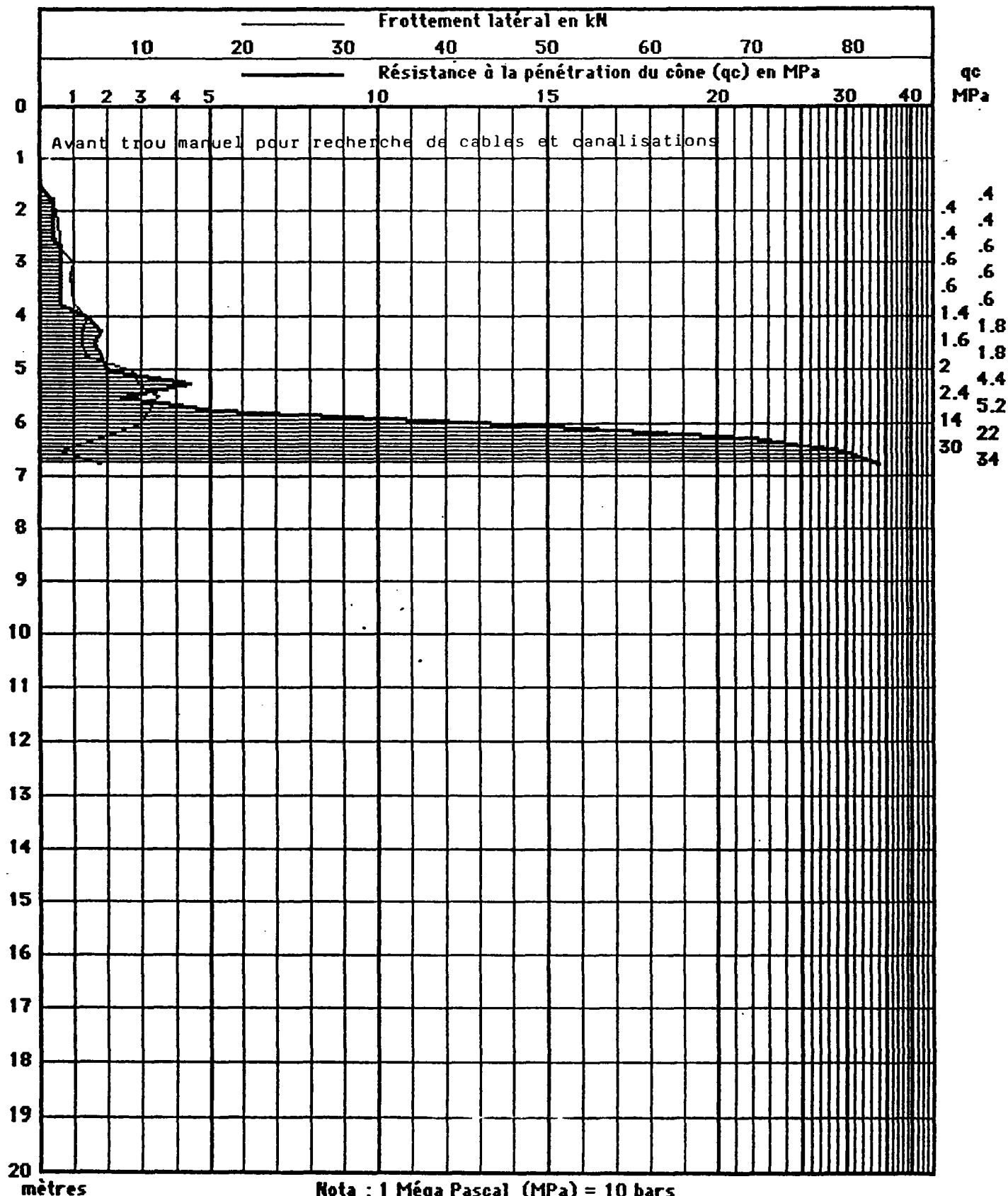
DDE - DOUAI NORD OUEST

Etude d'un rideau de palplanches

Annexe

P3

7/01/88

PENETROMETRE STATIQUE

Pontignac

sarl

40 rue Emile Basly

59410 ANZIN

Tel 27 46 90 15

27 42 61 91

ROOST-WARENDIN - 59

CD - 58 Rue Ferrer

DDE - DOUAI NORD OUEST

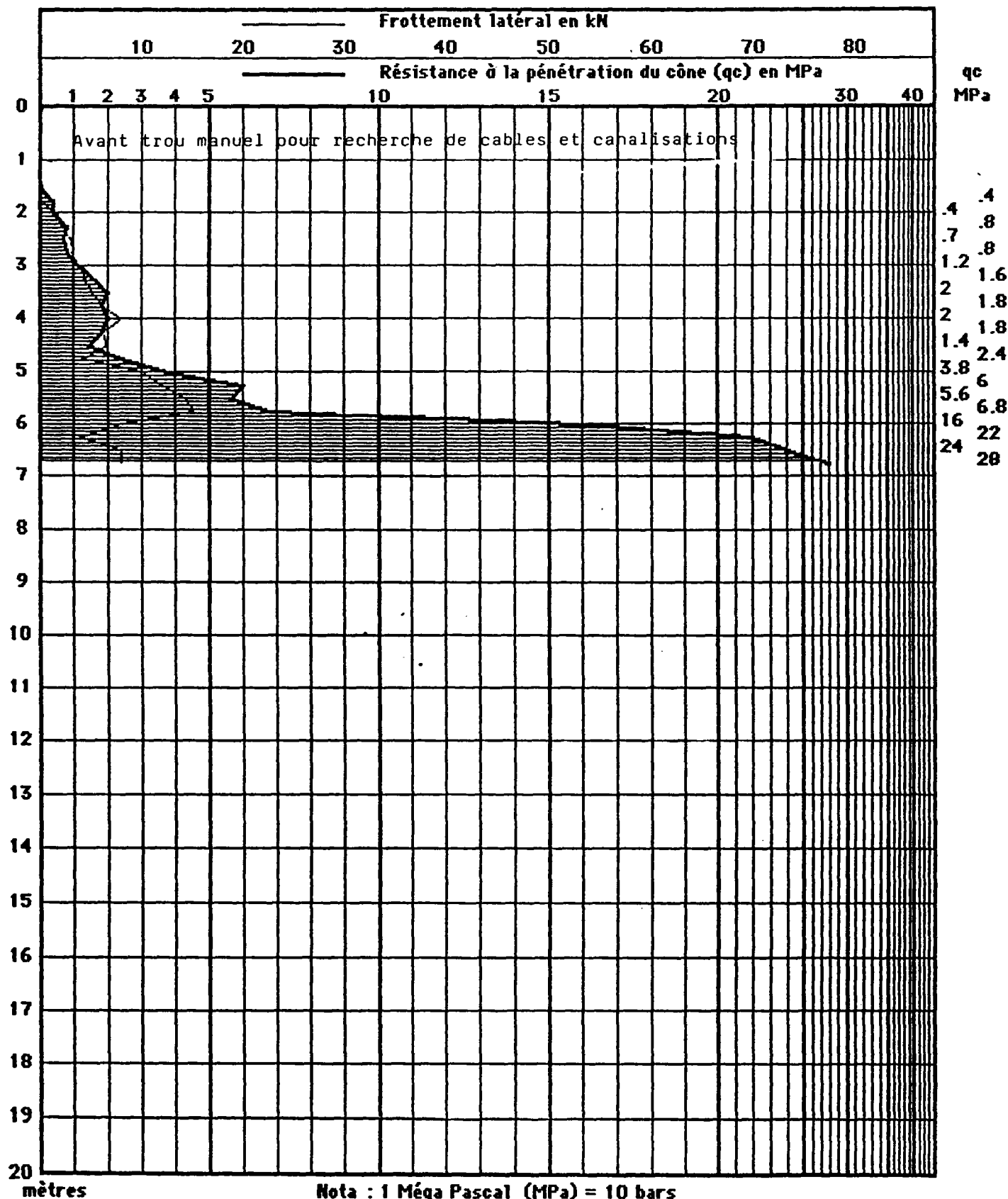
Etude d'un rideau de palplanches

Annexe

P4

7/01/88

PENETROMETRE STATIQUE



_ BRGM _
SERVICE GÉOLOGIQUE RÉGIONAL
NORD - PAS-DE-CALAIS
Fort de Lezennes - BP.26 LEZENNES
59 260 HELLEMES-LILLE
Tél. (20) 91-38-19 -



Annexe: v

ENTREPRISE PONTIGNAC
DDE-SUBDIVISION DOUAI NORD-OUEST

ROOST-WARENDIN
(Nord)
CD 58

CONSTRUCTION D'UN RIDEAU DE PALPLANCHES
EXAMEN GEOTECHNIQUE DES SOLS DE FONDATION

_ DIAGRAMME PRESSIOMÉTRIQUE _

Pontignac

sarl

40 rue Emile Basly

59410 ANZIN

Tel 27 46 90 15

27 42 61 91

ROOST - WARENDIN - 59

CD - 58 Rue Ferrer

DDE - DOUAI NORD OUEST

Etude d'un rideau de palpanche

Annexe

Pr1

08/01/88

SONDAGE PRESSIOMETRIQUE Pr1

